

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Determinación de los beneficios del uso de concentrado proteínico de leche combinado con preservantes, en los quesos tipo frescos de Guatemala, utilizando métodos tradicionales de fabricación

Saúl David Jonnathán Castellanos Hurtado

Guatemala  
1996



Determinación de los beneficios del uso de concentrado proteínico de leche combinado con preservantes, en los quesos tipo frescos de Guatemala, utilizando métodos tradicionales de fabricación

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Determinación de los beneficios del uso de concentrado proteínico de leche combinado con preservantes, en los quesos tipo frescos de Guatemala, utilizando métodos tradicionales de fabricación

Trabajo de investigación presentado por Saúl David Jonnathán Castellanos Hurtado para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería y Ciencias de Alimentos

Guatemala  
1996

Vo. Bo.:

(f) \_\_\_\_\_  
Ph.D. Ricardo Bressani

Tribunal Examinador:

(f) \_\_\_\_\_  
Ph.D. Ricardo Bressani

(f) \_\_\_\_\_  
Lda. Patricia Palacios de Palomo

(f) \_\_\_\_\_  
Lda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Fecha de aprobación: Guatemala, 7 de noviembre de 1996.

## PREFACIO

Como estudiante y desde el inicio de la carrera profesional, siempre tuve la inquietud del área o tema a la cual me dedicaría o especializaría dentro del amplio campo de la ingeniería en alimentos.

La oportunidad se presentó al momento de iniciar labores en una empresa procesadora de productos lácteos. Experiencia integral y enriquecedora debido a que en las cercanías está ubicado el hato lechero y ordeño. Siendo una planta de nueva instalación, el proceso de entrenamiento inició desde el montaje de los equipos.

El inicio del aprendizaje de la fabricación del queso fue una revelación: queso tipo Cheddar, por una maestra originaria de Holanda. Oportunidad única en su género.

Seguimos con queso Mozzarella, que después de cien veces de preparación se llegó a un producto aceptable.

Llegamos después, con un maestro experto en quesos artesanales, al no menos importante queso fresco típico de Guatemala. Siendo un producto considerado de consumo importante y corta duración es imprescindible que tenga una vida de anaquel lo más larga posible. Tema de esta investigación.

Agradezco la oportunidad de mi desarrollo profesional a Nuestro Padre Celestial, a mis padres, mis empleadores y cada una de las personas que he encontrado en mi camino y que ha tenido fe en mi persona. A mi Alma Mater: la Universidad del Valle de Guatemala a la Lda. Patricia Palacios y al Dr. Ricardo Bressani.

# CONTENIDO

	Página
PREFACIO.....	v
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN.....	xi
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO POR EL USO DE PROTEÍNA LACTEA (ALAPRO) EN COMBINACION CON LECHE FLUIDA PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA.....	12
III. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO UTILIZANDO PRESERVANTES VERSUS QUESOS SIN PRESERVANTES.....	58
IV CONTEOS MICROBIOLÓGICOS EN QUESO FRESCO.....	77
V PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD.....	80
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
VII BIBLIOGRAFÍA.....	96

## LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Porcentaje de sólidos totales y grasa de leche fluida utilizada y solución de proteína láctica.....	16
2	Porciones preparadas para el estudio.....	16
3	Materias primas utilizadas en la elaboración de los diferentes lotes de queso.....	17
4	Diferencias en el proceso de elaboración de queso fresco utilizando leche fresca fluida y ALAPRO en la mezcla proteína/leche.....	18
5	Análisis químico.....	20
6	Correlación entre porcentaje de ALAPRO utilizado en la mezcla inicial (lecha fresca/ALAPRO) para la preparación de queso fresco y contenido proteínico final de queso.....	34
7	Costo de las materias primas utilizadas en la preparación de los diferentes lotes de queso.....	35
7A	Costo de solución de ALAPRO líquido, tal y como se utilizó en la mezcla de leche/ALAPRO.....	36
8	Costo de cada uno de los lotes de queso obtenidos...	37
9	Primera pregunta de prueba sensorial.....	40
10	Diferencias entre los 2 lotes de queso.....	42
11	Puntuación de características sensoriales de textura del queso.....	44
12	Promedio de las puntuaciones de las parejas de quesos.....	49
13	Porcentaje de sólidos totales, grasa y proteína de leche fluida pasteurizada utilizada y solución de proteína láctica (ALAPRO).....	60
14	Porciones preparadas para la segunda parte del estudio.....	60

15	Materias primas utilizadas en la elaboración de los diferentes lotes de queso.....	61
16	Resultados de análisis químicos efectuados.....	61
17	Mediciones de acidez titulable en queso fresco.....	67
18	Lactosa en leche y mezcla de leche/proteína.....	68
19	Medición de pH de los lotes de queso preparados en el experimento.....	70
20	Suero Perdido por lote de queso.....	73
21	Pérdida acumulada de suero en los lotes de queso fresco.....	75
22	Conteos microbiológicos de las muestras preparadas en el experimento.....	77
23	Tabulación de datos de escala hedónica en queso...	82
24	Tabla de analisis de varianza para prueba hedónica.	84
25	Prueba de DUNCAN.....	84
26	Tabulación de datos de escala hedónica en quesos.	86
27	Análisis de varianza para prueba hedónica.....	87
28	Prueba de DUNCAN.....	87
29	Tabulación de datos de escala hedónica en quesos.	89
30	Tabla de análisis de varianza para prueba hedónica.	90
31	Prueba de DUNCAN.....	90

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
1 Rendimiento de queso fresco.....	21
5 Rendimiento comparativo de queso fresco entre lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada.....	22
6 Humedad en queso fresco.....	23
7 Humedad en queso comparativa entre lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada.....	24
8 Grasa en queso fresco.....	25
9 Grasa en queso comparativa entre lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada.....	26
10 Sólidos en suero de desecho.....	27
11 Sólidos en suero de desecho comparativo entre lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada.....	28
12 Sólidos en queso fresco.....	29
13 Sólidos en queso comparativos entre lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada.....	30
14 Proteína en queso fresco.....	31
15 Proteína en queso comparativa entre lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada.....	32
16 Costo de diferentes lotes de queso fresco.....	38
17 Comparación del costo entre los lotes elaborados con leche pasteurizada y no pasteurizada.....	39
18 Preferencia de quesos.....	41
19 Diferencia entre ambos lotes de queso.....	43
20 Intensidad de sensación arenosa de los quesos.....	45
21 Intensidad de sensación cremosa en los quesos.....	46
22 Intensidad de firmeza en los quesos.....	47

23	Intensidad de poca firmeza en los quesos.....	48
24	Puntuación de queso; control vs. queso 75:25 leche pasteurizada/ALAPRO.....	50
25	Puntuación del queso; control vs. queso 50:50 leche pasteurizada/ALAPRO.....	51
26	Puntuación del queso; control vs. queso 25:75 leche pasteurizada/ALAPRO.....	52
27	Puntuación del queso; control vs. queso 0:100 leche pasteurizada/ALAPRO.....	53
28	Puntuación del queso; control vs. queso preparado con leche no pasteurizada.....	54
29	Puntuación del queso; control vs. queso 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO.....	55
30	Comparación de la puntuación del sabor de los diferentes lotes de quesos utilizando leche pasteurizada.....	56
31	Comparación de la puntuación del sabor de los diferentes lotes de quesos utilizando leche no pasteurizada.....	57
32	Rendimiento comparativo de queso fresco con y sin preservantes.....	62
33	Contenido de humedad comparativo del queso fresco con y sin preservantes.....	63
34	grasa comparativa entre lotes de queso fresco con y sin preservantes .....	64
35	Proteína comparativa entre lotes de queso fresco con y sin preservantes.....	65
36	Acidez titulable en lotes de queso fresco.....	69
37	pH en lotes de queso fresco.....	71
38	Pérdida de suero en lotes de queso fresco.....	74
39	Pérdida acumulada de suero, en lotes de queso fresco.....	76
40	Conteos bacterianos en muestras de queso fresco...	79

## RESUMEN

En este experimento se describe el uso de tecnologías combinadas aplicadas a queso fresco. Es decir el uso de concentrado proteínico de leche y aditivos para mejorar la calidad del queso fresco típico de Guatemala.

En la primer parte del experimento se evaluó a la proteína como componente del queso. La concentración de la proteína varió desde 25% hasta 100% en mezclas de leche natural/solución de proteína, como materia prima para elaborarlo.

La leche utilizada fue pasteurizada, pero también se tuvieron lotes preparados con leche sin pasteurizar. Se preparó un lote con 50% de proteína en la mezcla inicial y un lote únicamente de leche sin pasteurizar. Los quesos son similares al queso fresco tradicional que se encuentra en el mercado.

Se hicieron análisis de rendimiento, humedad, grasa, proteína, sólidos en suero, costos y una evaluación sensorial. En los análisis químicos efectuados se observó que en los quesos donde se utilizó la proteína se tiene un mayor rendimiento, menor humedad y mayor porcentaje de proteína. El costo de los quesos se incrementa a medida que se utiliza una mayor cantidad del concentrado proteínico de leche.

Aunque los anteriores resultados fueron favorables en lo que al uso del concentrado proteínico respecta, sensorialmente no hubo aceptación hacia los lotes donde se utilizó. La aceptación del concentrado proteínico es inversamente proporcional a la concentración dentro del queso. Por esta razón se disminuyó el contenido del concentrado proteínico a 12.5% en la mezcla leche/solución de proteína en la segunda parte del experimento.

En la segunda parte del experimento se prepararon 4 lotes con leche pasteurizada y leche/solución de proteína en porcentajes de 87.5% y 12.5% respectivamente. La diferencia entre los lotes consistió en los aditivos. Los aditivos utilizados fueron: glicerol al 5% en peso del queso que actuó como agente secuestrante de agua dentro del queso y sorbato de potasio 0.1% en peso del queso. Los análisis efectuados fueron: rendimiento, humedad grasa, proteína y a lo largo de 22 días e intervalos regulares y desde el segundo día de preparación del queso se midió: acidez titulable, pH, volumen de suero perdido por el queso, conteos microbiológicos y análisis sensorial hedónico de cada uno de los lotes preparados.

En general, en los lotes donde se utilizó preservantes, La acidez permaneció constante, hubo menor pérdida de suero y los conteos microbiológicos fueron menores. Aunque la aceptación de los panelistas fue hacia lotes donde no se utilizó preservantes, pero sí el concentrado proteínico de leche. El glicerol debe utilizarse en concentraciones menores que las usadas en este experimento.

# I. INTRODUCCIÓN

## A. Queso fresco de Guatemala.

El queso fresco que se consume en Guatemala está elaborado de forma artesanal aunque se prepare en plantas industriales modernas. Es fuente de buena nutrición porque provee proteínas de origen animal que de otra forma serían inaccesibles, aunque no está al alcance del ciudadano común.

Existen diferentes variaciones del queso, dependiendo del área donde se prepara, pero el proceso de fabricación es básicamente el mismo. La leche se cuaja, se corta la cuajada, se drena el suero, la cuajada se sala, se escurre, se amasa y se coloca en moldes de madera, finalmente se empaacan en hojas o bolsas plásticas para su distribución.

En algunos departamentos donde la temperatura promedio es de 30 °C como por ejemplo el departamento de Zacapa, el queso fresco es sumamente salado, pero se debe a que de esta forma se conserva por mayor tiempo. En el municipio de Amatitlán, Guatemala, el queso fresco se cubre con una salsa. La superficie de este queso no se deshidrata como un queso que no tenga esta capa.

Otro tipo de queso fresco ampliamente difundido en el país es el que se conoce como queso de capas. El nombre proviene de la forma en que la cuajada se introduce en el molde, es decir se coloca una primera capa, se deja que escurra, se coloca una segunda y así sucesivamente hasta que el molde está completo. La diferencia con el queso fresco consiste en que la cuajada se calienta (se eleva la temperatura 2 ó 3 grados centígrados) recién cortada y no se drena el suero, sino que se va colocando en moldes con agujeros para que escurra. Este queso es más suave (mayor contenido de humedad que el fresco) y rara vez se le añaden cultivos lácticos.

Artesanalmente, rara vez se pasteuriza, y el descremado es poco conocido. Por estas razones no existe estandarización y por ende hay varios tipos de queso fresco. Industrialmente la leche se somete a pasteurización y descremado, estos procesos garantizan seguridad para el consumidor y estandarización de la leche y proceso para elaboración de queso.

Actualmente están siendo utilizados productos provenientes de la leche, tales como concentrados proteínicos de leche obtenidos por ultra filtración y después deshidratados, como extensores de leche fluida. Un extensor de leche incrementa la cantidad de proteína de la mezcla proteína-leche. Al aumentar la proteína, se obtiene un mayor rendimiento de la mezcla proteína-leche en la elaboración de queso. La leche para la elaboración del queso fresco no es la excepción.

El uso de extensores en los productos lácticos producidos en el país es poco conocido. El objetivo de este estudio es evaluar el beneficio sobre el queso fresco, el uso de extensores de leche combinados con preservantes.

## B. Definición de queso.

El queso siempre ha constituido una fuente importante de nutrientes para el hombre, además de ser alimento que contribuye con variedad y atractivo a nuestra dieta (Potter, 1978).

En las regiones menos desarrolladas en las que la leche se descompone rápidamente por falta de refrigeración, el queso es a menudo uno de los artículos básicos de la dieta, elaborado en ocasiones bajo las condiciones más primitivas (Kosikowski, 1982, y Potter, 1978).

El queso se puede definir como el producto elaborado a base de la cuajada de la leche de vaca y otros animales; la cuajada se obtiene mediante la coagulación de la caseína de la leche por una enzima (generalmente renina), un ácido (usualmente ácido láctico), y con o sin tratamiento adicional durante el proceso, por calor, presión, sal y maduración (por medio de microorganismos seleccionados). Esta definición amplia y general no abarca a todos los quesos, ya que algunos se hacen a base de sólidos de suero de la leche que quedan después de la precipitación de la caseína (Kosikowski 1982., y Potter, 1978).

La adición de sal al queso contribuye a dotarlo con el sabor deseado, evita la proliferación de ciertos microorganismos, ayuda a completar el desuerado, contribuye a la formación de corteza debido a su acción higroscópica e influye en la acción de las enzimas durante su maduración. La forma de efectuar el salado y la concentración de sal en el queso influye en las características y aspecto de éste (Revilla, 1985).

En la producción de quesos en América Latina, los frescos y suaves son de los más importantes (Díaz-Cinco, *et al*, 1992).

La industria lechera en América Latina ha sido considerada, hasta hace poco, como una actividad secundaria del productor de leche pero actualmente es en las plantas lecheras donde se llevan a cabo diferentes procesos con el objeto de mantener el valor alimenticio de la leche y sus derivados, para que sean dignos de ser consumidos por el hombre (Revilla, 1985).

La escasa producción, la baja calidad y el alto costo de la leche fluida en los países en desarrollo ha llevado a las industrias lecheras al uso de leche en polvo y/o proteínas de leche en la manufactura de productos lácticos recombinados es decir, leche, crema, yogurt, mezclas para helados, etc. (Rodríguez, 1992).

## C. Recombinación y concentrado proteínicos.

Los primeros desarrollos en sistemas lácticos recombinados fueron hechos en 1930 por dos neozelandeses; Hansen y Theophilus; y en 1950 los primeros productos recombinados fueron manufacturados comercialmente en Francia. En el principio los productos lácticos recombinados estaban basados únicamente en el uso de leche en polvo, actualmente el desarrollo tecnológico ha permitido el uso de nuevo equipo y nuevos productos tal como el concentrado proteínico de leche (Rodríguez, 1992).

Los concentrados proteínicos de leche se elaboran mediante el proceso de ultra filtración que conlleva la separación o concentración de los sólidos en una solución utilizando una membrana semipermeable selectiva (Rodríguez, 1992).

El concepto de ultra filtración fue definido por primera vez como una herramienta para la elaboración de queso en forma continua y fue introducida inicialmente para separar la proteína del suero dulce y/o ácido que resulta de la preparación del queso (Kosikowski, 1982).

La leche descremada es la materia prima inicial del proceso de ultra filtración. La leche pasa a través de una membrana, acetato de celulosa, en flujo turbulento forzado. La temperatura utilizada depende de la concentración de los sólidos proteicos deseados. Las membranas pueden ser placas, tubos rectos o tubos en forma de espiral o forma de espagueti montados para soporte en bases de acero inoxidable. Tienen un promedio de poro de 30  $\mu$ , es decir  $3 \times 10^{-5}$  metros y la leche se mueve bajo una presión de 45 a 50 PSI. La leche está en recirculación dentro de las membranas hasta que el concentrado alcanza los sólidos proteicos máximos o hasta que los componentes solubles de la leche descremada no pueden pasar por ella. La membrana permite el paso de agua y componentes solubles como lactosa y algunas sales y evita el paso de proteínas, caseína, albúmina y globulina, grasa, sales insolubles y bacterias. Por lo tanto la concentración es selectiva (Kosikowski, 1982).

Una de las formas de aplicar la tecnología en la preparación de productos lácticos sin invertir en equipo de ultra filtración consiste en utilizar los concentrados proteínicos como por ejemplo ALAPRO 4560, como extensor de leche y aplicándose en la manufactura de quesos tipo frescos (Rodríguez, 1992).

El concentrado proteínico (ALAPRO 4560) se elabora con leche descremada y secado por medio de atomizado.

La diferencia entre la leche en polvo y el concentrado consiste en el contenido de proteína y lactosa, siendo la proteína 56% en el primero y 37.80% en la segunda. Lactosa 31% en el primero y 49.80 en el segundo (Rodríguez, 1992).

El concentrado proteínico se recombina con grasa y agua para obtener los mismos sólidos totales que el producto final deseado y mezclarse con leche para preparación de queso (Rodríguez, 1992).

En la mayoría de los alimentos en donde la actividad del agua es importante, otros factores tal como pH, microorganismos competitivos, preservantes, etc., contribuyen en la calidad y estabilidad del producto. La base de los métodos combinados consiste en simultáneamente exponer a las células microbianas vegetativas a varios factores adversos de tal forma que los mecanismos homeostáticos que consumen energía se sobrecarguen y por ende las células microbianas no tengan energía suficiente disponible para crecer y reproducirse y mueren (A. López-Malo, 1994).

## D. Justificación.

Las principales ventajas del uso de productos elaborados con tecnología de ultra filtración consisten en:

- No es necesario invertir en los equipos ya que son costosos.
- La concentración de las proteínas de la leche en los productos ultra filtrados y recombinados con leche fluida incrementarían el contenido proteico de los productos lácticos frescos finales.
- El rendimiento de los productos lácticos es mayor (debido a la concentración mayor de proteína) lo que conlleva a un mayor beneficio para el productor.
- Se subsanaría en parte la escasez de leche que se produce en la época seca.

Las principales ventajas del uso de tecnologías combinadas en productos de alta actividad del agua consiste en:

- La extensión de la vida de anaquel de los productos en los que se aplica, es decir del queso fresco.
- La calidad organoléptica no es afectada.
- El aspecto del alimento mejora puesto que se reduce la pérdida de agua del mismo al reducirse la actividad del agua.

## E. Objetivo general:

Determinar los beneficios de utilizar concentrado proteínico de leche (ALAPRO 4560) y los preservantes sorbato de potasio y glicerol en queso fresco elaborado de forma tradicional.

### 1. Objetivos principales:

- Estudiar el efecto sobre el rendimiento de queso fresco utilizando mezclas de leche fluida y concentrado proteínico de leche.
- Estudiar otras alternativas para extender la vida de anaquel del queso fresco, como el uso de aditivos tales como sorbato de potasio y glicerol combinado con concentrados proteínicos de leche (ALAPRO 4560).
- Evaluar el efecto de las proporciones de ALAPRO 4560 con leche fluida sobre las características siguientes:
  - Características sensoriales.
  - Composición del producto.

- Vida de anaquel del producto.

## F. Hipótesis:

Es factible, a través del uso de Tecnologías Combinadas, es decir el uso de concentrado proteínico de leche (ALAPRO 4560) y aditivos apropiados, mejorar la calidad del queso fresco típico de Guatemala.

## G. Hipótesis nula:

No es factible mejorar la calidad del queso fresco típico de Guatemala a través del uso de Tecnologías Combinadas, es decir el uso de concentrado proteínico de leche (ALAPRO 4560) y aditivos apropiados en su preparación.

## H. Materiales y Metodología.

### 1. Materiales.

- Leche fluida entera.
- Concentrado proteínico de leche ALAPRO 4560.
- Grasa láctica anhidra.
- Sorbato de potasio (preservante)
- Sal.
- Glicerol (preservante).
- Cuajo líquido de simple fuerza.
- Bolsas de polietileno.
- Bandejas plásticas de 1 lb. aproximadamente.
- Hidróxido de sodio 0.1 Normal.
- Fenolftaleína.
- Ácido Sulfúrico.
- Medio de cultivo agar.

### 2. Equipo y Cristalería.

- Balanza con escala de Kg.
- Ollas de acero inoxidable.
- Butirometros Babcock.
- Pipetas de 10 mL.
- Pipetas de 1 mL.
- Pipetas de 17.6 mL para leche.
- Probetas.
- Estufa de gas.
- Cilindro de gas.
- Termómetros.
- Bureta graduada de 50 mL.
- Cajas de Petrí.
- Papel craft.
- Erlenmeyers de 1 litro.
- Tapones de algodón.

- Horno de incubación.
- Medidor de pH con su electrodo.
- Agitador.
- Cuchillos.
- Masking tape.
- Cinta testigo.
- Lira para cortar queso.
- Cloro en polvo.
- Detergente.

## G. Metodología:

### Fase 1 (Objetivo 1).

Se prepara queso fresco utilizando mezclas de leche de vaca fluida y concentrado proteínico de leche (ALAPRO 4560). El objetivo principal es medir los rendimientos del queso con cada una de las mezclas.

Las proporciones en porcentajes son:

1.	Leche fluida pasteurizada	100	ALAPRO 4560	0
2.	Leche fluida no pasteurizada	100	ALAPRO 4560	0
3.	Leche fluida pasteurizada	75	ALAPRO 4560	25
4.	Leche fluida pasteurizada	50	ALAPRO 4560	50
5.	Leche fluida no pasteurizada	50	ALAPRO 4560	50
6.	Leche fluida pasteurizada	25	ALAPRO 4560	75
7.	Leche fluida pasteurizada	0	ALAPRO 4560	100

La cantidad de leche fluida y/o mezcla de leche fluida a utilizar para la preparación de queso será de 4 Kilogramos por proporción.

De la fase 1 se harán 3 réplicas para análisis estadístico.

En cada una de las proporciones se va a medir y cuantificar lo siguiente:

- Rendimiento de queso fresco.
- Sólidos en el suero.
- Evaluación sensorial.
- Análisis económico.
- Análisis de grasa, proteína y humedad a los quesos.

El procedimiento a utilizar para la preparación del queso fresco se describe más adelante, el cual será el mismo para las cinco proporciones.

1. Preparación del concentrado proteínico de leche: Se hará análisis a la leche fresca fluida que se utilice, del contenido de:

- grasa y
- sólidos totales

La solución del concentrado se preparará de acuerdo a los mismos valores de la leche fresca fluida. Si la leche a utilizar posee 12% de sólidos totales y 3.5% de grasa, la solución del concentrado tendrá las mismas cantidades.

Se utilizarán las siguientes materias primas:

El concentrado proteínico de leche es un producto en polvo, con las siguientes características:

Proteína	56.0 %
Lactosa	31.0 %
Grasa	1.2 %
Humedad	3.8 %
Minerales	8.0 %

El concentrado proteínico de leche en solución tiene un porcentaje de grasa despreciable, es decir cero. Para elevar la cantidad de grasa se utilizará grasa láctica anhidra con las siguientes características:

Grasa butírica	99.9 %
Humedad	0.1 % máximo

El concentrado proteínico de leche ("base") se preparará según la siguiente fórmula:

$$\text{Sólidos totales} = \text{sólidos no grasos} + \text{sólidos grasos}$$

En donde los sólidos no grasos provendrán del concentrado proteínico de leche y los sólidos grasos de la grasa butírica.

2. Proceso de elaboración de queso fresco

a. Recepción de la leche

- Análisis de grasa
- Análisis de acidez
- Olor

b. Ajuste de grasa a 3.25 %, si es necesario.

c. Preparación de mezcla de leche natural y concentrado proteínico (cuando sea aplicable) .

d. Pasteurización de la leche a 63 C por 30 minutos (cuando sea aplicable).

e. Enfriamiento de la leche a 35 C.

- f. Adición de cloruro de calcio solución al 45%. 20cc/100Lt
- g. Adición de cuajo 20cc/100Lt de leche

Antes de cortar la cuajada se va a medir acidez titulable y pH determinar cómo afectan esos parámetros en el proceso de cuajado.

- h. Corte de cuajada con lira, hasta un tamaño de grano de ¼ de pulgada de lado.
- i. Reposo de cuajada 5 minutos, agitación suave 5 minutos y reposo 5 minutos
- j. Agitación hasta que grano tenga textura deseada (aproximadamente 10 min.).
- k. Dejar en reposo y drenar suero, haciendo un canal en el centro de la cuajada.
- l. Deshacer con la mano la cuajada y añadir sal (5 Kg. sal/1000 Kg. leche), colocar en una bolsa para que escurra un poco.
- m. Amasar hasta tamaño de grano deseado (Adicionar preservantes cuando sea aplicable)
- n. Colocar en molde.
- o. Colocar en bolsa de polietileno y sellar.

3. Prueba de análisis sensorial: La prueba sensorial consistirá en una prueba diferencial de doble atributo a ciegas. Se van a seleccionar panelistas por medio de una prueba de sensibilidad a los cuatro sabores básicos.

El objetivo principal será comparar dos muestras de queso:

Control versus cada una de las pruebas diferentes al control.

El control consiste en queso fresco elaborado con leche fluida pasteurizada sin aditivos.

Las preguntas que se haran a los panelistas son las siguientes:

1. ¿Cuál de los dos le gusta más?  
A B

2. ¿Nota alguna diferencia?  
Sí No

¿En qué consiste la diferencia?  
Sabor  
Acidez  
Olor  
Color

## 3. Cuerpo:

¿Lo siente "arenoso" en la lengua?

sí no

¿Lo siente "cremoso" en la lengua?

sí no

¿Lo siente "firme (duro)" en la lengua?

sí no

¿lo siente "poco firme (aguado)" en la lengua?

sí no

## 4. Evalúe los quesos según la siguiente escala:

0 Inaceptable.

1 Poco aceptable.

2 Aceptable.

3 Bueno.

4 Excelente.

Explique además ¿por qué dio ese valor al atributo?, lo más específico que pueda.

