

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



“EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE LAS PROTEÍNAS SÉRICAS EN EL  
PROCESO DE QUESO FRESCO”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR  
BACH. CARLA CAROLINA SULCA FERNÁNDEZ

AYACUCHO – PERÚ

2019

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico especialmente a mis padres Ramón y Reyna, por ayudarme, incentivarme en todo momento.*

*A mi hermano Jhon, para que él también continúe su vida profesional. Te quiero mucho hermano.*

*A mis tíos, abuela, primos que siempre me animaron a no rendirme y seguir adelante*

*A todos aquellos verdaderos amigos que estuvieron en los momentos más difíciles apoyándome.*

*¡Gracias a todos!*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y enseñarme en cada paso de mi vida el valor de la familia y verdadera amistad.

A mi alma mater la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia y especialmente a mi querida Escuela Profesional de Industrias Alimentarias que me albergó durante mis años universitarios.

A todos mis profesores que coadyuvaron en mi formación profesional y personal, especialmente al Ingeniero Julio Fernando Pérez Sáez, asesor de la presente tesis, por su apoyo en todo momento. A los ingenieros Alberto Huamaní y Antonio Matos por sus palabras y consejos, así mismo a los técnicos y personal administrativo por su servicial ayuda.

A toda mi familia, en especial a mis padres y hermano porque siempre creyeron en mi capacidad y me apoyaron en todo momento incentivándome a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mis amigos, Nathalie, Jenine, especialmente a Carlitos, por su cariño, apoyo, comprensión y aliento para continuar en el camino profesional y de la vida, agradezco a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a que este sueño sea posible.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. MARCO TEÓRICO	5
2.1. LECHE	5
2.1.1. Características fisicoquímicas de la leche	6
2.1.2. Composición de la leche	8
2.2. QUESO FRESCO	9
2.2.1. Características físicas del queso fresco	10
2.2.2. Composición del queso fresco	11
2.2.3. Factores que afectan las propiedades del queso fresco	13
2.2.4. Clasificación del queso fresco	15
2.2.5. Tecnología de queso fresco	16
2.2.6. Rendimiento del queso fresco	21
2.2.7. Evaluación de textura en queso fresco	25
2.3. LACTOSUERO O SUERO DE QUESO	27
2.3.1. Tipos de suero	28
2.3.2. Composición del suero	29
2.3.3. Proteínas del lactosuero	33
2.3.4. Proceso de obtención de las seroproteínas	38
2.4. ANÁLISIS SENSORIAL	40
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	42

3.2. MATERIA PRIMA	42
3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	43
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS	45
3.4.1. Análisis fisicoquímico del queso fresco	45
3.4.2. Determinación de propiedades organolépticas	46
3.4.3. Determinación de rendimiento	46
3.4.4. Determinación de estabilidad en almacenaje	46
3.4.5. Queso fresco con incorporación de seroproteínas	46
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	51
3.5.1. Factores en estudio del queso con seroproteínas	51
3.5.2. Evaluación sensorial del queso fresco	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	55
4.1. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	55
4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL	66
4.3. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO	73
4.4. DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD	76
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	90

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 2.1 Características fisicoquímicas de la leche	6
Tabla 2.2 Características fisicoquímicas de la leche	7
Tabla 2.3 Composición de la leche	8
Tabla 2.4 Distribución de las proteínas de la leche	9
Tabla 2.5 Composición química del queso fresco	11
Tabla 2.6 Composición química de queso fresco y valor nutrimental	12
Tabla 2.7 Composición química de dos tipos de queso fresco	12
Tabla 2.8 Clasificación de los quesos de acuerdo a su contenido de humedad	15
Tabla 2.9 Rendimiento en dos tipos de queso	25
Tabla 2.10 Componentes del lactosuero	30
Tabla 2.11 Composición de lactosuero dulce y ácido	31
Tabla 2.12 Composición de los sueros de queso dulce y ácido	32
Tabla 2.13 Composición de aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína)	34
Tabla 2.14 Composición de aminoácidos de las proteínas del suero lácteo	35
Tabla 3.1 Elaboración de queso fresco con seroproteínas	46
Tabla 3.2 Factores de estudio del proceso	52
Tabla 3.3 Determinación de tratamientos de estudio	54
Tabla 4.1 Valores de pH en queso fresco	56
Tabla 4.2 Contenido de humedad en queso fresco	58
Tabla 4.3 Contenido de proteína en queso fresco	59
Tabla 4.4 Contenido de grasa en queso fresco	63

Tabla 4.5 Valores de textura en queso fresco	64
Tabla 4.6 Valores de color en queso fresco	68
Tabla 4.7 Valores de olor en queso fresco	69
Tabla 4.8 Valores de sabor en queso fresco	70
Tabla 4.9 Valores de textura en queso fresco	71
Tabla 4.10 Valores de aspecto general en queso fresco	73
Tabla 4.11 Valores de rendimiento de queso fresco en gramos	73
Tabla 4.12 Valores de rendimiento de queso fresco en porcentaje	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1 Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de queso fresco y precipitación de las proteínas del suero	19
Figura 3.1 Diagrama de flujo para la elaboración de queso con incorporación de proteínas séricas	48
Figura 3.2 Diagrama de flujo cualitativo de la obtención de seroproteínas	49
Figura 4.1 Variación de pH en queso fresco	55
Figura 4.2 Variación de humedad en queso fresco	57
Figura 4.3 Variación de la cantidad de proteína en que queso fresco	61
Figura 4.4 Variación de grasa en queso fresco	62
Figura 4.5 Variación de textura en queso fresco	64
Figura 4.6 Aceptabilidad media del color del queso fresco	67
Figura 4.7 Aceptabilidad media del olor del queso fresco	68
Figura 4.8 Aceptabilidad media del sabor del queso fresco	70
Figura 4.9 Aceptabilidad media de la textura del queso fresco	71
Figura 4.10 Aceptabilidad media del aspecto general del queso fresco	72



## I. RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de la incorporación de proteínas séricas en la elaboración del queso fresco. Se analizaron características fisicoquímicas, prueba organoléptica, rendimiento y estabilidad en almacenaje (sinéresis). Los análisis se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Las seroproteínas recuperadas se incorporaron en el proceso de elaboración del queso previo a la pasteurización, se evaluaron dos niveles de incorporación de las seroproteínas, 50 % (5,43 g/L) y 100 % (10,85 g/L), y un control (0 g/L). No hallándose diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las pruebas organolépticas (color, olor, sabor, textura y aspecto general), ni en las características fisicoquímicas (humedad, pH y textura), pero sí se determinó diferencia significativa a un nivel de significancia de ( $p < 0,05$ ) en el contenido de proteína: tratamiento 1(0 g/L); 20,43 %, tratamiento 2(5,43 g/L); 26,55 % y tratamiento 3(10,85 g/L); 27,28 %, en el rendimiento: tratamiento 1(0 g/L); 12,61 %, tratamiento 2(5,43 g/L); 13,49 % y tratamiento 3(10,85 g/L); 14,43 %, en el contenido de grasa: tratamiento 1(0 g/L); 25,66 %, tratamiento 2(5,43 g/L); 20,77 % y tratamiento 3(10,85 g/L); 20,18 %, con los resultados obtenidos se concluye que el queso con incorporación del 100 % de seroproteínas (tratamiento 3 (10,85 g/L)) es el mejor por presentar buena estabilidad en almacenaje, asimismo eleva el contenido de proteína y bajo en grasa.

## II. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la evaluación de una alternativa para aumentar la calidad proteica del queso fresco, utilizando las proteínas del suero lácteo e incorporándolo durante su elaboración y evaluando su efecto en las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, estabilidad en almacenaje y rendimiento. La leche presenta dos grupos de proteínas, el grupo caseína y las seroproteínas, la industria solo procesa el grupo caseína, conocido como “queso”; sin embargo, y a pesar que las seroproteínas son de mejor calidad y poseen propiedades beneficiosas para la salud humana son menospreciadas destinándolas para otros fines que no es la alimentación humana, por ese motivo, vemos la necesidad de revalorar su industrialización e incentivar su consumo, de esta manera asegurar el consumo de la totalidad de las proteínas de la leche en un alimento accesible para todos, y como consecuencia la mitigación de la contaminación ambiental que se suscita por el suero lácteo.

Anteriormente en las industrias lácteas artesanales, el suero era considerado como un producto de desecho de poco valor nutritivo, por ello se destinaba para la

alimentación animal o era desechado a los ríos y/o suelos, ocasionando un grave problema de contaminación. Sin embargo, actualmente, a través de las investigaciones se conoció su alto valor nutricional y su potencial tecnológico (Inda, 2000).

Walstra *et al.* (2001) menciona que el lactosuero es potencialmente nutritivo por su calidad de macro y micronutrientes, constituye entre el 80 y 90% de la leche fluida, por lo que se tiene una gran cantidad de subproducto disponible.

Actualmente se desarrollan diferentes métodos para su aprovechamiento como materia prima para elaborar productos como: requesón, bebidas refrescantes saborizadas, productos análogos a la leche, lactosuero en polvo, entre otros.

Por este hecho se plantea una alternativa para aprovechar el total de las proteínas de la leche, no solo la fracción caseínica que normalmente se utiliza en la elaboración del queso fresco, sino también las seroproteínas, por su gran valor nutritivo en cuanto a su composición en aminoácidos, y por sus propiedades tecnológicas. Para este fin se plantearon los siguientes objetivos.

### **Objetivo General**

- Evaluar el efecto de incorporación de las seroproteínas en la elaboración del proceso del queso fresco.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas en el queso fresco con incorporación de proteínas séricas.
- Evaluar las propiedades sensoriales del queso fresco con la incorporación de proteínas séricas.
- Aumentar el rendimiento del queso fresco con la incorporación de las proteínas séricas
- Evaluar la estabilidad del queso fresco con la incorporación de proteínas séricas, durante el almacenaje.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. LECHE**

Según la NTP 202.001 (2010) la leche cruda, es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante uno o más ordeños y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno, la designación “leche” sin especificaciones de la especie productora corresponde exclusivamente a la leche de vaca.

Badui (1994) y Belitz & Grosh (1988) mencionan que la leche es el líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, como alimento exclusivo del recién nacido cuya finalidad básica es alimentarlo durante un determinado tiempo ya que contiene todos los nutrientes necesarios para su desarrollo, su importancia se basa en su alto valor nutritivo, ya que sus componentes se encuentran en la forma y en las proporciones adecuadas, de tal manera que cada una de las leches representa el alimento más balanceado y propio para sus correspondientes crías; Cheftel & Cheftel (1976), Mahaut (2003), Coultate (1998) y Belitz & Grosh (1988), coinciden en mencionar que la leche es

un medio multifásico, una disolución acuosa continua de proteínas, lactosa, minerales y ciertas vitaminas, que lleva emulsionados glóbulos grasos y coloidalmente dispersas micelas de caseína, formadas por proteína, fosfato, citrato y calcio. El pH de la leche es de 6,5 – 6,75. Si se precipita la caseína, reduciendo el pH 4,6 (a 20 °C), el residuo que se obtiene es el denominado lactosuero.

### 2.1.1. Características fisicoquímicas de la leche

Walstra *et al.* (2001) mencionan que las propiedades fisicoquímicas de la leche son muy variables y dependen principalmente del contenido de grasa y proteínas, tamaño de las partículas, temperatura, sales y lactosa disueltas, niveles de microorganismos, agitación y homogenización, incorporación de oxígeno en el momento del ordeño, presión atmosférica, etc. En la Tabla 2.1 se muestran las características fisicoquímicas de la leche.

**Tabla 2.1**  
**Características fisicoquímicas de la leche**

REQUISITO	VALOR
Materia grasa (g/100 g)	Mínimo 3,2
Sólidos no grasos (g/100 g)	Mínimo 8,2
Sólidos totales (g/100 g)	Mínimo 11,4
Densidad a 15 °C (g/mL)	1,0296 – 1,0340
Acidez expresada en g. de ácido láctico (g/100 g)	0,13-0,17

Fuente: NTP 202.001 (2010) (Anexo 13)

Badui (2006) reporta que el pH es de 6,5 a 6,75. Cualquier cambio en este valor indica una alteración del producto, por ejemplo: los pH menores se deben a una acidificación microbiana y los mayores a una posible infección de la vaca, como la mastitis.

**Tabla 2.2**  
**Características fisicoquímicas de la leche**

	<b>PARÁMETRO</b>	<b>RANGO</b>	<b>UNIDAD</b>
1	Densidad (15 °C)	1,028 – 1,034	g/mL
2	Extracto seco total	12,1 – 14,0	% o (g/100 g)
3	Tensión superficial (15 °C)	47 – 53	Dinas/cm
4	Viscosidad (20 °C)	2,1 – 2,2	Cp <sup>3</sup>
5	Calor específico (15 °C)	0,94	Kcal/kg°C
6	Punto de congelación	-0,530 a -0,575	°C
7	Punto de ebullición (1 atm)	100,15 a 100,17	°C
8	Conductividad eléctrica (25 °C)	40x10 <sup>-4</sup> y 50x10 <sup>-5</sup>	Ohm/cm
9	pH	6,6 – 6,8	
10	Acidez	15 – 18	Dornic
11	Potencial de óxido-reducción	+0,2 a +0,3	mV
12	Color, turbidez	Blanco opalesc.	
13	Índice de refracción (20 °C)	1,34209	

Fuente: Walstra *et al.* (2001)

Belitz & Grosh (1988) mencionan que la densidad específica de la leche disminuye al aumentar el contenido de grasa y aumenta al hacerlo el contenido de proteína, lactosa y sales. Para la leche de vaca es de 1,029 - 1,034 (15 °C). La

leche magra tiene una densidad específica mayor que la leche completa, en la Tabla 2.2; se mencionan las características de la leche.

### 2.1.2. Composición de la leche

En la Tabla 2.3 se presentan los promedios de composición de la leche en gramos por kilo reportados por diferentes autores.

**Tabla 2.3**  
**Composición de la leche**

Componentes	PROMEDIOS GENERALES (g/kg)			
	Jerrige, 1980	Alais, 1985	Taverna y Coulon, 2000	Taverna, 2001
Agua	8,71	8,72	8,80	8,81
Sólidos totales	12,90	12,73	11,85	11,95
Lactosa	4,80	4,75	4,57	4,61
Grasa	4,00	3,81	3,48	3,51
Proteína	3,35	3,30	3,17	3,17
Cenizas	0,75	0,87	0,63	0,66

Fuente: Taverna (2001)

Mahaut *et al.* (2003), Belitz & Grosh (1988) y Taverna (2001) mencionan que numerosos factores pueden intervenir en la variación de la composición y características de la leche: de un animal a otro, la especie, la raza, el periodo de lactación, la estación del año, el estado sanitario, la alimentación, línea genealógica, etc., en todos los casos el agua es el mayor componente con 87,6%, 3,8% de grasa y 8,6% de sólidos no grasos.



Alais (1984) menciona que la concentración de proteína en la leche varía de 3,0 a 4,0% (30-40 gramos por litro), el porcentaje de proteína varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche; cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína. Las proteínas de la leche están formadas por 78% de caseína, 17% de proteínas del suero y 5% de sustancias nitrogenadas no proteicas. En la Tabla 2.4 se detalla la distribución de las proteínas de la leche.

**Tabla 2.4**  
**Distribución de las proteínas de la leche**

	<b>Total de proteínas (%)</b>	<b>Punto isoelectrico</b>
Caseína	80	4,6
<b>Proteínas del suero</b>	20	--
$\beta$ -lactoglobulina	9	5,3
$\alpha$ -lactalbúmina	4	5,1

Fuente: Badui (1994)

La grasa constituye desde el 3,5 - 5,2% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación (Alais, 1984). Presenta un elevado contenido en ácidos grasos de cadena corta ya que son los que se utilizan para la elaboración de mantequilla y es muy cotizada (Badui, 1994).

## **2.2. QUESO FRESCO**

Según la NTP 202-195 (2004) el queso fresco (tradicional) es el queso blando, no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente

granular, sin cultivo láctico, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche pasteurizada, entera, descremada o parcialmente descremada, o una mezcla de algunos de estos productos y que cumple con los requisitos especificados en el presente.

Badui (1994) y Cheftel & Cheftel (1976) mencionan que, el queso es el producto que resulta de la precipitación de las caseínas, que deja como residuo el lactosuero, para esto se utilizan dos métodos: mediante la renina o cuajo, o bien, por la acidificación hasta llegar al punto isoelectrico de la fracción caseínica, (pH 4,6); la rapidez de la formación de la cuajada depende, entre otras causas, de la proporción de cuajo, temperatura.

### **2.2.1. Características físicas del queso fresco**

NTP 202-195 (2004) menciona que el queso fresco debe tener las siguientes características:

- Deberán elaborarse exclusivamente con leche pasteurizada y bajo estrictas condiciones higiénico-sanitarias,
- La apariencia, textura, color, olor y el sabor de los quesos frescos deberán ser característicos para el tipo de queso que corresponda y deberán estar libres de sustancias y caracteres sensoriales extraños,
- Los quesos frescos, no deben presentar corteza,
- La pasta deberá presentar una textura suave, deberá ser fácil de cortar y podrá presentar pequeñas grietas características (ojos mecánicos),

- La grasa y proteínas lácteas de los quesos frescos no podrán ser sustituidos por elementos,
- Temperatura de conservación, el queso fresco deberá conservarse en refrigeración entre 2 °C a 8 °C hasta su consumo,
- Los envases a utilizarse serán de materiales adecuados para la conservación y manipulación del producto. No deberán transmitirle sabores, colores ni olores extraños,
- Los quesos frescos podrán ser de dimensiones y formas variadas.

### 2.2.2. Composición del queso fresco

Según la NTP 202-195 (2004) los porcentajes de grasa y humedad del queso fresco deben ser los que se mencionan en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5**  
**Composición química del queso fresco**

Componentes	Queso fresco
Materia grasa en el extracto seco (% m/m)	≥40
Humedad (% m/m)	≥46

Fuente: NTP:202-195 (2004) (Anexo 12)

La adición de proteína de suero en un queso fresco afecta su composición química, produce un incremento en la relación proteína/agua, e induce cambios en su estructura por interacciones entre los grupos seroproteína-caseína y seroproteína-agua. Al parecer, las seroproteínas interfieren en el enlazamiento de las cadenas de caseína, probablemente debido a la formación de enlaces disulfuro

entre las moléculas de  $\beta$ -lactoglobulina y la  $\kappa$ -caseína, y forman enlaces de hidrógeno con el agua presente en la matriz del queso (Lobato-Calleros *et al.*, 2007). En la Tabla 2.6 se puede apreciar más valores de composición de queso fresco.

**Tabla 2.6**  
**Composición química de queso fresco y valor nutrimental**

	<b>Queso fresco</b>
Humedad (%)	46 – 57
Grasa (%)	18 – 29
Proteína (%)	17 – 21
Sal	1,0 – 3,0
pH	6,1
Valor nutrimental (kcal/100 g)	255 $\pm$ 37

Fuente: Van Hekken & Farkye, 2003

Arce *et al.* (2016) reportan haber obtenido diferencias en la composición química entre los quesos con adición de 150 g de proteína bs/20 kg de leche y el queso sin adición de proteínas, y los resultados se muestran en la Tabla 2.7.

**Tabla 2.7**  
**Composición química de dos tipos de queso fresco**

<b>Componente</b>	<b>Sin adición</b>	<b>Con adición</b>
Humedad (g/100 g leche)	66,6 $\pm$ 0,9 a	68,1 $\pm$ 1,7 a
Grasa (g/100 g leche)	15,5 $\pm$ 1,0 a	13,3 $\pm$ 0,7 b
Proteína (g/100 g leche)	14,0 $\pm$ 2,0 a	13,0 $\pm$ 1,0 a
Triptófano (g/100 g leche)	185 $\pm$ 2,0 a	181 $\pm$ 9,0 a

Fuente: (Arce *et al.*, 2016), Promedio  $\pm$  intervalo de confianza (0,05). Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

### **2.2.3. Factores que afectan las propiedades del queso fresco**

#### **a) Cambios bioquímicos y propiedades fisicoquímicas**

En términos generales, se menciona que existen dos fenómenos opuestos que controlan la firmeza del queso. El primero consiste en la acción de las diferentes enzimas proteolíticas sobre la matriz proteica, principalmente sobre la  $\alpha$ 1-caseína, que da como resultado una disminución de la firmeza y en consecuencia, modificaciones en algunas propiedades como el color, la elasticidad y textura del queso (Lucey *et al.*, 2003). En segundo es el efecto de pérdida de humedad, que al provocar una disminución de la hidratación de las proteínas conduce a una mayor interacción de las mismas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica (Adda *et al.*, 1982; Walstra, 1990).

Otro de los cambios bioquímicos que ocurren en el queso es la lipólisis. En la estructura del queso, la grasa se encuentra distribuida como material de relleno en la matriz proteica, por lo tanto, si se incrementa su contenido en la formulación, el queso presentará menor firmeza y mayor elasticidad, mientras que cuando su contenido se reduce (ya sea por acción lipolítica o intencional para fines de obtener un producto con bajo contenido en grasa) se obtendrán quesos más duros y rígidos (Theophilou y Wilbey, 2007; Brighenti *et al.*, 2008).

El pH es uno de los parámetros que afecta sobre todo las propiedades texturales del queso, debido al efecto sobre la red de proteínas. Un pH cercano al punto isoeléctrico provoca fuerzas iónicas e hidrófobas, que resultan en una red de caseína compacta típica de los quesos duros, mientras que en el caso de un pH

más alto las caseínas presentan una carga negativa, lo que genera repulsión entre los agregados proteicos, generándose un queso con mayor humedad, más elástico y menos compacto (Lu *et al.*, 2008).

En los quesos frescos, la elevada humedad y el bajo pH, son condiciones que afectan notoriamente la textura y sabor durante la conservación, de forma que una excesiva proteólisis podría ocasionar defectos como una textura excesivamente blanda y un sabor amargo (Fox y McSweeney, 1996).

La sal además de tener un papel en el sabor y conservación del queso, en altas concentraciones disminuye la actividad enzimática proteolítica, aumentando la salida de agua presente en la red proteica de la cuajada (sinéresis) ocasionando con ello, menor humedad y por lo tanto mayor dureza en el queso (Pinho *et al.*, 2004).

Pinho *et al.* (2004) mencionan que la acidez, en el queso es otro factor que no sólo tiene incidencia sobre el sabor, sino también directamente en los cambios que experimenta la red de proteína (cuajada) del queso, teniendo ésta una correlación directa en los fenómenos de sinéresis (es decir; a mayor acidez, mayor sinéresis) y textura final. Además de la acidez, la sinéresis está afectada también por circunstancias propias del proceso de elaboración y por la presencia de calcio libre, el cual provoca la unión de la caseína en la red proteica de la cuajada (Walstra *et al.*, 2006).