QUESO A.

Sabor.

Cuerpo.

Acidez.

Olor.

Color.

QUESO B.

Sabor.

Cuerpo.

Acidez.

Olor.

Color.

## Fase 2 (objetivo 2).

Para la fase 2 se tendrán las siguientes muestras:

- i. Del estudio anterior (fase 1) se seleccionará una muestra; la que satisfizo los requerimientos de: mejor rendimiento, mejor aceptación sensorial, análisis económico óptimo, es decir la mejor proporción de leche fluida y ALAPRO 4560,
- ii. Leche fluida,
- iii. La mejor proporción de leche fluida y ALAPRO 4560 más aditivos,
- iv. Leche fluida con aditivos.

Las muestras son:

1. Grupo control: queso fresco elaborado de acuerdo a tecnología utilizada en Guatemala. La materia prima será leche entera pasteurizada sin cultivos lácticos ni aditivos.

J66U

2. Grupo 2: queso fresco elaborado con la mezcla de leche entera fluida y concentrado proteínico de leche (ALAPRO 4560), es decir la mejor proporción sin aditivos.

3. Grupo 3: queso fresco elaborado con la mezcla de leche entera fluida y concentrado proteínico de leche (ALAPRO 4560). Utilizando aditivos preservantes. Los aditivos a utilizar son:

Sorbato de potasio al 0.1 % en peso y  
Glicerol (con una concentración de: 5.56 %).

4. Grupo 4: queso fresco elaborado con leche entera fluida pasteurizada. Utilizando aditivos preservantes. Los aditivos a utilizar son sorbato de potasio al 0.1 % en peso y glicerol (con una concentración de: 5.56 %).

La cantidad de leche a utilizar en cada una de las muestras será de 5 Kilogramos por grupo y tres réplicas de cada tratamiento.

De la fase 2 se harán tres réplicas de cada tratamiento para análisis estadístico.

Cada una de las réplicas se elaborará con un lote de leche, provenientes de un mismo hato de ganado y a una misma hora de ordeño.

### Fase 3. Pruebas de vida de anaquel.

#### Diseño experimental

1. El queso se colocará en bandejas de 1 libra aproximadamente. De una manera similar al queso que se encuentra en el mercado.
2. Las bandejas se colocarán en bolsas de polietileno y después se sellarán.
3. A los quesos recién hechos se hará análisis de
  - Grasa
  - Proteína
  - Humedad
4. Los quesos se pesarán para medir su rendimiento.
5. Los quesos se almacenarán a una temperatura de 2°C a 4 °C.
6. Cada cinco días durante veinte días y desde el día uno, se medirán los siguientes parámetros:
  - Acidez
  - pH
  - Prueba sensorial (véase G, 3)
  - Standard Plate Count (microbiología)
  - Volumen de suero dentro de la bolsa (con una probeta graduada).

#### Métodos analíticos.

Sólidos Totales en leche:	AOAC #	16.032
Acidez en leche/suero:	AOAC #	16.023

Grasa en leche:	AOAC #	16.065
Acidez en queso:	AOAC #	16.276
pH en queso:	AOAC #	32.017(3), 32.018
Standard plate count:	AOAC #	46.05, 46.013, 46.014, 46.015

Prueba sensorial                      Ref. 5 de bibliografía, Tasting panels: Sensory Assessment in Quality Control

#### Composición típica del queso fresco

( % ) Proteína	AOAC #	16.047
( % ) Grasa	AOAC #	16.284
( % ) Humedad	AOAC #	16.259.

## II. EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO POR EL USO DE PROTEÍNA LÁCTEA (ALAPRO) EN COMBINACIÓN CON LECHE FLUIDA PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA.

### A. Preparación del queso fresco tradicional de Guatemala

La primer parte del estudio consistió en preparar queso fresco tradicional de Guatemala. El proceso utilizado es el mismo que se observa en casi todas las industrias lácteas; cuajado de la leche, cortado, agitado, drenado del suero y finalmente molido, salado y amasado, de acuerdo al siguiente diagrama:

Proceso general de fabricación de queso fresco,  
típico de una industria láctea.

Estandarización del porcentaje de  
grasa de la leche.

El porcentaje de grasa de la leche del queso lo determina el costo de producción. Un porcentaje elevado de grasa se traduce en un costo elevado del producto final y viceversa.

Debe considerarse los otros productos a obtener tal como la crema que tiene un valor elevado. El equipo utilizado para esta operación unitaria es un separador centrífugo.

Pasteurización de la leche  
a 72 °C por 16 segundos.

Este es el proceso normal en una industria lechera. Alta temperatura tiempo corto de forma continua. Artesanalmente no se pasteuriza. La acidez titulable recomendable de la leche debe ser de 0.14% a 0.16 %.

Calentamiento o enfriamiento  
de la leche aproximadamente  
33 °C a 40 °C

La acción de cuajado es llevada a cabo por enzimas, usualmente renina o quimosina.

La actividad óptima de las enzimas se ve afectada por la acidez y temperatura del medio. En el cuajado de la leche por enzimas, el rango de temperatura es de 33 °C a 40 °C.

#### Cuajado de la leche.

La cantidad de cuajo líquido a utilizar depende de la fuerza del mismo, es decir si es doble o simple y debe ser diluido en 40 veces su volumen. El tiempo de cuajado es de aproximadamente 30 a 40 minutos y debe hacerse pruebas para comprobar si la cuajada esta lista para el corte (prueba del cuchillo y/o termómetro y formación de surco firme y brillante). Si la leche no es ácida inicialmente, las cuajadas pueden llevarse mucho más tiempo.

#### Corte de la cuajada.

La cuajada debe cortarse con liras y el tamaño final del quesillo para queso fresco debe ser de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Las liras de corte consisten en marcos de acero inoxidable o plástico que tienen alambres del mismo material, están equidistantes y tensos. Son similares a las cuerdas finas de una guitarra. El cortado con liras se utiliza principalmente para: estandarización y reproducibilidad del proceso y obtener un producto de calidad uniforme a lo largo del tiempo en cuanto al contenido de humedad se refiere. Debe evitarse cortar con las manos o simplemente quebrar la cuajada con una paleta o agitador.

#### Agitación de la cuajada.

La cuajada debe agitarse para separar el suero del queso. La agitación debe hacerse lenta al inicio y menos lenta al final. El quesillo debe estar firme, no duro. Esta característica se debe palpar con las manos y/o probar el quesillo. Debe evitarse una agitación rápida ya que lo único que causa es el rompimiento del quesillo y pérdidas en el rendimiento. Después de la agitación debe dejarse que todo el quesillo vaya al fondo de la tina. Debe hacerse un canal en el centro para el drenaje.

#### Drenaje del suero.

El drenaje consiste en la separación física del suero y el quesillo. Debe drenarse el suero lentamente, generalmente se drenan de  $1/3$ , a  $3/4$  partes del suero dependiendo de la cantidad de queso y el tamaño de la tina.

Salado de la cuajada.

La cuajada debe salarse por partes, la que se vaya a sacar de la tina para moler debe salarse primero. La sal contribuye al desuerado y a mejorar el sabor.

Molido de la cuajada.

La cuajada salada se puede moler en cualquiera de los dos tipos de molino; de carne o de nixtamal. La diferencia principal consistirá en la textura del queso, ya que depende del tipo de molienda. La textura que se obtiene del molino de carne es arenosa mientras que en el otro es fina.

Empacado y enfriamiento.

Al poner el queso en el molde debe llevarse al cuarto frío inmediatamente, no dejar que el queso esté en contacto directo con el aire frío y empacar cuando se distribuya.

## B. Variaciones en el proceso general de preparación del queso fresco

En el presente estudio se siguió el proceso general de preparación de queso fresco con las siguientes variaciones:

1. Estandarización de la leche: La leche utilizada no se estandarizó, se utilizó entera. El porcentaje de grasa estuvo en el rango de 4.1% a 4.3%. No haber extraído grasa a la leche se traduce en un aumento en el rendimiento (mayores sólidos grasos) y mayor porcentaje de grasa en el queso. La grasa imparte un sabor cremoso.

2. Pasteurización de la leche: La leche se adquirió cruda. Se pasteurizó en un baño térmico; la temperatura llegó a 72 °C, se mantuvo por un minuto y después se enfrió en un baño de agua fría. Se mantuvo agitación constante durante todo el proceso.

3. Calentamiento de la leche: La leche se calentó a 38 °C para cuajado.

4. Cuajado de la leche: La actividad óptima de la enzima que provoca la coagulación de la leche se ve favorecida por una acidez y temperatura alta (0.18% a 0.20% acidez y 35 °C a 40 °C de temperatura). Siendo que la acidez de la leche utilizada (0.15%) no era elevada, se incrementó la temperatura de cuajado.

El tiempo de cuajado de la leche fue de 45 minutos para la leche natural y menor cuando se mezclaba proteína (ALAPRO) a la leche.

5. Corte de la cuajada: La cuajada se cortó con una pequeña lira plástica. Se hicieron varios cortes transversales y horizontales hasta alcanzar el tamaño deseado del grano; ¼ de pulgada.

6. Agitación: Inmediatamente después del corte se dejó en reposo la cuajada por 5 minutos, se agitó muy suavemente por cinco minutos y se dejó en reposo otros 5 minutos antes de la agitación definitiva. La agitación definitiva tomó 20 minutos para la leche natural y 10 minutos para la leche mezclada con la proteína.

7. Drenado de suero: El drenaje se hizo de la siguiente forma: se elevó la parte posterior de la pequeña tina donde se hizo el queso y el quesillo se fue al fondo, en la parte frontal. Se puso una bolsa de manta en uno de los extremos y se vertió el contenido de la tina dentro de ella (suero y quesillo). Finalmente se dejó escurrir el suero por aproximadamente 15 minutos o hasta que no saliera más suero de la bolsa. Se eliminó el suero y el queso se colocó en la tina nuevamente.

8. Molido y salado del queso: La molienda del queso se hizo manualmente. La acción utilizada era: tomar queso dentro del puño y cerrarlo hasta la reducción del tamaño del queso. Finalmente se añadía la sal y/o preservantes cuando era aplicable y se vertía en moldes.

9. Empacado y enfriado: Los moldes se colocaron en bolsas de polietileno, se cerraron y se colocaron en el refrigerador.

### C. Alternativa para este estudio

Entre las alternativas que fueron motivo de este estudio y cuyo fin es que las características del queso no cambien se encuentran: el uso de proteínas lácticas y preservantes.

El uso de proteínas lácticas es nuevo en el país. La proteína se obtiene concentrando las proteínas de la leche por medio de ultra filtración en membranas de osmosis inversa. El concentrado se atomiza en ciclones de secado y se obtiene un polvo con similares características a la leche en polvo. La diferencia principal consiste en el porcentaje de proteínas y es 56%. La proteína es fácilmente soluble en agua y su apariencia al estar disuelta es como leche.

En la preparación del queso se utilizó la solución de proteína en diferentes proporciones mezclándose con leche. El objetivo principal del uso de la proteína fue para evaluar sus características como parte de la composición del queso. Entre las

características del queso evaluadas se encuentran: rendimiento, cantidad de grasa, humedad, proteína total y una evaluación sensorial.

La solución de proteína se preparó con base a la cantidad de sólidos y grasa de la leche utilizada.

Cuadro 1.

Porcentaje de sólidos totales y grasa de leche fluida utilizada y solución de proteína láctica (ALAPRO).

Componente:	Sólidos totales:		Grasa:		Lactosa:
	%		%		
	min.	máx.	min.	máx.	%
Leche	12.70	13.10	4.2	4.3	5.0
ALAPRO	12.78	13.34	4.2	4.4	2.7

La leche utilizada se adquirió sin pasteurizar. La raza del ganado productor es Jersey. La leche se pasteurizó antes de la preparación de los lotes de quesos y parte se dejó sin pasteurizar para utilizar en los lotes comparativos.

La pasteurización es un proceso en el que disminuye la carga bacteriana y donde se eliminan o deben ser eliminados los microorganismos patógenos por medio de un tratamiento térmico. Industrialmente esta operación es generalizada mientras que artesanalmente no. El uso de leche no pasteurizada presenta varias desventajas: la presencia de microorganismos patógenos que dañan prematuramente al producto y son un riesgo para la salud del consumidor, la contaminación del equipo y lugar de trabajo y bajos rendimientos en queso.

Las características del queso preparado son diferentes al queso elaborado con leche pasteurizada. La reproducibilidad de las mismas es difícil.

En el experimento se prepararon dos lotes con leche sin pasteurizar para comparar los resultados con los lotes donde se utilizó leche pasteurizada. Uno de los lotes se mezcló con proteína.

Cuadro 2.

Proporciones preparadas para el estudio. Las mezclas son: leche fluida entera y solución de proteína (ALAPRO).

# / Mezclas	% Leche	% ALAPRO	Estado
1	100	0	Pasteurizada
2	75	25	Pasteurizada
3	50	50	Pasteurizada
4	25	75	Pasteurizada
5	0	100	Pasteurizada
1'	100	0	No Pasteurizada
3'	50	50	No Pasteurizada

El conjunto de las siete proporciones del Cuadro 2, se prepararon tres veces a lo largo de esta parte del estudio. La cantidad de leche y/o mezcla de leche/proteína total fue de 3 kilogramos en cada lote.

Las cantidades de materia prima utilizadas se describen en el Cuadro 3 a continuación.

Cuadro 3.

Materias primas utilizadas en la elaboración de los diferentes lotes de quesos.

#	MEZCLA		MATERIAS PRIMAS:						
	LECHE %	ALAPRO %	Leche (Kg.)	ALAPRO (Kg.)	CaCl <sub>2</sub> (mL)	Cuajo (mL)	Sal (g)	Moldes (U)	Bolsas (U)
1	100	0	3,0	0,0	6	0,26	15	2	4
2	75	25	2,0	1,0	56	0,26	15	2	4
3	50	50	1,5	1,5	80	0,26	15	2	4
4	25	75	1,0	2,0	105	0,26	15	2	4
5	0	100	0,0	3,0	155	0,26	15	2	4
1'	100	0	3,0	0,0	6	0,26	15	2	4
3'	50	50	1,5	1,5	80	0,26	15	2	4

#### D. Notas acerca de las materias primas:

1. Leche: La leche se adquirió cruda. Se pasteurizó la cantidad necesaria para los lotes donde era necesario, el resto se dejó sin pasteurizar. La leche se guardó bajo refrigeración.

2. ALAPRO (Proteína Láctica): El ALAPRO viene en un polvo fluido soluble color amarillo pálido, con las siguientes características: proteína: 56 % humedad 3 %, grasa aproximadamente 0.0%.

Para hacer la solución de proteína se consideró la siguiente ecuación:

$$\text{Sólidos No Grasos} + \text{Sólidos Grasos} = \text{Sólidos Totales.}$$

En la leche fresca fluida utilizada los sólidos totales son 13.00% y grasa 4.3%, por diferencia se conocen los sólidos no grasos.

$$\text{SNG} + 4.3 = 13.0;$$

$$\text{SNG} = 13.0 - 4.3 = 8.7 \%$$

Entonces en la cantidad de solución de proteína a preparar, el 8.7 % mas un 0.261% (por el contenido de humedad, total 8.961%) fue de ALAPRO.

La forma de preparar la solución de proteína fue la siguiente:

Se pesó la cantidad necesaria para 10 Kg. de solución: 896.1 gramos y se mezcló con agua (aproximadamente 3 kilos). La solución se calentó a 35 °C y se agitó de forma constante hasta la completa disolución de la proteína.

El porcentaje de grasa se ajustó utilizando grasa láctica anhidra (4.3%, haciendo un total de 430 gramos para la base de 10 Kg.). Se utilizó dos tipos de grasa: decolorada (215) y natural (215). La primera tiene un color totalmente blanco y la segunda el color amarillo, similar a mantequilla.

Para incorporar la grasa a la solución de ALAPRO, se hizo lo siguiente:

Se derritió la grasa en un baño térmico y se agregó 0.02% de emulsificante. Se agregó parte de la solución de ALAPRO preparada anteriormente, se agitó por medio de una licuadora por cinco minutos y finalmente se incorporó al resto del ALAPRO.

A la solución final se le agregó agua hasta completar los 10 kilogramos. La solución de ALAPRO se pasteurizó bajo las mismas condiciones que la leche, a 72 °C y enfriándose después.

3. Cloruro de Calcio: Se utilizó una solución al 10%. La cantidad a utilizar depende del contenido de ALAPRO en la solución leche/proteína.

Las cantidades son:

Leche: 2.0 g de solución por cada kilogramos de leche.

ALAPRO: 54.1 g de solución por cada kilogramo de solución de ALAPRO utilizada en la mezcla leche/proteína.

4. Cuajo: Se utilizó cuajo líquido de doble fuerza, diluido 40 veces su volumen.

Al utilizar la solución de proteínas con la leche se observaron las siguientes diferencias en el proceso de preparación del queso fresco, (cuadro 4):

Cuadro 4.

Diferencias en el proceso de elaboración de queso fresco utilizando leche fresca fluida y ALAPRO en la mezcla proteína/leche.

Paso del proceso	Leche	Leche/ALAPRO
Tiempo de cuajado	45 - 60 minutos	6 – 15 minutos
Tipo de cuajada	Blanda	firme
Tiempo de agitación de quesillo hasta punto de drenaje:	20 minutos	10 minutos
Textura del queso	suave	firme

a. Tiempo de cuajado: Se define como tiempo de cuajado al intervalo en minutos que inicia al adicionar el cuajo a la leche y finaliza en el momento de cortar la cuajada.

El tiempo que toma la leche natural en cuajarse es de aproximadamente 30 a 45 minutos. Los tiempos de cuajado obtenidos con la mezcla leche y proteína fueron mucho menores y son: desde 6 minutos donde se utilizó únicamente a la proteína como materia prima para elaborar queso hasta 15 minutos donde la proteína estuvo mezclada con leche en proporción 25:75 proteína/leche.

El tiempo de cuajado de la leche no pasteurizada fue desde 32 a 40 minutos. Este intervalo es menor que el de la leche pasteurizada. En la leche no pasteurizada la acidez es mayor, aproximadamente 0.18% a 0.20%, y favorece al proceso disminuyendo el tiempo de cuajado.

El tiempo de cuajado de la leche en el lote 50:50 de leche no pasteurizada/proteína fue de 10 a 13 minutos, similar al lote 50:50 leche pasteurizada/proteína.

El tiempo de cuajado es inversamente proporcional a la cantidad de proteína utilizada.

Esta característica sería una ventaja a nivel industrial ya que el tiempo de elaboración del queso disminuiría considerablemente. El personal podría ser utilizado en otras tareas o finalizar las labores diarias antes de lo normal.

b. Firmeza de la cuajada antes del corte: La cuajada de la leche natural para este tipo de queso es usualmente poco firme a menos que la leche sea acidificada y la temperatura elevada un poco más de lo usual.

Es por esta razón que en pequeñas fábricas del interior del país los artesanos extiendan el tiempo de cuajado hasta por una hora quince minutos antes de romperla. En las industrias, este tipo de queso toma el máximo de tiempo del rango de tiempo de cuajado y la cuajada está todavía blanda.

Si la cuajada está blanda aun, debe tenerse sumo cuidado en el corte para que no haya pérdidas de pequeños granos de quesillo en el suero y que se pierdan al drenar. Por consiguiente, el rendimiento baja.

La elevación de la temperatura de la leche ayuda a que la cuajada sea un poco más firme.

Las cuajadas de quesos donde se utilizó la solución de proteína fue más firme que en donde no se utilizó. La firmeza es proporcional a la cantidad de proteína. La ventaja de una cuajada firme es que al cortar el quesillo mantiene su forma y en los procesos subsiguientes únicamente disminuye de tamaño.

Otra ventaja muy importante es que la cantidad de cuajo podría disminuir en la formulación del queso. Ya que la adición de la proteína aumenta la firmeza de la cuajada antes del corte, entonces se necesitaría menor cantidad de cuajo para obtener una firmeza aceptable.

c. Tiempo de agitación: Las cuajadas donde se utilizó proteína necesitaron menor tiempo de agitación que las cuajadas donde no. La razón es que las primeras alcanzaron la firmeza esperada antes del drenaje del suero. Industrialmente sería ventajoso por que se economizaría tiempo.

En el lote 50:50 leche no pasteurizada/proteína, el tiempo de agitación tomó 10 minutos.

d. Suero de desecho: Los sólidos del suero de desecho fueron medidos y se encontró que el contenido es inversamente proporcional a la cantidad de proteína presente. La contaminación de los afluentes es menor. Esto es una ventaja debido a que en el país los desechos industriales de la industria láctea son vertidos a drenajes que van a dar a ríos y contaminan el agua.

#### Análisis Químicos:

Cuadro 5.

Lotes de queso utilizando leche pasteurizada:

Mezclas:			Resultados:					
Leche:	ALAPRO:		Rendi- miento:	Sólidos en Suero:	Humedad :	Grasa:	Sólidos en Queso:	Proteína:
%	%		%	%	%	%	%	%
1	100	0	23.57	7.11	66.67	9.08	33.33	10.93
2	75	25	25.19	6.14	64.23	9.72	35.77	12.35
3	50	50	25.67	5.67	63.28	9.77	36.72	12.70
4	25	75	27.16	5.38	64.09	9.30	35.91	13.30
5	0	100	27.07	4.85	61.83	9.75	38.18	15.30

Lotes de queso utilizando Leche No Pasteurizada:

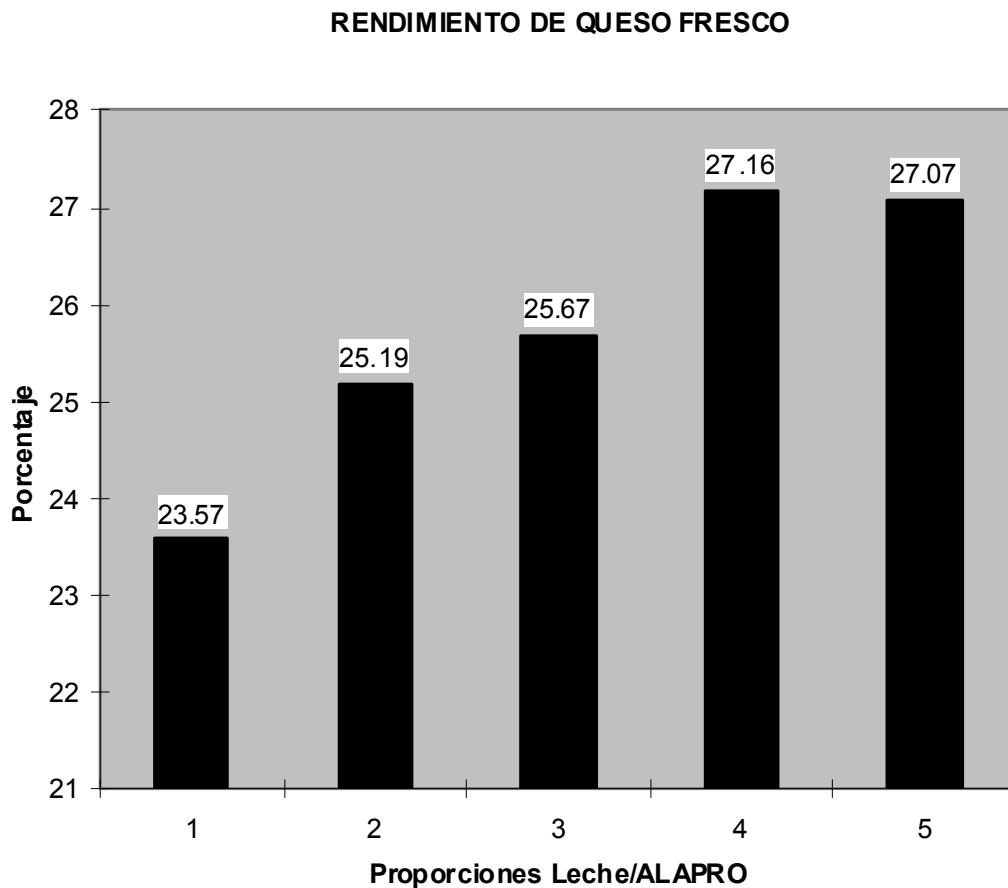
1'	100	0	18.83	6.93	60.40	11.27	39.60	12.35
3'	50	50	23.51	5.76	62.14	10.00	37.86	13.50

e. Rendimiento: El rendimiento se calculó dividiendo la cantidad de queso obtenida al final del proceso de elaboración dentro de la cantidad de leche utilizada al inicio y multiplicado por 100. Por ejemplo si se obtuvieron 450 gramos de queso al finalizar el proceso y se utilizaron 3,000 gramos de leche al iniciar, el rendimiento es:  $450 / 3,000 = 0.15 * 100 = 15\%$  de rendimiento.

La base para los cálculos del rendimiento fue: 3,000 gramos iniciales de leche fluida. Cuando se utilizó la proteína, la mezcla final de leche/proteína pesó lo mismo.

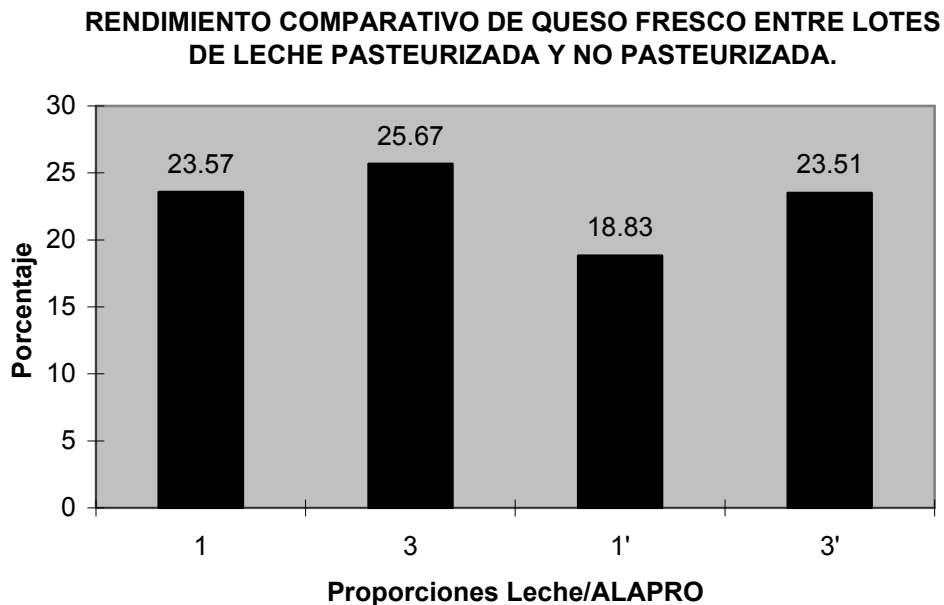
El rendimiento de los lotes de quesos (Cuadro 5, Gráfico 1) es proporcional a la cantidad de proteína utilizada en la mezcla proteína y leche. El mayor valor se obtuvo en los lotes 25:75 y 0:100 leche/proteína. El menor valor de rendimiento es para el queso control.

Gráfico 1.



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Gráfico 2.



- 1. Lote control, leche pasteurizada.
- 3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

El rendimiento del queso preparado con leche no pasteurizada es menor que el de queso control, preparado con leche pasteurizada. La diferencia es del 4.74% (Cuadro 5, Gráfico 2).

Esta diferencia es considerable y se traduce directamente en el costo final del producto. En una planta de procesamiento de leche de tamaño pequeño debe evaluarse la instalación de la operación unitaria de pasteurización de leche, a largo plazo. Si la leche se pasteuriza, se obtienen rendimientos mayores y la salud del consumidor final no se ve afectada.

La diferencia de rendimiento entre los lotes 50:50 leche/proteína utilizando leche pasteurizada y no pasteurizada es de 2.16%.

Esta diferencia no es tan considerable como la primera, el uso de la proteína láctica podría considerarse como una alternativa momentánea mientras se adquiere el equipo de pasteurización para la planta.

f. Humedad: El contenido de humedad se calculó con base a la diferencia en peso del queso después de someterse a un calentamiento dentro de un horno de convección a 130 °C por 1 hora 15 minutos.

Como ejemplo de cálculo se muestra:

Peso inicial del queso: 2.478 g.  
 Peso final: 0.797 g.  
 Porcentaje de humedad:

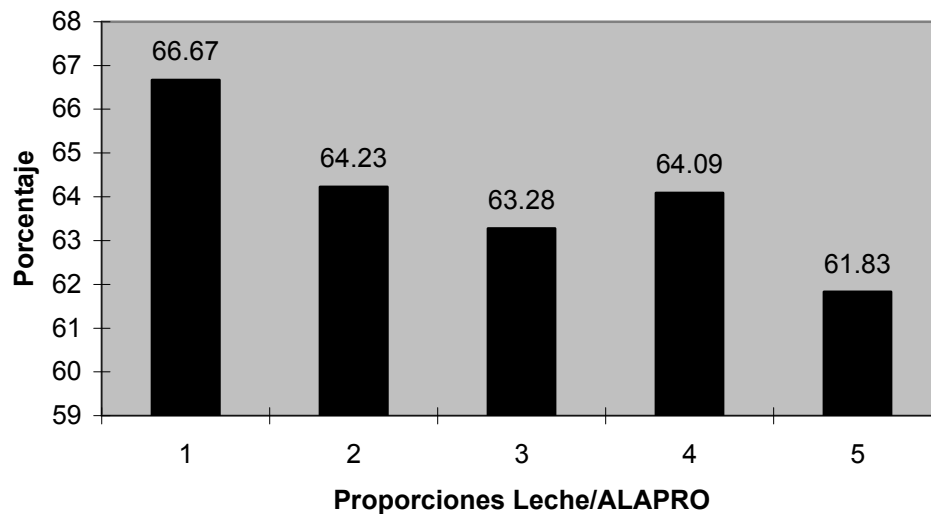
$$2.478 - 0.797 = 1.6810 / 2.478 * 100 = 67.59\%$$

Como se observa en el Cuadro 5 y Gráfico 3, el lote control posee el contenido más alto de humedad. El contenido de humedad disminuye a lo largo de los otros lotes, inversamente proporcional a la cantidad de proteína utilizada en la mezcla proteína/leche.

El lote 25:75 leche/proteína muestra un ligero aumento en el contenido de humedad en relación con los otros lotes.

Gráfico 3.

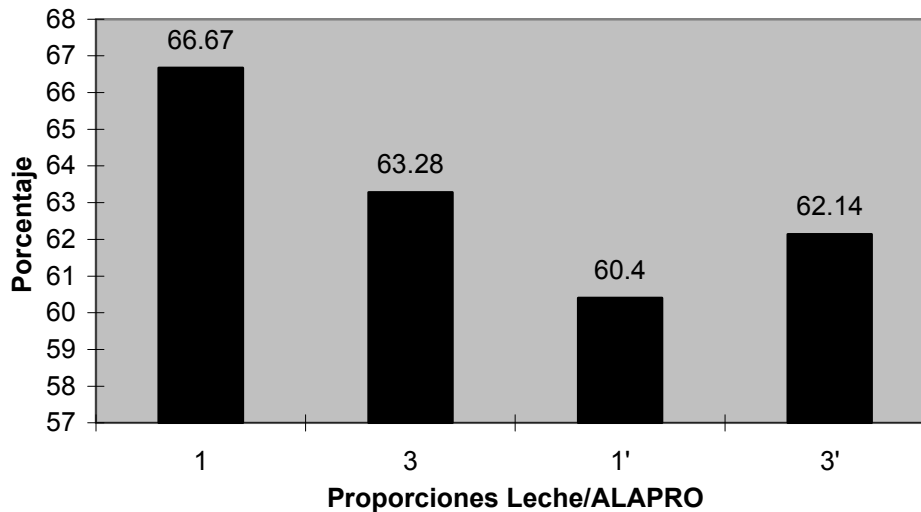
### HUMEDAD EN QUESO FRESCO



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Gráfico 4.

**HUMEDAD EN QUESO COMPARATIVA ENTRE LOTES DE LECHE  
PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA**



- 1. Lote control, leche pasteurizada.
- 3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

El contenido de humedad de los quesos de leche pasteurizada y leche natural se presentan en el Cuadro 5, Gráfico 4. La diferencia de humedad del lote control y el lote de leche no pasteurizada es de 6.27%.

Esta diferencia se debe al rendimiento de ambos quesos. El rendimiento de un queso depende del contenido de humedad. La humedad del queso control es mayor que la del queso de leche no pasteurizada. Con un contenido de humedad alto se obtendrá un rendimiento mayor y viceversa.

El costo de un queso es inversamente proporcional al contenido de humedad. El costo del queso de leche no pasteurizada es mayor que el de leche pasteurizada. La operación unitaria de pasteurización es entonces una ventaja.

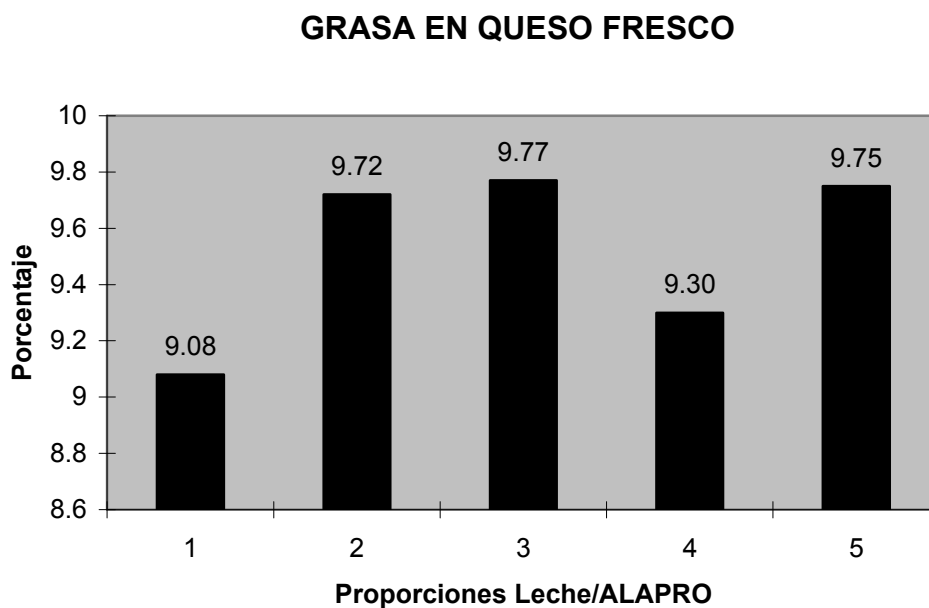
La diferencia entre los lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada donde se utilizo 50:50 leche/proteína es de 1.14%. Esta diferencia no es grande, en comparación con la anterior. Si se utiliza leche no pasteurizada en el proceso, puede utilizarse la proteína aprovechando las ventajas que aporta, y que el contenido de humedad no se vea grandemente afectado. Aun así, no debe descartarse la Implementación del proceso de pasteurización.

g. Grasa: El contenido de grasa de los quesos se midió utilizando el método Babcock tradicional pero con las modificaciones para queso. Las modificaciones consisten en:

- se pesan 9 gramos de muestra y se colocan en un butirómetro con escala 0 - 50 %,
- se añaden 10 mL de agua al butirómetro,
- se agrega el ácido sulfúrico (17.6 mL.) concentrado en tres porciones con agitación constante,
- se agita la botella por cinco minutos en agitador mecánico,
- se centrifuga 5 min. y se agrega agua a 65 - 70 °C, se centrifuga por otros 2 minutos y se agrega agua a la misma temperatura y finalmente se centrifuga 2 minutos más,
- se lee la parte inferior y superior de la columna de grasa y por diferencia se obtiene el porcentaje de grasa.

El contenido de grasa de los lotes de queso estuvo entre el 9% y 9.75%. La variación entre los lotes no es significativa véase Cuadro 5, Gráfico 5.

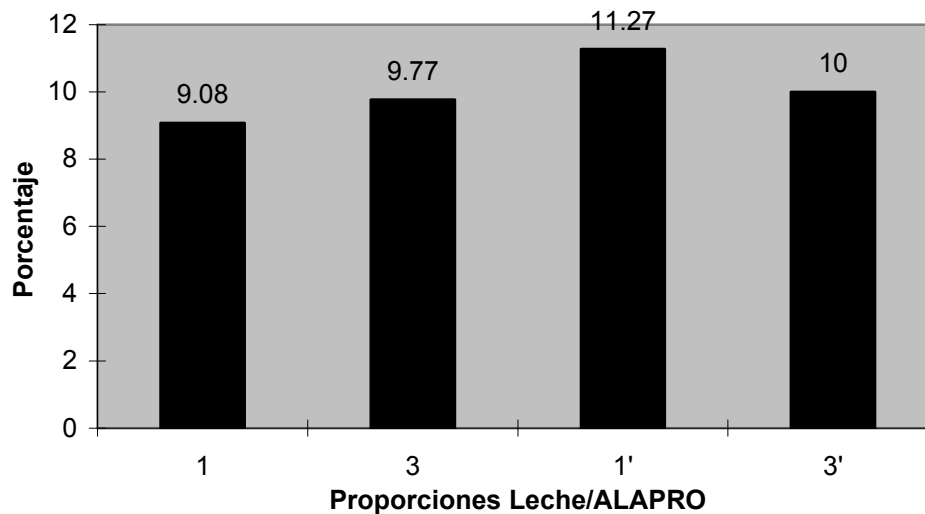
Gráfico 5.



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Gráfico 6.

**GRASA EN QUESO COMPARATIVA ENTRE LOTES DE LECHE  
PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA.**



- 1. Lote control, leche pasteurizada.
- 3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

La diferencia del porcentaje de grasa entre los lotes de leche pasteurizada y no pasteurizada es de 2.19%, como se indica en Cuadro 5, Gráfico 6.

La razón principal de la diferencia se debe a una mayor concentración de sólidos en el queso y por consiguiente grasa y un menor contenido de humedad donde se utilizó leche no pasteurizada.

La diferencia entre los lotes donde se utilizó la proteína en proporción 50:50 es de 0.23% que no es significativa.

h. Sólidos en suero de desecho: El contenido de sólidos se calculó en forma similar al porcentaje de humedad, por diferencia de peso de la muestra después de someterla a un calentamiento en horno de convección.

Como ejemplo de cálculo se tiene:

Peso inicial de la muestra: 2.479 g  
 Peso final: 0.3254 g

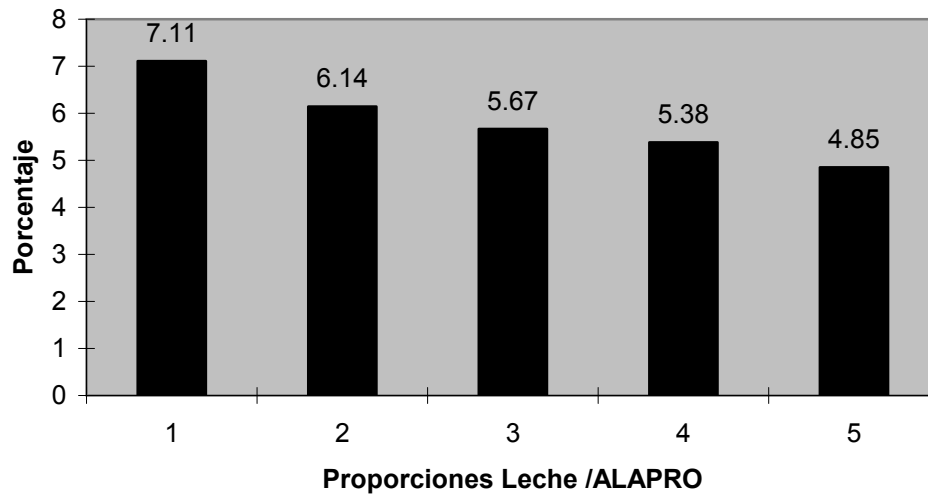
Porcentaje de sólidos:

$$0.3254/2.479 = 0.1313 * 100 = 13.13\%$$

El contenido de sólidos en el suero de los lotes de queso disminuye inversamente proporcional al contenido de proteína en la mezcla proteína/leche, véase Cuadro 5, Gráfico 7. El contenido de sólidos del suero del lote control fue el mayor mientras que en el lote preparado únicamente con la proteína fue el menor.

Gráfico 7.

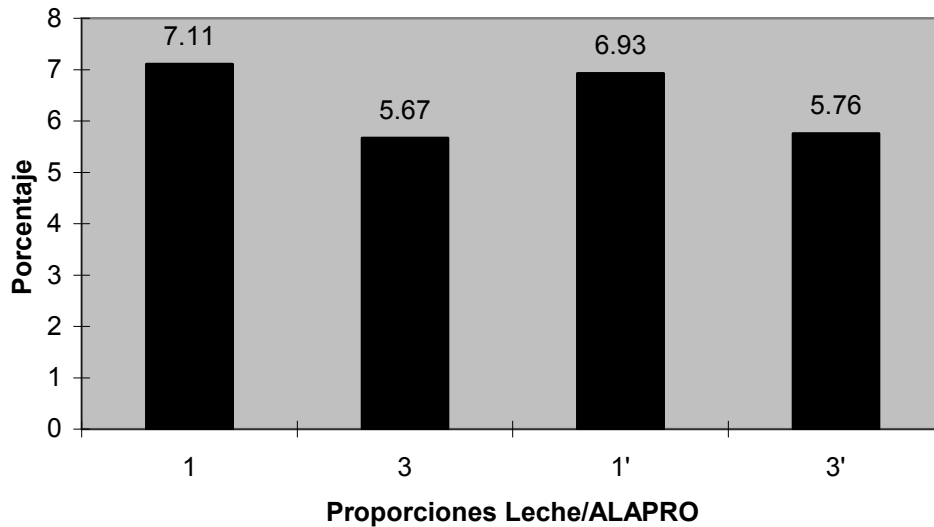
### SÓLIDOS EN SUERO DE DESECHO



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Gráfico 8.

**SÓLIDOS EN SUERO DE DESECHO COMPARATIVO ENTRE LOTES DE LECHE PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA.**



1. Lote control, leche pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

En general el contenido de sólidos en el suero de desecho de los lotes donde se utilizó leche no pasteurizada es menor que donde se utilizó leche pasteurizada, véase Cuadro 5, Gráfico 8.

La diferencia entre el valor de los sólidos en el suero de desecho del lote control y el valor del suero de leche no pasteurizada es de: 1.44 % que no es un valor significativamente alto.

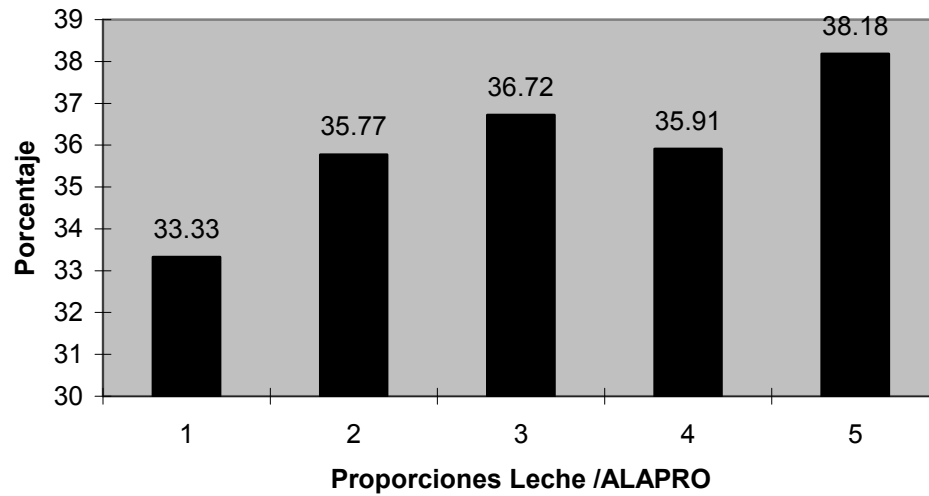
La diferencia entre los lotes donde se utilizó 50:50 proteína/leche es de 1.17%, no es significativamente alto.

Aunque los valores no son altos, debe tomarse en cuenta que todas las plantas de procesamiento de leche descartan en el drenaje todos sus desechos, un valor de 1% menos de sólidos en el suero de desecho es significativo a lo largo del tiempo.

i. Sólidos en queso: El valor de sólidos en queso se obtuvo de la diferencia 100 - % de humedad.

El queso con menor contenido de sólidos es el control, el valor de los sólidos aumenta proporcionalmente a la cantidad de proteína en la mezcla proteína/leche. El queso con mayor contenido de sólidos es el que se preparó con la solución de ALAPRO únicamente (Cuadro 5, Gráfico 9).

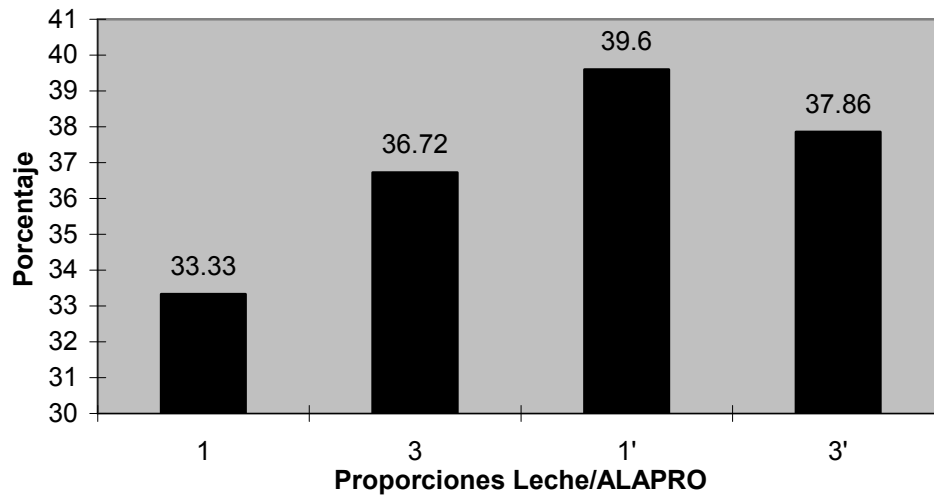
Gráfico 9.

**SÓLIDOS EN QUESO FRESCO**

1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Gráfico 10.

**SÓLIDOS EN QUESO COMPARATIVOS ENTRE LOTES DE LECHE  
PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA**



- 1. Lote control, leche pasteurizada.
- 3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

El queso con mayor contenido de sólidos es el que se preparó con leche no pasteurizada, la diferencia con el control es de 6.27%, véase Cuadro 5, Grafico 10.

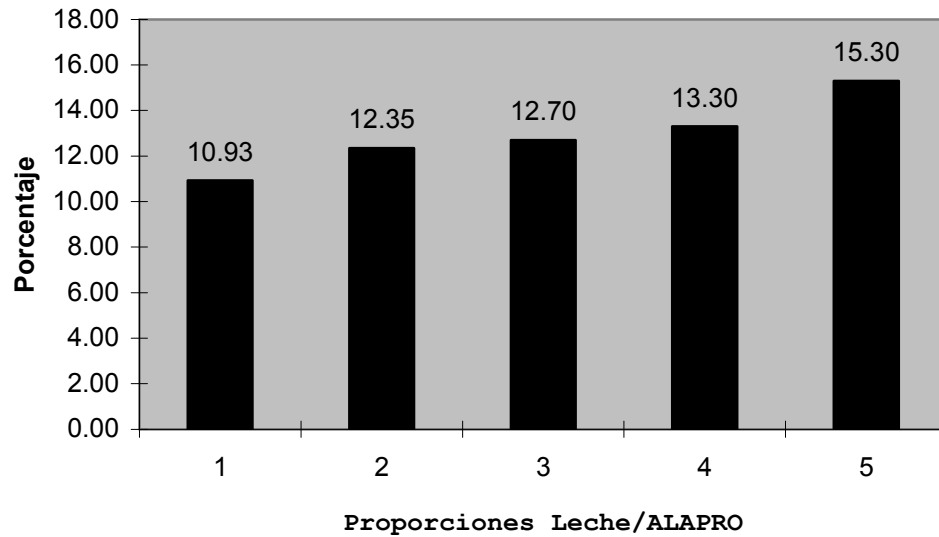
La diferencia entre los lotes donde se utilizó 50:50 leche/proteína es de 1.74%. El uso de la proteína contribuye a que los sólidos del queso no disminuyan tanto como en el lote donde no se utiliza. Esto puede ser una ventaja en el proceso de elaboración del queso mientras se implementa el proceso de pasteurización.

j. Proteína: El contenido de proteína se determinó por medio del método de micro Kjheldall. El porcentaje de proteína obtenido en los quesos es proporcional a la cantidad de ALAPRO utilizado. El menor porcentaje se obtuvo en el lote control (10.93%) y el mayor en el lote donde únicamente se utilizó ALAPRO como materia prima (15.30%). La diferencia entre ambos lotes es de 4.37%.

La diferencia es menor entre los quesos preparados con las otras proporciones de leche/ALAPRO y el queso control.

Las diferencias entre los lotes 75:25, 50:50 y 25:75 leche/ALAPRO es menor al 1%, véase Cuadro 5, Gráfico 11.

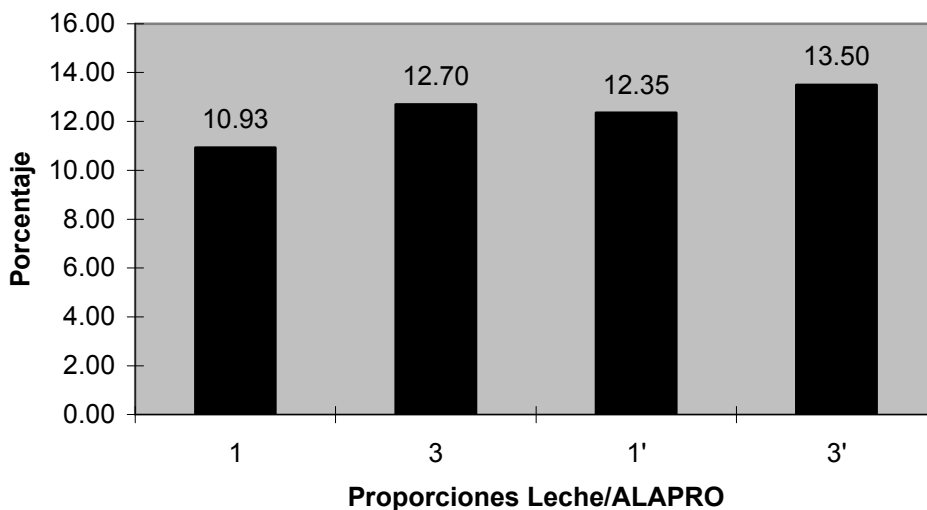
Gráfico 11

**PROTEINA EN QUESO FRESCO**

1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Gráfico 12

### PROTEINA EN QUESO COMPARATIVA ENTRE LOTES DE LECHE PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA



1. Lote control, leche pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

El contenido de proteína de lotes de quesos donde se utilizó leche no pasteurizada (12.35%), es mayor que el lote control (10.93%). La razón principal para esta diferencia (1.42%) se debe a que los quesos elaborados con leche no pasteurizada tienen un menor contenido de humedad (60.4%), véase Cuadro 5, Gráfico 4, versus el lote control (66.67%) y una mayor concentración de sólidos y por consiguiente de proteína. Véase Cuadro 5, Gráfico 12.

La diferencia entre los lotes 50:50 leche pasteurizada/ALAPRO (12.70%) y no pasteurizada/ALAPRO (13.50%) es de 0.80%. Véase Cuadro 5, Gráfico 12.

El ALAPRO puede utilizarse con esta leche mientras se implementa el proceso de pasteurización.

Aunque el contenido proteínico de los lotes de queso donde se utilizó leche no pasteurizada es mayor que los lotes donde se utilizó leche pasteurizada, existe el riesgo de la presencia de microorganismos patógenos que anulen el beneficio de la proteína y afecten al consumidor.

El rendimiento del queso depende del contenido de humedad, proteína, grasa y sólidos totales en la leche. Si los valores de estos parámetros son altos, se traducen en un mayor rendimiento de queso y viceversa.