## b) Tratamiento térmico

Aunque no existe un mecanismo claro, se ha observado que la pasteurización de la leche produce una desnaturalización ligera de las proteínas séricas ( $\alpha$ S1y  $\beta$ -caseínas), así como modificaciones leves en la capacidad de coagulación de la leche (Grappin y Beuvier, 1997). Provoca también la disminución significativa de péptidos de cadena corta y aminoácidos libres, compuestos precursores de aromas y sabores en el queso (Tunick y Van Hekken,2010). Origina quesos con alto contenido de humedad con respecto a los elaborados con leche cruda (Ortigosa *et al.*,2001).

### 2.2.4. Clasificación del queso fresco

La clasificación de los quesos es muy variada y depende mucho del tipo de materia prima utilizada, la tecnología, el tiempo de maduración, la cantidad de grasa, entre otros, una de las clasificaciones más comunes son las que se encuentra en la Tabla 2.8.

**Tabla 2.8**  
**Clasificación de los quesos de acuerdo a su contenido de humedad**

<b>Tipo</b>	<b>Humedad</b> (%)	<b>Grasa</b> (%)	<b>Textura</b>	<b>Conservación</b>
Suave	45 – 75	Hasta 40	Suave, fácil de untar	Unos días
Semiduro	35 – 45	Hasta 35	Firme a desmenuzable, puede cortarse en rodajas	Unos meses
Duro	30 - 40	Hasta 30	Muy firme, denso, algunas veces grumoso	Un año o más

Fuente: UNIFEM (1998)

Ramírez & Vélez (2012) afirman que el queso es producido en todo el mundo con una gran diversidad de sabores, aromas, texturas y formas, habiéndose recopilado en diversos catálogos y trabajos más de 2000 variedades y tipos. Existen diversos criterios de clasificación con base en las condiciones de proceso o las características fisicoquímicas del tipo de queso:

- **Por contenido de humedad**, se clasifican en quesos duros (20-42%), semiduros (44-55%) y blandos o suaves (aprox. 55%).
- **De acuerdo al tipo de coagulación de la caseína**, se clasifican en quesos de coagulación enzimática, quesos de coagulación ácida y quesos de coagulación ácida/térmica.
- **De acuerdo a su estado de maduración**: frescos (6 días), semi-madurados (40 días) y madurados (>70 días).

#### **2.2.5. Tecnología de queso fresco**

La preparación de la leche para la elaboración del queso, consiste en algunos casos, en la eliminación parcial o total de la crema, en la aplicación de algún tratamiento térmico que permita la eliminación de las bacterias patógenas presentes en la misma y en la incorporación de algunos aditivos tales como el cloruro de calcio y los cultivos lácticos. Meyer (2006) menciona que el tratamiento térmico que se realiza se conoce como pasteurización y consiste en calentar la leche a una temperatura de 65 °C por 30 minutos y luego enfriar hasta



36 °C. El proceso de pasteurización debe realizarse en equipo aprobado y que esté en perfectas condiciones de funcionamiento, debidamente lavado y esterilizado (Farkye, 2004).

Se inicia con el análisis de la leche, luego pasteurizándose a 65 °C por 30 minutos, se baja la temperatura a 40 °C donde se adiciona el cloruro de calcio (ClCa) en forma de solución (diluir el ClCa con 5 mL de leche aprox.), se sigue bajando la temperatura hasta 37 °C para agregar el cuajo en forma de solución (el cuajo en polvo es diluido en 5 mL de leche aprox.), dejando reposar de 30 a 40 minutos, (con la ayuda de un cuchillo se trata de separar la cuajada de las paredes de la tina, si ésta se separa limpiamente, es momento de cortar), el primer corte se realiza con una dimensión 1,5 cm de distancia, el proceso es lento y se deja reposar por 10 minutos para que se produzca la sinéresis natural, se agita de manera lenta y suave de 10 a 15 minutos y luego se procede al desuerado hasta un cuarenta por ciento de la leche inicial, se agrega agua hervida a 65 – 70 °C, (hasta que la cuajada alcance la temperatura de 37 °C), se agita vigorosamente y después se realiza el segundo desuerado, eliminando el suero hasta el nivel de la cuajada, el salado se realiza en forma de salmuera (diluyendo la sal en agua caliente a 65 – 70 °C, agregándolo después a la cuajada previo filtrado para eliminar las impurezas presentes en la sal), finalmente se realiza el moldeado, prensado y almacenado.

En paralelo, se realiza la obtención de las seroproteínas, se modificará el pH del suero obtenido como resultado del primer corte y batido, bajándolo hasta 5,2 para

luego ser llevado a tratamiento térmico hasta ebullición por 30 minutos, dejándolo reposar hasta enfriamiento y después proceder con el filtrado, de esta manera se separan las proteínas séricas del suero resultante, finalmente se conserva en refrigeración hasta su uso. El procedimiento anteriormente descrito se muestra en la Figura 2.1.

#### **a) Recepción de leche**

La leche a ser utilizada para la elaboración de los productos lácteos debe pasar por diferentes pruebas básicas como: la acidez debe estar entre 14 – 17 °D y densidad entre 1,0296 – 1,0340 g/mL, entre otros para determinar la calidad y su disponibilidad, (Anexo 11).

#### **b) Pasteurización de la leche**

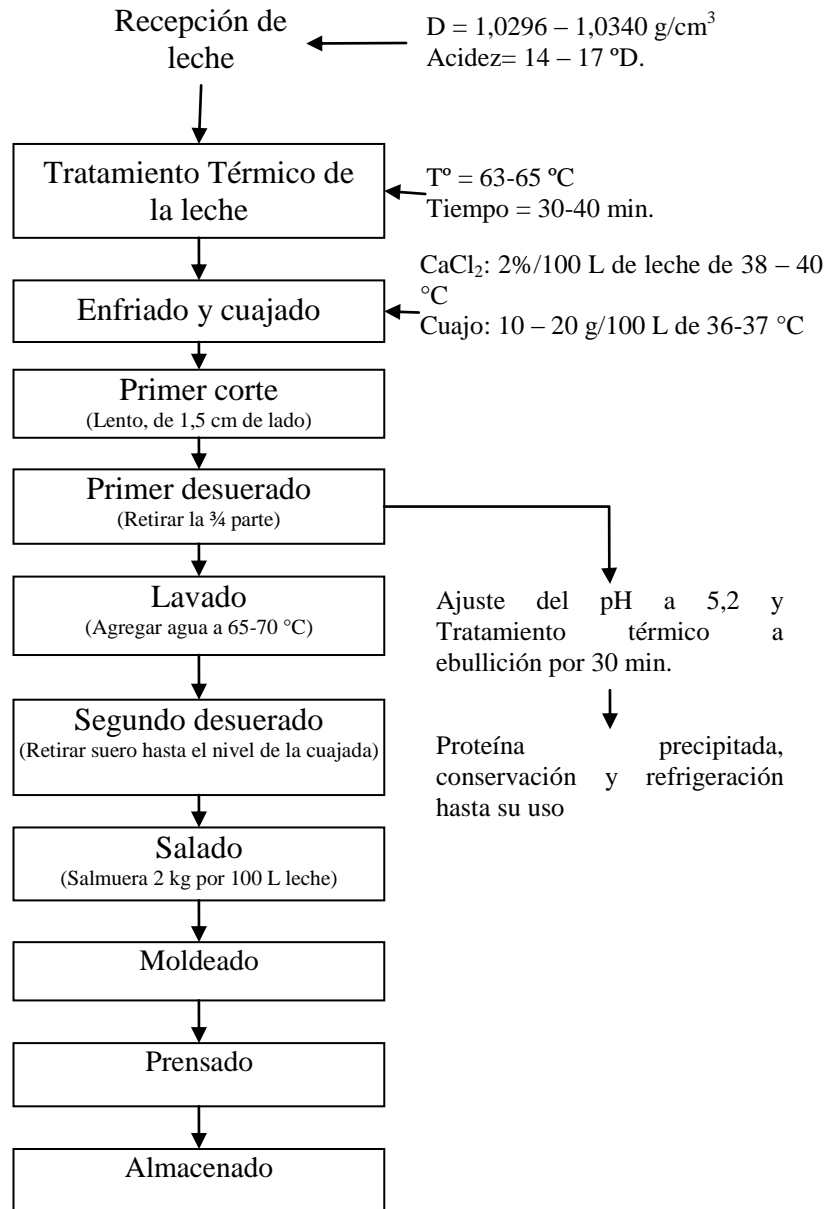
En esta etapa se destruyen los gérmenes patógenos que perjudicarían en la producción del queso, para ello, la leche es sometida a 65 °C por 30 minutos (pasteurización lenta).

#### **c) Atemperado**

La leche es enfriada hasta 40-38 °C antes de adicionar el cloruro de calcio en una cantidad de 20 g por cada 100 litros de leche.

#### **d) Adición de cuajo**

Se adiciona 1,8 g por cada 100 litros de leche, o dependiendo de la marca del cuajo a una temperatura de 36 - 37 °C.



**Figura 2.1** Diagrama de flujo cualitativo para la elaboración de queso fresco y precipitación de las proteínas del suero

### e) Coagulación

Se realiza a 37 °C en reposo por un tiempo de 30 a 40 minutos el cual dependerá de la fuerza de cuajo y otros factores.

**f) Corte de cuajada**

La cuajada es cortada con liras (vertical y horizontal) a modo de obtener trozos de cuajada uniformes, se deja en reposo por 10 minutos para que se produzca la sinéresis natural.

**g) Primera agitación**

Debe ser lento y suave levantando la cuajada haciendo uso para ello de palas por un tiempo de 10 – 15 minutos.

**h) Primer desuerado y lavado**

Se retira parte del suero obtenido como resultado del primer corte y agitación, en un promedio de 30 – 40 % de la leche inicial. Se le agrega agua caliente (65 – 70 °C) hasta elevar la temperatura a 37 °C. El suero separado se utiliza para la **obtención de las seroproteínas:** Se modifica el pH del lactosuero extraído bajándolo hasta 5,2, se somete a ebullición por 30 minutos, después se deja reposar hasta que enfríe y finalmente es filtrado y guardado hasta su utilización.

**i) Segunda agitación y desuerado**

Se reanuda el agitado por un tiempo de 15 – 20 minutos, siendo más enérgico y prolongado, se retira el suero hasta llegar al nivel de los trozos de la cuajada.

**j) Salado**

Se agrega 2 kilos de sal por cada 100 kg de leche, en forma de salmuera a 65 – 70 °C, se agita y se deja reposar el tiempo necesario.

### **k) Moldeado**

Se realiza poniendo los granos de cuajado con el suero en los moldes con la ayuda de una jarra o recipiente.

### **l) Prensado**

Es una acción progresiva, durante 24 horas en total. Se presan durante 60 minutos y se efectúa un volteo para facilitar la salida del suero retenido en el queso y se deja hasta cumplir las 24 horas.

### **m) Empacado**

Puede realizarse con diferentes materiales adecuados para proteger de los fenómenos externos perjudiciales (malos olores, microorganismos, etc.), sin embargo, si se cuenta con un ambiente adecuado se puede almacenar sin empaque alguno.

### **n) Almacenado**

Según la NTP 202.195 (2004) el almacenamiento del queso fresco debe realizarse entre 2 – 8 °C

## **2.2.6. Rendimiento del queso fresco**

En forma general se puede decir que el rendimiento varía según el tipo de queso y la composición de la leche de la que se obtiene el queso. Por ejemplo, el rendimiento de la leche en quesos duros está entre el 8 a 14 % y en quesos frescos y blandos entre 12 a 18 %. El rendimiento de queso puede ser calculado a partir

del porcentaje de la caseína de la leche o, simplemente, a partir del porcentaje de la grasa. Conviene aclarar que existen muchas otras formas de estimar el rendimiento de la leche en quesos (Revilla, 1985).

Mahaut (2003) menciona que el rendimiento promedio del queso fresco, respecto a la leche utilizada, está alrededor de un 15% en peso, en tanto que el resto se convierte en un subproducto conocido como lactosuero, obtenido luego de la separación de la cuajada.

#### **a) Factores que modifican el rendimiento del queso fresco**

Inda (2000), menciona que existen diversos factores que afectan el rendimiento en la elaboración del queso fresco, con frecuencia no se les presta mucha atención a estos factores porque, vistos por separado, sus efectos sobre el rendimiento son modestos. Sin embargo, esta situación puede cambiar radicalmente cuando varios de los factores están presentes a la vez, se puede perder hasta 20 % o más del queso por desatender estos factores.

##### **a.1. Mastitis.**

Con la presencia de mastitis clínica o subclínica, es posible que sólo se recupere menos del 73 % de las proteínas y menos del 92 % de la materia grasa. En el caso de mastitis subclínica, la infección disminuye los contenidos de caseína, grasa y lactosa, y aumenta el contenido de proteínas lactoséricas y el pH (Lawrence, 1991b)

### **a.2. Tiempo largo a temperatura ambiente.**

Si el enfriamiento y el transporte de la leche a la planta procesadora es lento, la carga microbiana aumenta aceleradamente después de unas cuantas horas (Inda, 2000).

### **a.3. Tiempo largo de almacenamiento de la leche fría.**

Si el enfriamiento de la leche es lento y luego se almacena de 3 °C a 7 °C durante más de tres días, aumentan significativamente las bacterias psicrotrofas (Lawrence, 1991a), como consecuencia, aumentan la concentración de enzimas proteolíticas y lipolíticas; de esta manera, el daño causado puede agravar las pérdidas generadas por la mastitis. La combinación de enfriamiento prolongado y la presencia de mastitis hacen que disminuya el rendimiento de queso hasta en 4 %. Según Barbano (1993) en la leche de vacas que padecen mastitis, las enzimas proteolíticas dañan a la caseína y, además, los glóbulos de grasa se vuelven más susceptibles a la lipólisis. La mayor parte del daño enzimático ocurre dentro de la ubre, antes del ordeño

### **a.4. Cloruro de calcio**

Tiene como función darle mayor firmeza mecánica a la cuajada. Esto es particularmente importante cuando se trata de leche pasteurizada, porque durante la pasteurización se da un proceso normal de descalcificación parcial de las caseínas. La cantidad que se debe añadir es no más del 0,02 % en peso con respecto al peso de la leche. La ausencia de cloruro de calcio hace que la cuajada tenga poca firmeza mecánica y al cortarla se generarán cantidades innecesarias de

“polvo” o “finos” que se van con el lactosuero, en lugar de contribuir al rendimiento del queso (Inda, 2000).

#### **a.5. Corte prematuro de la cuajada**

Es importante no cortar la cuajada antes de que logre una firmeza óptima, por la misma razón que se describe en los dos puntos anteriores; a lo que Callanan, (1991) agrega que antes de cortar la cuajada debe tener una firmeza óptima, que depende del tipo de queso.

#### **a.6. Liras**

Para cortar la cuajada, se requiere una lira diseñada para este propósito; es un bastidor rígido delgado, debe ser de acero inoxidable AISI 430 y deben estar libres de nudos, una lira en mal estado es la principal causa de pérdidas innecesarias de rendimiento. Esto implica más del 20 % de pérdida innecesaria en la cantidad de queso obtenido (Inda, 2000).

#### **a.7. Sistemas inadecuados de medición y calibración**

Muchas veces, los resultados insatisfactorios no se deben a los factores mencionados por pérdidas reales en el rendimiento, sino a equivocaciones originadas por errores en los sistemas de medición y por la falta de calibración de los instrumentos usados en la planta de quesería (Inda, 2000).



### **a.8. Incorporación de proteínas séricas**

Arce *et al.* (2016) confirman que la adición de la proteína de suero provocó un aumento significativo en el rendimiento del queso elaborado ( $p < 0,05$ ) de un 12 %, los que se observan en la Tabla 2.9.

**Tabla 2.9**  
**Rendimiento en dos tipos de queso**

<b>Componente</b>	<b>Sin adición</b>	<b>Con adición</b>
Rendimiento (g/100 g leche)	18,8 ± 0,8 a	21,1 ± 0,6 b

Fuente: (Arce *et al.*, 2016), Promedio ± intervalo de confianza (0,05). Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas.

### **2.2.7. Evaluación de textura en queso fresco**

Foegeding *et al.* (2003) mencionan que la textura es una característica empleada para diferenciar entre variedades de quesos y es considerada por los consumidores como determinante en la evaluación de la calidad y la preferencia. Guerrero *et al.* (2015) mencionan que el Análisis de Perfil de Textura (TPA), es un método instrumental más ampliamente utilizado para la evaluación de textura del queso, es un procedimiento instrumental para medir y cuantificar la dureza, la gomosidad, etc., éstos están influenciados por la velocidad de deformación del alimento cuando es sometido al análisis instrumental y está demostrado que correlacionan bien con las características o atributos en la evaluación sensorial.

Hinricks (2001) señala que la adición de proteína de suero provoca una textura más suave en diferentes tipos de queso. Sin embargo, conviene tomar en cuenta

que los quesos son sistemas complejos, lo cual provoca que sea muy difícil establecer relaciones causa-efecto entre variables, propiedades y fenómenos (Lobato-Calleros *et al.*, 2007).

Arce *et al.* (2016) reportan haber obtenido diferencia significativa en sus análisis de textura entre el queso control y el queso con incorporación de proteína, siendo este último el de menor valor con un ( $p < 0,05$ ), con una reducción del 58%, ya que se produjo una menor fuerza de penetración que denotó un producto mas suave.

Lobato-Calleros *et al.* (2007), encontraron que la sustitución de grasa láctea por concentrado de proteína de suero, provocó modificaciones en algunas características de textura del TPA de un queso blanco fresco, al igual que en el presente estudio. La reducción en la firmeza de la cuajada, al agregar un concentrado de proteína de suero, se debe a que disturba la estructura regular del gel (Steffl *et al.*, 1999).

Con base en datos espectroscópicos Dufour *et al.* (2001) señalan que la textura de un queso es reflejo de su estructura a nivel molecular. El principal componente de la estructura del queso es una matriz de caseína en la cual se atrapan los glóbulos grasos; el agua y el suero están ligados a la caseína y rellenan los intersticios de la matriz. Esta red es afectada de forma crítica por los contenidos relativos de proteína, grasa y agua (Gunasekaran & Mehmet, 2003).

Rosenthal (2001) menciona que la textura puede definirse como el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos, por

lo que la textura de un alimento se puede definir como la manifestación sensorial de su estructura. Sin lugar a dudas para el consumidor la textura juega un rol importante en términos de inferir la calidad de un alimento. Particularmente en el queso, la textura es uno de los atributos más importantes que ayudan a determinar la identidad del mismo (Bourne, 2002).

### **2.3. LACTOSUERO O SUERO DE QUESO**

Sánchez-Sánchez, *et al.* (2009) y Cohene, *et al.* (2016) mencionan que el suero de leche es un líquido translúcido de color verde amarillento por su alto contenido de riboflavina. Es un producto remanente tras la precipitación y separación de la caseína de la leche, durante la elaboración de queso; constituye aproximadamente el 85 - 90% del volumen de la leche, cuyos componentes principales son el calcio, fósforo, magnesio, oligoelementos, potasio que favorece la eliminación de toxinas y líquidos en el organismo. Walstra *et al.* (2001) mencionan que la lactosa representa más del 75% de los sólidos presentes, la  $\beta$ -lactoglobulina (50%),  $\alpha$ -lactoalbúmina (19%), inmunoglobulinas (12%), proteosa-peptonas (12%) y seroalbúmina (6%) que son de muy buena calidad biológica, debido a que aportan aminoácidos esenciales y poseen un alto coeficiente de absorción, el lactosuero es considerado un producto de alto valor nutritivo.

Coultate (1998) menciona que el suero obtenido durante la elaboración de queso tiene una composición ligeramente diferente, porque parte de la caseína se solubiliza y parte de la lactosa se convierte en ácido láctico, por fermentación microbiana.

### **2.3.1. Tipos de suero**

Según sea el procedimiento utilizado para la obtención del queso, se obtendrá dos tipos de suero, la diferencia entre los dos tipos de lactosuero son el contenido de mineral, la acidez y la composición de la fracción de proteína de lactosuero.

Jelen (2003) menciona que existen varios tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina. El segundo, llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos.

#### **2.3.1.1. Suero ácido**

El suero ácido contiene menos lactosa y más minerales, en especial calcio y fósforo. La acción del ácido láctico ya sea añadido o producido por la acción de bacterias lácticas provoca, que el calcio abandone el complejo caseína calcio y que se forme lactato de calcio, quedándose así sin la protección del calcio, lo que origina su precipitación (Spreer, 1991).

Se obtendrá suero ácido cuando el coágulo se forma por la fermentación y/o acidificación de ácidos orgánicos o ácidos minerales, provocando el descenso de pH menor a 5 (Denicia & Castillo, 2009)

### **2.3.1.2. Suero dulce**

Se obtendrá de la coagulación no ácida por la acción enzimática de la renina alcanzando un valor de pH 6,5 (Parra-Huerta, 2010).

Cuando la coagulación de la leche se realiza enzimáticamente, el complejo caseína-calcio se desdobra en para-caseinato de calcio y proteínas de suero, en este caso el calcio permanece unido a las proteínas coaguladas. En el suero dulce, al carecer de calcio, no se puede formar lactato y aunque se someta a una acidificación no se puede transformar en suero ácido (Spreer, 1991).

### **2.3.2. Composición del suero**

La calidad del lactosuero depende de los componentes que presenta, en la Tabla 2.10 se muestra de manera detallada la información aproximada de los componentes que son de mayor importancia en el lactosuero.

García *et al.* (1993) y Kirk *et al.* (2005), mencionan que el suero representa cerca del 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta, el 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche. Su composición varía dependiendo del origen de la leche y el tipo de queso elaborado, pero en general el contenido aproximado es de 93,1% de agua, 4,9% de lactosa, 0,9% de proteína cruda, 0,6% de cenizas (minerales), 0,3% de grasa, 0,2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles. Cerca del 70% de la proteína cruda que se encuentra en

el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína, como son  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactalbúmina, inmunoglobulinas y enzimas.

**Tabla 2.10**  
**Componentes del lactosuero**

<b>Componente</b>	<b>Unidades aproximadas</b>	<b>Cantidad en 100 gramos</b>
Agua	g	93,12
Energía	Kcal	27
Proteína (Nx6,38)	g	0,85
Grasa	g	0,36
Fibra	g	0
Ceniza	g	0,53
Carbohidratos	g	5,14
<b>MINERALES</b>		
Calcio	mg	47
Hierro	mg	0,06
Magnesio	mg	8
Fósforo	mg	46
Potasio	mg	161
Sodio	mg	54
Zinc	mg	0,13
<b>VITAMINAS</b>		
Ácido ascórbico	mg	0,10
Tiamina	mg	0,036
Riboflavina	mg	0,158
Niacina	mg	0,074
Ácido pantoténico	mg	0,383
Vitamina B6	mg	0,031
Folacina	mg	1
Vitamina B12	mg	0,277
Vitamina A	UI	16
Colesterol	mg	2

Fuente: Trathik, *et al.* (2008)

La materia grasa está constituida por un 98% de triglicéridos, 0,5-1% de fosfolípidos y otras sustancias. Ésta constituye una importante fuente de energía, además sirve como medio de transporte de vitaminas liposolubles como A, D, E y K. Lo que caracteriza a los lípidos de la leche en su presencia en forma de glóbulos grasos emulsionados, suspendidos en la fase acuosa del suero. Los componentes asociados a la materia grasa son esteroides, carotenos, xantofilas y vitaminas liposolubles. Hernández & Rudín (2002) mencionan que, el colesterol lo encontramos en la fracción lipídica y en la fase acuosa en forma de proteína-colesterol y en la membrana de los glóbulos grasos.