La humedad del queso depende del proceso de elaboración, principalmente del corte de la cuajada. Si se corta de tal forma que se obtienen granos de un tamaño grande, el contenido de humedad del queso será mayor. Esto es lo que sucede con el queso fresco. Los granos son de tamaño grande (aproximadamente de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de lado). El agua queda atrapada dentro de los granos de quesillo. El área superficial por donde podría salir se reduce. Entre más pequeño es el tamaño de los granos cortados, menor es el contenido de humedad final del el queso.

En el experimento se observó que la humedad no fue determinante del rendimiento, puesto que se obtuvo un lote con valor de rendimiento de 27.07% (lote 0:100 leche/proteína) y una humedad de 61.83%. El rendimiento del queso control fue de 23.57% y la humedad de 66.67%.

Los sólidos en ambos quesos son: 38.18% y 33.33% respectivamente.

En el primer lote de quesos hubo una mayor concentración de sólidos que en el segundo. Esto queda confirmado al observar los sólidos en el suero; 4.85% en lote 0:100 proteína/leche y 7.11% en el lote control.

El efecto de la proteína en la mezcla proteína/leche durante el proceso de elaboración es ayudar a que los sólidos permanezcan dentro de la cuajada formando parte del queso y que la cantidad en el suero de desecho sea menor.

El contenido de proteína del queso está íntimamente ligado a los sólidos. Si tiene un porcentaje de sólidos alto, el porcentaje de proteína es mayor y viceversa. Para el consumo humano, este queso es fuente de proteína de alta calidad.

En los lotes de quesos donde se utilizó leche no pasteurizada, el contenido de humedad y el rendimiento fueron menores, aunque los sólidos en el suero no fueron significativamente mayores. Únicamente el porcentaje de proteína es un poco más alto que en los quesos donde se utilizó leche pasteurizada. La razón se debe principalmente a una mayor concentración de sólidos y menor humedad.

Se hizo una regresión lineal con la información de la proteína obtenida. La variable independiente de la regresión es la proporción de ALAPRO en la mezcla y la variable dependiente es el porcentaje de proteína obtenido en el queso.

La regresión obtenida es válida únicamente para las condiciones en que el queso fresco fue preparado en este estudio, es decir humedad 60% - 67% y grasa 9% - 10%. Véase Cuadro 5. Otra condición muy importante es que esta regresión es utilizable para batches de leche de 3 Kg. y no mayores ya que el rendimiento del queso tiende a disminuir. No puede generalizarse para diferentes volúmenes.

La regresión es una aproximación aceptable del contenido final de proteína en queso, en cuya preparación se utilizó mezclas de leche/ALAPRO. El ALAPRO preparado de acuerdo al mismo nivel de sólidos que leche fluida fresca.

Cuadro 6.

Correlación entre porcentaje de ALAPRO utilizado en la mezcla inicial (leche fresca/ALAPRO) para la preparación de queso fresco y contenido proteínico final del queso

Proporción de ALAPRO	Porcentaje de proteína en el queso %
0.00	10.93
0.25	12.35
0.50	12.70
0.75	13.30
1.00	15.30

## Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.962186822
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.925803481
R <sup>2</sup> ajustado	0.901071308
Error típico	0.500835968
Observaciones	5

	Coefficientes	Error típico
Intercepción	10.978	0.387945873
Variable X 1	3.876	0.633512957

Ecuación final:  $Y = 3.876 X + 10.978$

en donde:

Y = porcentaje de proteína en el queso.

X = proporción de ALAPRO en la mezcla.

El porcentaje de proteína obtenido, tiene un error típico estimado de +/- 0.50%. Por ejemplo: si la proporción de ALAPRO en la mezcla es de 0.50, el porcentaje de proteína en el queso es 12.92%. El valor experimental es de 12.70% y la diferencia de 0.22% poco significativa.

El R<sup>2</sup> (0.9) indica que existe correlación entre los valores, ya que esta cerca del R<sup>2</sup> ideal que es 1.

## D. Estimación de costos.

En la industria láctea la estimación de costos de los productos y costos de producción es muy importante. Con base a éstos se toman muchas decisiones en aspectos como: tipo de empaque, productos a producir, volumen a procesar, personal a ser utilizado, margen de ganancia.

El costo del producto va íntimamente ligado al costo de producción.

En este estudio se presentan los costos del queso producido. Las diferencias de costo entre los lotes pueden parecer elevada pero es necesario estimar el costo de producción basándose en las ventajas del uso de la proteína.

Cuadro 7.

Costo de las materias primas utilizadas en la preparación de los diferentes lotes de quesos.

Materia prima	Costo Quetzal	Presentación
ALAPRO	3.07	Kilogramo
Leche pasteurizada	2.50	Kilogramo
Leche no pasteurizada	1.80	Kilogramo
Cuajo	0.09	Mililitro
Sal	0.0017	gramo
CaCl <sub>2</sub> 10%	0.0015	Mililitro
Moldes	0.25	Unidad de 1 lb. c/u
Bolsas	0.03	Unidad

Notas a los cálculos de costo:

1. Solución de ALAPRO (Proteína).

El costo de la solución de ALAPRO se calculo de acuerdo a los siguientes datos:

Base del cálculo: 10 Kg. de solución 13.00% de sólidos y 4.3% de grasa.

Cuadro 7 A.

Costo de solución de ALAPRO liquido, tal y como se utilizó en la mezcla leche / Alapro

Producto	Precio Quetzal	Cantidad Utilizada	Total
ALAPRO en polvo	24.00/Kg.	0.886 Kg.	Q 21.26
Grasa láctica anhidra, decolorada.	14.13/Kg.	0.215 Kg.	Q 3.04
Grasa láctica anhidra, natural.	Q 13.38/Kg.	0.215 Kg.	Q 2.88
Emulsificantes:			
PS60, Tween 60	Q 0.03/gr.	0.646 gr	Q 0.02
Monoestereato de glicerilo	Q 0.04/gr.	0.215 gr	Q 0.01
Agua usada	Q 0.40/Kg.	8.682 Kg.	Q 3.48
		TOTAL	Q 30.69

Finalmente se tiene:  $Q\ 30.69/10\ Kg. = Q\ 3.07 / Kg$

## 2. Cuajo doble fuerza.

Producto	Precio Quetzal	Cantidad Utilizada	Total
Cuajo.	Q 85.60/Lt.	1.0 mL	Q 0.09

TOTALQ 0.09

## 3. Sal de mesa común, yodada.

Producto	Precio Quetzal	Cantidad Utilizada	Total
Sal.	Q 0.50/0.3 Kg	1.0 gr.	Q 0.0017

TOTALQ 0.0017

## 4. Cloruro de Calcio solución al 10%.

Base 100 mililitros de solución.

Producto	Precio Quetzal	Cantidad Utilizada	Total
CaCl <sub>2</sub>	Q 1.13/gr.	10 gr.	Q 0.11
Agua	Q 0.40/Kg.	90 gr.	Q 0.04

TOTALQ 0.15, costo por mL  $Q\ 0.15/100\ mL = Q\ 0.0015\ mL.$

El costo de los lotes se calculó con base a las cantidades de materia prima presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 8.

Costo de cada uno de los lotes de queso obtenidos.

#	Leche	ALAPRO	Valor Materia Prima	Rendimiento del Queso %	Cantidad de Queso	Valor del queso por libra Quetzal
1	100	0	Q 8.15	23.6	1.56 lb	Q 5.23
2	75	25	Q 8.79	25.2	1.66 lb	Q 5.28
3	50	50	Q 9.11	25.7	1.70 lb	Q 5.37
4	25	75	Q 9.43	27.2	1.79 lb	Q 5.26
5	0	100	Q10.08	27.0	1.79 lb	Q 5.63
1'	100	0	Q 7.45	18.9	1.24 lb	Q 6.00
3'	50	50	Q 8.41	23.5	1.55 lb	Q 5.43

El costo del queso depende directamente del rendimiento. En cada uno de los lotes se calculó el costo con base al rendimiento. La base del valor presentado es de una libra.

Los costos del queso son más elevados para los lotes donde se utilizó leche no pasteurizada, seguidamente los lotes en donde se utilizó la mezcla proteína/leche y el menor costo es del queso control.

La razón principal del elevado costo se debe al bajo rendimiento obtenido con la leche no pasteurizada aunque el valor de la misma es más bajo (Q 1.80) al momento del experimento.

La diferencia de costo entre el queso control y el costo donde se utilizaron los porcentajes más bajos de proteína en la mezcla proteína/leche no es muy grande. La mayor diferencia es de Q 0.14, (lote 50:50 leche/proteína), la menor es de Q 0.03 (lote 25:75 leche/proteína) y un valor intermedio de Q 0.05 (lote 75:25 leche proteína).

El conocer estas diferencias en costos es muy importante, por que se pueden mejorar las características de los productos y los procesos de producción sin hacer una elevada inversión.

El costo de la leche utilizada en el experimento (Q 2.50) era mayor al de la leche que la mayoría de las industrias lácteas adquieren.

El valor en el mercado de la leche se encuentra en el rango de Q 1.85 a Q 2.10. (en el momento del experimento), dependiendo de la calidad. Por lo tanto, en una industria establecida el costo del queso puede ser menor. El costo de los otros aditivos no es mayor que el costo usual de una industria en donde se prepara queso fresco. Estos aditivos son: sal y moldes.

El costo del cuajo podría bajar si se determina la cantidad a ser utilizada en la formulación del queso fresco puesto que una de las propiedades de la proteína es dar

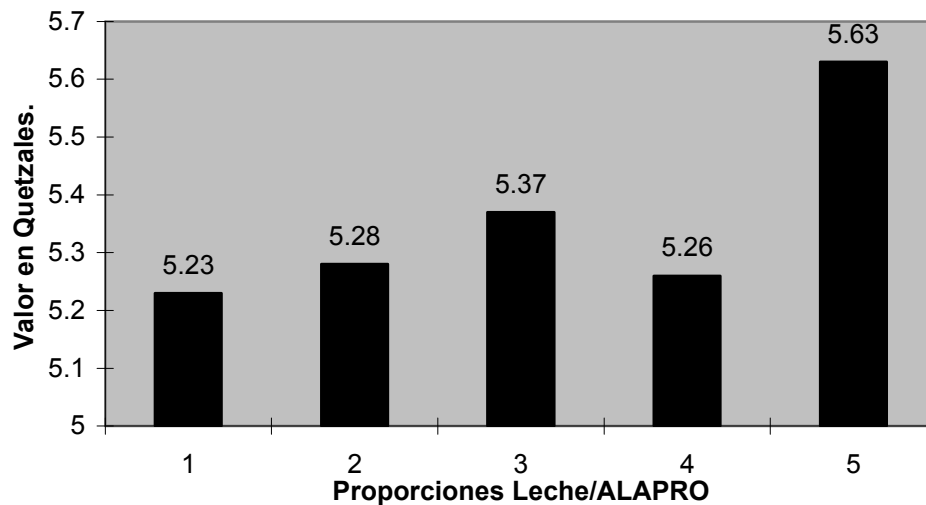
mayor firmeza a la cuajada. Este costo debe ser evaluado de acuerdo a una investigación exhaustiva.

El costo del cloruro de calcio podría aumentar debido a que es necesario adicionar un poco mas a la leche/proteína para queso.

El costo del material de empaque depende de la presentación que se le quiera dar al producto y de las características del empaque.

Gráfico 13.

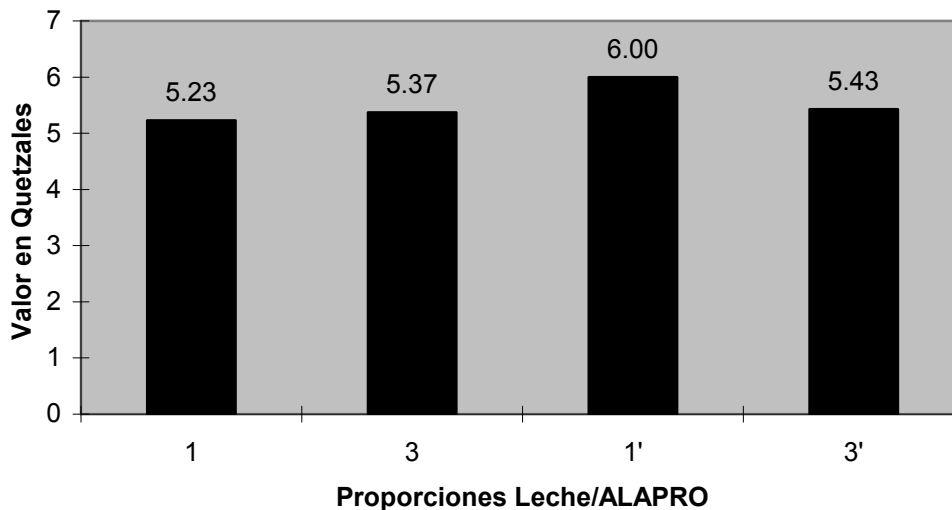
**COSTO DE LOS DIFERENTES LOTES DE QUESO FRESCO.  
Valor por libra de queso.**



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Gráfico 14.

**COMPARACIÓN DEL COSTO ENTRE LOS LOTES ELABORADOS  
CON LECHE PASTEURIZADA Y NO PASTEURIZADA**



1. Lote control, leche pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

La diferencia entre el lote de queso elaborado con leche pasteurizada y leche no pasteurizada es de Q 0.77 por libra. La diferencia es significativa y al manejar grandes cantidades de leche no pasteurizada para su procesamiento, afecta al margen de ganancia. Este valor puede ser la diferencia entre un mejor empaque y uno poco atractivo, un mayor margen de ganancia o menor y/o una mejor comisión para el distribuidor. Con este valor a largo plazo, puede implementarse un proceso de pasteurización.

La diferencia entre el lote 50:50 utilizando leche pasteurizada u no pasteurizada es de Q 0.06. La diferencia no es tan dramática como la anterior. Momentáneamente puede utilizarse la proteína mezclada con leche no pasteurizada, hasta que el proceso de pasteurización se implante. A largo plazo este costo sí sería significativo dentro de los costos de producción de una pequeña industria. El ALAPRO juntamente con la leche no pasteurizada, ayuda a que las pérdidas por rendimiento sean menores.

### E. Evaluación sensorial.

Los lotes de quesos fueron evaluados sensorialmente por un grupo de panelistas. Los panelistas, estudiantes universitarios de ciencias de alimentos, fueron instruidos la forma de evaluar.

La evaluación de los quesos fue comparativa entre dos lotes: el control versus el experimental. Los resultados obtenidos en cada una de las respuestas fueron tabulados y graficados.

La primera pregunta de la prueba sensorial fue la siguiente:

¿Cuál de los quesos le gusta más ?.

Las respuestas se tabularon y son:

Cuadro 9.

	Proporciones leche pasteurizada %	ALAPRO %	¿Cuál de los dos le gustó más?
1	100	0	119
2	75	25	18
3	50	50	13
4	25	75	14
5	0	100	13
Leche No Pasteurizada			
6	100	0	21
7	50	50	21

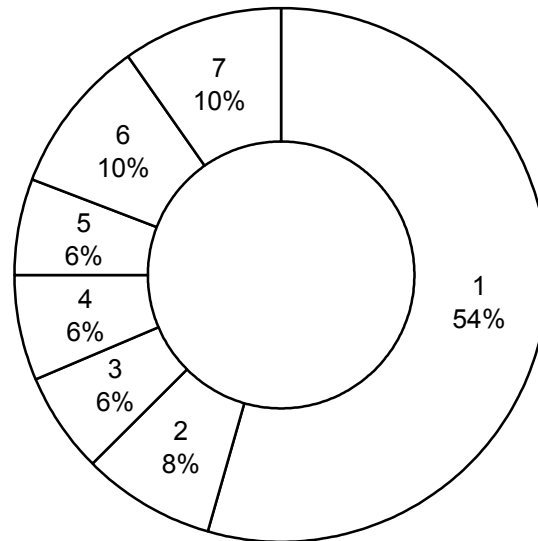
De acuerdo a la tabulación de los datos, la mayoría de panelistas escogió el queso control, aunque hubo preferencias por los otros lotes.

Los quesos que siguieron en la preferencia de los panelistas, aunque muy detrás, fueron los que se elaboraron con leche no pasteurizada y finalmente los quesos donde se utilizó ALAPRO.

Gráfico 15.

Respuesta de los panelistas a la pregunta del test sensorial; acerca de la preferencia del queso.

### ¿CUÁL DE LOS DOS LE GUSTÓ MÁS?



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.
6. Lote leche no pasteurizada.
7. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

El lote de quesos con mayor preferencia fue el control, que fue preparado únicamente con leche pasteurizada. Seguidamente los lotes en donde se utilizó leche no pasteurizada y 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO. Finalmente y con un porcentaje similar entre ellos, los lotes en donde se utilizó el ALAPRO en diferentes proporciones. Véase Cuadro 10, Gráfico 15.

La diferencia entre el lote 50:50 leche pasteurizada /ALAPRO y 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO es del 4%. Esta diferencia en la preferencia del queso, se debe principalmente a las características que el uso de leche no pasteurizada imparte al queso, como por ejemplo la acidez, que es aceptable para el paladar del guatemalteco.

En la siguiente pregunta del test;

¿Encuentra diferencia entre los quesos?

Todos los panelistas respondieron que había diferencia entre los quesos.

Las diferencias entre los quesos se pueden resumir en las siguientes características:

- sabor,
- acidez,
- olor y
- color.

En el siguiente cuadro se presentan las respuestas de los panelistas a la pregunta

¿La diferencia consiste en?

Cuadro 10.

Diferencias entre los dos lotes de queso.

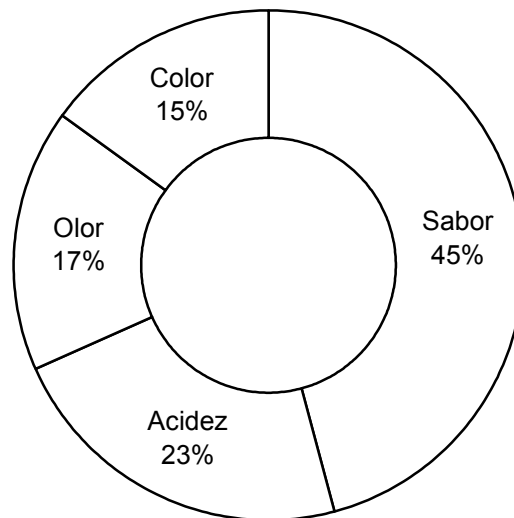
¿La diferencia entre ambos quesos consiste en?	
Sabor	191
Acidez	94
Olor	69
Color	63

Las respuestas tabuladas corresponden a una o más diferencias encontradas y reportadas en el test por los panelistas.

Gráfico 16.

Gráfica de las diferencias entre los quesos.

### ¿LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS QUESOS CONSISTE EN?



La gráfica muestra los porcentajes en los que los panelistas percibieron las diferencias entre los quesos. La diferencia más importante consiste en el sabor, seguida de la acidez, olor y color.

El sabor del queso fresco a ser preparado y distribuido para el consumidor es una característica sensorial muy importante a tomar en cuenta en la toma de decisiones de los ingredientes de la leche para el queso. Un ingrediente puede ser beneficioso para la industria que produce el queso en cuanto a costos y/o producción se refiere pero puede afectar sus características organolépticas. Y por consiguiente el consumo.

Otra de las características evaluadas fue el “cuerpo” del queso. Entendemos por cuerpo a la textura física del queso al degustarlo. La sensación es principalmente en las papilas gustativas.

Entre las características de cuerpo del queso evaluado están: arenoso, cremoso, firme y poco firme.

Arenoso se refiere a que si al degustar el queso lo percibimos como pequeños granos en la lengua, entonces tiene una estructura granulada, sino, es pastoso o cremoso. Esta característica también depende del proceso de elaboración. Un queso

molido y amasado se sentirá más cremoso y poco arenoso que un queso únicamente molido.

Cremoso se refiere a que se siente una pasta suave en la lengua al degustarlo. Esta textura tiene que ver con el contenido de grasa y humedad del queso. Si el contenido de grasa y humedad es alto, el queso se sentirá cremoso, si es bajo, el queso comienza a caer en la categoría de arenoso. Esto puede verificarse en el queso crema, que es suave versus el queso duro que es necesario rayar para comerlo.

El queso firme es el que al cortarlo no se desmorona y después de cierto tiempo conserva su forma original. Un queso poco firme se desmorona al cortarlo y después de cierto tiempo pierde su forma. Esta característica puede verificarse nuevamente con el queso crema versus queso duro. La conservación o pérdida de la forma depende la temperatura del queso y su contenido de humedad.

Cuadro 11.

Puntuación de las características sensoriales de textura del queso.

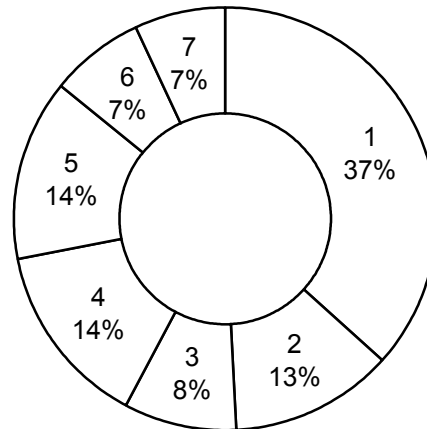
	Características del queso:			
	Sensación arenosa	Cremoso	Firme	Poco firme
1	26	81	30	58
2	9	8	15	4
3	6	4	6	6
4	10	4	9	7
5	10	3	11	1
6	5	12	18	0
7	5	7	16	5

Los quesos numerados del 1 al 5 corresponden a los lotes de queso preparado con leche pasteurizada y las diferentes proporciones de ALAPRO. Los quesos numerados 6 y 7 corresponden a los lotes preparados con leche no pasteurizada.

Gráfico 17.

Gráfica de sensación arenosa de los quesos.

### INTENSIDAD DE SENSACIÓN ARENOSA DE LOS QUESOS



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.
6. Lote leche no pasteurizada.
7. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

La sensación arenosa es perceptible cuando la estructura del queso no es compacta, especialmente en quesos que no son sometidos a presión constante, tal como el queso fresco. En este estudio el queso control fue el que se percibió como más arenoso, véase Gráfico 17.

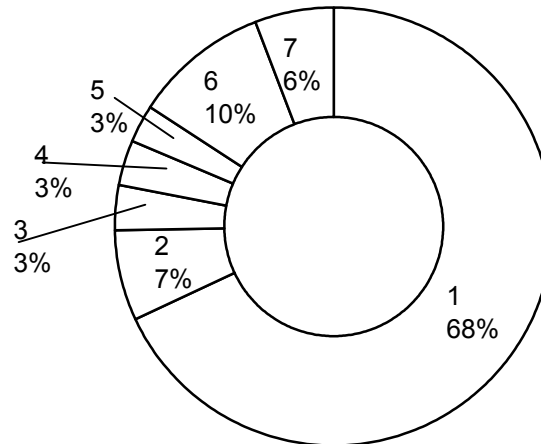
Los quesos que se percibieron menos arenosos fueron los preparados con leche no pasteurizada. Una de las características del queso preparado con leche no pasteurizada es que el queso final es más compacto, debido principalmente al menor contenido de humedad.

Los quesos preparados con la mezcla de leche/ALAPRO, fueron percibidos como poco arenosos comparados con el queso control. Se puede apreciar una similitud entre el queso 50:50 leche/ALAPRO y 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO. La diferencia es del 1%. Véase Cuadro 11, Gráfico 17.

Gráfico 18.

Gráfica de sensación cremosa en queso.

### INTENSIDAD DE SENSACIÓN "CREMOSA" EN LOS QUESOS



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.
6. Lote leche no pasteurizada.
7. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

La sensación cremosa depende del contenido de humedad y grasa en el queso. El contenido de grasa de los quesos no difiere en más el 1.0% Véase cuadro 5.

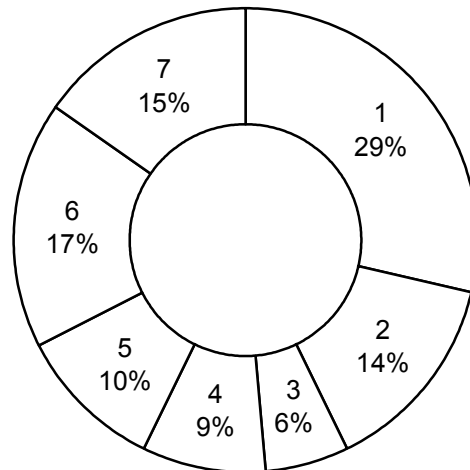
El contenido de humedad difiere grandemente de un queso a otro (66.67% en el queso control y 60.4% queso preparado con leche no pasteurizada), véase cuadro 5. El queso con mayor contenido de humedad es el control. Esto explica la sensación a "cremoso" percibida por los panelistas en el queso control.

Los quesos donde se utilizó ALAPRO no fueron percibidos como cremosos, ya que la proteína impartió una mayor firmeza a los mismos. Véase figura 18. Es interesante hacer notar que el queso preparado con leche no pasteurizada se percibió aún más cremoso que el preparado con 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO. La razón se debe a la acción de la proteína.

Gráfico 19.

Gráfica de intensidad de firmeza en los quesos.

### INTENSIDAD DE FIRMEZA EN LOS QUESOS



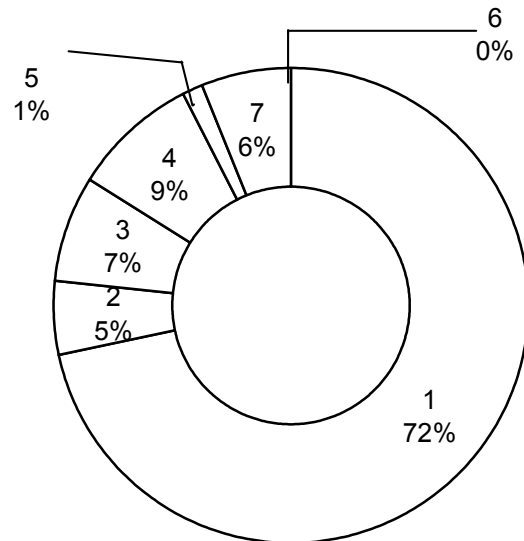
1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.
6. Lote leche no pasteurizada.
7. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

En la Gráfica 19, el queso control fue percibido como uno de los más firmes, seguidamente el lote del queso donde se utilizó leche no pasteurizada. Los quesos de las diferentes proporciones leche/ALAPRO fueron considerados poco firmes comparados con el control.

Gráfica 20.