**Tabla 2.11**  
**Composición de lactosuero dulce y ácido**

Componente	Panesar <i>et al.</i> 2007		Abaigar, 2005	
	Suero dulce (g/L)	Suero ácido (g/L)	Suero dulce (g/kg)	Suero ácido (g/kg)
<b>Lactosuero</b>				
Sólidos totales	63,0- 70,0	63,0- 70,0	55-75	55-65
Proteína	6,0- 10,0	6,0- 8,0	9-14	7-12
Grasa	0,0	0,0	0-5	0-5
Lactosa	46,0- 52,0	44,0- 46,0	40-50	40-50
Calcio	0,4- 0,6	1,2- 1,6	0,4-0,6	1,2-1,4
Cloruros	1,1	1,1	2,0-2,2	2,0-2,2
Ácido láctico			0-0,3	7-8
Grados Dornic			Menos de 20°	Más de 52°

Fuente: Panesar *et al.*, (2007) y Abaigar (2005).

Liu *et al.* (2005) estiman que por cada kilogramo de queso se producen 9 kg de lactosuero, esto representa cerca del 85-90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes. Entre los más abundantes de estos nutrientes están la lactosa (4,5-5% p/v), proteínas solubles (0,6-0,8% p/v), lípidos (0,4-0,5% p/v) y sales minerales (8-10% de extracto seco), en la Tabla 2.11 se muestra la composición del lactosuero dulce y ácido.

Muñi *et al.* (2005), Londoño (2006) y Panesar *et al.* (2007) mencionan que el lactosuero presenta una cantidad rica de minerales donde sobresale el potasio, seguido del calcio, fósforo, sodio y magnesio. Cuenta también con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico (Londoño *et al.*, 2008). En la Tabla 2.12 se muestran la composición de los dos tipos de suero en porcentajes

**Tabla 2.12**  
**Composición de los sueros de queso dulce y ácido**

	<b>Dulce (%)</b>	<b>Ácido (%)</b>
Sólidos totales	6,50	5,20
Lactosas	4,90	4,30
Proteínas	0,80	0,60
Nitrógeno no proteico (% del total)	22,0	27,0
Ácido láctico	0,15	0,75
Cenizas	0,56	0,46
pH	6,20	4,60

Fuente: Badui (1994).



Badui (1994) menciona que el suero tiene una baja proporción de proteína, pero éstas poseen una calidad nutritiva superior a la de las caseínas que conforman el queso.

### **2.3.3. Proteínas del lactosuero**

Linden y Lorient, (1996) mencionan que las proteínas del lactosuero no constituyen la fracción más abundante, pero es la más interesante nutricionalmente hablando. Baro *et al.* (2001) mencionan que las proteínas de lactosuero suponen alrededor del 20% de las proteínas de la leche. Hinrichs *et al.* (2004) siendo su principal componente la  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -LG) con cerca de 10% y  $\alpha$ -lactoalbúmina con 4% de toda la proteína láctea. Baro *et al.* (2001) mencionan que el láctosuero contiene otras proteínas como, lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas, y glicomacropéptidos.

Ha & Zemel (2003) y Ibrahim *et al.* (2005) mencionan que las proteínas de este subproducto de la industria quesera desempeñan un importante papel nutritivo como una rica y balanceada fuente de aminoácidos esenciales aproximadamente el 26%, además, son de alto valor biológico (por su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados) esto puede ser observado en la Tabla 2.13

Smithers (2008) menciona que las proteínas de suero pueden ser recuperadas de forma sencilla, mediante un proceso que involucra un tratamiento térmico, la adición de un ácido orgánico (acético o cítrico) para ajustar el pH y de una sal de calcio. Con este proceso se produce la desnaturalización y coagulación de las

proteínas que pueden ser separadas del suero por filtración, a diferencia de las caseínas, las proteínas del suero son compactas, globulares. En estado natural no se asocian con las caseínas, pero en las leches tratadas térmicamente y homogeneizadas, hay una fracción que sí lo hace (Badui, 2006).

**Tabla 2.13**  
**Composición de aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína)**

<b>Aminoácido</b>	<b>Lactosuero</b>	<b>Equilibrio recomendado por la FAO</b>
Treonina	6,2	3,5
Cisteína	1,0	2,6
Metionina	2,0	2,6
Valina	6,0	4,8
Leucina	9,5	7,0
Isoleucina	5,9	4,2
Fenilalanina	3,6	7,3
Lisina	9,0	5,1
Histidina	1,8	1,7
Triptófano	1,5	1,1

Fuente: Linden y Lorient (1996)

Las proteínas del suero se recuperan por una precipitación térmica y con el uso de sales. Cada uno de estos grupos se separa en sus respectivos constituyentes mediante diversas técnicas de precipitación selectiva y de electroforesis, de tal manera que se obtienen todas las fracciones que se indican en la Tabla 2.14

**Tabla 2.14**  
**Composición de aminoácidos de las proteínas del suero lácteo**

Aminoácidos	$\beta$ -Lg	$\alpha$ -Lac	Albúmina	Inmuno- globulinas	Proteínas totales
Ác. aspártico	10,2	17,1	9,4	8,1	7,4
Treonina	4,5	5,0	4,9	8,9	4,7
Serina	3,4	4,3	3,5	9,5	6,0
Ác. Glutámico	17,9	11,9	14,4	10,7	23,9
Prolina	4,3	1,4	4,1	8,4	11,3
Glicina	1,0	2,4	1,4	4,0	2,0
Alanina	5,5	1,5	5,0	3,8	3,5
Cisteína	0,6	0,0	5,5	2,7	1,8
Cistina (1/2)	2,3	5,8	0,0	0,0	0,0
Valina	5,5	4,2	5,0	8,1	7,0
Metionina	2,9	0,9	0,7	0,8	2,5
Isoleucina	6,3	6,4	2,2	2,6	6,5
Leucina	13,8	10,4	10,6	8,3	10,0
Tirosina	3,6	4,6	4,6	6,0	5,2
Fenilalanina	3,3	4,2	5,9	3,5	4,9
Triptófano	2,1	5,3	0,5	2,4	1,4
Lisina	10,7	10,9	11,2	6,0	7,9
Histidina	1,5	2,9	3,3	1,8	2,7
Arginina	2,6	1,1	5,3	3,7	3,7

Fuente: Badui (2006)

Walstra *et al.* (2001) mencionan que las proteínas del suero desnaturalizadas pueden incorporarse en el proceso de elaboración del queso, mezclándolas con la leche antes que se efectúe la coagulación y se forme la cuajada. De esta forma, se puede aumentar el rendimiento del queso y enriquecer su contenido nutricional. Sin embargo, conviene tomar en cuenta que los procesos de coagulación y de sinéresis de la cuajada pueden verse afectados cuanto mayor sea la proporción de proteína desnaturalizada; y que, bajo estas condiciones, es difícil alcanzar el contenido de agua deseado en el queso y la calidad del producto obtenido puede ser, hasta cierto punto, perjudicada. La proteína del lactosuero puede utilizarse para complementar el valor nutricional de la caseína presente en el queso, ya que contiene aminoácidos esenciales que son limitados en ella; destacándose entre ellos el triptófano.

Jameson (1996) & Steffl (1999) reportan que otra forma de utilizar este importante producto, es agregar para enriquecer los sólidos de la leche, por ejemplo para incrementar a la vez, el rendimiento y el valor nutricional de los quesos madurados. Jameson (1996) y kjaergaard (1991) mencionan que la adición de proteínas del suero a los quesos aumenta la cantidad de agua ligada dado que se forman complejos entre las proteínas desnaturalizadas del suero y la caseína de la leche, por lo que su disponibilidad como solvente es probablemente menor. Este comportamiento influye críticamente en las reacciones bioquímicas de maduración del queso, lo cual junto con el incremento del contenido de lactosa, podría reducir la calidad del producto al elevar la acidez de éste, afectando negativamente su consistencia y textura.

### 2.3.3.1. $\beta$ -lactoglobulina

Sbodio (2012) menciona que después del calentamiento de la leche, las proteínas del suero sufren cambios estructurales. La  $\beta$ -lactoglobulina puede formar puentes disulfuros con otras proteínas, especialmente con la *k*-caseína y  $\alpha$ s2-caseína, iniciando un proceso de polimerización irreversible. Badui (2006) menciona que la  $\beta$ -lactoglobulina se desnaturaliza y precipita a menos de 73 °C; es la fracción proteínica que ejerce una influencia decisiva en la estabilidad térmica de los productos lácteos. Suma aproximadamente 45% del total de las proteínas del suero, en el pH normal de la leche.

El calentamiento excesivo del suero de la leche induce la precipitación y agregación de sus proteínas en un proceso no muy claro, que se lleva a cabo en varias etapas en las que la  $\beta$ -lactoglobulina interviene; esta globulina se encuentra como dímero al pH normal de la leche, y el calentamiento provoca que se desdoble en sus monómeros, los cuales a su vez se asocian y agregan mediante iones calcio

Por otra parte, los tratamientos térmicos intensos de la leche propician la interacción entre la  $\beta$ -lactoglobulina y la caseína *k*, modificación que influye negativamente en la fabricación de quesos; en estas condiciones, la caseína *k* no es fácilmente atacada por la renina, puesto que la globulina bloquea el sitio específico en el que actúa la enzima; el coágulo así formado es muy débil y el rendimiento del queso es inadecuado para una operación industrial.

### **2.3.3.2. $\alpha$ -lactoalbúmina**

Según Sbodio (2012) la  $\alpha$ -lactoalbúmina en un principio no puede iniciar un proceso de polimerización debido a la ausencia de grupos SH libres, después del calentamiento forma agregados debido a los puentes disulfuros con la  $\beta$ -lactoglobulinas. Badui (2006) menciona que, por orden de importancia la  $\alpha$ -lactoalbúmina es la segunda proteína del suero, y tiene actividad biológica, ya que es parte constitutiva del sistema enzimático requerido para la síntesis de la lactosa. De hecho, la leche de algunos animales que no presentan esta proteína tampoco contiene lactosa; se desnaturaliza a 63 °C,  $\alpha$ -Lactalbúmina es el segundo predominante en las proteínas del suero bovino. Esta tiene una configuración estable en pH 5,4 – 9 y es también la más estable al calor de las proteínas del suero. Aunque el rol primario de la  $\alpha$ -lactalbúmina parece ser una función enzimática, es obvio que también juega un rol importante por su alto valor nutricional (Hambraeus, 1982)

### **2.3.4. Proceso de obtención de las seroproteínas**

Existen diferentes métodos para recuperar las proteínas del suero, como: Aplicación de campos eléctricos pulsantes de alta intensidad (CEPAI), ultrafiltración, aplicación de ácidos como catalizadores de precipitación, precipitación por calor, entre otros; siendo este último el método más utilizado por su sencillez y por ser económicamente viable.

Gómez *et al.* (2006) mencionan que para la recuperación de proteínas del suero mediante precipitación por calor, obtuvieron los mejores rendimientos de proteína

a una temperatura de 93 °C con un pH de 5,3 a 5,4 y un intervalo de tiempo de 36 a 42 minutos obteniendo un 78 % de recuperación o con un pH de 4,5 – 4,6 y tiempo de 33 – 43 minutos, obteniendo un 79 % de recuperación.

Revilla (1985) menciona que la proteína más importante de este grupo es la  $\beta$ -lactoglobulina, por la cantidad en que se encuentra, puede ser precipitada de forma parcial o total a temperaturas mayores a 76,7 °C, pero no por acción del cuajo o ácidos.

Vázquez *et al.* (2010) estudiaron los efectos de cada variable por separado, teniendo los máximos rendimientos de requesón cuando el suero es sometido a la combinación de 93 °C, 50 °D de acidez y 30 minutos, se obtiene (48,47 g/l de suero) y a 40 minutos (49,20 g/L de suero).

Arce *et al.* (2016) utilizan un procedimiento descrito por Inda (2000) para obtener las proteínas del suero, con algunas modificaciones: Inicialmente, neutralizan con una solución de 40 g/L de NaOH hasta obtener un pH de 7,0 a 7,1, calentaron a una temperatura de 85 °C y agregaron 4 mL/L de solución de 420 g/L de CaCl<sub>2</sub> con agitación continua por 5 minutos. Posteriormente, calentaron el suero hasta 90 °C agregando con una agitación leve una solución de ácido cítrico 50 g/l para obtener una acidez titulable expresada como ácido láctico de 0,70 a 0,80 %. Dejaron reposar el producto para permitir la coagulación de la proteína que luego separaron con un tamiz de acero inoxidable, obteniendo 150 gramos en base seca a partir de 20 kilos de leche, mencionan que esta cantidad sería el 100 % de la proteína recuperada.

## **2.4. ANÁLISIS SENSORIAL**

Condori (2010) menciona que el análisis sensorial de los alimentos u otros materiales es la evaluación que se realiza a través de los sentidos; Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, oído, olfato, gusto y tacto, por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el “instrumento utilizado” constituyen las personas.

Analizar un queso, consiste en examinar mediante nuestros sentidos con el objeto de captar y valorar los caracteres que se perciben a través de ellos. Como estos caracteres desempeñan un papel determinante en la decisión de compra del producto por el consumidor, el análisis sensorial es de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los quesos.

### **a. Atributos a evaluar en los quesos**

Los atributos sensoriales son las propiedades de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos, se pueden separar en tres grupos no netamente diferenciados, los de apariencia, los de sensaciones kinestésicas (textura) y los de sabor.

### **b. Prueba de aceptabilidad**

Liria (2007) menciona que las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permiten no sólo establecer si hay diferencias entre muestras, sino el sentido o magnitud de



la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial. Dentro de las pruebas afectivas o hedónicas podemos encontrar las pruebas de aceptabilidad, se refieren al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Se basa en una escala de medición de una persona y su comportamiento. Comúnmente se utilizan pruebas hedónicas para evaluar la preferencia y/o aceptabilidad de un producto

Arce *et al.* (2016) reportan que en la prueba organoléptica realizada entre el queso control y los quesos con incorporación de seroproteínas, fueron percibidos como diferentes, lo que indica que incluso con la mínima adición de (75 g bs) al queso generó diferencias en las propiedades sensoriales del queso que fueron detectadas por los panelistas. El queso control presentó un nivel de agrado significativamente mayor al del queso del tratamiento 4 (150 g bs).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó entre los meses de abril y setiembre del 2018 en los laboratorios de análisis de alimentos, Tecnología de alimentos de la Escuela Profesional de Industrias Alimentarias y Planta Piloto de Jugos y Conservas de Frutas y Hortalizas de la Facultad de Química y Metalurgia, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

### **3.2. MATERIA PRIMA**

#### **a. Leche**

La leche fue adquirida en la tienda del Centro de Producción de Bienes y Servicios - Allpachaka, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicada en el jirón 28 de Julio, se recibió en un balde de polipropileno de alta densidad, tapado herméticamente y llevado a la planta piloto, se mantuvo a una temperatura de 5 °C hasta su uso.

## **b. Insumos**

Los insumos fueron adquiridos en la ciudad de Ayacucho-Huamanga-Ayacucho.

El cloruro de calcio fue adquirido en la modalidad de granel; y fue conservado en una bolsa de polietileno de baja densidad y guardado en un ambiente seco y fresco.

El cuajo fue adquirido en la modalidad de sachet de la marca tres muñecas (color verde), el cual fue guardado en un ambiente fresco y seco.

## **3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS**

### **a Materiales**

- Placas Petri
- Varilla de vidrio
- Espátula
- Lactodensímetro
- Termómetro
- Bureta
- Soporte universal
- Ollas
- Butirómetro de gerber
- Gradillas
- Balón digestor
- Pinzas
- Probetas de 1000, 100 y 10 mL
- Pipetas 10, 5 y 1 mL

- Bombilla
- Pissetas
- Mortero

### **b Equipos**

- Balanza analítica marca OHAUS ANALYTICAL Standard, de sensibilidad de 0,001 g con capacidad máxima de 1 kg
- Estufa marca MEMMERT UNIVERSAL, graduación de 0 – 240 °C
- Cámaras decantadoras
- Cocina a gas marca SURGE de 2 hornillas
- Equipo kjeldahl (sistema de digestión)
- pHmetro HANNA INSTRUMENTS USA
- Licuadora marca OSTER
- Hornilla eléctrica marca “GERHARDT”
- Bomba de vacío marca “GAST”
- Centrífuga de Gerber, CIMATEC Nova Safety 220 V.
- Penetrometer KOEHLER Modelo K95500

### **c Reactivos**

- Solución de fenolftaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio al 0,1 N (NaOH)
- Ácido clorhídrico al 0,1 N (HCL)
- Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Mezcla catalizadora para digestión de proteína

- Alcohol isoamílico
- Ácido bórico ( $H_3BO_3$ )

### **3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.4.1. Análisis fisicoquímico del queso fresco**

##### **(a) Determinación del pH**

Se siguió el procedimiento descrito en el Anexo 2.

##### **(b) Determinación de humedad**

Para realizar esta prueba, se siguió el procedimiento descrito en el Anexo 3, el queso debe tener mayor o igual a 46 % de humedad.

##### **(c) Determinación de proteínas**

Se siguió el procedimiento descrito en el Anexo 4, se utilizó el método kjeldahl, con el factor de conversión de 6,38 destinado para leche y derivados.

##### **(d) Determinación de grasa**

Se siguió el procedimiento descrito en el Anexo 5, se utilizó el método de Gerber.

##### **(e) Determinación de textura**

Se siguió el procedimiento descrito en el Anexo 6.

### 3.4.2. Determinación de propiedades organolépticas

Se realizó las pruebas organolépticas a 37 panelistas utilizando la ficha de evaluación hedónica de aceptabilidad, Anexo 7.

### 3.4.3. Determinación de rendimiento

Se siguió el procedimiento descrito en el Anexo 8.

### 3.4.4. Determinación de estabilidad en almacenaje

Para efectuar esta prueba, se siguió el procedimiento descrito en el Anexo 9, el queso no debe presentar sinéresis durante su almacenamiento.

### 3.4.5. Queso fresco con incorporación de seroproteínas

Para la elaboración del queso incorporado con proteínas séricas, se realizaron tres formulaciones los cuales se presentan en la Tabla 3.1

**Tabla 3.1**  
**Elaboración de queso fresco con seroproteínas**

	<b>Unidad de medida</b>	<b>Control</b>	<b>50 % de incorporación</b>	<b>100 % de incorporación</b>
Leche	Kilos	5,0	5,0	5,0
Proteína sérica	g/L	0,0	5,43	10,85
Cloruro de calcio	Gramos	0,10	0,10	0,10
Cuajo	Gramos	0,15	0,15	0,15
sal	Gramos	100	100	100

Las cantidades de proteína sérica incorporada fueron 50% (5,43 g/L), 100 % (10,85 g/L) de recuperado y un tratamiento control (0 g/L). Durante todo el proceso de elaboración de los quesos se tuvieron en cuenta las buenas prácticas de manufactura para asegurar la calidad microbiológica y sanitaria del producto final.

### **Etapas de elaboración del queso con incorporación de proteínas séricas**

La metodología que se utilizó para elaborar el queso fresco con incorporación de proteínas séricas se describe en la Figura 3.1 y Figura 3.2, y se detallan las etapas según la Tabla 3.1

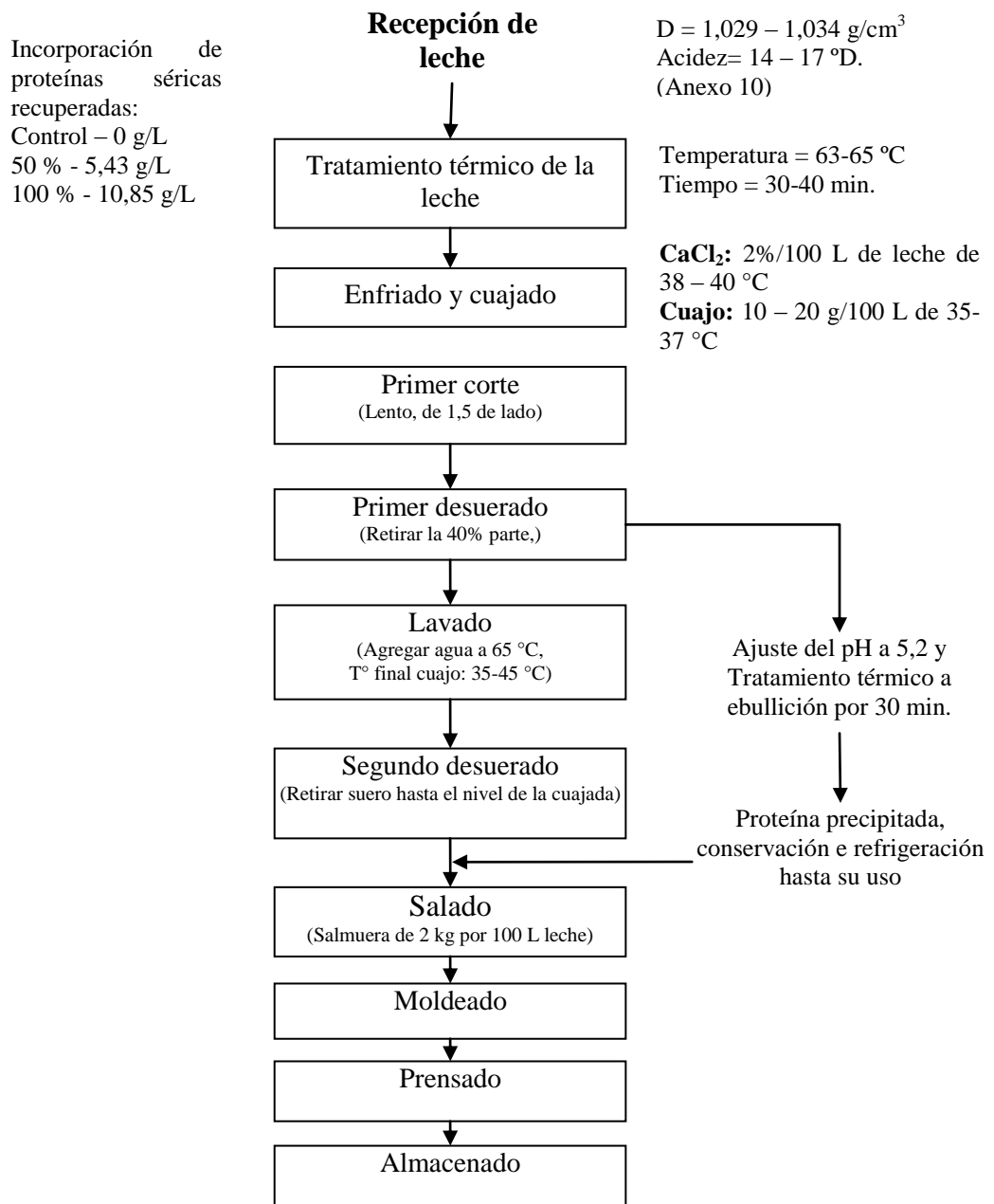
#### **a) Recepción de leche**

Se realizaron los análisis de densidad, acidez y pH para determinar la calidad y disponibilidad de la leche.