Gráfica de intensidad de poca firmeza en los quesos,

### INTENSIDAD DE POCA FIRMEZA EN LOS QUESOS



1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.
6. Lote leche no pasteurizada.
7. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

En la gráfica 20, el queso control aparece como el que experimentalmente tiene la menor firmeza. En un porcentaje mucho menor, los quesos preparados con ALAPRO son más firmes. El queso preparado con leche no pasteurizada es el más firme de todos.

En estas dos últimas partes la estimación de la firmeza y la poca firmeza es muy subjetiva, ya que un queso se evalúa como firme en la primera parte y poco firme en la segunda parte. Este es el caso del queso control. Teóricamente si un queso es evaluado como firme en la primera prueba, debe ser evaluado como menos poco firme en la segunda.

La forma de evaluar la firmeza del queso debe ser más específica, es decir evaluar una característica más cuantitativa. Como por ejemplo someter el queso a una presión controlable y medir el tiempo que tarda en desmoronarse. La firmeza sería proporcional al tiempo que el queso tarde en desmoronarse.

## F. Puntuación de quesos.

La parte final de la evaluación sensorial consistió en una puntuación de los quesos. Las características que se evaluaron fueron: sabor, cuerpo, acidez, olor y color.

La escala utilizada tuvo como valor más bajo a 0 cuyo significado es inaceptable, y como valor más alto a 4 que quiere decir agradable. La puntuación se hizo a ambos quesos, es decir, control y experimental. El punteo final es un promedio de los valores emitidos por los panelistas en cada una de las parejas de queso.

Cuadro 12.

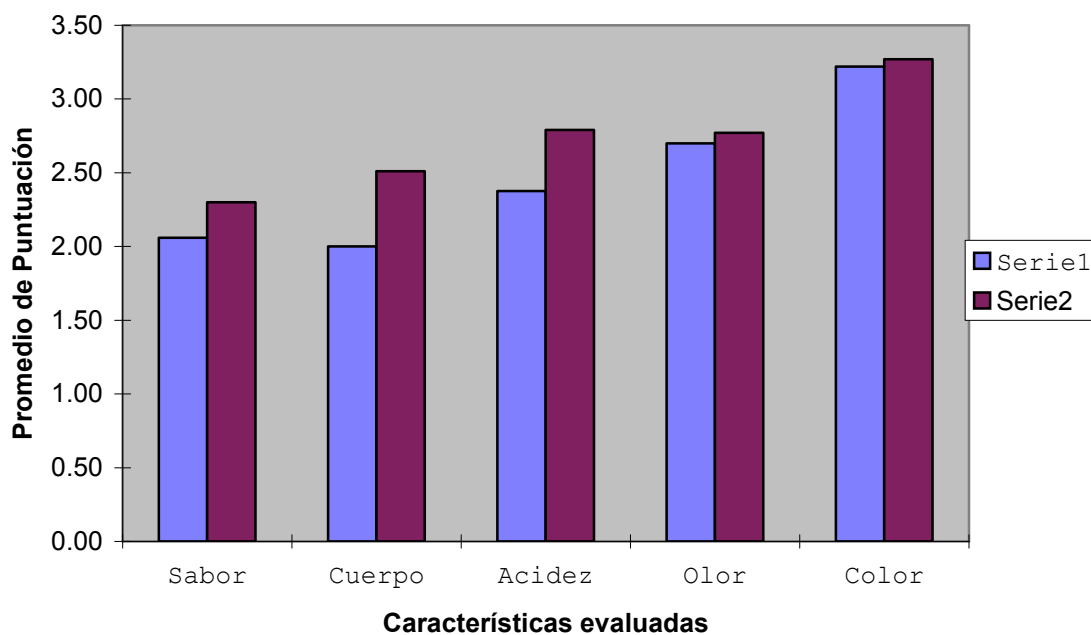
Promedio de las puntuaciones de las parejas de quesos (queso control versus quesos preparados con las proporciones leche/ALAPRO y queso control versus quesos preparados con leche no pasteurizada).

Puntuación de los quesos experimentales comparados con el queso control.

	Sabor	Cuerpo	Acidez	Olor	Color
Queso Control	2.06	2.00	2.38	2.70	3.22
Queso 75:25 Leche/ALAPRO	2.30	2.51	2.79	2.77	3.27
Queso Control	2.55	2.21	2.53	2.88	3.32
Queso 50:50 Leche/ALAPRO	1.88	2.23	2.32	2.47	3.18
Queso Control	2.25	1.94	2.56	2.62	3.11
Queso 25:75 Leche/ALAPRO	2.09	2.42	2.40	2.43	3.13
Queso Control	2.34	2.00	2.34	2.44	3.09
Queso 0:100 Leche/ALAPRO	1.78	1.94	2.25	2.47	2.97
Queso Control	2.24	2.06	2.45	2.68	3.06
Queso Leche no pasteurizada	2.48	2.67	2.48	2.61	2.79
Queso Control	2.40	1.97	2.47	2.44	3.21
Queso 50:50 Leche no pasteurizada/ALAPRO	2.38	2.59	2.50	2.77	3.00

Se presentan a continuación las gráficas comparativas de cada una de los punteos de los atributos de los quesos.

Gráfico 21.

**Puntuación de queso; control versus queso 75:25 leche pasteurizada/ALAPRO**

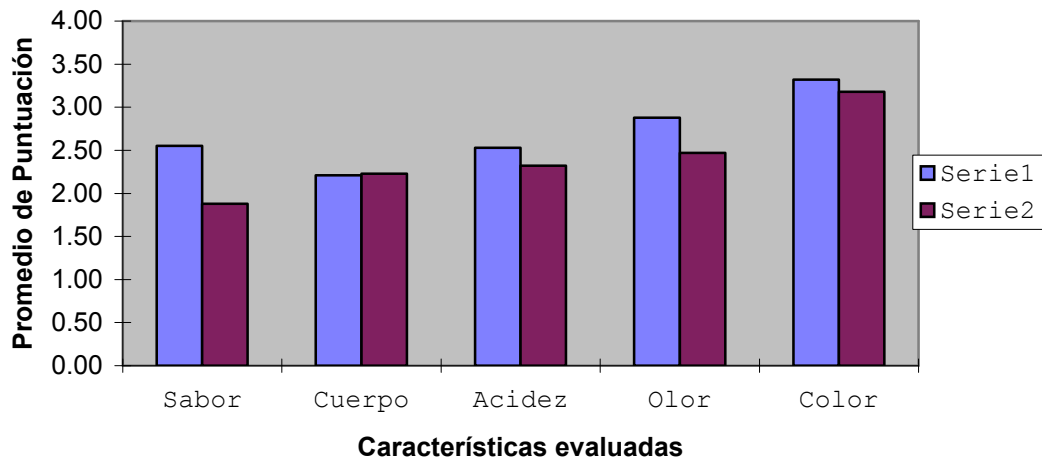
La serie 1 corresponde al queso control; preparado con leche pasteurizada.

La serie 2 corresponde al queso experimental; preparado con la mezcla 75:25 leche pasteurizada/ALAPRO.

En general el queso experimental obtuvo un promedio mayor que el control. La diferencia de punteo para el sabor es 0.24 de punto. La menor diferencia es en la característica del color (0.05). Véase Cuadro 12 Gráfico 21.

Gráfico 22.

**Puntuación del queso; control versus queso 50:50 leche pasteurizada/ALAPRO**



La serie 1 corresponde al queso control; preparado con leche pasteurizada.

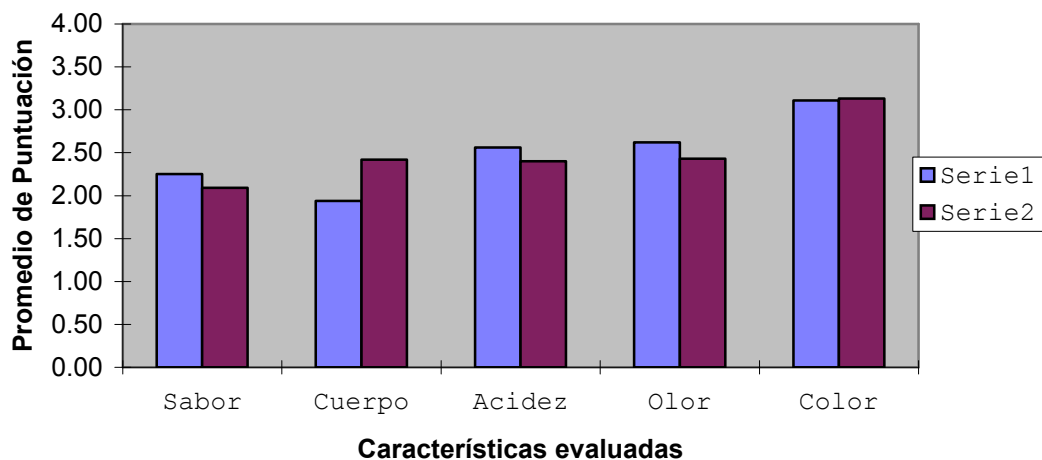
La serie 2 corresponde al queso experimental; preparado con la mezcla 50:50 leche pasteurizada/ALAPRO.

En esta gráfica se puede notar la diferencia entre las puntuaciones de ambos quesos y la del queso control es mayor. Al sabor del queso en donde se utilizó ALAPRO se le dio un menor punteo 1.88 versus 2.55. La diferencia entre la puntuación de los quesos en el resto de las características es similar y la mayor diferencia es en "olor" (2.88 en queso control y 2.47 queso experimental, diferencia igual a 0.41).

La diferencia se debe al sabor percibido en el queso. Véase Cuadro 12 Gráfico 22.

Gráfico 23.

**Puntuación del queso; control versus queso 25:75 leche  
pasteurizada/ALAPRO**



La serie 1 corresponde al queso control; preparado con leche pasteurizada.

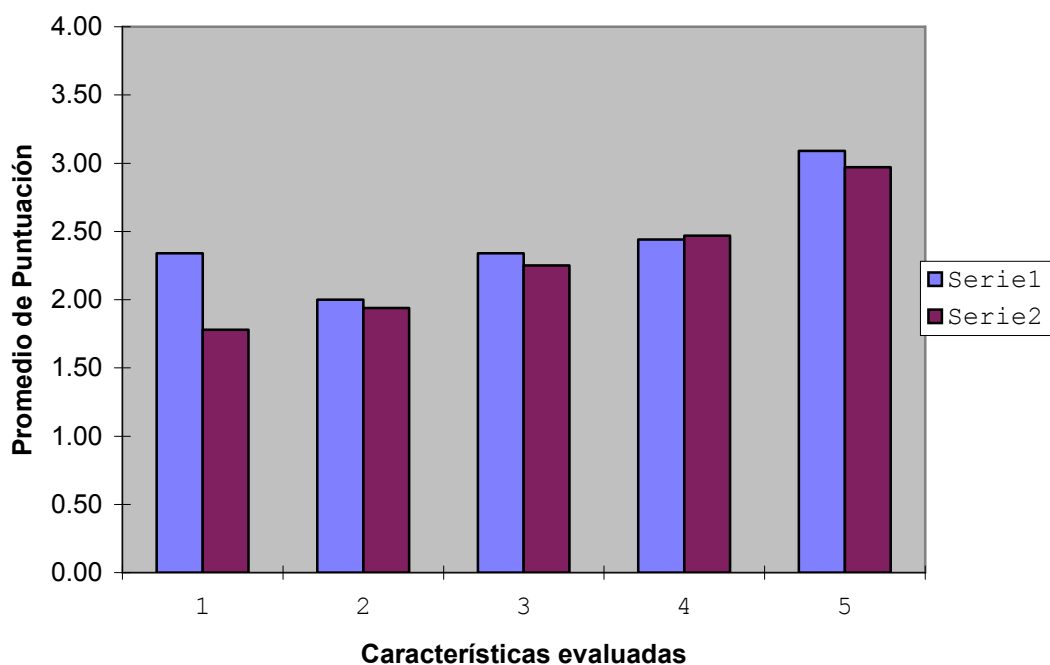
La serie 2 corresponde al queso experimental; preparado con la mezcla 25:75 leche pasteurizada/ALAPRO.

Las puntuaciones dadas al queso control son mayores que el queso en donde se utilizó la mezcla leche/ALAPRO excepto en la característica de cuerpo. El valor dado al control es 1.94 versus el valor del experimental es 2.42 (diferencia igual a 0.48).

El cuerpo del queso experimental obtuvo un mayor punteo que el queso control. Véase Cuadro 12 Gráfico 23.

Gráfico 24.

**Puntuación del queso; control versus queso 0:100 leche  
pasteurizada/ALAPRO**



La serie 1 corresponde al queso control; preparado con leche pasteurizada.

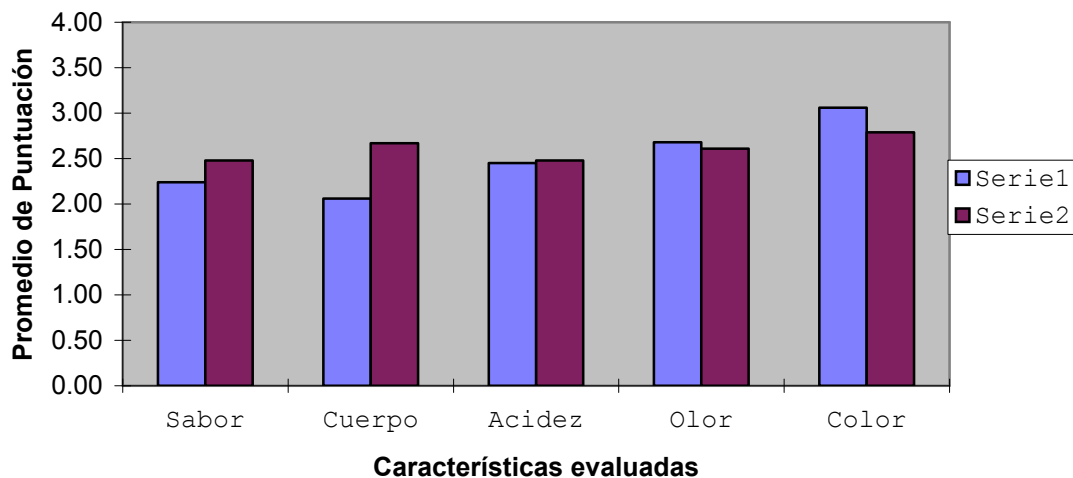
La serie 2 corresponde al queso experimental; preparado con la mezcla 0:100 leche pasteurizada/ALAPRO.

Las características de sabor cuerpo y acidez del queso experimental, tienen una menor puntuación que el queso control. La mayor diferencia se encuentra en la característica del sabor (control 2.34, experimental 1.78; diferencia 0.56).

La diferencia se debe al sabor percibido en el queso. Véase Cuadro 12 Gráfico 24.

Gráfico 25.

**Puntuación del queso; control versus queso preparado con leche no pasteurizada**



La serie 1 corresponde al queso control; preparado con leche pasteurizada.

La serie 2 corresponde al queso experimental; preparado con leche no pasteurizada.

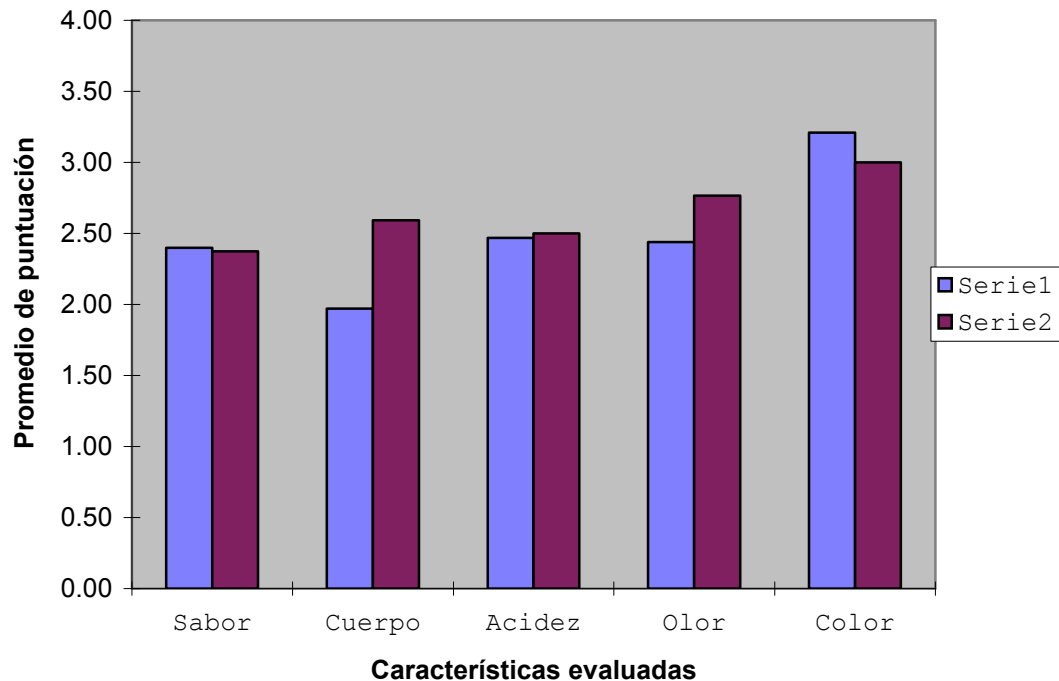
Las características de sabor cuerpo y acidez del queso experimental tienen un valor mayor que el queso control. La mayor diferencia es en "cuerpo"; 2.06 queso control versus 2.67 queso experimental, diferencia 0.61.

En la característica de olor la diferencia es menor entre ambos quesos (queso control 2.68, queso experimental 2.61, diferencia 0.07).

La diferencia entre la puntuación de las características de los quesos, sabor y acidez, consiste principalmente en las preferencias de queso fresco de los guatemaltecos, que usualmente está preparado con leche no pasteurizada.

Gráfico 26.

**Puntuación del queso; control versus queso 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO**



La serie 1 corresponde al queso control; preparado con leche pasteurizada.

La serie 2 corresponde al queso experimental; preparado con 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO.

La principal diferencia entre ambos quesos es la característica de “cuerpo” (queso control 1.97, queso experimental 2.59, diferencia 0.62). En las características del acidez y olor la puntuación del queso experimental es mayor. En la característica del sabor la diferencia es muy pequeña.

En general las puntuaciones de quesos en donde se utilizó una mayor cantidad de proteína en la mezcla leche/proteína fueron levemente menores que las puntuaciones del queso control. Aunque en algunas características la puntuación fue mayor al queso control. Por ejemplo: el cuerpo del queso preparado con la proporción 25:75 leche/proteína tuvo un punteo de 2.42 versus 1.94 del control. El olor del queso 0:100 leche/proteína tiene una puntuación de 2.47 versus 2.44 del queso control.

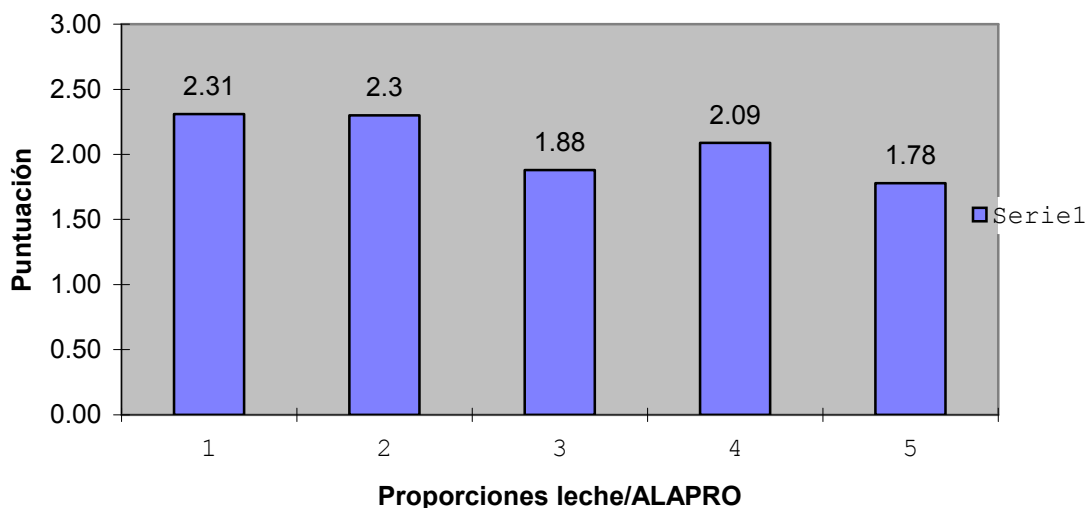
La puntuación del queso preparado con leche no pasteurizada, fue mayor que la del queso control. La puntuación de acidez fue la más cercana entre ambos.

La principal característica evaluada en esta parte del estudio es el sabor del queso. El sabor de un queso determinará si el consumidor volverá a comprar el queso, aunque no es determinante, ya que el consumidor también evalúa el empaque, si no chorrea suero, fecha de vencimiento y precio.

A continuación se presentan las gráficas de comparaciones de sabor entre los quesos elaborados con leche pasteurizada y no pasteurizada. El valor para el queso control, 2.31 es el promedio del puntaje obtenido en cada una de las comparaciones (control versus cada una de las proporciones leche/ALAPRO, leche pasteurizada y no pasteurizada).

Gráfico 27.

### COMPARACIÓN DE LA PUNTUACION DEL SABOR DE LOS DIFERENTES LOTES DE QUESOS UTILIZANDO LECHE PASTEURIZADA

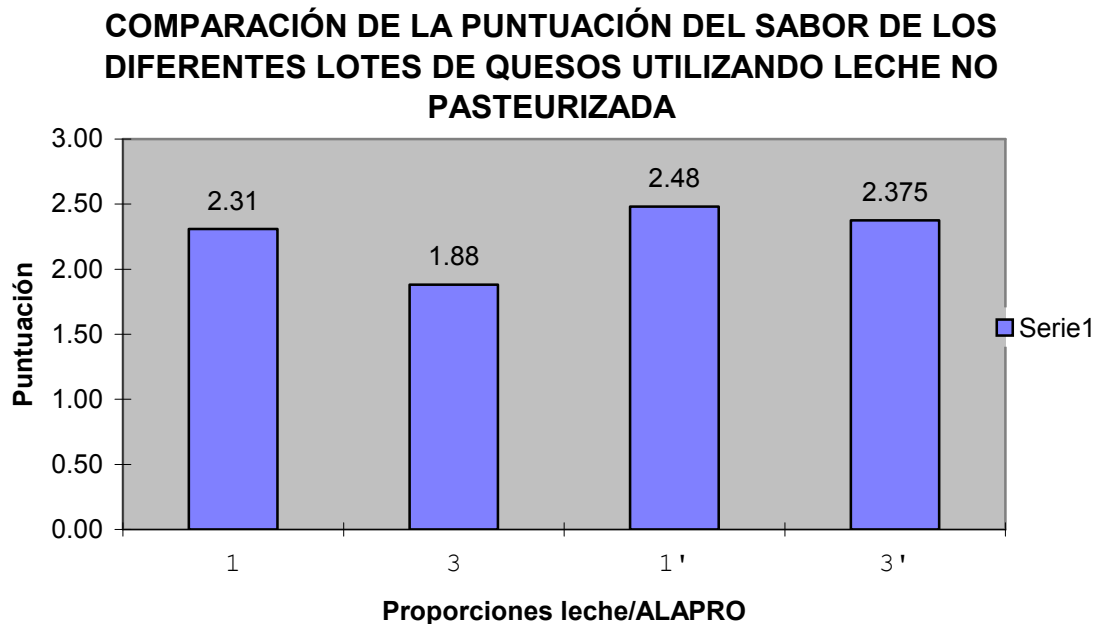


1. Lote control, leche pasteurizada.
2. Lote 75:25 leche/proteína, pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
4. Lote 25:75 leche/proteína, pasteurizada.
5. Lote 0:100 leche/proteína, pasteurizada.

Se puede observar que la puntuación de los lotes va disminuyendo inversamente proporcional a la cantidad de la proteína en la mezcla leche/ALAPRO, excepto en la proporción 25:75 leche pasteurizada/ALAPRO.

Entre el lote control y el lote 75:25 leche/proteína la diferencia es 0.01, prácticamente despreciable. Véase Cuadro 12.

Gráfico 28.



1. Lote control, leche pasteurizada.
- 1'. Lote leche no pasteurizada.
3. Lote 50:50 leche/proteína, pasteurizada.
- 3'. Lote 50:50 leche/proteína, no pasteurizada.

En la gráfica se puede apreciar que en los lotes donde se utilizó leche no pasteurizada tuvieron un punteo mayor que los lotes donde la leche era pasteurizada. La diferencia entre el lote control (2.31) y el lote de queso preparado con leche no pasteurizada (2.48) es de 0.17.

La diferencia entre el lote 50:50 leche pasteuriza/ALAPRO (1.88) versus 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO (2.38) es de 0.5. Es una diferencia a ser considerada en el desarrollo del queso en una industria.

La diferencia entre los lotes donde se utilizó únicamente leche pasteurizada y no pasteurizada es mucho menor a los lotes donde se utilizó 50:50 leche/ALAPRO.

En una industria podría fabricarse queso con leche no pasteurizada, pero el proceso de pasteurización debe implantarse debido principalmente a la salud del consumidor.

El ALAPRO puede utilizarse con leche no pasteurizada. En este caso se tendrían dos aspectos importantes:

- el beneficio del ALAPRO como componente del queso y
- que el sabor no se ve grandemente afectado debido a las características de la leche no pasteurizada, es decir la acidez, que imparte un sabor apreciado por el guatemalteco en el queso fresco.

### III. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO UTILIZANDO PRESERVANTES VERSUS QUESOS SIN PRESERVANTES.

El segundo objetivo de este estudio consistió en evaluar otras alternativas para extender la vida de anaquel del queso fresco preparado con leche pasteurizada. Las alternativas consisten en el uso de preservantes: sorbato de potasio y glicerol (glicerina) combinados con el concentrado proteínico de leche.

a. Preservantes: El sorbato de potasio se utilizó con base al peso del queso obtenido; 0.1% y el glicerol en un 5.0%.

b. Concentrado proteínico de leche (ALAPRO): La preparación del concentrado proteínico de leche utilizado en esta parte del experimento se describe en Cuadro 3, Notas acerca de las materias primas (ALAPRO).

El porcentaje del ALAPRO en las proporciones de leche/proteína fue del 12.50% en peso. El uso de un porcentaje menor obedece a lo siguiente:

1. Puntuación del sabor en evaluación sensorial: la escala utilizada en la evaluación tuvo como valor más bajo a 0 “inaceptable” y valor más alto a 4 “agradable”.

En el Cuadro 12 y Gráfico 21; Gráfica de Puntuación de queso; control versus queso 75:25 leche pasteurizada /ALAPRO, se observan los punteos obtenidos por la característica del sabor en ambos quesos.

La puntuación para el queso control es 2.06 versus 2.30 para el queso 75:25 leche/ALAPRO. Para el resto de lotes en donde se utilizó un porcentaje mayor de ALAPRO, la puntuación es más baja comparados con el lote control (véase el Cuadro 12).

De acuerdo a las puntuaciones de los quesos, el panelista percibe la presencia del ALAPRO en el queso cuando se utiliza en un porcentaje mayor del 25%, puesto que afecta el sabor del queso. Por consiguiente aumenta la preferencia por el queso control.

El sabor es además una de las características más importante a tomar en cuenta en la formulación de los ingredientes del queso. En el Gráfico 16, “¿La diferencia consiste en?” se observa que para el 45% de los panelistas la principal diferencia consiste en el sabor.

Se hizo un promedio de las puntuaciones obtenidas por el queso control en cada comparación con los otros lotes de queso, el valor es igual a 2.31. Y se graficó este el promedio versus las puntuaciones de los lotes experimentales, véase Gráfico 27.

La tendencia observada es que la puntuación disminuye a medida que el porcentaje de ALAPRO se incrementa en la mezcla de leche. La menor diferencia se encuentra en el lote en donde se utilizó 25% de ALAPRO (control: 2.31, lote 72/25 leche pasteurizada ALAPRO: 2.3). La mayor diferencia se encuentra en el lote donde se utilizó el 100% de ALAPRO; 2.31 versus 1.78.

En el Gráfico 16, se puede notar que el 23% de los panelistas, reportó que otra de las diferencias consistió en la acidez del queso.

En el lote de queso donde se utilizó leche no pasteurizada, la puntuación del sabor es mayor (2.48) que la del queso control (2.24) y la puntuación del lote 50:50 leche/ALAPRO es 2.38 versus 2.40. En este último la diferencia no es significativa. Véase Cuadro 12.

La puntuación de la acidez es una de las características importantes en estos lotes de quesos. La puntuación de la acidez es de 2.48 para el lote preparado con leche no pasteurizada versus 2.45 para el control y el lote 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO con 2.50 versus 2.47 del control, véase cuadro 12.

En el Gráfico 28 “Comparación de la puntuación del sabor de los diferentes lotes de quesos utilizando leche no pasteurizada”, se puede apreciar que las puntuaciones para los quesos preparados con leche no pasteurizada son un poco mayores que los lotes donde se utilizó leche pasteurizada.

La mayor diferencia se encuentra en el lote 50:50 leche/ALAPRO (1.88) y 50:50 leche no pasteurizada/ALAPRO (2.375). La acidez que se desarrolla en el queso fresco ayuda a enmascarar el sabor que el ALAPRO imparte al mismo y que causa que la puntuación del sabor sea menor, por lo tanto la aceptación del sabor del queso aumenta. Debe recordarse que para motivos de este estudio, los quesos que se dieron a los panelistas fueron preparados uno o dos días antes de la evaluación sensorial, si se dejara que la acidez se desarrollara por más tiempo, la puntuación podría ser diferente.

2. Costo de los lotes de quesos: el costo de cada uno de los quesos se estimó con base a su rendimiento por libra.

El costo del queso control fue de Q 5.23, el costo del lote 75:25 leche pasteurizada/ALAPRO de Q 5.28. El costo del lote en donde se utilizó leche no pasteurizada es Q 6.00. Véase Cuadro 8.

La diferencia entre el lote control y el lote 75:25 leche/ALAPRO es de Q 0.05.

La diferencia entre el lote control y el lote preparado con leche no pasteurizada es de Q 0.77. El costo de los lotes de queso utilizando leche no pasteurizada es más elevado.

El costo del queso se incrementa proporcionalmente al porcentaje de ALAPRO utilizado en la mezcla. Aunque la mayor diferencia de los quesos con el lote control es de Q 0.40, la puntuación en la evaluación sensorial en la característica de sabor es la menor (lote 0:100 leche/ALAPRO costo = Q 5.63 y puntuación 1.78).

El procedimiento para la preparación de los lotes de quesos para la segunda parte del estudio es el que se presentó en la primera parte de la discusión de resultados.

Cuadro 13.

Porcentaje de sólidos totales, grasa y proteína de leche fluida pasteurizada utilizada y solución de proteína láctica (ALAPRO).

Componente	Sólidos (promedio)	Grasa (promedio)	Proteína (promedio)
Leche	12.9 %	4.1 %	3.2 %
ALAPRO	13.0 %	4.45 %	4.6 %

La leche se adquirió al mismo proveedor y proviene de un hato de raza Jersey. La leche se adquirió pasteurizada y siempre estuvo bajo refrigeración.

El procedimiento utilizado para preparar el ALAPRO se describe en “Notas acerca de las materias primas” página 17.

Cuadro 14.

Proporciones preparadas para la segunda parte del estudio. Las mezclas son: leche fluida entera pasteurizada y solución de proteína ALAPRO. Y preservantes utilizados en cada uno de los lotes.

#	Leche %	ALAPRO%	Sorbato de Potasio % *	Glicerol % *
1	100.0	0.0	0.0	0.0
2	85.5	12.5	0.0	0.0
3	100.0	0.0	0.1	5.0
4	85.5	12.5	0.1	5.0

\* Porcentaje con base al peso de queso obtenido.

El grupo de las cuatro proporciones en el Cuadro 15 se prepararon tres veces a lo largo de esta parte del estudio.

La cantidad de leche y/o mezcla de leche/proteína total fue de 5 kilogramos en cada lote. Las materias primas utilizadas se describen a continuación.

Cuadro 15.

Materias primas utilizadas en la elaboración de los diferentes lotes de quesos.

#	LECHE %	ALAPRO %	Leche (Kg.)	ALAPRO (Kg.)	CaCl <sub>2</sub> (mL)	Cuajo (mL)	Sal (g)	Moldes (U)	Bolsas (U)
1	100.0	0.0	5.0	0.0	10	0.45	25	3	6
2	85.5	12.5	4.4	0.6	41	0.45	25	3	6
3	100.0	0.0	5.0	0.0	10	0.45	25	3	6
4	85.5	12.5	4.4	0.6	41	0.45	25	3	6

### A. Notas al proceso de preparación de los quesos.

1. Tiempo de cuajado: El tiempo de cuajado de la leche pasteurizada fue en promedio de 40 minutos. En los lotes donde se utilizó la mezcla leche/ALAPRO, fue de 30 minutos. El tiempo disminuye en 10 minutos, aunque la disminución del tiempo no es tan dramática como en la primera parte del estudio (véase Cuadro 4). La disminución de este tiempo acorta el proceso y puede aprovecharse en otras actividades, como lavar el equipo y/o preparar las liras de corte, limpieza.

2. Firmeza de la cuajada antes del corte: En la mezcla de leche/ALAPRO, la cuajada fue más firme que la cuajada únicamente de leche. El hecho de tener una cuajada firme es una ventaja por que al cortarla, el quesillo resultante es más firme y no quebradizo lo que resulta en pérdidas de rendimiento.

### B. Análisis químicos.

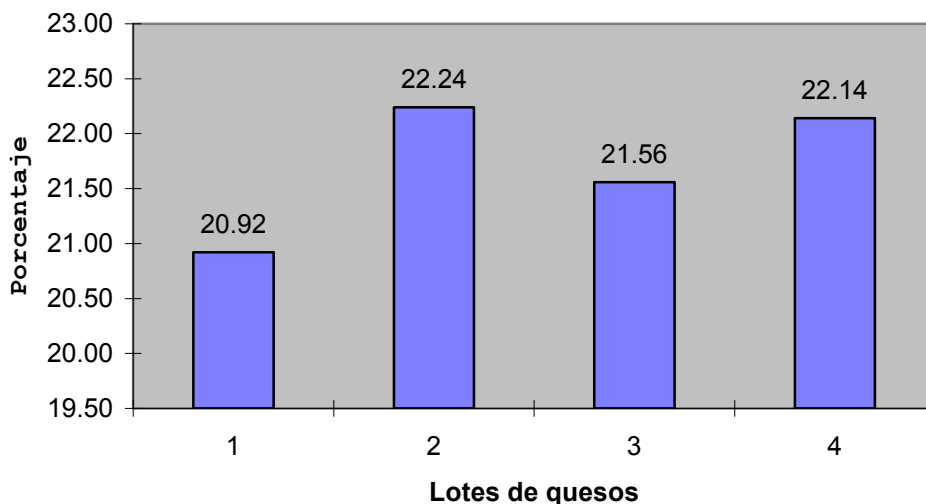
Cuadro 16.

Resultados de los análisis químicos efectuados:

#	LECHE %	ALAPRO %	Sorbato de potasio* %	Glicerol * %	Rendimiento %	Humedad %	Grasa %	Proteína %
1	100.0	0.0	0.0	0.0	20.92	55.76	12.50	17.96
2	85.5	12.5	0.0	0.0	22.24	56.85	12.00	18.44
3	100.0	0.0	0.1	5.0	21.56	56.67	10.75	17.00
4	85.5	12.5	0.1	5.0	22.14	57.18	11.00	18.50

Gráfico 29.

### Rendimiento comparativo de queso fresco con y sin preservantes



1. Lote 100% leche pasteurizada sin preservantes.
2. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína sin preservantes.
3. Lote 100% leche pasteurizada con preservantes.
4. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína con preservantes.

1. Rendimiento: El rendimiento de los lotes de queso en donde se utilizó la proteína es mayor que en los lotes de queso de leche leche pasteurizada (Véase Cuadro 16 y Gráfico 29).

La diferencia de rendimiento entre los lotes preparados con leche pasteurizada es de 0.64%. Esta diferencia es menor al 1%.

En los lotes donde se utilizó proteína, el rendimiento se ve incrementado por el contenido de ALAPRO en la mezcla. La diferencia es únicamente 0.10% entre ambos lotes.

El rendimiento de los quesos en la segunda parte del estudio es menor al rendimiento obtenido en la primera parte, aunque es de esperarse, por lo menos, el mismo rendimiento, no sucede así. El rendimiento obtenido en la primera parte está en el rango de 23% a 27% y el rendimiento de la segunda parte está entre 20% a 22%.

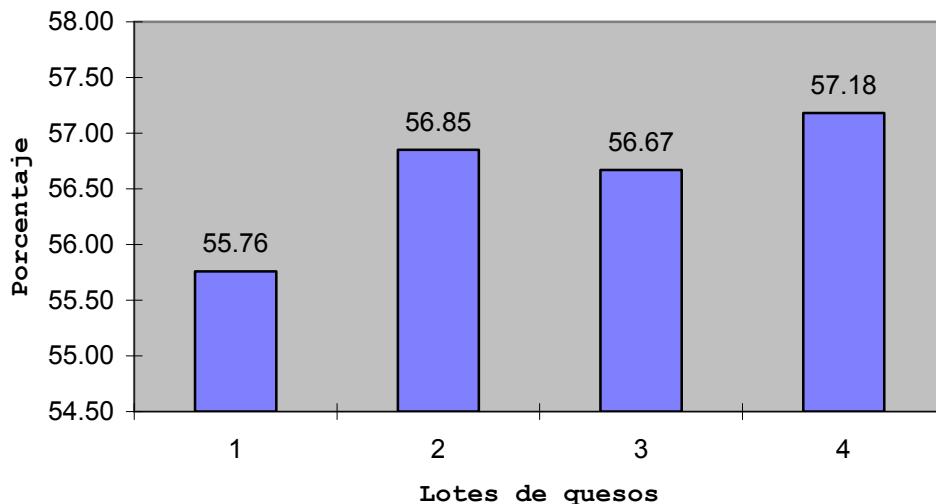
El rendimiento depende de la manipulación de la cuajada, si se corta cuando está apropiadamente firme, las pérdidas de quesillo serán menores. La agitación lenta del quesillo después del cortado evita que éste se rompa. Estas características son más fáciles de controlar con lotes pequeños de leche mientras que con volúmenes mayores se dificulta.

2. Humedad: El contenido de humedad de los quesos en donde se utilizó la proteína es mayor que donde no se utilizó.

El contenido de humedad del lote preparado únicamente con leche pasteurizada mas preservantes (glicerol principalmente) no es muy diferente del contenido de los lotes que tienen ALAPRO, lote 2 versus lote 3 diferencia igual a 0.18 %; lote 4 versus lote 3 (ambos con preservante) diferencia igual a 0.51% véase cuadro 16 y gráfico 30.

Gráfico 30.

**Contenido de humedad comparativo del queso fresco con y sin preservantes.**

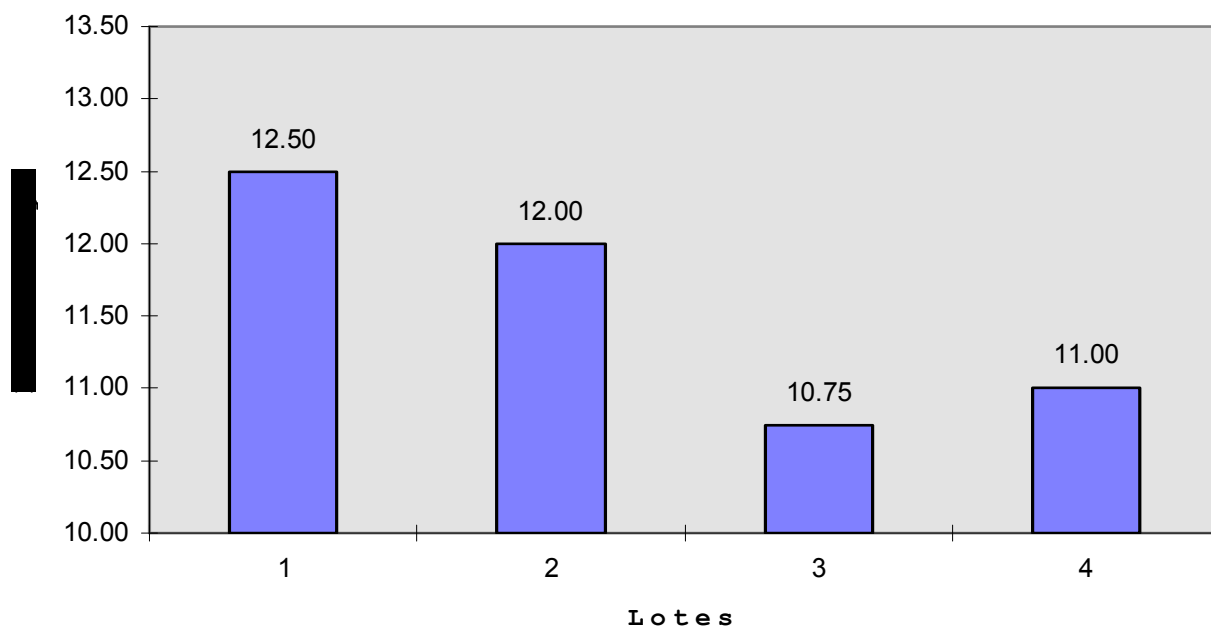


1. Lote 100% leche pasteurizada sin preservantes.
2. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína sin preservantes.
3. Lote 100% leche pasteurizada con preservantes.
4. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína con preservantes.

3. Grasa: El contenido de grasa es mayor en los lotes de queso en los que no fueron utilizados preservantes. Aunque la diferencia entre el lote con mayor contenido de grasa y el lote de menor contenido es 1.75%. Véase Cuadro 16 y Gráfico 31.

Gráfico 31.

**Grasa comparativa entre lotes de queso fresco con y sin preservantes.**



1. Lote 100% leche pasteurizada sin preservantes.
2. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína sin preservantes.
3. Lote 100% leche pasteurizada con preservantes.
4. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína con preservantes.

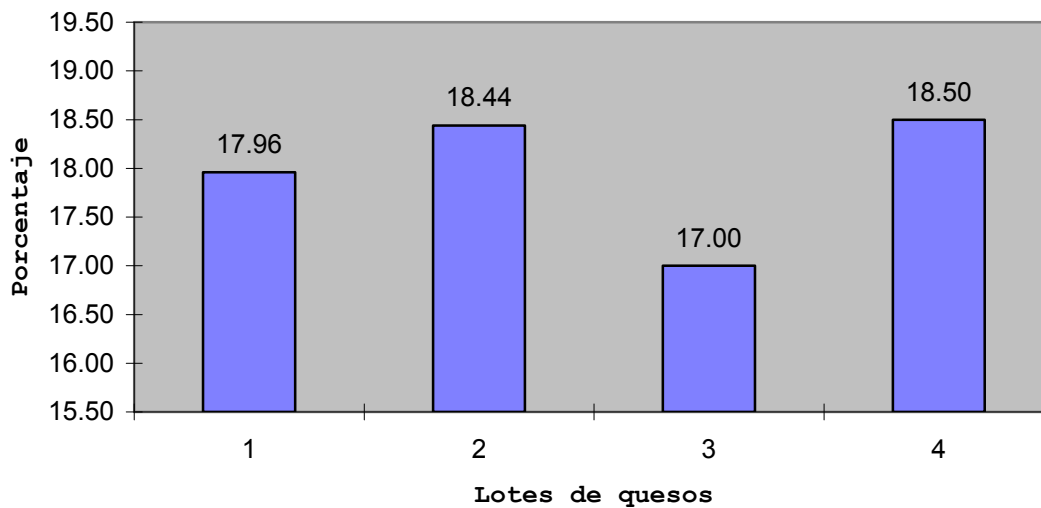
4. Proteína: Los porcentajes de proteína de los lotes donde se utilizó ALAPRO son mayores que en los lotes donde no se utilizó. La diferencia entre el lote 3 (menor contenido de proteína) y el lote 4 (mayor contenido de proteína) es de 1.5%.

La diferencia entre el lote preparado con leche pasteurizada sin preservantes versus el lote preparado con leche con preservantes es de 0.96%

La diferencia entre los lotes preparados con ALAPRO con preservantes (18.50%) y el lote sin preservantes (18.44%) es 0.06%, prácticamente despreciable. Véase Cuadro 16 y Gráfico 32.

Gráfico 32.

**Proteína comparativa entre lotes de queso fresco con y sin preservantes.**



1. Lote 100% leche pasteurizada sin preservantes.
2. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína sin preservantes.
3. Lote 100% leche pasteurizada con preservantes.
4. Lote 85.5% leche paste./12.5% proteína con preservantes.

5. Medición de acidez titulable y pH: La medición de acidez titulable consiste en obtener el valor de la acidez total, que incluye ácido láctico y la "acidez aparente" dentro del queso. La acidez aparente se deriva de los enlaces alcalinos de la caseína, albúmina, fosfatos, citrato y dióxido de carbono.

El pH consiste en la medición de la concentración de iones de hidrógeno libres. Esta medición es menos sujeta a errores o interpretaciones erróneas que la medición de la acidez titulable.

Ambas se utilizan en la medición de acidez del queso, aunque es preciso saber cuál método es el adecuado para un producto dado o circunstancia. Por ejemplo en el queso Cheddar, durante el drenaje del suero en el proceso de elaboración, se mide la acidez titulable del suero. Durante la fermentación del mismo queso, no es posible obtener suero, entonces se mide el pH.

En los cultivos lácticos iniciadores utilizados en la preparación de quesos madurados se mide la acidez titulable.

En el procedimiento de elaboración del queso en este experimento, no fue utilizado ningún tipo de cultivo láctico iniciador. Los microorganismos presentes son los sobrevivientes del proceso de pasteurización de la leche.

El objetivo de medir la acidez titulable en el queso es medir indirectamente la actividad de microorganismos productores de ácido. Si hay una alta acidez, la actividad de los microorganismos es mayor y si la acidez es baja, la actividad de los microorganismos es menor.

La acidez titulable se midió titulando, con hidróxido de sodio 0.1 Normal y fenolftaleína como indicador, el suero expulsado por el queso. El resultado se presenta en porcentaje en base al peso del queso (Véase Cuadro 17).

El pH se midió con un electrodo calibrado, apropiado para ello. La calibración se efectuó con soluciones tampón pH 4 y pH 7. La exactitud de la medición es de  $\pm 0.05$  (Véase Cuadro 19).

El Cuadro 17, muestra las mediciones de acidez titulable efectuadas a los diferentes lotes de queso cada 5 días. Los resultados son un promedio de las tres réplicas efectuadas.

#### Cuadro 17.

Mediciones de acidez titulable en queso fresco.

#	LECHE %	ALAPRO %	Sorbato de potasio* %	Glicerol * %	Acidez titulable Día 2 %	Acidez titulable Día 10 %	Acidez titulable Día 16 %	Acidez titulable Día 22 %
1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.23	0.67	0.87	0.90
2	85.5	12.5	0.0	0.0	0.23	0.90	0.87	1.20
3	100.0	0.0	0.1	5.0	0.27	0.30	0.33	0.37
4	85.5	12.5	0.1	5.0	0.22	0.30	0.23	0.30

El Día 1, es el día de la preparación del queso.

La acidez de los quesos en el inicio de las mediciones (día 2) es prácticamente la misma. Desde el día 10 en adelante, se puede notar un incremento. El incremento es el siguiente:

a. Muestras donde no se utilizaron preservantes (Véase Cuadro 17):

En la muestra 1, la acidez se incrementa desde 0.23% hasta alcanzar el valor de 0.90 % en el día 22.

En la muestra 2, la acidez se incrementa desde 0.23% hasta 1.20% en el día 22.

b. Muestras donde se utilizaron preservantes (Véase Cuadro 17):

En la muestra 3, la acidez se incrementa desde 0.27% hasta 0.37% en el día 22.

En la muestra 4, la acidez se incrementa desde 0.22% hasta 0.30% en el día 22.

Puede notarse el efecto de los aditivos en el queso: en donde sí se utilizaron, la medición de acidez titulable es menor por lo tanto la actividad de microorganismos productores de ácido es significativamente menor.

La actividad de los microorganismos es aún menor en donde además de los preservantes, se utilizó la proteína láctica con la leche (muestra 4). El valor de acidez es 0.30% en el día 22.

El valor de la acidez en las muestras donde no se utilizaron aditivos es mayor; 0.90% en muestra 1 y 1.20% en muestra 2 (en esta muestra se utilizó la proteína láctica).

La diferencia de acidez entre ambas muestras es 0.30% y se debe a que en la muestra 2, el desarrollo de los microorganismos no tuvo barreras (aditivos).

Otra razón del elevado valor de la medición de acidez se debe a la "acidez aparente" debida al mayor número de enlaces alcalinos de la caseína y albúmina que tiene la muestra 2 (Véase cuadro 17) por el contenido de ALAPRO utilizado en la mezcla leche/proteína para preparar el queso.

La lactosa es el principal factor a ser controlado en la fermentación del queso debido a que es metabolizada a ácido láctico por los microorganismos.

Aunque no se hizo una medición de la lactosa en los quesos, se presenta la estimación del contenido en la leche y la mezcla leche/proteína utilizada para preparar las muestras (para los valores de lactosa en la leche y la proteína véase el Cuadro 1).

El contenido de lactosa dentro del queso no fue determinante de la acidez titulable debido a que los quesos preparados con leche pasteurizada tienen un mayor contenido de lactosa que los preparados con la mezcla de leche y proteína.

Los valores de acidez titulable (muestra 2, día 22, Cuadro 17) se deben al efecto de la proteína. Es entonces importante hacer una medición de acidez más real, como es el pH.

Cuadro 18.

Lactosa en leche y mezcla de leche/proteína

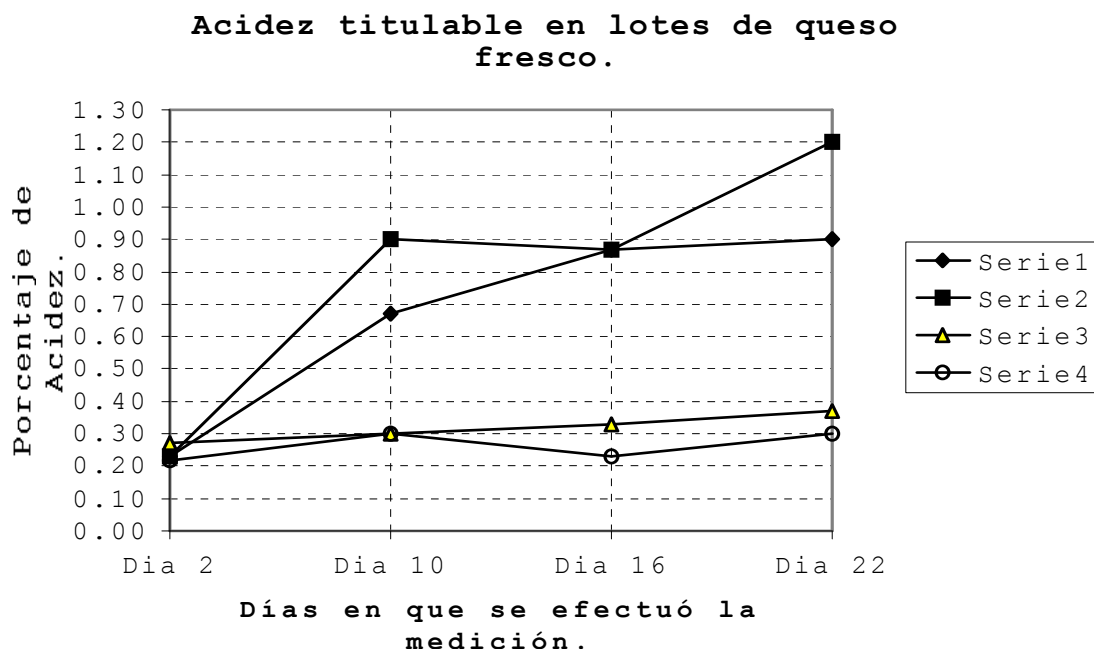
Leche %	ALAPRO %	Lactosa %
100.0	0.0	5.00
85.5	12.5	4.62*

\* El cálculo se hizo de la siguiente forma:  $85.5 * (5\%) + 12.5 * (2.7\%) = 4.62\%$ .