#### **b) Incorporación de proteínas séricas**

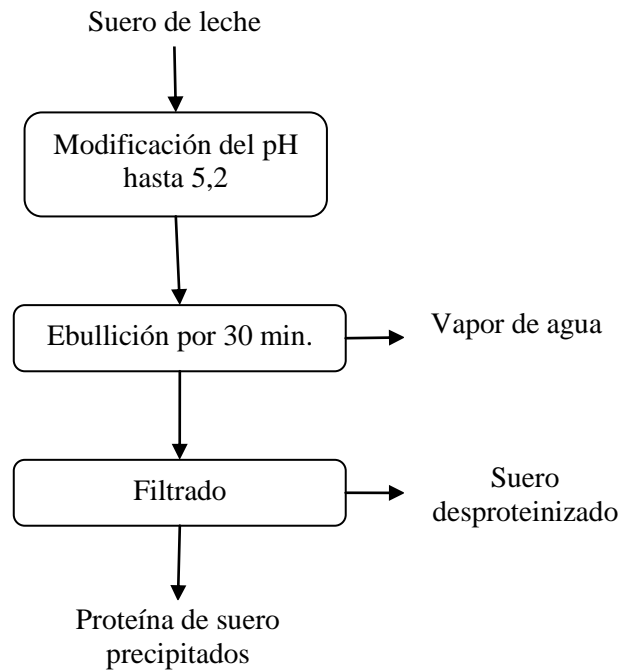
**Obtención de las seroproteínas:** El pH del lactosuero resultante del primer desuerado fue modificado bajando hasta 5,2, se sometió a ebullición por 30 minutos, se dejó en reposo hasta que enfríe y finalmente fue filtrado y guardado hasta su uso (Anexo 10).

La proteína recuperada de una anterior elaboración de queso fresco, según lo descrito en el párrafo anterior, fue añadida de la siguiente manera, control (0 g/L), 50% (5,43 g/L) y 100 % (10,85 g/L) de recuperación, diluyéndolo en leche para que sea homogénea.



**Figura 3.1.** Diagrama de flujo para la elaboración de queso con incorporación de proteínas séricas





**Figura 3.2:** Diagrama de flujo cualitativo de la obtención de seroproteínas.

**c) Pasteurización de la leche**

La leche fue sometida a tratamiento térmico de 63 - 65 °C por 30 minutos (pasteurización lenta).

**d) Atemperado**

La leche fue enfriada hasta 38 – 40 °C y se adicionó el cloruro de calcio en una cantidad de 20 g por cada 100 litros de leche.

**e) Adición de cuajo**

Se adicionó 1.8 g de cuajo por cada 100 litros de leche en forma de solución a una temperatura de 35 - 37 °C.

**f) Coagulación**

Fue llevada a cabo a 37 °C, entre 30 a 40 minutos.

**g) Corte de cuajada**

La cuajada fue cortada con las liras (vertical y horizontal) a modo de obtener trozos uniformes, luego se dejó en reposo por 10 minutos.

**h) Primera agitación**

Se realizó lento y suave, haciendo uso las palas por un tiempo de 10 – 15 minutos.

**i) Primer desuerado y lavado**

Se eliminó el suero las 2/3 partes del recipiente, luego se le agregó agua caliente (65 – 70 °C) hasta elevar la temperatura a 36-37 °C.

**j) Segunda agitación**

Se agitó por un tiempo de 15 – 20 minutos, el agitado fue más enérgico y prolongado.

**k) Segundo desuerado**

Se eliminó el suero hasta llegar al nivel de los trozos de la cuajada.

**l) Salado**

Se agregó 2 kg de sal por cada 100 kg de leche, en forma de salmuera a 65 – 70 °C, se agitó y se dejó reposar por 8 minutos.

#### **m) Moldeado**

El moldeado se realizó poniendo los granos de cuajado con el suero en los moldes con la ayuda de una jarra o recipiente.

#### **n) Prensado**

El prensado de los quesos se realizó de manera progresiva, durante 24 horas en total, primero se prensaron durante 60 minutos después se volteó los moldes y se dejaron hasta cumplir las 24 horas.

#### **o) Almacenado**

El almacenado se realizó en refrigeración en un ambiente limpio, asegurando que no se contamine con olores ni sabores diferentes.

### **3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **3.5.1. Factores en estudio del queso con seroproteínas**

En la Tabla 3.2, se muestran los factores en estudio del proceso de elaboración del queso fresco con incorporación de proteínas séricas.

Se utilizó el diseño bloque completamente aleatorizado (DBCA) con arreglo factorial 3x2x3 con 3 repeticiones, al 5% de significancia. Los porcentajes de incorporación de las proteínas séricas fueron en 2 porcentajes y un control P1 (Control), (P2 y P3) (%), 2 temperaturas de almacenamiento (T1, T2) (°C) y 3 tiempos de evaluación de almacenamiento (D1, D2, D3) (días). El modelo matemático propuesto para el presente diseño, es la siguiente

**Tabla 3.2**  
**Factores de estudio del proceso**

Variables	Indicadores
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b>	
Proteínas séricas	Control (0 g/L), 50 % (5,43 g/L) y 100 % (10,85 g/L).
Temperatura de almacenamiento	18 °C y 5 °C
Tiempo de almacenamiento	0, 3 y 6 días
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	
Características fisicoquímicas	pH, grasa, proteína, textura
Características sensoriales	Color, olor, sabor, textura y aspecto general
Rendimiento	Porcentaje
Estabilidad en almacenaje	Sinéresis

$$y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + D_k + (PT)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$y_{ij}$  = Respuesta

$\mu$  = Promedio de la media general de todos los tratamientos

$P_i$  = Efecto del i - ésimo % de incorporación de proteínas séricas.

$T_j$  = Efecto del j- ésimo temperatura de almacenamiento.

$D_k$  = Efecto del k-ésimo tiempo de almacenamiento.

$(PT)_{ij}$  = Efecto de la interacción correspondiente entre el i-ésimo porcentaje de incorporación de proteínas séricas y el j-ésimo temperatura de almacenamiento.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental correspondiente al i-ésimo porcentaje de incorporación de proteínas séricas, j-ésimo temperatura de almacenamiento y k-ésimo tiempo de almacenamiento.

Se utilizó el programa SPSS Statistics 23, y los resultados del Análisis de varianza (ANVA) con significancia se determinaron con la prueba de comparación múltiple de Dunnett.

### 3.5.2. Evaluación sensorial del queso fresco

Se aplicó una prueba Afectiva-hedónica ya que se necesita saber la aceptabilidad de los productos, la encuesta se realizó con una escala de 5 puntos (1=malo, 2=regular, 3=bueno, 4=muy bueno 5=excelente), Anexo 7, mediante un diseño de bloque completo al azar (DBCA), la significancia en el ANVA se determinó mediante la prueba de Dunnett. El modelo matemático propuesto para el presente diseño, es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij};$$

Dónde:

$y_{ij}$  = Respuesta en el i-ésimo panelista, para el j-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Promedio global para todas las observaciones.

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo panelista.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio.

Para la realización de la presente investigación se utilizó como guía primaria una distribución que se plasma en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3**  
**Determinación de tratamientos de estudio**

		RESPUESTAS											
		Propiedades Físicoquímicas					Propiedades Organolépticas				Rendimiento	Estabilidad	
		pH	H	P	G	Tx	Color	Olor	Sabor	Textura	Ap. General	Porcentaje	Sinéresis
P1	D1	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	D2	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	D3	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
P2	D1	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	D2	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	D3	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
P3	D1	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	D2	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	D3	T1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		T2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**P1** = tratamiento 1: control (0 g/L)

**P2** = tratamiento 2: 50 % de incorporación (5,43 g/L)

**P3** = tratamiento 3: 100 % de incorporación (10,85 g/L)

**D1** = día 1

**D2** = día 3

**D3** = día 6

**T1** = Temperatura ambiente 18 °C

**T2** = Temperatura 5 °C

**H** = Humedad

**P** = Proteína

**G** = Grasa

**Tx** = Textura

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan y discuten los resultados obtenidos en la investigación, la información resumida y detallada de resultados se presenta en el Anexo 1 y se discute cada uno de las variables evaluadas a continuación.

### 4.1. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

#### 4.1.1. Determinación de pH

El queso fresco normalmente obtiene el pH cercano al de la leche, es decir, si la leche es ácida o tiene un pH bajo, esta misma tendencia se va a manifestar en el queso y suero obtenidos. El pH junto a la acidez son los parámetros que indican la calidad microbiológica y el grado de contaminación de un alimento.

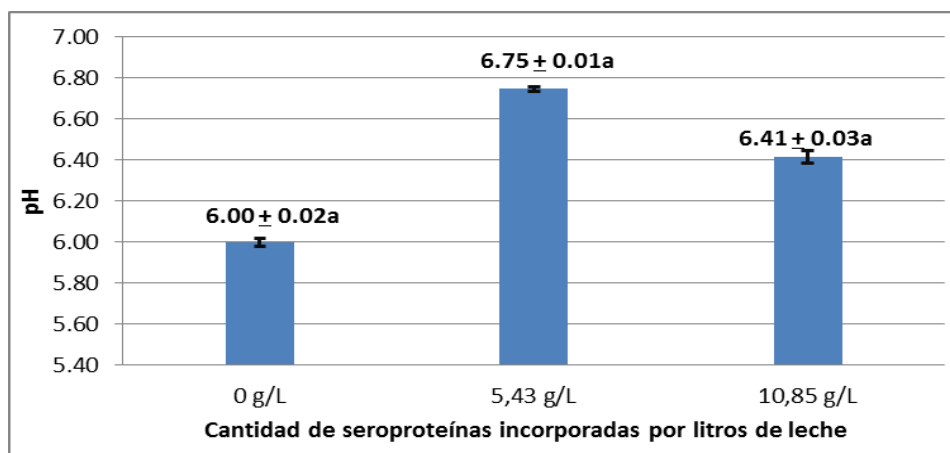


Figura 4.1: Variación de pH en queso fresco

El pH en el queso elaborado experimenta ligeros cambios (Figura N° 4.1), En general, se observa que la inclusión de seroproteínas a la leche, promueve un ligero descenso en la acidez del queso pero este cambio no evidencia diferencia estadística significativa a ( $p < 0,05$ ), según el análisis de varianza realizado (Anexo 2) y como se puede observar en la (Tabla 4.1)

Por otro lado, el pH determinado para el queso control resultó similar al valor reportado por Van Hekken y Farkye, (2003) quienes mencionan que el queso debe poseer pH 6,1. Con la inclusión de seroproteínas se obtiene un queso ligeramente menos ácidos (6,7 y 6,4). Este ligero descenso en la acidez, se debe al aumento en proteínas que finalmente modifica la composición del queso fresco.

**Tabla 4.1**  
**Valores de pH en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Media de pH</b>
1	0 g/L	$5,99 \pm 0,02$ a
2	5,43 g/L	$6,75 \pm 0,01$ a
3	10,85 g/L	$6,41 \pm 0,03$ a

Valores promedio  $p(0,05)$ . Valores seguidos por letras iguales o diferentes indican la similitud estadística o diferencia significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

#### **4.1.2. Determinación de humedad**

El contenido de agua en los alimentos es uno de los principales factores para la determinación de la vida útil; un elevado contenido será propicio para el



crecimiento de microorganismos perjudiciales como los hongos y mohos, además del cambio en las características fisicoquímicas y de la estructura del alimento; un bajo contenido en agua, dependiendo del alimento, también cambia las propiedades fisicoquímicas del alimento, en muchas ocasiones no es aceptado por el público.

Como puede observarse en la Figura 4.2 y en la Tabla 4.2, el queso control (0 g/L) posee un contenido de 46,55 % de humedad, aumentando a 47,90 % y 51,67 %, en los quesos con incorporación de seroproteínas tratamiento 2 (5,43 g/L) y tratamiento 3(10,85 g/L) respectivamente mostrando similitud estadística a un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ), como se muestra en el análisis de varianza (Anexo 3).

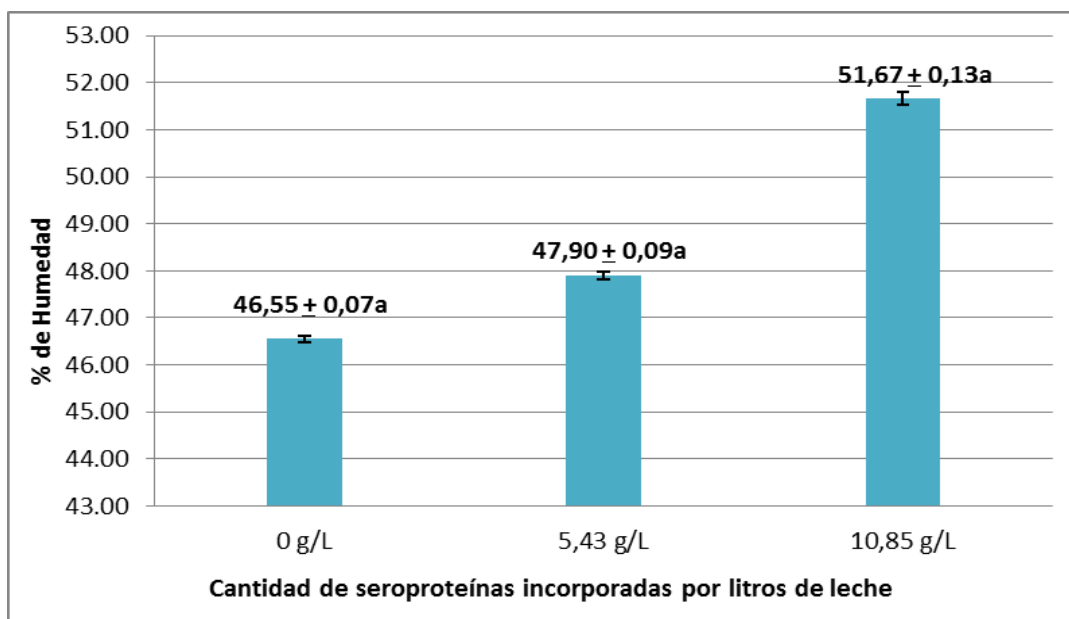


Figura 4.2: Variación de humedad en queso fresco

**Tabla 4.2**  
**Contenido de humedad en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Cantidad de humedad (%)</b>
1	0 g/L	46,55 ± 0,07 a
2	5,43 g/L	47,90 ± 0,09 a
3	10,85 g/L	51,67 ± 0,13 a

Valores promedio p(0,05). Valores seguidos por letras iguales o diferentes indican la similitud estadística o diferencia significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

Este resultado es concordante con lo mencionado por McSweeney (2007), Law y Tamine, (2010) quienes concluyen que, la adición de seroproteínas semidesnaturalizadas provocan un aumento en la capacidad para ligar agua de la cuajada y reduce la sinéresis. Así mismo, es concordante con los reportes de la NTP 202.195 (2004) y por Van Hekken y Farkye (2003) quienes indican que la humedad de quesos frescos debe mantenerse entre 46 a 57 %.

Por el resultado obtenido en quesos de los tres tratamientos se puede clasificar como quesos semiduro o suave de acuerdo a lo establecido por Ramírez & Vélez (2012) y UNIFEM (1988); quienes establecen para dicha clasificación, contenidos de humedad de 44 - 55 % y 45 - 75 %, respectivamente.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Fox y McSweeney (1996) quienes concluyen que en los quesos frescos, la elevada humedad afecta notoriamente la textura durante la conservación, de forma que una excesiva

proteólisis podría ocasionar defectos como una textura excesivamente blanda. Así mismo, es concordante con los reportes de la NTP 202.195 (2004) y por Van Hekken y Farkye (2003) quienes indican que la humedad de quesos frescos debe mantenerse entre 46 a 57 %.

Cabe resaltar que, el contenido de humedad en el queso control (0 g/L) y tratamientos 2 (5,43 g/L) y tratamiento 3 (10,85 g/L), contribuirían en el buen mantenimiento de las características fisicoquímicas y estructurales durante el tiempo de almacenaje.

#### 4.1.3. Determinación de proteína

La proteína es uno de los componentes más importantes de un alimento, porque es la base estructural para todo el cuerpo humano, la calidad de ésta depende de la cantidad de aminoácidos esenciales que tenga en su estructura. En la Tabla 4.3 se muestran las cantidades porcentuales de proteínas para el queso control (0 g/L), tratamiento 2 (5,43 g/L) y tratamiento 3 (10,85 g/L).

**Tabla 4.3**  
**Contenido de proteína en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Porcentaje de proteína final (%)</b>
1	0 g/L	20,43 ± 0,03 a
2	5,43 g/L	26,55 ± 0,01 b
3	10,85 g/L	27,28 ± 0,04 b

Valores promedio p(0,05). Valores seguidos por letras iguales o diferentes indican la similitud estadística o diferencia significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

Como puede apreciarse en la Tabla 4.3, la inclusión de seroproteínas tiene efecto favorable en el contenido de proteína del queso fresco porque promueve un aumento significativo de este nutriente. De 20,43% la proteína aumenta a 26,55% y 27,28%, con la inclusión de 27 y 54 gramos de seroproteínas, respectivamente.

La diferencia en el contenido de proteína del queso control con los quesos con incorporación de seroproteínas es estadísticamente diferente, respaldado por el análisis de varianza determinado (Anexo 4 G) a un nivel de significancia ( $p < 0,05$ ); sin embargo, la prueba Dunnett (Anexo 4 H) indica que la diferencia en la dosis de proteína sérica no promueve cambio significativo en el contenido proteico.

Se deduce que, con la inclusión de dosis media de seroproteínas (5,43 g/L), la proteína en el queso aumenta en 29,96 %, y cuando a la leche se le incluye dosis altas de proteínas séricas (10,85 g/L), el aumento de proteína en el queso es aún mayor (33,56%)

Mientras que la diferencia porcentual de proteína entre el tratamientos 1(0,0 g/L) y tratamiento 2(5,43 g/L), es de 6,12 %, la diferencia porcentual de proteína entre el tratamiento 2(5,43 g/L) y tratamiento 3(10,85 g/L), es de solo 0,73 %, esto podría atribuirse a la saturación en la disponibilidad de las caseínas de la leche inicial. Lo que limita las interacciones con las seroproteínas.

La proteína en el queso control (20,43%) resulta estadísticamente similar al determinado por Van Hekken y Farye (2003), quienes reportan valores fluctuantes entre 17 y 21% de proteína.

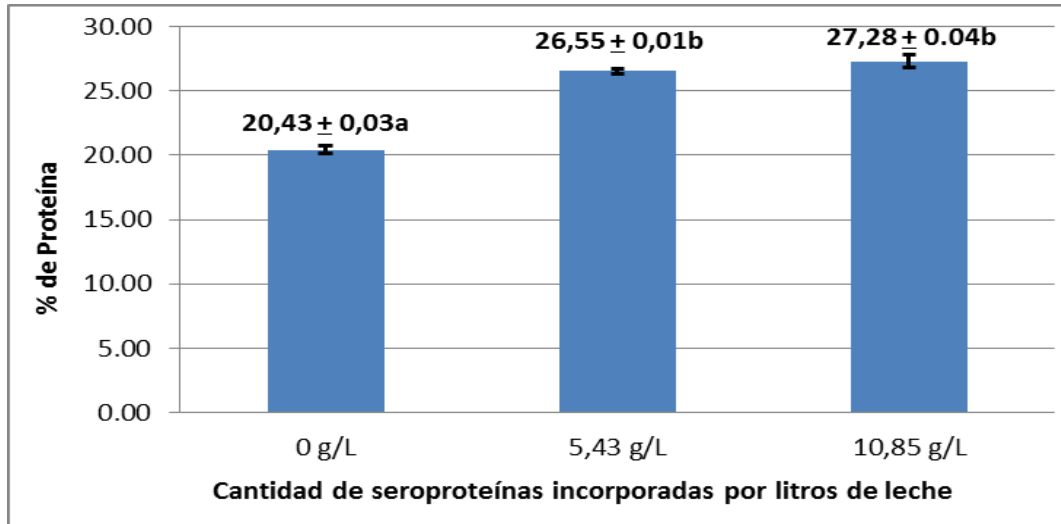


Figura 4.3: Variación de la cantidad de proteína en que queso fresco

La Figura 4.3 muestra con mayor claridad la diferencia existente en la cantidad porcentual de proteína entre los distintos tratamientos a los cuales fue sometida parte de leche. A través de la prueba Dunnett (Anexo 4) se muestra que el contenido de proteína del queso control es estadísticamente inferior ( $p < 0,05$ ) a los quesos con incorporación de proteína, resultados obtenidos a partir del análisis de varianza realizada (Anexo 4).

Es decir, la inclusión de seroproteínas, que de otra forma, es desperdiciada, incrementa significativamente el contenido proteico en el queso, por ello mejora el valor nutricional de este producto. Por los resultados, es recomendable la recuperación de las proteínas solubles y su inclusión en la elaboración de queso.

#### 4.1.4. Determinación de grasa

La grasa es un componente importante ya que nos brinda parte de la energía que necesitamos diariamente. Los resultados determinados se presentan en Figura 4.4.

El resultado obtenido muestra que el queso control contiene 25,64 % de grasa, a diferencia de los quesos obtenidos de leche con incorporación de seroproteínas en cantidad media a alta presentan niveles menores de grasa (20,78 y 20,18 %). Estos resultados se encuentran dentro del grupo establecido por Van Hekken y Farkye, (2003) quienes reportan que el contenido de grasa en queso fresco varía entre 18 y 29 %.

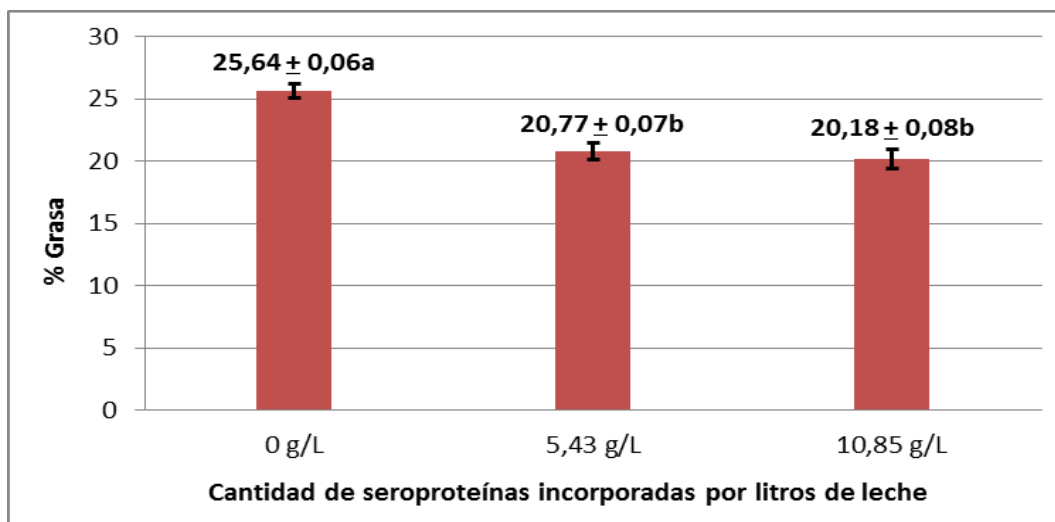


Figura 4.4: Variación de grasa en queso fresco

Son diferentes a los resultados que reportan Arce *et al.* (2016) quienes mencionan haber determinado 15,0 % de grasa para el queso elaborado sin adición de seroproteínas y 13,3 % con inclusión de seroproteínas.

Los quesos con incorporación de proteína (tratamientos 2(5,43 g/L) y tratamiento 3(10,85 g/L)) tuvieron una menor retención de la grasa en comparación con el queso control (tratamiento 1(0 g/L)), resultado que podría atribuirse a la afinidad que tienen las seroproteínas con el agua ya que la grasa forma parte de la estructura del queso en forma de glóbulos de grasa, y éstos compiten con la proteína por su posición. De acuerdo a la tendencia actual, por el menor contenido graso, el queso elaborado con la mayor dosis de seroproteínas podría clasificarse como el mejor (Tabla 4.4).

A la prueba de Dunnett (Anexo 5), se evidencia que el contenido graso de los quesos elaborados con inclusión de seroproteínas resultan significativamente inferiores en comparación al queso control a un nivel de significancia de ( $p < 0,05$ ), respaldado por el análisis de varianza realizada (Anexo 5).

**Tabla 4.4**  
**Contenido de grasa en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Porcentaje de grasa final (%)</b>
1	0 g/L	$25,64 \pm 0,06$ a
2	5,43 g/L	$20,78 \pm 0,07$ b
3	10,85 g/L	$20,18 \pm 0,08$ b

Valores promedio  $p(0,05)$ . Valores seguidos por letras iguales o diferentes indican la similitud estadística o diferencia significativas.

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

#### 4.1.5. Determinación de textura:

Como se aprecia en la Figura 4.5 y en la Tabla 4.5, la textura de los quesos elaborados muestran ligeros cambios, la inclusión de proteínas séricas promueve la ligera disminución en la textura a 118,56 mm y 116,56 mm, en los tratamientos 2 (5,43 g/L) y tratamiento 3 (10,85 g/L) en relación al tratamiento 1(0 g/L), 100,72 mm.

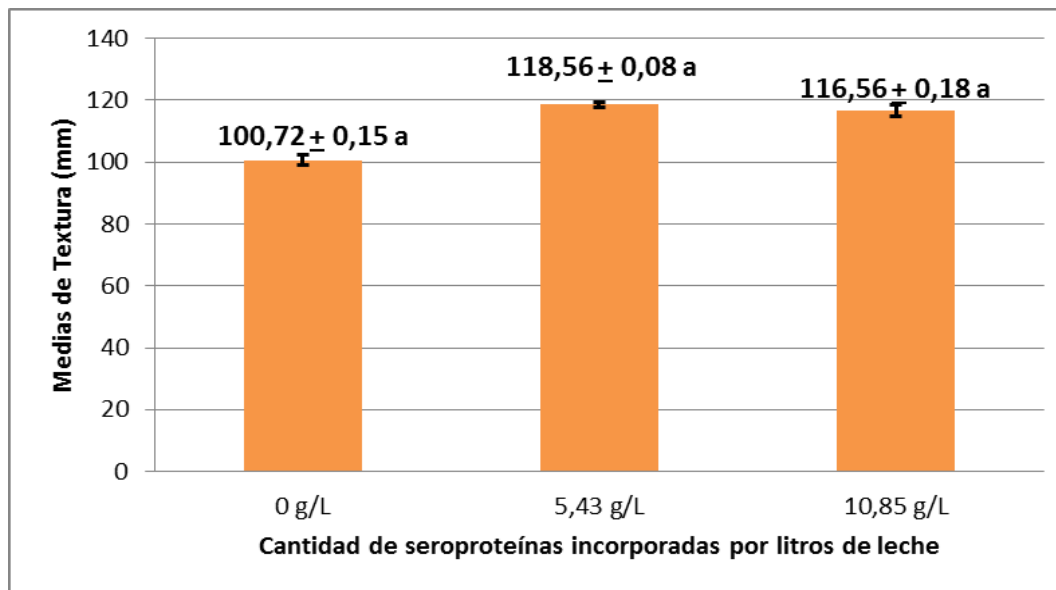


Figura 4.5: Variación de textura en queso fresco

**Tabla 4.5**  
**Valores de textura en queso fresco**

	Tratamiento	Media de Textura (mm)
1	0 g/L	100,72 ± 0,15 a
2	5,43 g/L	118,56 ± 0,08 a
3	10,85 g/L	116,56 ± 0,18 a

Valores promedio p(0,05). Valores seguidos por letras iguales o diferentes indican la similitud estadística o diferencia significativas.

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada



Al análisis estadístico no existe diferencia significativa en los valores para la textura, según lo determinado en el análisis de varianza realizado (Anexo 6) a un nivel de significancia de ( $p < 0,05$ ); es decir, la incorporación de proteínas séricas no tuvo relevancia en la estructura de los tratamientos. Resultado diferente al determinado por Arce *et al.* (2016) quienes reportan haber obtenido diferencias significativas entre el queso control ( $1,75 \text{ N} \pm 0,22 \text{ a}$ ) y el queso con incorporación de proteína ( $1,11 \text{ N} \pm 0,12 \text{ b}$ ), siendo este último el de menor valor con una reducción del 58 %, grupo en el cual se produjo una menor fuerza de penetración que muestra un producto mas suave.

La textura es un parámetro que puede ser medido de dos maneras diferentes; uno, es el instrumental utilizando equipos que brindan datos exactos y el otro es empírico, determinado mediante degustación organoléptica. Hinricks (2001) menciona que la adición de proteína de suero provoca una textura más suave en diferentes tipos de queso. Sin embargo, Lobato-Calleros *et al.* (2007) mencionan que se debe tomar en cuenta que los quesos son sistemas complejos, lo cual provoca que sea muy difícil establecer relaciones causa-efecto entre variables, propiedades y fenómenos.

Para este parámetro se considera que cualquiera de los tres tratamientos es óptimo, al no existir diferencia significativa entre ellos, y considerar que la textura se encuentra en relación de la humedad.

## 4.2. EVALUACIÓN SENSORIAL

Es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, oído, olfato, gusto y tacto, por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el “instrumento utilizado” es constituido por las personas (Condori, 2010).

El análisis organoléptico se realizó independientemente a los análisis fisicoquímicos con intervención de 37 panelistas en una prueba hedónica, con un nivel de significancia de ( $p < 0,05$ ), no encontrándose diferencias significativas entre los tres tratamientos según el análisis de varianza realizado (Anexo 7); resultado diferente al descrito por Arce *et al.* (2016) quienes mencionan que existe diferencia significativa entre el queso control y el queso con incorporación de seroproteínas, disminuyendo el agrado de este último, lo que indica que los tres productos pueden ser comercializados y son aceptados por el público; especialmente el producto del tratamiento 3(10,85 g/L), el que contiene mayor cantidad de proteína.

La acidez, en el queso es otro factor que no sólo tiene incidencia sobre el sabor, sino también directamente en los cambios que experimenta la red de proteína (cuajada) del queso, teniendo ésta una correlación directa en los fenómenos de sinéresis; es decir, a mayor acidez, mayor sinéresis y textura final (Walstra *et al.*, 2006); considerando que la acidez de los tratamientos fue diferente, no varió

estructuralmente a los quesos frescos, ya que no fue detectado ni rechazado por los panelistas.

#### 4.2.1. Color

Dependiendo de la composición de la leche el color del queso fresco puede variar desde un amarillo pálido hasta blanco; sin embargo, el color característico del queso fresco es amarillo pálido, que al pasar los días ésta se va tornando más amarillo, producto de la oxidación de los lípidos presentes. Montensen *et al.* (2004) menciona que en quesos frescos la exposición a la luz es la causa principal de oxidación generando cambios en el color.

En la Figura 4.6 y Tabla 4.6 se puede notar que el nivel de aceptabilidad del color de los tres tratamientos es alto para los panelistas, ya que se tuvo valores que van desde bueno a muy bueno (según la escala hedónica, Anexo 7), no se determinó diferencias significativas según el análisis de varianza realizado a los resultados. (Anexo 7).

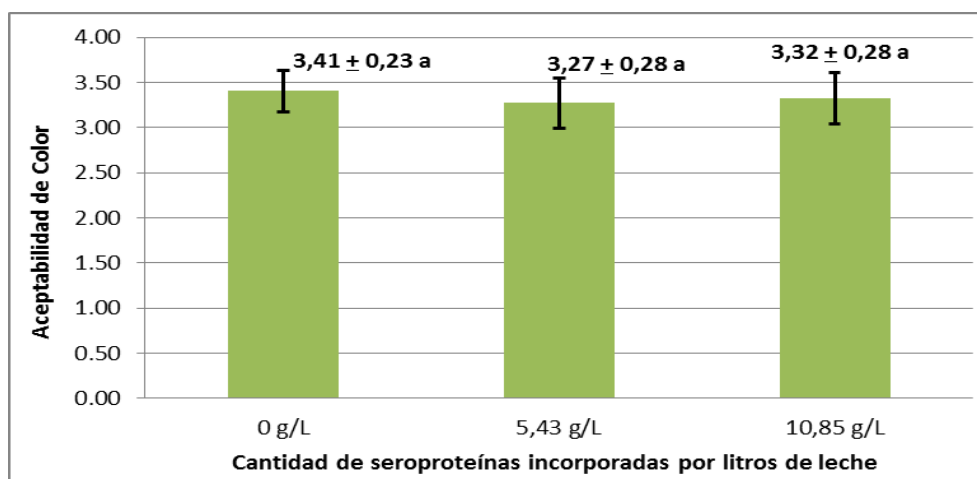


Figura 4.6: Aceptabilidad media del color del queso fresco

**Tabla 4.6**  
**Valores de color en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Media de Color</b>
1	0 g/L	3,41 ± 0,23 a
2	5,43 g/L	3,27 ± 0,28 a
3	10,85 g/L	3,41 ± 0,28 a

Promedio p(0,05). Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

#### 4.2.2. Olor

El queso es un alimento altamente contaminante, por lo que se debe tener cuidado en el momento de la manipulación, almacenamiento hasta la venta, los más conocidos son la contaminación por gases, contacto físico, entre otros, que afectan el olor final del queso fresco. El olor del queso es característico y no debe tener otro tipo de olores.

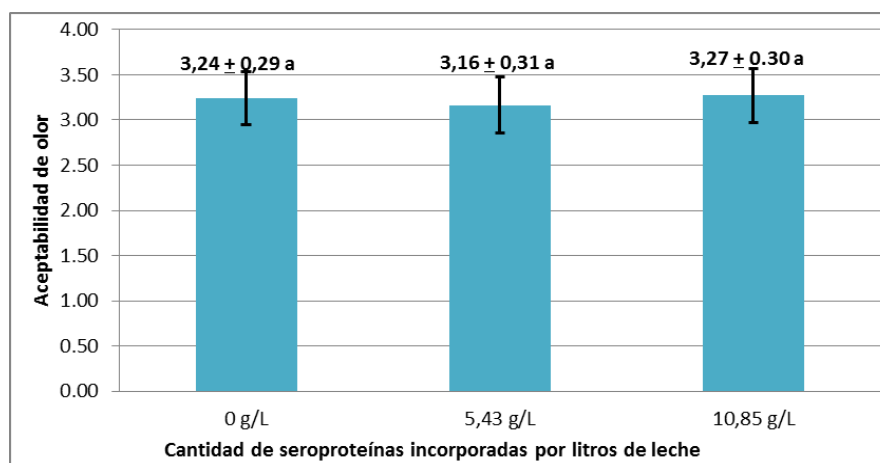


Figura 4.7: Aceptabilidad media del olor del queso fresco

**Tabla 4.7**  
**Valores de olor en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Media de olor</b>
1	0 g/L	3,24 ± 0,29 a
2	5,43 g/L	3,16 ± 0,31 a
3	10,85 g/L	3,27 ± 0,30 a

Promedio p(0,05). Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

Como se observa en la Figura 4.7 y en la Tabla 4.7 la aceptabilidad del olor del queso por los panelistas va desde bueno a muy bueno, y teniendo en cuenta los valores alcanzados y realizando el análisis de varianza se afirma que no existe diferencia significativa (Anexo 7), los panelistas no detectaron diferencia de olores entre las muestras.

#### **4.2.3. Sabor**

De la misma manera que con el color, el sabor del queso fresco va a depender de la composición de la leche, de la alimentación del animal, así como de otros agentes que puedan contaminar el producto durante y después de su elaboración; sin embargo, el sabor del queso es característico y no debe tener otros sabores extraños.

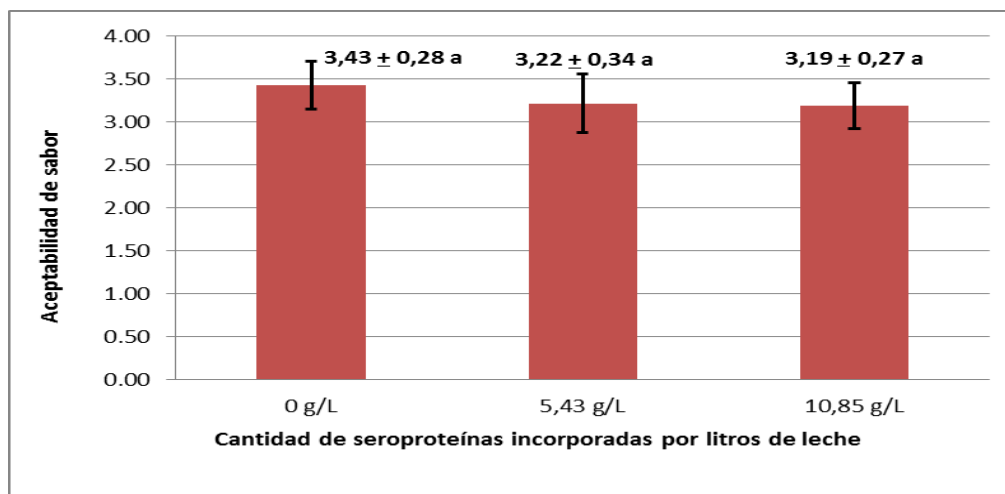


Figura 4.8: Aceptabilidad media del sabor del queso fresco

En la Figura 4.8, y en la Tabla 4.8, se muestra que los panelistas no detectaron diferencias en el sabor de los dos tratamientos y el queso control, estando en un rango de bueno a muy bueno, se puede afirmar que el sabor fue aceptable, en base a los valores y del análisis de varianza realizado se asegura que no existe diferencia significativa entre las muestras a un nivel de significancia de ( $p < 0,05$ ) (Anexo 7).

**Tabla 4.8**  
**Valores de sabor en queso fresco**

	Tratamiento	Media de sabor
1	0 g/L	3,43 ± 0,28 a
2	5,43 g/L	3,22 ± 0,34 a
3	10,85 g/L	3,19 ± 0,27 a

Promedio  $p(0,05)$ . Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

#### 4.2.4. Textura

Es una de las características utilizadas para la clasificación del queso fresco, y ésta depende de la cantidad de agua que tenga en su estructura. La textura característica del queso fresco es suave de fácil corte.

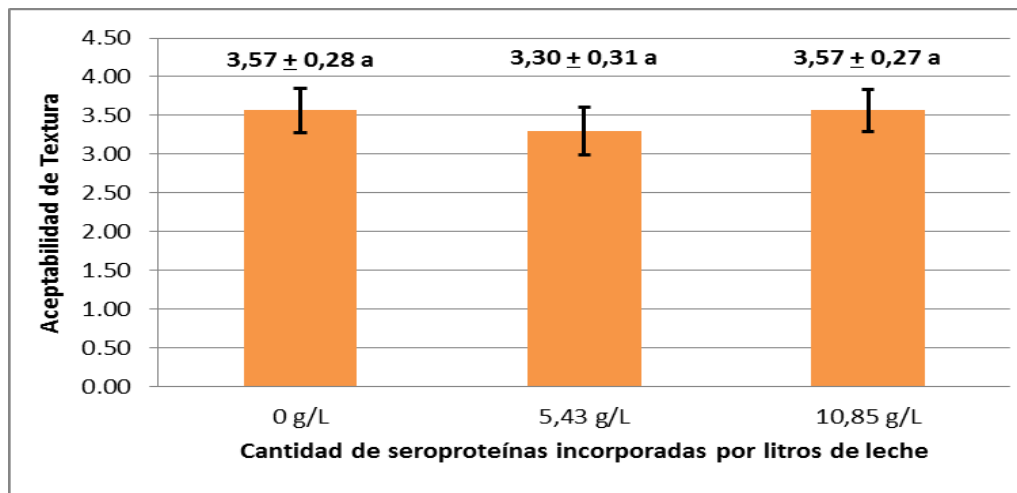


Figura 4.9: Aceptabilidad media de la textura del queso fresco

Como se puede observar en la Figura 4.9 y en la Tabla 4.9, la aceptabilidad de la textura del queso fresco para los panelistas va desde bueno a muy bueno, no detectándose diferencias entre los dos tratamientos y el queso control, así mismo no existe diferencia significativa entre las muestras según el resultado obtenido en el análisis de varianza (Anexo 7).

**Tabla 4.9**  
**Valores de textura en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Media de textura</b>
1	0 g/L	$3,57 \pm 0,28$ a
2	5,43 g/L	$3,30 \pm 0,31$ a
3	10,85 g/L	$3,57 \pm 0,27$ a

Promedio p(0,05). Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

#### 4.2.5. Aspecto General

El aspecto general es el conjunto de características anteriores, donde el panelista puede captar con todos los sentidos el agrado o desagrado del alimento en conjunto, se puede decir que ésta es una de las características importantes ya que de éste resultado dependerá si el producto puede ser introducido o no al mercado.

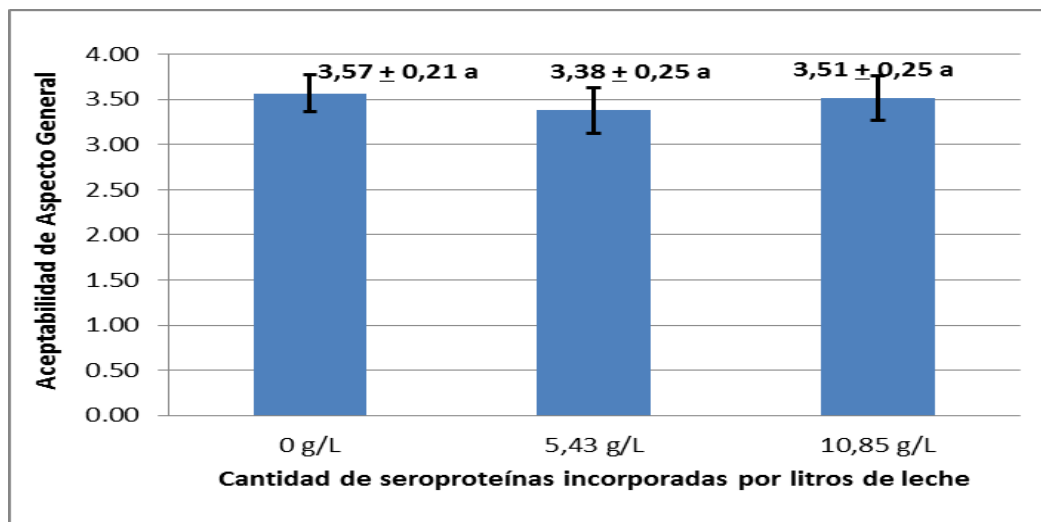


Figura 4.10: Aceptabilidad media de aspecto general del queso fresco

Como se puede observar en la Figura 4.10 y Tabla 4.10, la aceptabilidad del queso en su conjunto es favorable ya que los panelistas evaluaron este criterio desde bueno a muy bueno, y no detectaron diferencias entre los dos tratamientos y el queso control, esto indica que las muestras son aceptadas y pueden ser comercializadas en el mercado, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra control según el resultado obtenido en el análisis de varianza realizado (Anexo 7).



**Tabla 4.10**  
**Valores de aspecto general en queso fresco**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Media de sabor</b>
1	0 g/L	3,57 ± 0,21 a
2	5,43 g/L	3,38 ± 0,25 a
3	10,85 g/L	3,51 ± 0,25 a

Promedio p(0,05). Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

#### **4.3. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO:**

Los productores lácteos tienen como principal objetivo obtener la mayor cantidad de queso por litro de leche, el rendimiento que se tenga es muy importante, ya que de esta variable dependerá el ingreso económico que obtengan para satisfacer sus necesidades básicas. En la Tabla 4.11 se aprecian los valores para los tratamiento 1 (0 g/L), tratamiento 2(5,43 g/L) y tratamiento 3(10,85 g/L), analizados con un nivel de significancia de (p<0,05).

**Tabla 4.11**  
**Valores de rendimiento de queso fresco en gramos**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento</b> (g de queso/5 kg leche)
1	0 g/L	630,30 ± 5,91 a
2	5,43 g/L	674,40 ± 8,09 b
3	10,85 g/L	721,36 ± 6,99 b

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

Como se aprecia en la Tabla 4.11, a medida que fue agregándose mayor cantidad de proteína sérica en la elaboración de queso fresco, el rendimiento en el queso también fue aumentando. Con la adición de 5,43 g/L de seroproteínas húmeda se promovió el aumento de 44,1 gramos en relación al queso control y la adición de 10,85 g/L de seroproteínas promovió un aumento de 46,96 gramos respecto al queso con 5,43 g/L de seroproteínas.

En términos porcentuales también puede apreciarse que la inclusión de seroproteínas aumenta el rendimiento de queso. La leche incorporada con 5,43 g/L de proteína sérica supera en 0,88 % a la leche sin incorporación de proteínas séricas y entre las leches incorporadas con 10,85 y 5,43 g/L de proteína sérica la diferencia resultante fue de 0,94 %.

Una primera evidencia es que el queso incorporado con proteína sérica posee un mayor rendimiento; así mismo, a mayor dosis corresponde mayor rendimiento.

De estos resultados se deduce que es necesario 7,93 kilos de leche para obtener 1 kilo de queso; pero cuando se va incluyendo proteína sérica, la cantidad de leche para la obtención de igual cantidad de queso, es cada vez menor en la medida en que la proteína sérica aumenta (7,41 y 6,93) litros de leche.