A continuación se presenta el gráfico 33 de acidez titulable de los diferentes lotes de queso fresco.

Gráfico 33.

Gráfica de acidez titulable de las muestras de quesos.



Las diferentes series, corresponden a las muestras como se describe a continuación:

- Serie 1: Muestra 1, Leche 100%, sin aditivos.
- Serie 2: Muestra 2, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5, sin aditivos.
- Serie 3: Muestra 3, Leche 100%, con aditivos.
- Serie 4: Muestra 4, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5, con aditivos.

6. Medición del pH: La medición del pH para el tipo de queso fresco preparado en este experimento, está íntimamente ligado a la medición de acidez de la muestra. En la escala de pH el valor de 1 a 7 es para ácidos, de 14 a 7 para básico o alcalino y 7 neutral.

Para valores altos de acidez titulable, el valor de pH (ácido) es bajo y para valores bajos de acidez, el pH (levemente ácido) es cercano a lo neutral y/o ligeramente básico.

Cuadro 19.

Medición de pH de los lotes de queso preparados en el experimento.

#	LECHE %	ALAPRO %	Sorbato de potasio* %	Glicerol * %	pH Día 2	pH Día 10	pH Día 16	pH Día 22
1	100.0	0.0	0.0	0.0	6.43	6.17	5.73	5.64
2	85.5	12.5	0.0	0.0	6.40	6.17	5.60	5.37
3	100.0	0.0	0.1	5.0	6.47	6.43	6.37	6.40
4	85.5	12.5	0.1	5.0	6.50	6.43	6.40	6.43

\* Porcentaje en base al peso del queso.

El pH de los quesos es similar en el día 2 (inicio de la medición). Desde el día 10 en adelante el pH disminuye de la siguiente manera:

a. Muestras donde no se utilizaron preservantes (Véase Cuadro 19):

En la muestra 1 el pH al inicio fue de 6.43 y en el día 22 de 5.64.

En la muestra 2 el pH al inicio fue de 6.40 y en el día 22 de 5.37.

b. Muestras donde se utilizaron preservantes (Véase Cuadro 19):

En la muestra 3 el pH al inicio fue de 6.47 y en el día 22 fue de 6.40.

En la muestra 4 el pH al inicio fue de 6.50 y en el día 22 fue de 6.43.

El pH de las muestras donde no se utilizó preservantes disminuyó (acidificación) mientras que en las muestras donde se utilizaron el pH permaneció estable, es decir la variación fue leve a lo largo de los 22 días (Véase Cuadro 19).

De todos los microorganismos presentes en la leche, solamente los ácido - lácticos, levaduras y mohos pueden crecer en valores de pH menores a 5. La actividad enzimática es también sensible a los cambios de pH. En valores de pH mayores, se pueden desarrollar bacterias patógenas que afectan la salud del consumidor y la apariencia y sabor del queso.

En los quesos preparados en este experimento, el pH registrado con el menor valor fue de 5.37 (muestra 2, sin preservantes, después de 22 días, véase Cuadro 19).

En el caso de los quesos en donde el pH es tan elevado como 6.43 (muestra 1, con preservantes, después de 22 días) es posible que microorganismos patógenos como coliformes y pseudomonas se desarrollen si en la leche que se utilizó están presentes estos microorganismos (leche no pasteurizada).

Es importante notar que entre los grupos principales de microorganismos presentes en la leche cruda se encuentran: bacterias Gram (-), psicrótróficas que producen enzimas lipolíticas y/o proteolíticas, tales como *Pseudomonas fluorescens*, Coliformes que son enteropatógenas y causan defectos en los quesos en apariencia y sabor, como *Escherichia coli*.

La flora formadora de ácido butírico y gas, que provoca defectos en el sabor del queso; *Clostridium tyrobutyricum*. La flora con varias especies patógenas, por ejemplo *Brucella*, y especies productoras de sustancias tóxicas como: *Staphylococcus Aureus*.

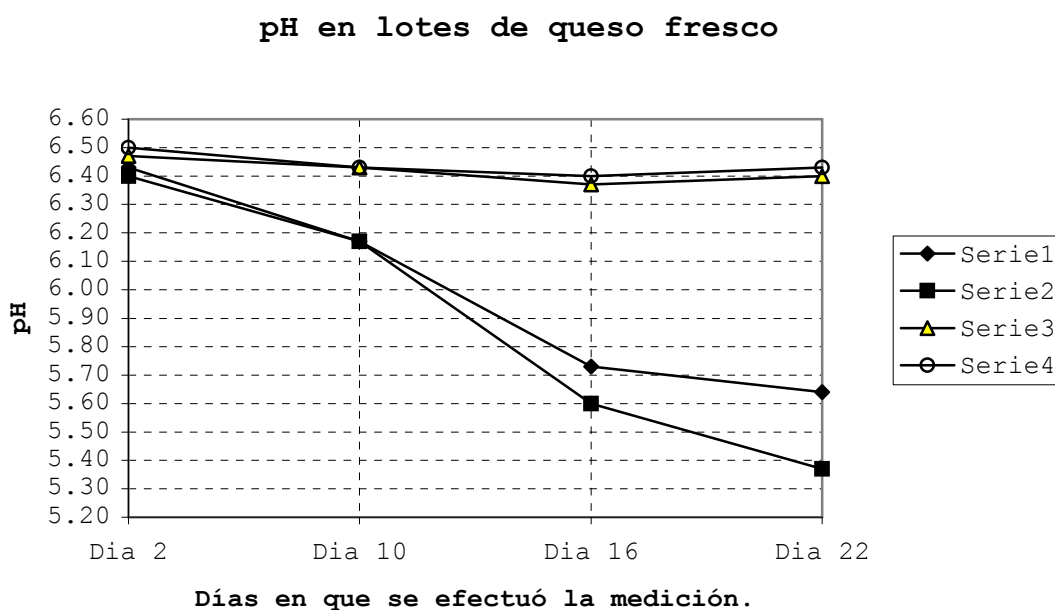
Por lo tanto el tratamiento térmico de la leche (pasteurización) es determinante en la elaboración de quesos tipo fresco similares a los preparados en este experimento.

La mayoría de estos microorganismos son eliminados con procesos térmicos en donde la temperatura es mayor de 60 C. El proceso de pasteurización de la leche utilizada en este experimento consistió en alta temperatura tiempo corto (72 Centígrados por 16 segundos).

Se presenta la gráfica comparativa del valor de pH de los diferentes lotes de quesos.

Gráfico 34.

Medición de pH de los diferentes lotes de quesos.



Serie 1: Muestra 1, Leche 100%, sin aditivos.

Serie 2: Muestra 2, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5%, sin aditivos.

Serie 3: Muestra 3, Leche 100%, con aditivos.

Serie 4: Muestra 4, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5%, con aditivos.

### C. Análisis físicos.

1. Retención de humedad dentro del queso: El contenido de humedad del queso puede controlarse desde el inicio de la fabricación, específicamente en el corte de la cuajada.

La cuajada formada al coagular la leche tiene el mismo contenido de humedad de la leche, aproximadamente 85%. El agua presente en la cuajada está distribuida así:

a. agua enlazada.

b. agua atrapada en el interior de la red filamentosa de caseína, como una especie de estructura capilar, donde es normalmente retenida. Esta agua no es eliminada por la contracción de la cuajada o por procesos como el calentamiento.

c. agua atrapada en las cavidades que rodean los agregados micelares formados por la coagulación enzimática de la caseína. Esta agua atrapada es la que fluirá hacia afuera en el transcurso del drenaje del suero.

La cantidad presente de esta agua (c) en el queso depende del tamaño del corte de la cuajada. Si la cuajada se corta en cubos pequeños (1/8 de pulgada de lado), la cantidad de agua atrapada es menor que la atrapada en un cubo de 1/4 de pulgada de lado.

En este experimento, el tamaño de corte de los cubos fue de 1/4 de pulgada y la humedad final promedio del queso de 56.61% (Véase Cuadro 16).

En el comercio y uno de los motivos de este experimento, la pérdida de agua o suero del queso después de empacado es un problema serio.

Las consecuencias más dramáticas son: pérdida de peso del queso, la no aceptación por el consumidor y la contaminación bacteriana del medio acuoso.

El fenómeno que sucede es la subsiguiente separación del agua libre del queso, que quedó atrapada en los cubos después de cortar la cuajada. El agua sale de forma permanente hasta que llena el material de empaque.

En este experimento se utilizó glicerol (5.0% en peso del queso fresco) como agente secuestrante de agua. El efecto esperado es que disminuya la cantidad de agua perdida, es decir el agua que sale del queso. El glicerol es un polialcohol con tres grupos hidroxilos en su molécula que formarán puentes de hidrógeno con el oxígeno del agua libre presente.

El glicerol se adicionó en la última parte del proceso de elaboración del queso, el amasado final.

Para medir la cantidad de agua que salió del queso, se recibió el suero contenido en el material de empaque, por medio de una probeta graduada y se leyó el volumen.

2. Pérdida de Suero por lote: A continuación se presenta el Cuadro 20, con la cantidad de suero expulsada de cada lote de queso en el transcurso del experimento.

Cuadro 20.

Suero perdido por lote de queso.

#	LECHE	ALAPRO	Sorbato	Glicerol	Suero	Suero	Suero	Suero
---	-------	--------	---------	----------	-------	-------	-------	-------

	%	%	de potasio* %	* %	perdido Día 2 (mL)	perdido Día 10 (mL)	perdido Día 16 (mL)	perdido Día 22 (mL)
1	100.0	0.0	0.0	0.0	18.87	12.80	7.53	5.07
2	85.5	12.5	0.0	0.0	10.27	10.67	8.20	9.40
3	100.0	0.0	0.1	5.0	19.33	6.03	8.87	8.20
4	85.5	12.5	0.1	5.0	3.27	4.30	3.60	6.00

\* Porcentaje en base al peso del queso.

Desde el inicio, la pérdida de suero es diferente en cada uno de los lotes experimentales de queso fresco.

a. Muestras donde no se utilizó glicerol: En la muestra 1 (Véase Cuadro 20), la pérdida de suero es de 18.87 mililitros en el día 2, en el día 10 la pérdida es de 12.80 mL. En las últimas dos mediciones, la pérdida fue de 7.53 (día 16) y 5.07 mL (día 22).

En la muestra 2 (Véase Cuadro 20), la pérdida de suero es de 10.27 mL (día 2), 10.67 mL (día 10), 8.20 mL (día 16) y 9.40 mL (día 22).

En la muestra 1, se nota una mayor pérdida de suero en los primeros dos días de medición comparada con la muestra en donde se utilizó ALAPRO (muestra 2).

Aunque en los últimos dos días de medición, la muestra 2 perdió más suero que la muestra 1 (Véase Cuadro 20).

La cantidad de suero perdida por la muestra 2 es similar en cada uno de los días de medición, mientras que la muestra 1 pierde mayor cantidad de suero desde el primer día de medición (18.87 mL) y menor cantidad en los últimos días (5.07 mL; día 16). Véase Cuadro 20.

b. Muestras donde se utilizó glicerol: La muestra 3 (Véase Cuadro 20), perdió 19.33 mL de suero el día 2, 6.03 mL el día 10, 8.87 mL el día 16 y 8.20 mL el día 22 de medición. En este lote se puede apreciar una mayor pérdida de suero desde el inicio (día 2) y menor en las últimas mediciones (valores similares los días 16 y 22).

La muestra 4 (Véase Cuadro 20), perdió 3.27 mL el día 2, 4.30 mL el día 10, 3.60 mL el día 16 y 6.00 mL el día 22. Esta muestra es la que perdió menor cantidad de suero, la cantidad perdida desde el primer día de medición es menor que en los otros lotes experimentales. En los últimos días de medición la cantidad de suero aumenta hasta 6.00 mL. Comparada con la muestra 3, la muestra 4 perdió menor cantidad de suero en cada una de las mediciones.

A continuación se presenta el Gráfico 35, cantidad de suero perdida por los diferentes lotes de suero en el transcurso del experimento.

Gráfico 35.

Gráfica de pérdida de suero de los lotes experimentales de queso fresco.



						(mL)	(mL)	(mL)	(mL)
1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.00	18.87	31.67	39.20	44.27
2	85.5	12.5	0.0	0.0	0.00	10.27	20.94	29.14	38.54
3	100.0	0.0	0.1	5.0	0.00	19.33	25.36	34.23	42.43
4	85.5	12.5	0.1	5.0	0.00	3.27	7.57	11.17	17.17

En el Cuadro 21 puede apreciarse la cantidad de suero acumulada que fue expulsada por cada uno de los quesos.

a. Lotes de queso en donde no se utilizó glicerol: En la muestra 1, la cantidad de suero perdida desde el día 2 es mayor (8.6 mL) que la cantidad de la muestra 2 (Véase Cuadro 21). En el día 10 y 16 la diferencia entre ambas muestras es: 10.74 mL y 10.06 respectivamente. En el último día de medición, la diferencia del total de suero acumulado por ambos quesos es de 5.74 mL. Esta diferencia no es muy grande entre estos dos lotes.

b. Lotes de queso en donde se utilizó glicerol: La diferencia entre el suero acumulado perdido por las muestras 3 y 4 es de 16.6 mL en el día 2, 17.79 mL en el día 10, 23.06 mL en el día 16 y finalmente 25.26 mL en el día 22. La diferencia entre ambas es abrupta.

La combinación del glicerol como agente secuestrante de agua y la cantidad de ALAPRO dentro del queso sirvió para retener una mayor cantidad de agua dentro del mismo.

Otra diferencia importante consiste en la muestra 2 y la muestra 4 (Véase Cuadro 21) en donde ambas contienen ALAPRO. La diferencia entre estas muestra es que una contiene glicerol (5% en peso del queso) y la otra no.

Desde el día 2 la diferencia entre ambas muestras es de 7.0 mL, el día 10 la diferencia es 13.37 mL, el día 16 es de 17.97 mL y finalmente al día 22 la diferencia es de 21.37 mL.

En los lotes donde únicamente se utilizó leche pasteurizada; muestras 1 y muestra 3, la diferencia entre el valor total de suero perdido es de 1.84 mL (44.27 mL muestra 1; y 42.43 mL muestra 2; respectivamente, véase Cuadro 21).

En la muestra 3 se utilizó glicerol como agente secuestrante de agua, pero aún así la perdida de suero es alta. Además del glicerol como secuestrante de agua, es necesario además un incremento en los sólidos totales del queso, efecto que proporcionó el ALAPRO (muestra 4).

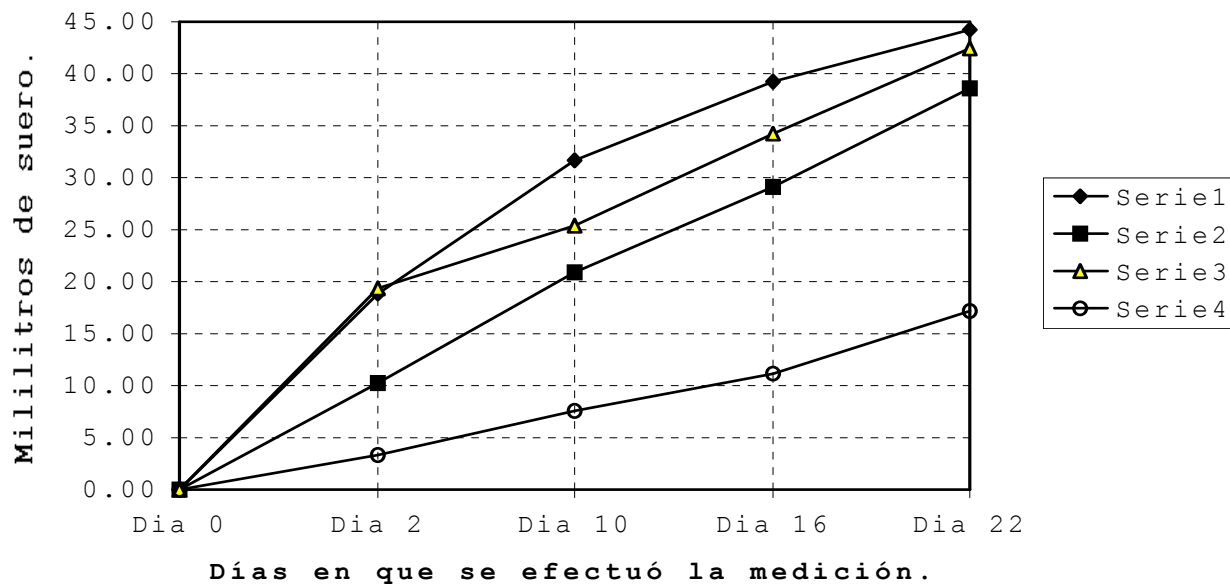
Se muestra a continuación la Gráfica 36, que muestra la pérdida total acumulada de cada uno de los lotes de queso fresco preparados en este experimento.

En la gráfica puede notarse que la curva de los valores de suero acumulado de las muestras 1, 2 y 3 están más cerca entre sí. La curva de los valores de la muestra 4 es menor que las otras curvas.

Gráfica 36.

Perdida acumulada de suero en lotes experimentales de queso fresco.

**Pérdida acumulada de suero, en lotes de queso fresco.**



Serie 1: Muestra 1, Leche 100%, sin aditivos.

Serie 2: Muestra 2, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5 %, sin aditivos.

Serie 3: Muestra 3, Leche 100%, con aditivos.

Serie 4: Muestra 4, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5 %, con aditivos.

## IV CONTEOS MICROBIOLÓGICOS EN LAS MUESTRAS DE QUESO FRESCO

El objetivo del conteo microbiológico del queso fresco preparado en este experimento fue para medir la cantidad de microorganismos presentes en el queso, y su efecto dentro del mismo.

Uno de los efectos más importantes es la producción de acidez por los microorganismos ácido - productores. Este efecto es beneficioso dentro del queso por que inhibe el desarrollo de otros microorganismos sensibles a los cambio de pH como los patógenos. La acidez en este caso, actúa como preservante.

Cuando los microorganismos producen ácido en exceso, la acidez del medio es nociva para ellos mismos con lo que se reduce su número.

Los conteos se llevaron a cabo en medio de cultivo agar "plate count". El intervalo entre conteos es el mismo que la medición de los otros parámetros (acidez, pH), es decir desde el día 2 hasta el día 22 después de preparado el queso. Los conteos se hicieron en duplicados para cada una de las tres réplicas efectuadas.

Se presenta a continuación el Cuadro 22 con los resultados de los conteos.

Cuadro 22.

Conteos microbiológicos de las muestras preparadas en el experimento. Valores por  $1 \times 10^5$

#	LECHE %	ALAPRO %	Sorbato de potasio* %	Glicerol* %	Día 2 ufc** ( $1 \times 10^5$ )	Día 10 ufc** ( $1 \times 10^5$ )	Día 16 ufc** ( $1 \times 10^5$ )	Día 22 ufc** ( $1 \times 10^5$ )
1	100.0	0.0	0.0	0.0	7.30	82.02	24.37	37.40
2	85.5	12.5	0.0	0.0	2.06	5.00	66.50	143.31
3	100.0	0.0	0.1	5.0	3.90	3.03	189.20	60.60
4	85.5	12.5	0.1	5.0	6.00	5.70	14.40	32.00

\* Porcentaje con base al peso del queso.

\*\* Unidades formadoras de colonias.

En el Cuadro 22 se puede observar lo siguiente: (los valores presentados en el cuadro, están expresados en potencia de 10,  $10^5$  Exp. 05)

### A. Muestras en donde no se utilizó glicerol:

La muestra 1, tuvo un conteo alto de ufc desde el día 2 ( $7.3 \cdot 10^5$ ). En el día 10 del experimento, el valor de ufc se eleva a  $82.02 \cdot 10^5$ . Los microorganismos se multiplicaron 11.2 veces en un intervalo de tiempo de 8 días.

En el día 16 de medición, la cantidad de ufc disminuye a  $24.37 \cdot 10^5$ . La cantidad de microorganismos disminuye dentro del queso.

Es importante comparar las cantidades de ufc obtenidas versus el pH del queso. En el día 2 el pH del queso fue de 6.43, en el día 10 el valor de pH fue de 6.17 y en la siguiente medición, el pH bajó hasta 5.73 (Véase Cuadro 19).

Desde el día 10, puede notarse el efecto del conteo alto de ufc; la presencia de una gran cantidad de microorganismos produce tanto ácido láctico que causa que el pH baje a 5.73.

Después de este punto, el pH permanece bajo (5.64 día 16, véase Cuadro 22) pero la cantidad de ufc es menor ( $37.40 \cdot 10^5$ ).

En la muestra 2 (Véase el Cuadro 23), se puede observar que el número de ufc va aumentando desde  $2.06 \cdot 10^5$  en el día 2,  $5 \cdot 10^5$  en el día 10,  $66.5 \cdot 10^5$  en el día 16 y finalmente  $143.31 \cdot 10^5$  en el día 22.

Es importante indicar los valores de pH para los mismos días de medición. El pH del día 2 es de 6.4 y del día 10 es de 6.43 (Véase Cuadro 19).

En la siguiente medición (día 16) el pH disminuye a 5.60 (Cuadro 19) y la cantidad de ufc es de  $66.5 \cdot 10^5$ . En la última medición (día 22) el pH es de 5.37 (Cuadro 19) y la cantidad de ufc es  $143.31 \cdot 10^5$ .

La producción de ácido láctico por los microorganismos ácido productores, causa la disminución del pH.

### B. Muestras en donde se utilizó preservantes:

En la muestra 3, puede apreciarse un lento desarrollo de los microorganismos, en el día 2 las ufc fueron de  $3.90 \cdot 10^5$  y en el día 10 de  $3.03 \cdot 10^5$  (Véase Cuadro 22).

En el día 16, las ufc se incrementan 62 veces con respecto al día anterior de medición. El valor de ufc es de  $189.2 \cdot 10^5$ . Finalmente en el día 22, las ufc disminuyen a  $60.60 \cdot 10^5$  (Véase Cuadro 22).

Puede notarse en esta muestra que el pH no disminuye de acuerdo al crecimiento de los microorganismos. El pH se mantiene en un promedio de 6.4 durante todas las mediciones (Véase Cuadro 19).

La acidez titulable del queso tampoco varió, se obtuvo un promedio de 0.30% de acidez titulable en todos los días de medición (Véase Cuadro 17).  
 En la muestra 4, la cantidad de ufc presentes es la menor.  
 En el día 2 el valor es de  $6.00 \times 10^5$ , en el día 10 de medición el valor es de  $5.70 \times 10^5$ , el día 16 es de  $14.40 \times 10^5$  y el día 22 es de  $32.00 \times 10^5$ .

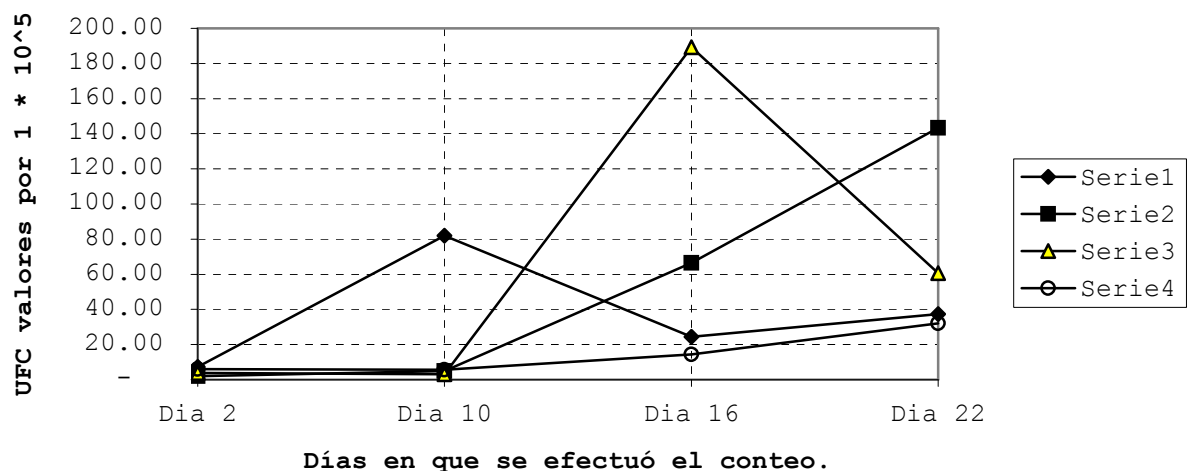
Puede notarse también en esta muestra que el pH no disminuye, permanece en un promedio de 6.4 durante todas las mediciones (Véase Cuadro 19).

La acidez titulable del queso tampoco varió, se obtuvo un promedio de 0.30% de acidez titulable en todos los días de medición (Véase Cuadro 17).

Se muestra a continuación la gráfica de ufc de las muestras de queso.

Gráfica 37.

**Conteos bacterianos en muestras de queso fresco  
(Agar Plate Count)**



Serie 1: Muestra 1, Leche 100%, sin aditivos.

Serie 2: Muestra 2, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5, sin aditivos.

Serie 3: Muestra 3, Leche 100%, con aditivos.

Serie 4: Muestra 4, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5%, con aditivos.

## V. PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD

En este experimento se realizó una prueba de aceptabilidad orientada al consumidor. Las pruebas orientadas al consumidor incluyen las pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto). Estas pruebas se consideran pruebas del consumidor, ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Los panelistas utilizados en este experimento son estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala.

Aunque a los panelistas se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, preferencia o aceptación de un producto, se utilizan pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia o aceptabilidad.

La prueba hedónica está destinada a medir cuanto agrada o desagrade un producto. Para la prueba se utilizaron escalas categorizadas, que tienen diferente número de categoría y que van desde “gusta mucho”, pasando por “ni gusta ni disgusta” hasta “disgusta mucho”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra escogiendo la categoría apropiada.

En este experimento se utilizó un escala de 5 puntos; distribuida de la siguiente forma: “gusta mucho”: 5 puntos, “gusta moderadamente”: 4 puntos; “ni gusta ni disgusta” 3 puntos; “disgusta moderadamente”: 2 puntos y “disgusta mucho”: 1 punto.

A los panelistas se les pidió evaluar muestras codificadas de las cuatro muestras experimentales preparadas, indicando cuando les agrada cada muestra en la escala de 5 puntos.

Las muestras se presentaron en recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Cada una de las muestras tenía un código diferente. Las muestras se presentaron simultáneamente, para que los panelistas volvieran a evaluar las muestras el número de veces necesario y hacer comparaciones entre las muestras.