El rendimiento porcentual en queso fresco (12,61 %, 13,49 % y 14,43 %) obtenido en las condiciones del estudio, se ubica dentro del rango que establece Revilla (1985), aunque más próximo a los límites inferiores quien menciona que

el rango de variación para el rendimiento se encuentra entre 12 y 18 %, atribuyéndose estos valores a la acidez de la leche, factor que influye en el rendimiento como reporta Inda (2000); sin embargo, el rendimiento del queso incorporado con 10,85 g/L de seroproteínas es cercano a lo reportado por Mahaut (2003) que es 15 % aproximadamente.

El aumento del rendimiento de los tratamientos se atribuye a la incorporación de las seroproteínas y como consecuencia una mayor retención de suero en la matriz del queso. Estas proteínas están involucradas en la formación de la estructura de la cuajada, que consiste básicamente de una red proteica continua e hidratada donde se encuentra una fase discontinua de glóbulos de grasa.

En la Tabla 4.12 podemos observar que no existe diferencia significativa, esto basado en los resultados obtenidos del análisis de varianza (Anexo 8) a un nivel de significancia de ( $p < 0,05$ ), entre el tratamiento 2(5,43 g/L) y tratamiento 3(10,85 g/L). Pero sí existe diferencia significativa entre el tratamiento 1(0 g/L) con el tratamiento 2(5,43 g/L) y tratamiento 3(10,85 g/L).

A la prueba de Dunnett, se evidencia que el rendimiento obtenido del queso elaborado con la mayor inclusión de seroproteínas resulta significativamente superior al rendimiento obtenido por el queso elaborado con leche libre de seroproteína.

**Tabla 4.12**  
**Valores de rendimiento de queso fresco en porcentaje**

	<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
1	0 g/L	12,61 a
2	5,43 g/L	13,49 b
3	10,85 g/L	14,43 b

Promedio p(0,05). Valores seguidos por diferentes letras, indican diferencias significativas

g/L: gramos de seroproteínas incorporada por un litro de leche procesada

#### **4.4. DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD:**

Uno de los parámetros que se mide en la estabilidad del queso fresco es la sinéresis; la cantidad de mililitros que libera el queso durante su almacenamiento en anaquel; aspecto que no se percibió en ninguno de los tratamientos, lo que muestra una buena estabilidad en los tres productos.

Existen dos fenómenos que controlan la firmeza del queso. El primero consiste en la acción de las diferentes enzimas proteolíticas sobre la matriz proteica, el segundo es el efecto de pérdida de humedad, que al provocar una disminución de la hidratación de las proteínas conduce a una mayor interacción de las mismas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica. (Adda *et al.*, 1982 y Walstra *et al.*, 1990).

## CONCLUSIONES

- La incorporación de seroproteínas produjo cambios en algunas de las características fisicoquímicas como es el aumento significativo en la cantidad de proteína desde 20,43 % (tratamiento 1 (0 g/L)) hasta 26,55 % (tratamiento 2 (5,43 g/L)) y 27,28 % (tratamiento 3 (10,85 g/L)), la disminución significativa en el contenido de grasa bajando desde 25,64 % (tratamiento 1 (0 g/L)) hasta 20,776 % (tratamientos 2 (5,43 g/L)) y 20,175 % (tratamiento 3 (10,85 g/L)); sin embargo no se obtuvieron diferencias significativas en el pH, textura y humedad. Con los resultados obtenidos se puede concluir que, mediante la inclusión de seroproteínas en mayor concentración se logra mejorar la calidad del producto.
- A la prueba sensorial no fue percibida alteración en color, olor, sabor, textura y Aspecto general tampoco sintiendo una diferencia significativa entre las muestras tratadas y el queso control.
- La incorporación de seroproteínas aumentó el rendimiento en el queso fresco en 0,88 % y 1,82 % respecto al queso control, desde (12,61 %) queso control (0 g/L) hasta 13,49 % tratamiento 2 (5,43 g/L) y 14,43 % tratamiento 3 (10,85 g/L).
- En el almacenamiento no se presentó el fenómeno de la sinéresis en ninguna de las muestras, confirmando la estabilidad de los productos.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar trabajos de optimización para la obtención de seroproteínas para la incorporación en el queso fresco.
- Continuar con la investigación incrementando la concentración de seroproteínas en la elaboración de queso fresco.
- Promover el aprovechamiento de lactosuero para la obtención de seroproteínas y su uso en la elaboración de queso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaigar, A. (2005). *El Lactosuero en la alimentación del ganado porcino*. España: Estella.
- Adda, J. G. (1982). The chemistry of flavour and texture generation in cheese. *Food Chemistry*, 9(1):115-229.
- Alais, C. (1984). *Ciencia de la leche*. Mexico: Continental S.A.
- Alais, C. (1998). *Ciencia de la leche. (principios de técnicas lecheras)*. Mexico pp 550 - 554: CECSA.
- Antezana, V. C. (2015). *Efecto de la hidrólisis enzimática de la lactosa en el perfil de textura de queso fresco normal y bajo en grasa*. Recuperado el 03 de octubre de 2018, de Universidad Nacional Agraria, Repositorio de la UNALM, Lima - Perú: [repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/.../Q04\\_A558\\_T%20BAN%20UNALM.pdf?...](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/.../Q04_A558_T%20BAN%20UNALM.pdf?...)
- Arce, M. J., Thompson Vicente, E., & Calderón Villaplana, S. (2016). Incorporación de la proteína del suero lácteo en un queso fresco. *Redalyc- Agronomía Mesoamericana*, vol. 27, núm. 1; Recuperado de [www.redalyc.org/pdf/437/43743010006.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/437/43743010006.pdf), 61-71.
- Arteaga, M. M., Molina, C. L., Pinto, C. M., & Brito, C. C. (Marzo de 2009). *Caracterización de queso chanco enriquecido con suero lácteo en polvo*. Recuperado el 07 de 08 de 2018, de Redalyc.org; Revista Chilena de Nutrición, vol. 36, núm. 1, marzo, 2009, pp. 53-62: [www.redalyc.org/articulo.oa?id=46911435006](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46911435006)

- Badui, S. D. (1994). *Química de los alimentos*. Mexico: Alhambra Mexicana.
- Badui, S. D. (2006). *Química de los alimentos*. Mexico: Pearson Educación.
- Barbano, D. M. (1993). *Influence of mastitis on cheese Yield, International Seminar on Factors Affecting Yield of Cheese and Systems For Its Control. International Dairy Federation*. Cork, Irlanda.
- Baro, L. J. (2001). Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *J. Ars. Pharmaceutica*, 42 (3-4): 135-145.
- Belitz, H. D., & Grosh, w. (1988). *Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Bourne, M. (2002). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*, 427 p. EEUU: 2da edición. Academic Press.
- Brighenti, M. G.-L. (2008). *Characterization of rheological, textural and sensory properties of samples of commercial US cream cheese with different fat contents. Journal of Dairy Science*. 91:4501-4517.
- Callanan, T. (1991). *Recovery of Milk Constituents in Cheesemaking (Relation to Process Control)*". Capítulo 4 en: *Factors Affecting the yield os cheese. Monografía No. 9301. International Dairy Federation*. Bruselas, Bélgica.
- Cheftel, J. C., & Cheftel, H. (1976). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Cohene, M., A, S., F, D., & A, S. (2016). *Estudio comparativo de la composición fisicoquímica y organoléptica del dulce de leche de*



*elaboración artesanal utilizando leche suero de quesería en una proporción 70/30, con y sin hidrolizado de la mezcla.* San Lorenzo - Paraguay: Scielo - recuperado de <http://scielo.iics.una.py/pdf/ccv/v6n1/v6n1a04.pdf>.

Condori, C. C. (2010). *Quesería rural*. Puno: Queserías artesanales de la Región Puno especialmente.

Coultate, T. P. (1998). *Manual de química y bioquímica de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.

Denicia, E. V. (2009). La Industria de la leche y la Contaminación del agua. Recuperado de <http://www.elementos.buap.mx/num73/htm/27.htm>. *Elementos: Ciencia y cultura*, (73), 27-31.

Dufour, E. M. (2001). Delineation of the structure of soft cheeses at the molecular level by fluorescence spectroscopy-relationship with texture. *Int Dairy J.*, 11:465-473.

Farkye, N. Y. (2004). *Cheese technology*. International Journal of Dairy Technology.

Foegeding, E. J. (2003). Sensory and mechanical aspects of cheese texture. *Int. Dairy J.*, 13: 585-591.

Fox, F. y. (1996). *Proteolysis in cheese during ripening*. *Food Reviews International* 12, 457-509.

García, G. R. (1993). *Productos lácteos*. México: Limusa Noriega.

Gómez, A. C., Zenia, H. L., Javier, C. R., & Silvia, A. L. (2006). *Optimización del proceso de extracción de las proteínas del*

*lactosuero mediante precipitación por calor*. Recuperado el 07 de 08 de 2018, de [respyn2.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art31.pdf](http://respyn2.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art31.pdf): [respyn2.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art31.pdf](http://respyn2.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art31.pdf)

Grappin, R. y. (1997). *Possible implications of milk pasteurization on the manufacture and sensory quality of ripened cheese*. *International Dairy Journal*. 7: 751-761.

Guerrero Ramos, C., Salas Valerio, W. F., & Baldeón Chamorro, E. (30 de 06 de 2015). *Revista Científica scielo.org*. Recuperado el 03 de 09 de 2018, de Evaluación instrumental de la textura del queso elaborado con suero concentrado por ultrafiltración.: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v81n3/a09v81n3.pdf>

Gunasekaran, S. a. (2003). *Cheese rheology and texture*. USA: CRC Press, Boca Ratón, FL.

H., K. J. (1991). Incorporation of whey proteins in cheese. Including the use of ultrafiltration. IN: Factors affecting the yield of cheese. *IDF:especial issue*, 9301, 88-108.

Ha, E. a. (2003). Functional properties of ey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 14(5): 251-258.

Hambraeus, L. (1982). *Developments in dairy chemistry-1: nutritional aspects of milk protein 409 p*. London: Ed. PF Fox Applied Science Publishers.

- Hernández, X. R. (2002). *Utilización del suero de leche para la elaboración de una bebida fermentada. Tesis de licenciatura Obtenida desde <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/99044.pdf>*.
- Hinrichs R., J. G. (2004). Characterization of different treated whey protein concentrates by means of lowresolution nuclear magnetic resonance. *International Dairy Journal*, 14(9): 817-827.
- Hinricks, J. (2001). Incorporation of whey proteins in cheese. *Int. Dairy J.*, 11:495-503.
- Ibrahim, F. E. (2005). Effect of fermentation on biochemical and sensory characteristics of sorghum flour supplemented with whey protein. *Food Chemistry*, 92(2): 285-292.
- Inda, C. A. (2000). *Optimización de rendimientos de quesería*. Mexico: Organización de los Estados Americanos OEA, extraído de <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=O51xfikk6CU%3D&tabid=585>.
- INDECOPI. (2010). *NTP 202.001: 2010 Leche y productos lácteos . Leche cruda. Requisitos*. Lima, Perú, 5ta edición.: INDECOPI.
- J., J. G. (1996). Effects of whey proteins on cheese characteristics. *IDF-FIL. Bulletin*, 313:3-8.
- Jelen, P. (2003). Whey processing. Utilization and Products. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, London, UK, In: H. Roginski, J.W Fuquay and P.F. Fox (eds.) 2739-2745.
- kirk, R. S. (2005). *Composición y Análisis dfe Alimentos*. Mexico: Cecsa: Deperson.

- Law, B. a. (2010). *Technology of cheese making. 2nd ed. Willey Blackwell.*  
Oxford: GBR.
- Lawrence, R. (1991b). *Cheese Yield Potential of Milk. Capítulo 10 en: Factors Affectins the yield of cheese. Monografía No. 9301. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.*
- Lawrence, R. C. (1991a). *Processing Conditions. Capítulo 7 en: Factors affecting the yield of cheese . Monografía No. 9301. International Dairy Federation. Bruselas, Bélgica.*
- Linden, G. a. (1996). *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola. Zaagoa, España: Acribia. pp 454.*
- Linden, G. y. (1996). *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola. Zaragoza, España: Acribia pp 454.*
- Liria, D. M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos. Lima: Instituto de Investigación Nutricional-AgroSalud (CIDA-7034161), centro internacional de Agricultura Tropical-CIAT.*
- Liu, X. K. (2005). Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *journal process biochemistry*, 40: 13-24.
- Lobato-Caballeros C., J. R.-H.-U.-G.-C. (2007). Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. *Food res. Intl*, 40:529-537.
- Londoño, M. (2006). Aprovechamiento del suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de

- complementación de acidez con tres ácidos orgánicos. *Perspectivas en nutrición humana. Revista Perspectivas en Nutrición Humana-Escuela de Nutrición y Dietética-Universidad de Antioquia*, 16:11-20.
- Londoño, M. J. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*, 61(1): 4409-4421.
- Lu, N. S. (2008). *Effects of pH on the textural properties and meltability of pasteurized process cheese made with different types of emulsifying salts. Food Engineering and Physical properties*. 73(8):363-369.
- Lucey, J. J. (2003). *Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. Journal Dairy Science* 9(86): 2725-2743.
- Mahaut, M., Jeantet, R., & Brulé, G. (2003). *Introducción a la tecnología quesera*. Zaragoza: Acribia.
- McSweeney, P. (2007). *Cheese problems solved*. Woodhead, GBR.
- Meyer, M. R. (2006). *Elaboración de Productos Lácteos*. Mexico: Trillas.
- Mortensen, G. B. (2004). Light-induced changes in packaged cheeses - a review. *International Dairy Journal*, 14:85-102.
- Muñi, A. G. (2005). Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. *Revista científica*, 15(4): 361-367.
- NTP:202-195, & INDECOPI, C. d. (2004). *Leche y productos lácteos, Queso fresco, Requisitos*. Lima: 1ra edición INDECOPI.

- Ortigosa, M. T. (2001). *Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter cultura on the volatile components and sensory characteristics of roncal cheese. Journal of Dairy Science. 8(6): 1320-1330.*
- Panesar, P. J. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Food Chemistry, 105: 1-14.*
- Parra Huertas, R. A. (16 de Abril de 2009). *Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos.* Recuperado el 07 de 08 de 2018, de Redalyc. org; scielo.org:: [www.redalyc.org/articulo.oa?id=179915377021](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179915377021); [www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf)
- Parra-Huertas, R. A. (2010). Digestión Anaeróbica de lactosuero: Efecto de Altas Cargas Puntuales. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914617016>. *Rev. Fac. Nac. Arg. Medellin, 63(1) 5385-5394.*
- Pinho, O. M. (2004). *Chemical, physical, and sensorial characteristics of "Terrincho" ewe cheese: Changes during ripening and intravarietal comparison. Journal of Dairy Science. 87 (2):249-257.*
- Ramírez, L. C., & Vélez, R. J. (2012). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación.* Recuperado el 07 de 08 de 2018, de *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 6 - 2 (2012):131-148;* Ex hacienda Sta. Catarina Mártir S/N, San Andrés Ch: [web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf](http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf)

- Raymundo, h. M. (2013). *Caracterización fisicoquímica de un producto tipo cajeta elaborado a partir del suero dulce de quesería*. Xalapa-Mexico: Tesis para acreditar la experiencia educativa en Ingeniería en Alimentos; de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana recuperado de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46730/SosaMartinezAlicia.pdf;jsessionid=5F215D1BB47>.
- Revilla, A. (1985). *Tecnología de la leche*. San José (Costa Rica): IICA.
- Rosenthal, A. (2001). *Textura de los Alimentos. Medida y percepción*. 299 p. Ed. Acribia: España.
- Sánchez-Snachez. G. L., G.-G. M.-G.-R.-C.-R. (2012). *Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes*, 4(2), 65-74, Recuperado de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/551>.
- Sbodio, O. A., & Revelli, G. R. (diciembre, 2012). Coagulación de la leche. Desarrollo de un dispositivo para el "monitoreo" online del proceso. Avances en la Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, vol 38, núm 3, 236-246; recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86425838009>.
- Smithers, G. (2008). Whey and whey proteins from gutter to gold. *Int. Dairy J.*, 18:695-704.
- Spreer, E. (1991). *Lactología Industrial*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.

- Steffl, A. R.-G. (1999). Influence of Whey protein aggregates on the renneting properties of milk. *Int. Dairy J.*, 9:403-404.
- Taverna, M. (2001). *Composición química de la leche*. Revista Arg. Prod. Volumen 1.
- Theophilou, P. y. (2007). *Effects of fat on the properties of halloumi cheese*. *International Journal of Dairy Technology*. 60(1):1-4.
- Trathik, L. J. (2008). Whey based beverages- a new generation of dairy products. . *Mijekarstvo* 58 (3), 257-274.
- Tunick, M. y. (2010). *Rheology and texture of commercial queso fresco cheeses made from raw and pasteurized milk*. *Journal of food Quality* 33:204-215.
- UNIFEM, F. d. (1998). *Procesamiento de lácteos*. Lima: ITDG.
- Van Hekken, D. y. (2003). *Hispanic Cheeses: The quest for queso*. *Food Technology*. 57:32-38.
- Vázquez, P. F., Andree, V. A., & Mosqueda Frías, P. R. (Julio - Diciembre, 2010). Precipitación de proteínas lactoséricas en función de la acidez, temperatura y tiempo, de suero producido en Comonfort, Guanajuato, México. *Revista venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1 (2). Extraído de <https://sites.google.com/site/1rvcta/v1-n2-2010/r5>, 157-169.
- Walstra P., W. J. (2006). *Dairy Science and Technology* CRC Press. 808 p. Nueva York, EEUU.
- Walstra, P. (1990). *On the stability of casein micelles*. *Journal of Dairy Science*. 73:1965-1979.



Walstra, P., Geurts, T., Noomen, A., Jellema, A., & Boekel, M. v. (2001).  
*Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos.*  
Zaragoza: Acribia.

Williams Mena, P. (Abril de 2002). *Formulación y elaboración de dos bebidas refrescantes con base en suero dulce de queso fresco y sabores de frutas.* Recuperado el 03 de octubre de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1523/1/AGI-2002-T027.pdf>

# ANEXOS

## ANEXO 1

### CUADROS RESUMEN DE LAS VARIABLES EVALUADAS

#### 1.- Resultados de las propiedades fisicoquímicas:

			Propiedades Fisicoquímicas				
			pH*	Humedad*	Proteína*	Grasa*	Textura*
0 g/L	Día 1	18°C	6,1	49,89		24,35	98,67
		5°C	6,1	49,89		24,35	98,67
	Día 3	18°C	5,9	42,43	20,43	25,10	109,67
		5°C	6,1	48,02		26,17	124,33
	Día 6	18°C	5,9	43,49		25,67	78,00
		5°C	5,9	45,59		28,21	97,67
5,43 g/L	Día 1	18°C	6,8	50,50		19,61	106,67
		5°C	6,8	50,50		19,61	106,67
	Día 3	18°C	6,7	46,44	26,55	22,01	123,00
		5°C	6,8	52,15		19,43	126,67
	Día 6	18°C	6,6	39,00		23,10	125,67
		5°C	6,8	48,81		20,89	121,67
	Día 1	18°C	6,7	57,03		19,25	140,00
		5°C	6,7	57,03		19,25	140,00
	Día 3	18°C	6,3	50,55	27,28	20,83	127,33
		5°C	6,4	49,26		18,48	98,33
	Día 6	18°C	6,2	46,03		23,07	94,00
		5°C	6,4	50,12		20,17	101,33

\* Valores promedio estimados de tres repeticiones, para cada tratamiento.

**g/L:** Gramos de seroproteínas incorporadas por litro de leche

#### 2.- Resultados de las propiedades organolépticas:

			Propiedades organolépticas*				
			Color	Olor	Sabor	Textura	Ap. General
0 g/L			3,41	3,24	3,43	3,57	3,57
5,43 g/L	Día 1	18 °C	3,27	3,16	3,22	3,30	3,38
10,85 g/L			3,32	3,27	3,19	3,57	3,51

\* Valores promedio del total de 37 panelistas, para la muestra control y los dos tratamientos.

**g/L:** Gramos de seroproteínas incorporadas por litro de leche.

### 3.- Resultados de rendimiento

		Rendimiento %
0 g/L		12,61 a
5,43 g/L	Día 1 18 °C	13,49 b
10,85 g/L		14,43 b

\* Valores promedio obtenidos, para la muestra control y los dos tratamientos, realizados el día uno.

**g/L:** Gramos de seroproteínas incorporadas por litro de leche.

### 4.- Resultados de estabilidad en almacenaje

	0 g/L		5,43 g/L		10,85 g/L	
	18 °C	5 °C	18 °C	5 °C	18 °C	5 °C
Día 1	.-	.-	.-	.-	.-	.-
Día 3	.-	.-	.-	.-	.-	.-
Día 6	.-	.-	.-	.-	.-	.-

\* No se apreció sinéresis en ninguna muestra durante su almacenaje.

.-; Valor igual a cero

**g/L:** Gramos de seroproteínas incorporadas por litro de leche.

**ANEXO 02**  
**DETERMINACIÓN DE pH**

**1. MATERIALES Y MÉTODOS**

**a. Materiales**

- Probeta de 500 mL
- pHmetro
- Vaso de precipitado de 150 mL
- Licuadora
- Cuchillo
- Balanza analítica
- Tabla de picar
- Papel tisue

**b. Reactivos**

- Agua desionizada
- Agua destilada

**c. Muestras**

- Queso fresco

**d. Procedimiento**

- Cortar y pesar 10 gramos de queso fresco

- Licuar la muestra con 50 mL de agua desionizada, hasta que la muestra este homogénea y no haga sólidos
- Verter el líquido en el vaso de precipitado y colocar el pHmetro.
- Esperar hasta que el pHmetro se estabilice y medir, repetir la prueba 3 veces.

#### e. Resultados

	Control		50%		100%	
	AMB.	REF.	AMB.	REF.	AMB.	REF.
<b>DÍA 1</b>	6,1	6,1	6,8	6,8	6,7	6,7
	6,1	6,1	6,8	6,8	6,7	6,7
<b>DÍA 3</b>	5,9	6,1	6,7	6,8	6,3	6,4
	5,9	6,1	6,7	6,8	6,3	6,4
<b>DÍA 6</b>	5,9	5,9	6,6	6,8	6,2	6,4
	5,9	5,9	6,6	6,8	6,2	6,4

#### f. Análisis de Varianza

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	1466.25	1	1466,25	313769,90	0,00
Proteína	3.48	2	1,74	371,90	0,00
Temperatura	0,04	1	0,04	9,29	0,01
Días	0,15	2	0,07	15,93	0,00
Proteína * Temperatura	0,00	2	0,00	0,31	0,73
Error	0,13	28	0,01		
Total corregido	3,80	35			

a. R al cuadrado = 0,97 (R al cuadrado ajustada = 0,96)

## ANEXO 3

### DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### a. Materiales

- Materia prima: queso fresco.
- Placas petri
- Luna de reloj
- Pinzas
- Desecadores con silicagel o con sales desecantes
- Espátulas
- Rallador
- Cuchillo
- Marcador de vidrio

##### b. Equipos

- Balanza analítica.
- Estufa.

##### c. Procedimiento

Preparar las muestras para el análisis por reducción de tamaño haciendo uso de un rallador. Asegurarse que las muestras no se descompongan a temperaturas mayores de 100 °C.

- Pesar las placas petri o papel de aluminio limpias y secas ( $P_1$ )  $P_1 =$   
.....g

- Pesar exactamente ente 2 a 5 g de muestras en placas petri. Anotar el peso ( $P_2$ ) de la muestra + placas petri.  $P_2 = \dots\dots\dots$ g
- Llevar a la estufa a 105 °C por 24 horas (muestras molidas)
- Sacar las placas con las muestras secas y colocarlas en el desecador para que se enfríe.
- Pesar y anotar el peso final ( $P_3$ ): $\dots\dots\dots$ g

**Cálculos de humedad**

Humedad en base húmeda

g de muestra =  $(P_2 - P_1) = \dots\dots\dots$ g

g de agua eliminado =  $(P_2 - P_3): \dots\dots\dots$ g

Sólido seco o masa seca (g) = g muestra - g de agua eliminado  
 = $\dots\dots\dots$ g

Por definición humedad es:

$$Humedad(M) = \frac{g\ agua}{g\ muestra}$$

% de humedad será:

$$\%M(bh) = \frac{(P_2 - P_3)}{(P_2 - P_1)} * 100$$

**Cálculos de materia seca**

g de masa seca = 100 - % M



Humedad en base seca

$$b) \quad X = \frac{(P_2 - P_3)}{g.m.s.} \quad (\text{g de agua /g de materia seca})$$

$$X = \frac{(P_2 - P_3)}{g.m.s.} \times 100 \quad (\text{g de agua /100 g m.s.})$$

**d. Resultados**

	Control		50%		100%	
	18 °C	5 °C	18 °C	5 °C	18 °C	5 °C
	50,24	50,24	50,33	50,33	50,19	50,19
<b>DÍA 1</b>	49,57	49,57	50,93	50,93	70,12	70,12
	49,87	49,87	50,25	50,25	50,78	50,78
	41,39	47,21	46,39	52,06	50,44	49,26
<b>DÍA 3</b>	43,97	48,10	44,80	52,38	50,79	49,46
	41,91	48,74	48,14	52,01	50,42	49,07
	43,78	45,51	40,03	49,15	46,31	50,53
<b>DÍA 6</b>	43,34	45,62	38,50	48,27	45,81	50,14
	43,35	45,63	38,47	49,02	45,97	49,70

e. Análisis de Varianza

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	128113,15	1	128113,15	8161,23	0,00
Temperatura	112,81	1	112,81	7,19	0,01
Proteína	253,51	2	126,76	8,08	0,00
Días	445,70	2	222,85	14,20	0,00
Temperatura * Proteína	41,13	2	20,57	1,31	0,28
Error	722,10	46	15,70		
Total corregido	1575,24	53			

a. R al cuadrado = 0,542 (R al cuadrado ajustada = 0,472)

**ANEXO 4**  
**DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA**  
**MÉTODO DE KJELDAHL**

**MATERIALES y MÉTODOS**

**a) Materiales**

- Balanza analítica
- Balón de Kjeldahl de 250 mL.
- Calefactor eléctrico. Para efectuar la digestión.
- Equipo de destilación.
- Mortero
- Soporte universal
- Bureta calibrada
- Baso de precipitado
- Espátula
- Pipeta

**b) Reactivos**

- Ácido sulfúrico (d: 1,84) Exento de nitrógeno
- Sulfato de cobre. ( $\text{SO}_4\text{Cu}$ )
- Sulfato de potasio. ( $\text{SO}_4\text{K}_2$ )
- Sulfato de sodio anhidro.
- Hidróxido de sodio (NaOH) al 80%
- Ácido clorhídrico (HCL) 0,05N

- Ácido bórico ( $H_3BO_3$ )
- Indicador rojo de metilo al 0,1 %
- Indicador verde bromocresol al 1 %

**c) Muestras**

- Queso fresco

**d) Preparación de los reactivos**

- **Mezcla catalizadora:** Se usa  $SO_4Cu$  y el  $SO_4K_2$  en la siguiente relación ( $SO_4Cu$ : 0,25 g; y el  $SO_4K_2$ : 1,0 g) ambos previamente triturados mediante un mortero.
- **Solución 0,05 N de ácido clorhídrico o sulfúrico.** Diluir 8,5 mL de HCl concentrado en un volumen de 2 L., posteriormente estandarizar con carbonato de sodio previamente secado.
- **Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.-** La normalidad debe controlarse periódicamente.
- **Solución de hidróxido de sodio al 80% (p/v):** se pesa 80 g de hidróxido de sodio (NaOH), en un volumen de 100 mL de agua destilada fría por separados. Cuidado que produce una reacción exotérmica (produce calor violento). Hacer esto en una campana de extracción y enfriarla con hielo en una cubeta y almacenarla en un frasco de polietileno.
- **Indicador: “solución mixta” para 250 mL**  
Esta contiene: ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) -----10 gramos  
0,1 % Rojo de metilo (indicador pH) -----5 mL

1 % Verde bromocresol (ind. PH) -----2 mL.

El ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) se diluye primero en agua caliente luego se enfría a temperatura ambiente ya que si se fuerza empieza a precipitar, posteriormente se le adiciona los indicadores y se enraza al volumen.

% Rojo de metilo: 0,1 g y enrazar con alcohol etílico a 100 mL.

% verde bromocresol: 1 g y enrazar a 100 mL con alcohol etílico.

**NOTA:** Los indicadores en solución no deben permanecer más de 3 meses guardados ya que comienzan a bajar su concentración (se vencen)

- **Ácido bórico al 4%:** pesar 40 g de ácido bórico en fiola de 1 litro + verde de bromocresol al 1 %: medir 20 mL y añadir a la fiola + rojo de metilo al 0,1 %: medir 8 mL y añadir a la fiola.

#### e) Procedimiento de análisis

##### **Digestión**

- Las muestras deben ser molidas previamente lo más fino posible.
- De acuerdo al contenido de nitrógeno, se pesa una porción de la muestra preparada que contenga 0,2 - 0,3 g de muestra, luego agregar 1 g del catalizador de oxidación (mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre) para acelerar la reacción agregar 2,5 a 3,0 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar el balón de digestión en la cocina y calentar en forma suave el matraz en posición inclinada hasta que deje de hacer espuma. Después se mantiene una ebullición enérgica durante dos horas. Se deja enfriar (nota 3) La digestión termina cuando el contenido del balón está completamente cristalino (si es

necesario añadir gotas de peróxido) es cuando la digestión es muy lenta y difícil.

### **Destilación**

- Enfriar al aire, agregar 5 mL de agua destilada.
- Pasar el contenido del balón digestor al destilador y haciendo un lavado al balón con 5 a 10 mL de agua y luego agregar 5 mL de la solución de NaOH al 80% con sumo cuidado y cerrar la válvula (en copa debe quedar una pequeña cantidad de NaOH).
- Conectar el refrigerante y recibir el destilado en un erlemeyer de 125 mL conteniendo 5 mL de la mezcla de ácido bórico más indicador de pH. La destilación termina cuando ya no pasa más amoníaco y luego de 7 min titular con ácido clorhídrico valorado (aprox. 0,05 N) y anotar el gasto.

NOTA: En destilación tomar tiempo cuando empieza a virar de rojo a verde 7 minutos y termina la destilación.

### **Titulación**

La muestra recibida en el vaso con la solución de ácido bórico valorar con ácido clorhídrico 0,05 N y tomar nota del gasto de HCl obtenido.

### **CÁLCULOS**

$\%N_2 = \text{mL de HCl} \times \text{Normalidad} \times \text{meq.del } N_2 \times 100 / \text{g (muestra)}$

$\% \text{ Proteína} = \%N_2 \times \text{Factor}$

CUADRO 1. Factores de conversión para cuantificación de proteína

<b>Producto</b>	<b>factor</b>
Trigo: Harina integral	5,83
Otras harinas	5,70
Macarrones	5,70
Salvado	6,31
Arroz	5,95
Cebada, avena, centeno	5,83
Maíz	6,25
Soya	5,71
Nueces: cacahuates, nuez de Brazil	5,41
Almendras	5,18
Otras nueces	5,30
Leche y derivados	6,38
Gelatina y colágeno	5,55
Todo los otros alimentos	6,25

**f) Resultados**

	<b>Control</b>	<b>50 % incorporación</b>	<b>100 % incorporación</b>
	20,76	26,12	26,34
<b>Repeticiones</b>	19,77	26,81	26,94
	20,76	26,73	28,56

**g) Análisis de varianza**

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	5514,98	1	5514,98	9197,95	0,00
Tratamientos	85,00	2	42,50	70,88	0,00
Error	3,60	6	0,60		
Total corregido	88,59	8			

a. R al cuadrado = 0,959 (R al cuadrado ajustada = 0,946)

**h) Análisis de Dunnett**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto</b>	
		<b>1</b>	<b>2</b>
1	3	20.4285	
2	3		26.5547
3	3		27.2798



## ANEXO 5

### DETERMINACIÓN DE GRASA

#### MÉTODO BUTIRÓMETRO DE GERBER

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### a) Materiales:

- Butirómetros de Gerber
- Centrifuga de Gerber calentada a 55 °C
- Baño de agua a 55 – 60 °C
- Pipetas volumétricas de 11 mL

##### b) Reactivos

- Ácido Sulfúrico (p.e. 1,82 - 1,83).
- Alcohol Isoamílico (p.e. 0,810 – 0,812),

##### c) Muestras

- Queso fresco.

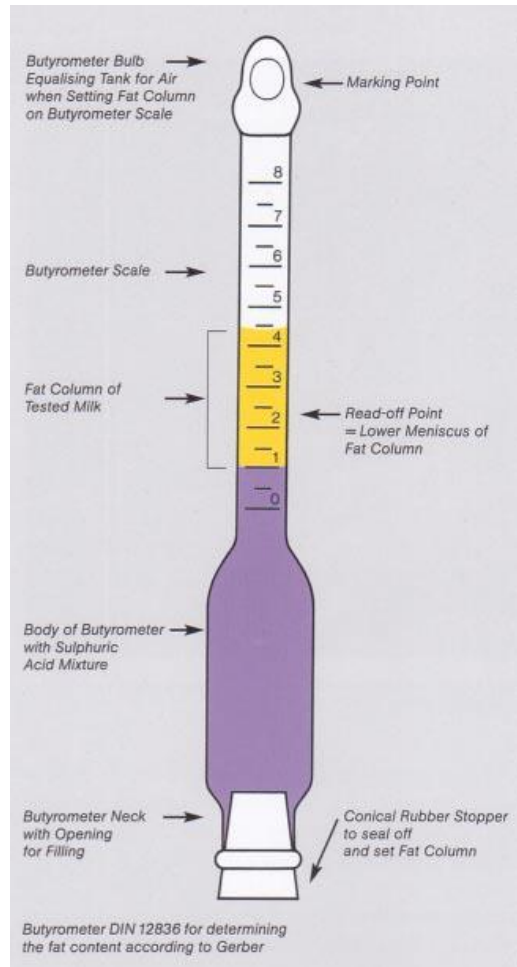
##### d) Procedimiento

Hacer dos determinaciones en paralelo

- Transferir 10 de ácido sulfúrico enfriado entre 15,5 y 21,1 °C a un butirómetro de Gerber.
- Adicionar cuidadosamente 11 mL de leche a no más de 23,9 °C (lentamente al principio para evitar la mezcla) y 1 mL de alcohol isoamílico. Nunca debe

adicionarse el alcohol directamente sobre el ácido; en el caso del queso fresco colocar 2 gramos de queso fresco y completar a 11 mL con agua destilada.

- Insertar el tapón y sujetando el butirómetro por los extremos agitar los líquidos totalmente evitando quemarse y especialmente con proyecciones de la mezcla ácida. Cuando la cuajada se halla disuelto por completo continuar la agitación por 10 a 15 segundos para asegurar la total digestión. En caso de leche homogeneizada la agitación debe ser un 50% más prolongada.
- Invertir el butirómetro varias veces para mezclar el ácido remanente en el cuello.
- Llevar los butirómetros invertidos a la centrifugadora a 1000 rpm por cinco minutos. La centrifuga debe estar calentada a no menos de 55 °C.
- Remover los butirómetros y leer inmediatamente el porcentaje de grasa, haciendo coincidir la base de la columna con el cero, por medio del ajuste del tapón.
- Si el número de butirómetros es grande, se pueden colocar en baño de María a 55-60 °C hasta el momento de efectuar la lectura. De resultar difícil la separación de la grasa se recomienda calentar los butirómetros a 65 °C y repetir la centrifugación.



**e) Resultados**

	<b>Control</b>		<b>50%</b>		<b>100%</b>	
	<b>18 °C</b>	<b>5 °C</b>	<b>18 °C</b>	<b>5 °C</b>	<b>18 °C</b>	<b>5 °C</b>
<b>DÍA 1</b>	24,35	24,35	19,61	19,61	19,25	19,25
<b>DÍA 3</b>	25,10	26,17	22,01	19,43	20,83	18,48
<b>DÍA 6</b>	25,67	28,21	23,10	20,89	23,07	20,17

f) Análisis de Varianza

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	17739,58	1	17739,58	23206,65	0,00
Temperaturas	4,61	1	4,61	6,03	0,02
Proteína	215,89	2	107,95	141,22	0,00
Proteína * Temperaturas	16,58	2	8,29	10,84	0,00
Días	36,65	2	18,33	23,97	0,00
Error	21,40	28	0,76		
Total corregido	295,13	35			

a. R al cuadrado = 0,927 (R al cuadrado ajustada = 0,909)

g) Prueba de Dunnett

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto	
		1	2
1	12	25,64	
2	12		20,78
3	12		20,18

## **ANEXO 6**

### **DETERMINACIÓN DE TEXTURA**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **a. Materiales**

- Cuchillo
- Tabla de picar
- Regla métrica

##### **b. Muestra**

- Queso fresco

##### **c. Equipos**

- Penetrómetro/ texturómetro.

##### **d. Procedimiento**

- Cortar la muestra en cubos de 1,5 cm de arista
- Colocar en el equipo y medir
- Realizar la operación repetidas veces, y de varias partes del queso
- Sacar el promedio y anotar.

e. Resultado

	Control		50%		100%	
	18 °C	5 °C	18 °C	5 °C	18 °C	5 °C
	98	98	100	100	146	146
<b>DÍA 1</b>	94	94	111	111	136	136
	104	104	109	109	138	138
	102	123	128	128	128	106
<b>DÍA 3</b>	110	123	123	129	125	97
	117	127	118	123	129	92
	84	105	124	120	96	95
<b>DÍA 6</b>	71	95	125	128	94	94
	79	93	128	117	92	115

f. Análisis de varianza

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	676704,17	1	676704,17	2909,23	0,00
Días	1622,33	2	811,17	3,49	0,04
Proteína	3436,33	2	1718,17	7,39	0,00
Temperatura	133,80	1	133,80	0,58	0,45
Proteína * Temperatura	1030,48	2	515,24	2,22	0,12
Error	10699,89	46	232,61		
Total corregido	16922,83	53			

a. R al cuadrado = 0,368 (R al cuadrado ajustada = 0,272)

**ANEXO 7**

**PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS**

**a. Ficha de análisis**

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL (Prueba hedónica)**

**Nombre:**.....

**Fecha:**.....

**INSTRUCCIONES:**

Frente a usted se presentan tres muestras de “queso fresco”, las cuales deberá probar e indicar el grado de aceptación del aspecto general del producto (color, olor, sabor, textura); de acuerdo a la escala de puntaje de evaluación que se tiene al final de la ficha.

MUESTRA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
COLOR			
OLOR			
SABOR			
TEXTURA			
ASPECTO GENERAL			

**PUNTAJE DE EVALUACIÓN**

- 5 EXCELENTE
- 4 MUY BUENO
- 3 BUENO
- 2 REGULAR
- 1 MALO

**OBSERVACIONES Y APRECIACIONES:**

.....

.....

.....

.....

**b. Resultado**

N°	COLOR			OLOR			SABOR			TEXTURA			ASPECTO GENERAL		
	C	50 %	100 %	C	50 %	100 %	C	50 %	100 %	C	50 %	100 %	C	50 %	100 %
1	3	2	3	2	3	2	3	4	3	3	3	4	3	4	4
2	3	2	2	3	2	2	4	3	4	3	3	2	4	3	2
3	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4
4	3	3	4	3	2	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4
5	4	4	4	4	4	4	3	4	3	5	4	4	3	3	3
6	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
7	3	2	2	3	2	2	3	1	2	3	1	2	3	2	2
8	4	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2
9	3	3	3	4	2	3	3	2	4	4	2	3	3	3	4
10	3	4	4	4	4	5	5	2	4	4	5	5	4	4	5
11	3	4	4	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3
12	2	3	2	2	2	3	2	2	2	4	3	4	4	4	5
13	4	3	4	4	4	5	3	4	3	5	5	4	4	3	4
14	3	3	4	4	5	3	3	4	4	2	4	4	3	3	4
15	3	2	3	4	2	2	5	3	4	3	4	4	3	3	3
16	3	3	4	3	4	2	2	2	5	3	2	4	3	4	4
17	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3
18	4	3	2	5	4	4	4	2	2	5	4	2	4	3	3
19	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	3	4	4	4	4
20	4	3	3	4	4	2	4	5	4	2	4	4	4	5	4
21	3	4	3	2	3	4	4	3	2	4	3	3	4	3	2
22	3	2	3	3	2	2	3	2	3	4	2	2	4	3	3
23	3	3	5	3	4	3	5	2	2	4	4	2	3	2	3
24	4	4	4	5	4	3	5	4	3	5	5	5	5	4	3
25	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4
26	4	3	4	3	2	4	4	3	5	3	2	4	4	3	4
27	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	5	5
28	5	5	3	4	5	3	5	5	2	4	3	3	4	4	3
29	4	2	3	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	3	3
30	5	5	5	3	4	3	4	3	3	3	3	5	5	3	4
31	5	5	5	3	4	5	3	3	4	4	4	4	5	5	5
32	2	3	2	1	3	4	2	3	3	1	4	3	2	4	3
33	3	3	3	2	3	2	3	5	2	4	4	3	3	4	3
34	2	4	2	2	1	2	1	2	3	2	2	4	3	2	4
35	3	4	3	4	3	3	2	4	4	2	3	4	2	4	4
36	3	2	3	2	3	2	4	3	4	5	4	5	4	3	4
37	3	3	2	3	3	3	3	2	2	5	2	2	3	2	2



**c. Análisis de varianza para el Color**

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	1233,33	1	1233,33	3135,12	0,00
Panelistas	56,00	36	1,56	3,95	0,00
Tratamientos	0,34	2	0,17	0,44	0,65
Error	28,32	72	0,39		
Total corregido	84,67	110			

R al cuadrado = 0,665 (R al cuadrado ajustada = 0,489)

**d. Análisis de varianza para el Olor**

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	1154,63	1	1154,63	1959,20	0,00
Panelistas	60,70	36	1,69	2,86	0,00
Tratamiento	0,23	2	0,12	0,20	0,82
Error	42,43	72	0,59		
Total corregido	103,37	110			

R al cuadrado = 0,590 (R al cuadrado ajustada = 0,373)

**e. Análisis de varianza para el sabor**

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	1193,66	1	1193,66	1431,96	0,00
Panelistas	43,01	36	1,20	1,43	0,10
Tratamientos	1,32	2	0,66	0,79	0,49
Error	60,02	72	0,83		
Total corregido	104,34	110			

a. R al cuadrado = 0,425 (R al cuadrado ajustada = 0,121)

**f. Análisis de varianza para la textura**

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	1342,31	1	1342,31	1805,40	0,00
Panelistas	54,36	36	1,51	2,03	0,01
Tratamiento	1,80	2	0,90	1,21	0,30
Error	53,53	72	0,74		
Total corregido	109,69	110			

R al cuadrado = .512 (R al cuadrado ajustada = .254)

**g. Análisis de varianza para el aspecto general**

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	1349,27	1	1349,27	3393,13	0,00
Panelistas	44,40	36	1,23	3,10	0,00
Tratamiento	0,70	2	0,35	,88	0,42
Error	28,63	72	0,40		
Total corregido	73,73	110			

a. R al cuadrado = 0,612 (R al cuadrado ajustada = 0,407)

## ANEXO 8

### DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTO

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### a. Materiales

- Materia prima: queso fresco y leche fresca.
- Jarra medidora
- Hoja y lapicero

##### b. Equipos

- Balanza analítica.

##### c. Procedimiento

- Pesar la leche antes de la elaboración de queso fresco, a 15 °C
- Pesar el queso obtenido
- Realizar la siguiente operación:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{kilos de queso obtenido}}{\text{Kilos de leche}} \times 100$$

##### d. Resultados

	<b>Control</b>	<b>50% de incorporación</b>	<b>100% de incorporación</b>
	624,39	667,41	775,38
<b>Repeticiones</b>	629,22	692,47	682,77
	637,29	663,31	705,93

e. Análisis de varianza para el rendimiento

<b>Origen</b>	<b>Tipo III de suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	4104905,62	1	4104905,62	3746,65	0,00
Tratamientos	12441,99	2	6221,00	5,68	0,07
Error	4382,48	4	1095,62		
Total corregido	17670,76	8			

a. R al cuadrado = 0,704 (R al cuadrado ajustada = 0,605)

## ANEXO 9

### DETERMINACIÓN DE ESTABILIDAD EN ALMACENAJE

#### PARÁMETRO - SINÉRESIS

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### a. Materiales

- Materia prima: queso fresco.
- Placas petri
- Pipeta
- Probeta
- Marcador de vidrio

##### b. Equipos

- Balanza analítica.

##### c. Procedimiento

- Observar la placa donde se encuentra reposando la muestra
- Al encontrarse suero (líquido) en la base, medir volumétricamente
- Anotar y hacer lo mismo durante los días de almacenamiento.
- Finalmente comparar estadísticamente los volúmenes y realizar los tratamientos correspondientes

## ANEXO 10

### OBTENCIÓN DE SEROPROTEÍNAS

#### a. Materiales

- Suero lácteo
- pHmetro
- Varilla de vidrio.
- Olla
- Cocina
- Cucharon
- Tela de polystell
- Cuchara
- Colador

#### b. Equipos

- Balanza analítica.

#### c. Reactivos

- Ácido cítrico  $C_6H_8O_7$

#### d. Procedimiento

- Medir 2000 mL de suero lácteo en un recipiente o una olla.
- Medir el pH inicial  $pH_i = \dots\dots\dots$ ; luego modificarlo bajándolo hasta pH 5,2.
- Llevar a ebullición, en el momento que rompa hervor dejarlo por 30 minutos.