Para el análisis de datos, las categorías se convirtieron en puntajes numéricos del 1 al 5, donde 1 representa “disgusta mucho” y 5 “gusta mucho”. Los puntajes numéricos para cada muestra, se tabularon y analizaron utilizando un análisis de varianza (ANDEVA), para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. En el análisis de varianza (ANDEVA), la varianza total se divide en varianza asignada a diferentes fuentes específicas.

La varianza de las medias entre muestras se compara con la varianza dentro de la muestra, que es llamada error experimental aleatorio. Si las muestras no son diferentes, la varianza de las medias entre muestras será similar al error experimental. La varianza correspondiente a los panelistas o a otros efectos de agrupación en bloque, se comparó con el error experimental aleatorio.

La medida de la varianza total para la prueba es la suma total de los cuadrados  $SC(T)$ . La varianza medida entre las medias de las muestras es la suma de los cuadrados de los tratamientos o  $SC(Tr)$ .

La medida de la varianza entre las medias de panelistas es la suma de los cuadrados de los panelistas  $SC(P)$ . La suma de los cuadrados del error  $SC(E)$ , es la medida de la varianza debida al error experimental o aleatorio. Los cuadrados medios (CM) para el tratamiento, los panelistas y el error, se calculan dividiendo cada SC entre sus respectivos grados de libertad (gl). Luego se calculan las razones entre  $CM(Tr)$  y  $CM(E)$  y entre  $CM(P)$  y  $CM(E)$ .

Estas razones se conocen como valores F o F estadística. Los valores F calculados se comparan con los valores F de tablas (teóricas, véase Anexo ) para determinar si existen diferencias significativas entre las medias del tratamiento o de los panelistas. Si el valor F calculado es superior al valor F tabulado (teórico, véase Anexo ), para el mismo número de grados de libertad, habrá evidencia de que hay diferencias significativas.

Una vez detectada una diferencia significativa, pueden hacerse pruebas de comparación múltiple, para determinar cuáles son las medias del tratamiento o de la población que difieren entre sí.

Si el análisis de varianza indica que hay diferencias significativas entre las muestras de queso, como efectivamente ocurrió en este experimento, se lleva a cabo La Nueva Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan.

La prueba determina qué muestras de queso difieren significativamente una de la otra. La prueba permite comparar las diferencias entre todos los pares de medias con respecto a los valores de amplitud calculados para cada par. Si la diferencia entre los pares de medias es superior al valor de amplitud calculado, las medias son diferentes al nivel de significancia especificado.

Los valores de amplitud se computan en base al número de medias que separan las dos medias que se están sometiendo a prueba, cuando las medias se disponen en orden de magnitud.

Las medias correspondientes a los tratamientos se ordenan de acuerdo a magnitud.

La amplitud se calcula la siguiente ecuación:

$$\text{Amplitud} = Q ([CM(E)]/t)^{1/2}$$

en donde t = es el numero de respuestas individuales empleado para calcular cada media.

Los valores de "Q" (Véase Anexo ), son al mismo nivel de significancia utilizado en el análisis de varianza (95%).

El valor de amplitud se calculó para cada uno de los diferentes pares de medias, por diferencia y comparándose con el valor de amplitud calculado.

Para medir la aceptabilidad del queso se hicieron tres pruebas hedónicas con cada una de las muestras (en triplicado, doce en total) en los intervalos de tiempo siguientes:

a. un promedio de cuatro días después de haber sido preparadas (algunas muestras se probaron después de 6 días de haber sido preparadas, otras únicamente 1 día).

La razón de este intervalo se debe a el tiempo que tomó la preparación de cada una de las muestras (doce en total).

Las muestras fueron preparadas en 3 sets de cuatro lotes cada una, el orden de preparación de cada muestras fue cambiado al azar.

b. a los siete días exactos después de haber hecho la primera prueba hedónica (subtotal de días: 11).

c. a los siete días exactos después de haber hecho la segunda prueba hedónica (total neto de días: 18).

El intervalo de tiempo entre las pruebas fue determinado por la disponibilidad de los panelistas, ya que el panel sensorial se realizó los días de sus prácticas de laboratorio.

#### Prueba Hedónica 1.

Prueba hedónica realizada para determinar el grado de aceptabilidad de los diferentes lotes de queso preparados, desde la muestra 1 hasta la muestra 4 en triplicado. Días de fabricación de las muestras: 4.

Cuadro 23.

Tabulación de datos de Escala Hedónica en Quesos.

Panelistas	Lotes de Quesos (Tratamientos)				Total de panel.	Media de panel.
	1	2	3	4		
1	4.00	4.67	1.33	1.00	11.00	2.75
2	3.67	4.67	1.00	1.67	11.01	2.75
3	4.30	4.00	1.00	1.67	10.97	2.74
4	5.00	4.30	1.33	1.00	11.63	2.91
5	2.30	4.00	1.33	1.33	8.96	2.24
6	4.00	3.00	1.00	1.33	9.33	2.33
7	4.00	3.33	1.00	1.67	10.00	2.50
8	3.67	3.33	1.00	1.33	9.33	2.33
9	3.67	2.67	1.33	1.67	9.34	2.34
10	4.00	4.00	0.67	1.33	10.00	2.50
11	3.33	3.67	1.67	1.67	10.34	2.59

## Continuación Cuadro 23

Panelistas	Lotes de Quesos (Tratamientos)				Total de panel.	Media de panel.
	1	2	3	4		
12	3.67	3.33	1.67	1.67	10.34	2.59
13	4.00	4.33	1.00	1.00	10.33	2.58
14	3.00	4.00	1.00	1.00	9.00	2.25
Total de Tratamien.	52.61	53.30	16.33	19.34	141.58	
Suma de Cuadrados	202.74	207.72	20.10	27.81		
	1	2	3	4		
Media de Tratamien.	3.76	3.81	1.17	1.38		

Puntaje mas elevado: 5 "Me gusta mucho"  
Puntaje mas bajo: 1 "Me disgusta mucho"

Los tratamientos corresponden a las siguientes muestras:

Tratamiento 1: Muestra 1, Leche 100%, sin aditivos.  
Tratamiento 2: Muestra 2, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5, sin aditivos.  
Tratamiento 3: Muestra 3, Leche 100%, con aditivos.  
Tratamiento 4: Muestra 4, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5,  
con aditivos.

Cuadro 24.

Tabla de Análisis de Varianza para la prueba Hedónica.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	Relación F	
				Calculada	Teórica
Total (T)	55	100.43			
Tratamiento (Tr)	3	88.44	29.48	117.92	2.84
Panelistas (P)	13	2.3	0.18	0.72	2.00
Error (E)	39	9.69	0.25		

De acuerdo al análisis de varianza efectuado, sí existe una diferencia entre los puntajes hedónicos promedios para los cuatro tratamientos realizados de queso fresco (Véase Cuadro 23). La "F" para los tratamientos calculada (117.92, Véase Cuadro 24) es mucho mayor que la "F" de los tratamientos teórica (2.84).

La "F" de los panelistas (0.72) es menor que la "F" de los panelistas teórica (2.00, Véase Cuadro 25). Por lo tanto no se encuentra un efecto significativo de panelistas.

El análisis de varianza indicó que había diferencias significativas entre los cuatro tratamientos de queso. Para determinar cual de los tratamientos difiere significativamente uno del otro, se presenta a continuación la prueba de Duncan:

Cuadro 25

## Prueba de DUNCAN

Tratamientos	2	1	3	4
Media de tratamientos	3.81	3.76	1.38	1.17

Amplitud =

$$Q (SQR [CM(E)/t]) = Q ( 0,1336) \\ t = 14$$

## Continuación Cuadro 25

Q para 4 medias =	3.102
Q para 3 medias =	3.006
Q para 2 medias =	2.858
Amplitud para 4 medias =	0.41443
Amplitud para 3 medias =	0.40160
Amplitud para 2 medias =	0.38183

## Diferencias entre las medias

2 - 4	2.64	mayor a	0.41443
2 - 3	2.43	mayor a	0.40160
2 - 1	0.05	menor a	0.38183
1 - 4	2.59	mayor a	0.40160
1 - 3	2.38	mayor a	0.38183
3 - 4	0.21	menor a	0.38183

Las medias de las muestras 2 y 4 son significativamente diferentes, así como las medias entre las muestras 2 y 3. Las medias entre las muestras 1 y 4, 1 y 3 son significativamente diferentes. No hay diferencia significativa entre las muestras 3 y 4. Tampoco no hay diferencia significativa entre las muestras 2 y 1.

Se observó que la muestra 2 y la muestra 1 fueron significativamente más aceptada que las otras muestras (3 y 4) y fueron aceptadas similarmente. La muestra 3 y la muestra 4 fueron igualmente aceptadas (Véase Cuadro 25).

Los comentarios que se encontraron en las boletas de los panelistas son: que las muestras con aditivos tienen un sabor dulce, no natural al queso.

Prueba Hedónica 2.

Prueba hedónica realizada para determinar el grado de aceptabilidad de los diferentes lotes de queso preparados, desde la muestra 1 hasta la muestra 4 en triplicado. Días de fabricación de las muestras: 11.

Cuadro 26.

Tabulación de datos de Escala Hedónica en Quesos.

Panelistas	Lotes de Quesos (Tratamientos)				Total de Panel.	Media de Panel.
	1	2	3	4		
1	1.00	2.00	1.00	1.00	3.00	0.75
2	4.00	3.33	1.67	1.33	7.33	1.83
3	3.00	4.00	2.67	2.33	7.00	1.75
4	3.33	4.33	1.67	2.00	7.66	1.92
5	4.00	3.33	1.67	1.33	7.33	1.83
6	3.00	4.00	0.67	1.00	7.00	1.75
7	4.00	4.00	1.33	1.33	8.00	2.00
8	3.67	3.67	1.67	2.00	7.34	1.84
9	3.67	4.33	1.67	1.33	8.00	2.00
10	2.00	2.33	1.67	1.67	4.33	1.08
11	1.67	2.33	2.33	1.67	4.00	1.00
12	2.67	3.00	1.00	0.67	5.67	1.42
<b>Total de Tratam.</b>	<b>36.01</b>	<b>40.65</b>	<b>19.02</b>	<b>17.66</b>	<b>76.66</b>	
<b>Suma de los Cuadrados</b>	<b>118.94</b>	<b>145.00</b>	<b>33.51</b>	<b>28.53</b>		
<b>Media de los Tratam.</b>	<b>2.57</b>	<b>2.90</b>	<b>1.36</b>	<b>1.26</b>		

Puntaje mas elevado: 5 "Me gusta mucho"

Puntaje mas bajo: 1 "Me disgusta mucho"

Los tratamientos corresponden a las siguientes muestras:

Tratamiento 1: Muestra 1, Leche 100%, sin aditivos.

Tratamiento 2: Muestra 2, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5%, sin aditivos.

Tratamiento 3: Muestra 3, Leche 100%, con aditivos.

Tratamiento 4: Muestra 4, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5%, con aditivos.

Cuadro 27.

Tabla de Análisis de Varianza para la prueba Hedónica.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Promedio Cuadrados	Relación F	
				Calculada	Teórica
Total (T)	47	58.36			
Tratamiento (Tr)	3	34.27	11.42	30.86	2.92
Panelistas (P)	11	12	1.09	2.95	2.09
Error (E)	33	12.08	0.37		

De acuerdo al análisis de varianza efectuado, sí existe una diferencia entre los puntajes hedónicos promedios para los cuatro tratamientos realizados de queso fresco (Véase Cuadro 26). La "F" para los tratamientos calculada (30.86, Véase Cuadro 27) es mayor que la "F" de los tratamientos teórica (2.92).

La "F" de los panelistas (2.95) es mayor que la "F" de los panelistas teórica (2.09, Véase Cuadro 27). Por lo tanto, se encuentra un efecto significativo de panelistas.

El análisis de varianza indicó que había diferencias significativas entre los cuatro tratamientos de queso. Para determinar cual de los tratamientos difiere significativamente uno del otro, se presenta a continuación la prueba de Duncan:

Cuadro 28.

## Prueba de DUNCAN

Tratamientos	2	1	3	4
Media de tratamientos	2.90	2.57	1.36	1.26

Amplitud =  $Q (SQR [CM(E)/t]) = Q (0,1756)$   
 $t = 12$

Q para 4 medias =	3.131
Q para 3 medias =	3.035
Q para 2 medias =	2.888

## Continuación de Cuadro 28

Amplitud para 4 medias =	0.54980
Amplitud para 3 medias =	0.53295
Amplitud para 2 medias =	0.50713

## Diferencias entre las medias

2 – 3	1.64	mayor a	0.54980
2 – 4	1.54	mayor a	0.53295
2 – 1	0.33	menor a	0.50713
1 – 3	1.31	mayor a	0.53295
1 – 4	1.21	mayor a	0.50713
3 – 4	0.1	menor a	0.50713

Las medias de las muestras 2 y 3 son significativamente diferentes, así como las medias entre las muestras 2 y 4. Las medias entre las muestras 1 y 3, 1 y 4 son significativamente diferentes. No hay diferencia significativa entre las muestras 2 y 1. Tampoco no hay diferencia significativa entre las muestras 3 y 4.

Se observó que la muestra 2 y la muestra 1 fueron significativamente más aceptada que las otras muestras (3 y 4) y fueron aceptadas similarmente. La muestra 3 y la muestra 4 fueron igualmente aceptadas (Véase Cuadro 28).

Los comentarios que se encontraron en las boletas de los panelistas son: que las muestras con aditivos tienen un sabor dulce, no natural al queso.

Puede notarse también una diferencia entre las medias de los tratamientos en las pruebas de Duncan realizadas. En el Cuadro 25 el valor de la media para la muestra 2 es de 3.81 mientras que el valor en el Cuadro 28 es de 2.90.

Consiste en una disminución del punteo del queso aunque la muestra 2 resultó ser la más aceptada en ambas pruebas hedónicas.

El valor de la media de la muestra 1 fue menor en la segunda prueba hedónica. En el Cuadro 28 el valor es de 2.57 versus 3.76 del Cuadro 25. El punteo de la muestra 1 en la prueba hedónica 2, es menor.

El promedio del punteo de la muestra 4 disminuye a 1.26 (Véase Cuadro 28) ya que en la prueba hedónica 1 fue de 1.38. Puede notarse que la muestra 4 bajó un lugar en el nivel de preferencia de los panelistas. Mientras que la muestra 3 subió un nivel en la preferencia de los panelistas (1.17 en Cuadro 25 versus 1.36 en Cuadro 28).

### Prueba Hedónica 3.

Prueba hedónica realizada para determinar el grado de aceptabilidad de los diferentes lotes de queso preparados, desde la muestra 1 hasta la muestra 4 en triplicado. Días de fabricación de las muestras: 18.

Cuadro 29.

Tabulación de datos de Escala Hedónica en Quesos.

Panelistas	Lotes de Quesos (Tratamientos)				Total de Media de Panel. Panel.	
	1	2	3	4		
1	4.00	3.67	2.67	2.67	5.34	1.34
2	2.67	4.00	3.33	3.33	6.66	1.67
3	3.00	3.00	1.67	2.00	3.67	0.92
4	3.67	2.67	1.33	1.33	2.66	0.67
5	2.00	3.00	1.67	1.67	3.34	0.84
6	3.33	4.00	1.67	1.33	3.00	0.75
7	2.00	2.30	1.00	2.00	3.00	0.75
8	1.33	2.30	2.33	2.00	4.33	1.08
9	3.00	3.00	1.33	1.33	2.66	0.67
10	4.67	3.67	2.33	2.33	4.66	1.17
11	4.00	4.00	1.67	2.00	3.67	0.92
12	3.00	4.00	1.00	1.33	2.33	0.58
13	3.00	4.00	1.33	1.00	2.33	0.58
14	3.00	3.00	1.33	1.67	3.00	0.75
15	4.30	2.30	1.00	1.00	2.00	0.50
<hr/>						
Total de Tratam.	46.97	48.91	25.66	26.99	52.65	
Suma de los Cuadrados	158.75	165.94	50.31	54.30		
Media de los Tratam.	3.13	3.26	1.71	1.80		

Puntaje mas elevado: 5 "Me gusta mucho"

Puntaje mas bajo: 1 "Me disgusta mucho"

Los tratamientos corresponden a las siguientes muestras:

Tratamiento 1: Muestra 1, Leche 100%, sin aditivos.

Tratamiento 2: Muestra 2, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5%, sin aditivos.

Tratamiento 3: Muestra 3, Leche 100%, con aditivos.

Tratamiento 4: Muestra 4, Leche 85.5%/ALAPRO 12.5%, con aditivos.

Cuadro 30.

Tabla de Análisis de Varianza para la prueba Hedónica.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio cuadrados	Relación F	
				Calculada	Teórica
Total (T)	59	61.61			
Tratamiento (Tr)	3	31.33	10.44	25.463	2.84
Panelistas (P)	14	13.22	0.94	2.293	1.92
Error (E)	42	17.06	0.41		

De acuerdo al análisis de varianza efectuado, sí existe una diferencia entre los puntajes hedónicos promedios para los cuatro tratamientos realizados de queso fresco (Véase Cuadro 29). La "F" para los tratamientos calculada (25.463, Véase Cuadro 27) es mayor que la "F" de los tratamientos teórica (2.84).

La "F" de los panelistas (2.29) es mayor que la "F" de los panelistas teórica (1.92, Véase Cuadro 30). Por lo tanto, se encuentra un efecto significativo de panelistas.

El análisis de varianza indicó que había diferencias significativas entre los cuatro tratamientos de queso. Para determinar cual de los tratamientos difiere significativamente uno del otro, se presenta a continuación la prueba de Duncan:

Cuadro 31:

Prueba de DUNCAN

Tratamientos	2	1	4	3
Media de tratamientos	3.26	3.13	1.8	1.71

## Continuación Cuadro 31

Amplitud =	Q (SQR [CM(E)/t]) = Q ( 0,1653) t = 15	
Q para 4 medias =	3.102	
Q para 3 medias =	3.006	
Q para 2 medias =	2.858	
Amplitud para 4 medias =	0.51276	
Amplitud para 3 medias =	0.49689	
Amplitud para 2 medias =	0.47243	
Diferencias entre las medias		
2 - 3	1.55 Mayor a	0.51276
2 - 4	1.46 Mayor a	0.49689
2 - 1	0.13 Menor a	0.47243
1 - 3	1.42 Mayor a	0.49689
1 - 4	1.33 Mayor a	0.47243
4 - 3	0.09 Menor a	0.47243

Las medias de las muestras 2 y 3 son significativamente diferentes, así como las medias entre las muestras 2 y 4. Las medias entre las muestras 1 y 3, 1 y 4 son significativamente diferentes. No hay diferencia significativa entre las muestras 2 y 1. Tampoco no hay diferencia significativa entre las muestras 3 y 4.

Se observó que la muestra 2 y la muestra 1 fueron significativamente más aceptada que las otras muestras (3 y 4) y fueron aceptadas similarmente. La muestra 3 y la muestra 4 fueron igualmente aceptadas (Véase Cuadro 31).

Los comentarios que se encontraron en las boletas de los panelistas son: que las muestras con aditivos tienen un sabor dulce, no natural al queso.

Puede notarse también una diferencia entre las medias de los tratamientos en las pruebas de Duncan realizadas. En el Cuadro 31 el valor de la media para la muestra 2 es de 3.26 mientras que el valor en el Cuadro 28 es de 2.90.

La diferencia consiste en un aumento del punteo del queso aunque la muestra 2 resultó ser la más aceptada en ambas pruebas hedónicas.

El valor de la media de la muestra 1 fue mayor en la tercera prueba hedónica. En el Cuadro 31 el valor es de 3.13 versus 2.57 del Cuadro 28. El punteo de la muestra 1 en

la prueba hedónica 2, es menor.

El promedio del punteo de la muestra 3 disminuye a 1.71 (Véase Cuadro 31) ya que en la prueba hedónica 2 fue de 1.36 (Véase Cuadro 28). Puede notarse que la muestra 3 nuevamente bajó un lugar en el nivel de preferencia de los panelistas. Mientras que la muestra 4 nuevamente subió un nivel en la preferencia de los panelistas (1.26 en Cuadro 28 versus 1.80 en Cuadro 31).

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### I. Parte del experimento.

1. El efecto del concentrado proteínico de leche (ALAPRO) en el proceso para elaborar queso es:
  - a. disminución del tiempo de cuajado de la leche.
  - b. La cuajada obtenida es firme, lo que facilita el corte.
  - c. La textura del quesillo después del corte es firme, no es necesario un subsiguiente procesamiento prolongado para obtener la textura final deseada.
  - d. La textura final del queso es firme.
2. Los rendimientos del queso fresco son mayores si la leche para elaborarlo está pasteurizada, en comparación con rendimientos de queso en donde la leche no está pasteurizada.
3. Los rendimientos del queso fresco preparado en este experimento son mayores cuando se utiliza el concentrado de proteína láctica en una proporción mayor al 25% de la mezcla leche/ALAPRO.
4. El costo del queso fresco depende directamente del rendimiento del queso. En este experimento el costo por libra del queso aumentó en los lotes donde se utilizó el concentrado proteínico de leche en una proporción de 25% y 50% en la mezcla leche/ALAPRO.
5. El costo de lotes de quesos en donde se utilizó leche no pasteurizada es mayor que los lotes en donde se utilizaron proporciones de leche pasteurizada y concentrado proteínico de leche.
6. En la evaluación sensorial de los lotes de queso se encontró que el lote de queso con mayor aceptación fue el lote control; que fue preparado con leche pasteurizada.
7. La principal diferencia entre los lotes de queso preparados en la primera parte de este experimento; y la razón principal de la aceptación del lote preparado con leche pasteurizada se debe al sabor del queso.
8. En la puntuación de los quesos preparados en la primera parte del experimento y comparados con el lote de queso control, el punteo fue inversamente proporcional al contenido de proteína. En la escala de 0 a 4 ( 0 inaceptable, 4 agradable).
9. Para la elaboración de quesos frescos similares a los preparados en este experimento, se recomienda:

- a. utilizar leche pasteurizada y
- b. una cantidad no mayor del 25% en la mezcla proteína leche.

## II. Parte del experimento.

“Alternativas utilizadas para extender la vida de anaquel del queso fresco”

10. El contenido de acidez del queso fresco en donde no se utilizó preservantes, es mayor a lo largo del tiempo del experimento (22 días). En los lotes de queso donde sí se utilizaron, la acidez permanece constante.
11. El incremento de acidez se debe a la actividad microbiológica de los microorganismos ácido - productores desarrollados dentro del queso, teniendo como materia prima a la lactosa.
12. La pérdida del suero de los lotes de queso fresco preparados en este experimento es menor en donde se utiliza el concentrado proteínico de leche (ALAPRO) en la mezcla inicial leche/proteína combinados con glicerol.
13. La pérdida de suero de los lotes de queso fresco no se reduce si únicamente se utiliza glicerol como agente secuestrante de agua.
14. El contenido de microorganismos ácido - productores dentro del queso determina la acidez del mismo, en los lotes donde no se utilizó preservantes.
15. Es necesario profundizar en el estudio del efecto del glicerol, agente utilizado como secuestrante del agua, dentro del queso. Principalmente debido a que el contenido de la acidez dentro del queso permaneció constante en los lotes de queso donde se utilizó y donde hubo un gran desarrollo de microorganismos.
16. A lo largo de las pruebas de aceptabilidad, la muestra preparada con 87.5% de leche, 12.5% de ALAPRO sin preservantes, fue la más aceptada por los panelistas.
  - a. La muestra con 100% de leche y sin preservantes fue la siguiente en aceptación.
  - b. Las muestras con 87.5% leche y 12.5% ALAPRO y la muestra 100% leche ambas con preservantes fueron igualmente aceptadas.
17. El glicerol impartió un sabor dulce al queso fresco preparado en este experimento, el comentario general de los panelistas fue que las muestras con preservantes tenían un sabor dulce.
18. En el futuro, podría utilizarse otro secuestrante de agua que no impartiera un

- sabor dulce al queso fresco, utilizado en la misma concentración.
19. Se recomienda utilizar concentraciones menores de glicerol en los lotes de queso fresco. La concentración dependerá de evaluaciones sensoriales y que su función dentro del queso no se vea afectada.
  20. La única diferencia entre las muestras con 87.2% leche pasteurizada y 12.5% ALAPRO consistió en los aditivos.
  21. Se recomienda para un futuro experimento, adicionar ácido láctico o cítrico al lote que tiene los aditivos, para obtener una misma acidez final y comparar sensorialmente.

## VII BIBLIOGRAFÍA

1. Abdalla, O.M., P.M. Davidson, and G.L. Christen. 1993. *Survival of selected pathogenic bacteria in white pickled cheese made with lactic acid bacteria or antimicrobials*. Journal of Food Protection, Vol. 56 No.:11: 927-976
2. A. López-Malo, *et al.* 1994. *Shelf-stable high moisture papaya minimally processed by combined methods*. Food Research International, Vol 27. 545-553.
3. AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis of the AOAC, 14 th edition*. Association of official Analytical Chemists, Arlington, VA.
4. Diaz-Cinco, M.E. , O. Fraijo, P. Grajeda, J. Lozano-Taylor, and E. Gonzalez de Mejia. 1992. *Microbial and chemical analysis of chihuahua cheese and relationship to histamine and tyramine*. Journal of Food Science, Vol. 57, No.:2 : 355-356 and 365.
5. Eck, André, Editor. 1986. *CHEESEMAKING: Science and Technology*. The English translation of the second edition of *Le Fromage*, published by Technique et documentation-Lavoisier. Technique et Documentation S.A. Paris.
6. Herschdoerfer, M.S. Editor. 1984. *Quality Control in the Food Industry*, 2nd Edition, Volume 1. Academic Press. United States.
7. Kosikowski, F. 1982. *Cheese and fermented milk foods*. 2nd Edition, F.V. Kosikowski and Associates. New York.
8. Mexico. *Use of UF milk protein concentrates in recombined mexican fresh cheeses*. Paper presented by Angeles Rodriguez, New Zealand Milk Products. November 6th 1992. Mexico City: 1992. 15 pages.
9. Potter, N. 1978. *La ciencia de los alimentos*. Edutex, S.A. Mexico.
10. Revilla, A. 1985. *Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis* . 2da Edición, 1ra reimpresión, Servicio Editorial IICA. San José, Costa Rica.