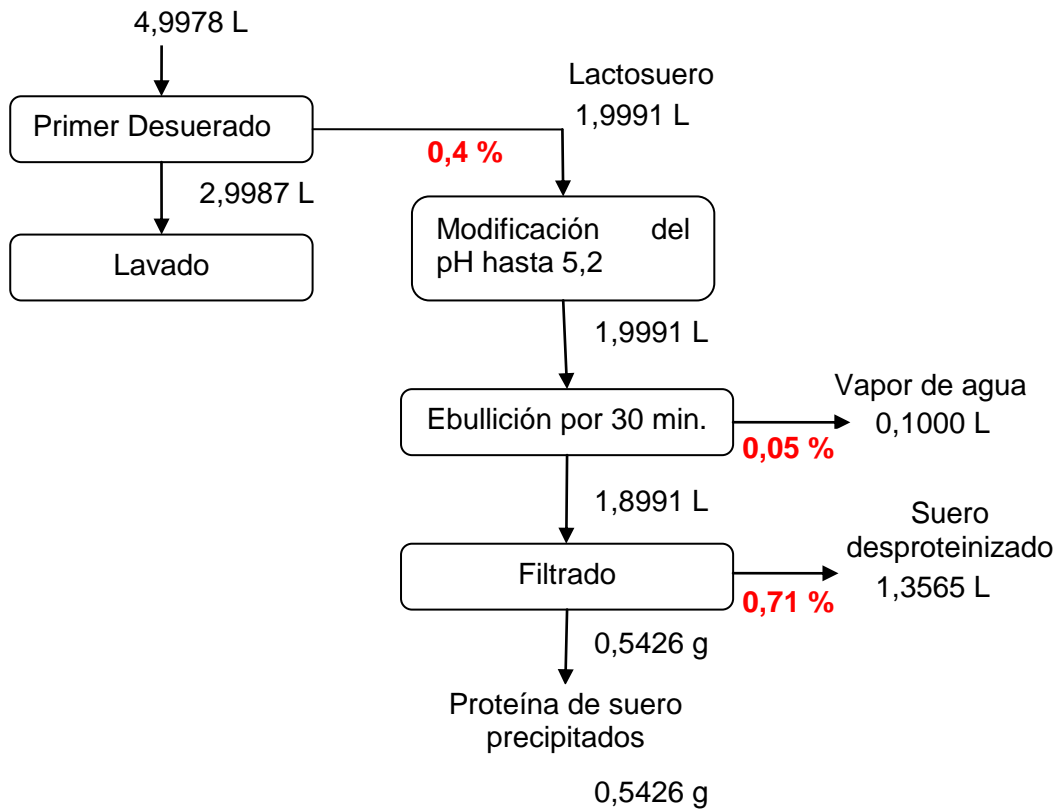
- Dejar enfriar y reposar para después filtrar con la ayuda de una tela de seda que ira dentro del colador, adicionar poco a poco el suero y mover con la cuchara hasta obtener la proteína precipitada.
- Pesar la proteína extraída y mantener en refrigeración hasta su aplicación en la elaboración del queso fresco.
- Determinar el rendimiento o cantidad de proteína extraída utilizando la siguiente formula.

$$\text{Cantidad de proteína extraída} = \frac{\text{mL de suero}}{\text{Peso de la proteína precipitada}}$$

**e. Resultado**

**Resultados del análisis del suero lácteo**

<b>Componente</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>
pH		6,48
Proteína	%	1,98
Proteína extraída en b.h	%	2,71
Proteína extraída en b.s.	%	1,17



**Figura 1:** Diagrama de flujo cuantitativo de la obtención de seroproteínas a partir de 5 kilos de leche.



## ANEXO 11

### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE LA LECHE

Componente	Unidad de medida	Cantidad
Densidad	g/mL	1,029
Acidez	°D	18
pH		6,64
Proteína	%	3,62
Grasa	%	3,5

ANEXO 12

NORMA TÉCNICA PERUANA DE QUESO FRESCO

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 202.195  
2004

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138. San Borja (Lima 41) Apartado 145

LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Queso fresco.  
Requisitos

MILK AND MILK PRODUCTS. Cool cheeses. Requirements

2004-06-10  
1ª Edición

R.0058-2004/INDECOPI-CRT.Publicada el 2004-07-02

ICS: 67.100.01

Descriptor: Productos lácteos, queso fresco, requisitos

Precio basado en 08 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

INDICE

	página
INDICE	i
PREFACIO	ii
1. OBJETO	i
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	3
4. DEFINICIONES	3
5. CLASIFICACIÓN	3
6. REQUISITOS	4
7. INSPECCIÓN Y MUESTREO	6
8. ENVASE Y ROTULADO	6
9. ANTECEDENTES	7

Prohibida su reproducción total o parcial

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Leche y Productos Lácteos, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de mayo a diciembre del 2003, utilizando como antecedentes a los que se indican en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Leche y Productos Lácteos presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - CRT, con fecha 2003-12-12, el PNTP 202.195:2003, para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2004-04-05. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 202.195:2004 **LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Queso fresco. Requisitos.** 1ª Edición, el 02 de julio del 2004.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 202.087:1982, NTP 202.090, NTP 202.093, NTP 202.091 y NTP 202.071. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

SECRETARÍA	ADIL
PRESIDENTE	José Llamosas
SECRETARIO	Rolando Piskulich
ENTIDAD	REPRESENTANTE
CENAN	Héctor Roncal Clara Urbano
Corper S.A	Elsa Vargas Teresa Zacarías

CESMEC PERU SAC	Katia Rosas Raquel Agliero
Consultora Privada	María del Carmen Ulloa
DANLAC SAC	Sonia Córdova
DIGESA	Micaela Talavera Aydeé Valenzuela
Food Solutions SAC	Su-tze Liu
Gloria S.A	José Llamosas
INASSA	Sara Gonzales
La Molina Calidad Total - Laboratorios	Rosa Nelly Rosas María Elena Mallma
Laive S.A	Virginia Castillo
Ministerio de la Producción	Martha Gutiérrez
Natulac S.A	Roxana Silva
Nestlé Perú S.A	Luis García
NZMP (Perú) S.A	Celeste García
PRONAA	María Nela Maguiña Katia Campos
SGS del Perú SAC	Bertha Sulca
Soc. de Asesoramiento Técnico S.A	Verónica Benites
Universidad Nacional Agraria La Molina	Liliana Castillo Walter Lozano
Universidad Particular de San Martín De Porres	Karin Servan

—ooo0000—

## LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Queso fresco. Requisitos

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los quesos que se incluyan dentro del grupo de los quesos frescos.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Estas se encontraban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1	NTP 209.038:1994	Alimentos Envasados. Rotulado
2.1.2	NTP 202.085:1991	Leche y Productos Lácteos. Definiciones y clasificación

#### 2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1	FIL-IDF 4A:1982	Cheese and Processed Cheese. Determination of the Total Solids Content (Reference Method)
-------	-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

2.2.2	FIL-IDF 5B:1986	Cheese and Processed Cheese. Determination of Fat Content – Gravimetric Method (Reference Method)
2.2.3	AOAC 979.13:2000	Phosphatase (residual) in milk. Chapter 33. Edition 17 <sup>th</sup> page 36
2.2.4	FIL-IDF 73B:1998	Milk and Milk Products. Enumeration of Coliforms. Part 1: Colony Count Technique at 30 °C without resuscitation. Part 2: Most probable number technique at 30 °C without resuscitation
2.2.5	APHA 1992	Compendium of Methods for the Microbiological Examinations of Food. 3th Edition. Editado por Carl Vanderzant y Don F. Splittstoesser
2.2.6	FIL-IDF 145A:1997	Milk and Milk-Based Products. Enumeration of Coagulase-positive Staphylococci. Colony count technique
2.2.7	FIL-IDF 93B:1995	Milk and Milk Products. Detection of Salmonella
2.2.8	BAM online /FDA:1995	CFSAN 8 <sup>th</sup> Edition. Revisión A, 1998. Modified by date of final revision: 2001, January Cap. 10 A-E. Detection of <i>Listeria monocytogenes</i>
2.2.9	FIL-IDF 113A:1990	Milk and Milk Products. Sampling. Inspection by Attributes.

### 3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a los quesos frescos.

### 4. DEFINICIONES

Para los propósitos de la presente Norma Técnica Peruana se aplica la siguiente definición:

**queso fresco:** Es el queso obtenido a partir de leche pasteurizada, sin madurar, que está listo para su consumo poco después de su fabricación.

### 5. CLASIFICACIÓN

Entre los quesos agrupados como frescos se encuentran los siguientes:

**5.1 Queso fresco (tradicional):** Es el queso blando, no madurado ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, sin cultivos lácticos, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche pasteurizada, entera, descremada o parcialmente descremada, o una mezcla de algunos de estos productos y que cumple con los requisitos especificados en el presente PNTP.

**5.2 Queso Mozzarella:** Es el queso blando, no madurado, escaldado, moldeado, de textura suave elástica (pasta filamentososa), cuya cuajada puede o no ser blanqueada o estirada, preparada de leche entera, cuajada con cultivos lácticos, enzimas y/o ácidos orgánicos.

**5.3 Queso Cottage:** Es el queso blando, no madurado, escaldado o no, de alta humedad, de textura blanda o suave, granular o cremosa, preparado con leche descremada, coagulada con enzimas y/o por cultivos lácticos, cuyo contenido de grasa láctea es inferior a 2 % (m/m).



5.4 **Queso Ricotta o Requesón:** Es el queso no madurado, escaldado, alto en humedad, de textura granular blanda o suave, preparado con suero de leche o suero de queso con leche, cuajado por la acción del calor y la adición de cultivos lácticos y ácidos orgánicos, cuyo contenido de grasa láctea es igual o inferior a 0,5 % (m/m) cuando se ha empleado solamente suero de leche en la preparación, e igual o superior a 4 % (m/m) cuando se ha empleado leche.

5.5 **Queso mantecoso o cremoso:** Es el queso blando, no madurado ni escaldado, con un contenido relativamente alto de grasa, de textura homogénea, cremosa, no granulada, preparado a partir de crema sola o mezclada con leche y cuajada con cultivos lácticos y opcionalmente con adición de enzimas.

5.6 **Otros quesos frescos:** Cualquier otra variedad de queso fresco que cumpla con los requisitos especificados en el presente PNTP.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos generales

6.1.1 Los quesos frescos deberán elaborarse exclusivamente con leche pasteurizada y bajo estrictas condiciones higiénico-sanitarias.

6.1.2 La apariencia, textura, color, olor y el sabor de los quesos frescos deberán ser los característicos para el tipo de queso que corresponda y deberán estar libres de sustancias y caracteres sensoriales extraños.

6.1.3 Los quesos frescos no deberán presentar corteza.

6.1.4 La pasta deberá presentar una textura suave, deberá ser fácil de cortar y podrá presentar pequeñas grietas características (ojos mecánicos).

6.1.5 La grasa y las proteínas lácteas de los quesos frescos no podrán ser sustituidas por elementos de origen no lácteo.

6.1.6 Los quesos frescos deberán conservarse bajo condiciones de refrigeración, a temperaturas entre 2 °C y 8 °C, hasta su consumo.

6.2 **Requisitos físico-químicos**

TABLA 1 - Requisitos físico-químicos

Requisitos	Elaborado a base de leche entera	elaborado a base de leche parcialmente descremada	elaborado a base de leche descremada	metodos de ensayo
Materia grasa en el extracto seco (% m/m)	≥ 40	≥ 15	< 15*	FIL-IDF 5B:1986
Humedad (% m/m)	≥ 46	≥ 46	≥ 46	**
Prueba de fosfatasa (unidades)	máx.2	máx.2	máx.2	AOAC 979.13. 17 <sup>th</sup> Ed. 2000. Pag. 36.

\* En los casos de los quesos *Cottage* y *Ricotta* el porcentaje de grasa deberá cumplir los siguientes parámetros:  
*Cottage*, deberá ser menor de 6 %.  
*Ricotta*, deberá ser igual o mayor que 12 % pero menor que 15 % y el *Ricotta* hecho solamente de suero de leche debe ser igual o menor que 1,5 %.

\*\* Se obtiene por diferencia a 100 del extracto seco, determinado por el método FIL-IDF 4A:1982.

6.3 **Aditivos alimentarios**

Se podrán utilizar los aditivos alimentarios permitidos en el Codex Alimentarius en su versión vigente para este grupo de productos, así como aquellos permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente.

6.4 **Requisitos microbiológicos**

TABLA 2 - Requisitos Microbiológicos

REQUISITOS	n	m	M	c	MÉTODOS DE ENSAYO
Numeración de coliformes a 30 °C/ g	5	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	2	FIL-IDF 73B:1998
Numeración de coliformes a 45 °C/ g	5	10	10 <sup>2</sup>	2	APHA:1992 C.24
Numeración de Estafilococos coagulasa positivos/ g	5	10	10	1	FIL-IDF 145A:1997
Detección de <i>Salmonella sp</i> / 25 g	5	0	-	0	FIL-IDF 93B:1995
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> / 25 g	5	0	-	0	BAM/FDA:1995

7. INSPECCIÓN, MUESTREO

La inspección y muestreo se realizarán de acuerdo a lo estipulado en la norma FIL-IDF 113A.

8. ENVASE Y ROTULADO

8.1 Envase

Los envases a utilizarse serán de materiales adecuados para la conservación y manipulación del producto. No deberán transmitirle sabores, colores ni olores extraños y podrán ser de dimensiones y formas variadas.

8.2 Rotulado

Deberán cumplir con las disposiciones establecidas en la NTP 209.038 y la NTP 202.085.

9. ANTECEDENTES

9.1 FEPALE. Normativa Mercosur del Sector Lácteo. 94/99. Queso. Identidad y calidad de Quesos - 1997. Secondo Escandell S.A. Uruguay.

9.2 FEPALE. Normativa Mercosur del Sector Lácteo. 93/99. Requisitos Microbiológicos para Quesos. 1997. Secondo Escandell S.A. Uruguay.

9.3 FEPALE. Normativa Mercosur del Sector Lácteo. 218 Definiciones. 1997. Secondo Escandell S.A. Uruguay.

9.4 Codex Alimentarius 207:1999. Normas Alimentarias FAO/OMS.

9.5 NTC 750:2000 Productos Lácteos. Quesos

9.6 Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad. Ministerio de Fomento, Industria y Comercio de Nicaragua. Norma de Quesos Frescos No Madurados. Especificaciones. NTON 03 022:1999.

9.7 NTP 202.193:2003 Leche y Productos Lácteos. Quesos. Identificación, Clasificación y Requisitos

9.8 NTP 202.091:1982 Queso Mantecoso Tipo Cajamarca. Requisitos

9.9 NTP 202.090:1982 Queso tipo Mozzarella. Requisitos

- 9.10 NTP 202.087:1982 Queso Fresco. Requisitos
- 9.11 NTP 202.093:1984 Queso Cabaña. (Cottage cheese) Requisitos

Prohibida su reproducción total o parcial

ANEXO 13

NORMA TÉCNICA DE LA LECHE

---

NORMA TÉCNICA	NTP 202.001
PERUANA	2010

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

---

LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda.  
Requisitos

MILK AND MILK PRODUCTS. Raw milk Requirements

2010-03-25  
5ª Edición

R.002-2010/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-03-25

LC.S:67.100.01

Precio basado en 08 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Leche, productos lácteos, leche cruda, requisitos

## ÍNDICE

		página
	ÍNDICE	i
	PREFACIO	ii
1.	OBJETO	1
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3.	DEFINICIONES	4
4.	REQUISITOS	5
5.	INSPECCIÓN Y MUESTREO	7
6.	ENVASE	8
7.	ANTECEDENTES	8

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

i

## PREFACIO

### A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Leche y productos lácteos, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de enero a mayo de 2009, utilizando como antecedente a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Leche y productos lácteos presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -CNB-, con fecha 2009-06-10 el PNT 202.001:2009, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2009-07-19. Habiéndose recibido observaciones, éstas fueron revisadas y luego de su evaluación correspondiente fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 202.001:2010 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos**, 5ª Edición, el 25 de marzo de 2010.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 202.001:2003 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Requisitos. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

### B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	Asociación de Industriales Lácteos
Presidente	José Llamas – Gloria S.A
Secretario	Rolando Piskulich
<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTE</b>
AEB Argentina Biolact Perú	Ángel La Cruz
CENAN	Clara Urbano



CERPER S.A	Elsa Vargas Lilia Fuentes
CERTILAB ALAS PERUANAS	Rosa Nelly Rosas
CESMEC PERU SAC	Raquel Agüero
DIGESA	Aydeé Valenzuela Marilyn Castillo
INASSA	Sara Gonzáles
Inspectorate Services Perú SAC	Silvia Quevedo
INTERTEK	Ivan Bolaños
KMR SAC	Emily Vivanco Orfa Collazos
Laive S.A	Virginia Castillo
La Molina Calidad Total – Laboratorios	Jean Carlo del Rosario
La Molina Consultores	Karina Orellana
3 M Perú S.A	Milagros Risco
Ministerio de Agricultura	Mauricio Zavala
Ministerio de la Producción	Martha Gutiérrez
Nestlé Perú S.A	Rudy Campos
Universidad Nacional Agraria La Molina	Fanny Ludeña
Consultora	Clara Beltran

---0000000---

## LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Requisitos

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos de la leche cruda.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Técnicas Internacionales

2.1.1	ISO 4833:2003	Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Colony – Count technique at 30 °C
2.1.2	ISO 4831:2006	Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms – Most probable number technique
2.1.3	ISO 5538/IDF 113:2004	Milk and Milk Products – Sampling – Inspection by attributes
2.1.4	CAC/GL 50:2004	Directrices generales sobre muestreo,

**2.2 Normas Técnicas Peruanas**

2.2.1	NTP ISO.707:1998	LECHE Y DERIVADOS LÁCTEOS. Lineamientos para el muestreo
2.2.2	NTP 202.115:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche cruda. Preparación de la muestra. Procedimiento
2.2.3	NTP 202.028:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Ensayo de materia grasa. Técnica de Gerber
2.2.4	NTP 202.118:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Determinación de sólidos totales
2.2.5	NTP 202.116:2008	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Determinación de acidez de la leche. Método volumétrico
2.2.6	NTP 202.007:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Ensayo de determinación de la densidad relativa. Método de arbitraje
2.2.7	NTP 202.008:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Ensayo de determinación de la densidad relativa. Método usual
2.2.8	NTP 202.016:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Ensayo de determinación del índice de refracción del suero de la leche (proceso de Ackerman)
2.2.9	NTP 202.172:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Determinación de cenizas y alcalinidad de cenizas
2.2.10	NTP 202.184:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Determinación del punto de congelación de la leche. Método del crioscopio termistor

2.2.11	NTP 202.168:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de sustancias antimicrobianas en leche. Ensayo con receptor microbiano
2.2.12	NTP 202.159:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de residuos múltiples de tetraciclina en leche.
2.2.13	NTP 202.185:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de agua oxigenada en la leche, ensayo cualitativo de color.
2.2.14	NTP 202.186:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de formaldéhidó en alimentos
2.2.15	NTP 202.160:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de hipocloritos y cloraminas en Leche. Método colorimétrico.
2.2.16	NTP 202.163:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche cruda. Determinación de de ácido salicílico en alimentos y bebidas. Ensayos cualitativos.
2.2.17	NTP 202.164:1998	LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Determinación de ácido benzoico en alimentos. Método volumétrico
2.2.18	NTP 202.171:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de cloruros.
2.2.19	NTP 202.162:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Detección de leche en polvo reconstituida en la leche cruda o pasteurizada (mediante la determinación de las sustancias proteicas reductoras)
2.2.20	NTP 202.122:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de albúmina
2.2.21	NTP 202.121:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de caseína

2.2.22	NTP 202.123:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de lactosa. Método polarimétrico
2.2.23	NTP 202.119:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Determinación de nitrógeno (total) en Leche. Método de Kjeldahl
2.2.24	NTP 202.030:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Ensayos preliminares: ebullición, alcohol y alizarol
2.2.25	NTP 202.014:2004	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Ensayo de reductasa o ensayo de azul de metileno.
2.2.26	NTP 202.173:1998	LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS. Leche Cruda. Numeración de células somáticas. Método del microscopio. Método de contador coulter y método fluoro – OPTO – Electrónico
<b>2.3</b>	<b>Normas Técnicas de Asociación</b>	
2.3.1	FIL-IDF 1D: 1996	Milk. Determination of fat content. Gravimetric method (reference method)

### 3. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 **leche cruda:** Es el producto íntegro de la secreción mamaria normal sin adición ni sustracción alguna y que ha sido obtenida mediante uno o más ordeños y que no ha sido sometido a procesamiento o tratamiento alguno.

3.1.1 La designación de “leche” sin especificación de la especie productora, corresponde exclusivamente a la leche de vaca.

3.1.2 A las leches obtenidas de otras especies les corresponde, la denominación de leche, pero seguida de la especificación del animal productor.

#### **4. REQUISITOS**

##### **4.1 Requisitos generales**

4.1.1 La leche cruda no deberá estar alterada ni adulterada.

4.1.2 La leche cruda se deberá obtener mediante el ordeño higiénico, regular y completo de animales lecheros y bien alimentados, sin calostro y exento de color, olor, sabor y consistencia anormales.

4.1.3 La leche cruda deberá estar exenta de sustancias conservadoras y de cualquier otra sustancia extraña a su naturaleza.

4.1.4 La leche cruda no podrá haber sido sometida a procesamiento o tratamiento alguno que disminuya o modifique sus componentes originales.

4.1.5 La leche cruda deberá cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes de acuerdo a la legislación nacional vigente, o en su defecto al Codex Alimentarius.

**4.2 Requisitos organolépticos:** La leche cruda deberá estar exenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza.

**4.3 Requisitos físico-químicos:** La leche cruda debe cumplir con los siguientes requisitos:

**TABLA 1 – Requisitos Físico-químicos**

Ensayo	Requisitos	Método de ensayo
Materia grasa (g/100g)	Mínimo 3,2	NTP 202.028
Sólidos no grasos (g/100g)	Mínimo 8,2	FIL-IDF 1D *
Sólidos totales (g/100g)	Mínimo 11,4	NTP 202.118
Acidez, expresada en g. de ácido láctico (g/100 g)	0,13-0,17	NTP 202.116
Densidad A 15°C (g/mL)	1,0296 -1,0340	NTP 202.007 NTP 202.008
Índice de refracción del suero, 20 °C	Mínimo 1,34179 (Lectura refractométrica 37.5)	NTP 202.016
Ceniza total (g/100g)	Máximo 0,7	NTP 202.172
Alcalinidad de la ceniza total (mL de Solución de NaOH 1 N)	Máximo 1,7	NTP 202.172
Índice crioscópico	Máximo – 0,540°C	NTP 202.184
Sustancias extrañas a su naturaleza	Ausencia	**
Prueba de alcohol (74 % v/v)	No coagulable	NTP 202.030
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Mínimo 4 horas	NTP 202.014

(\*) Por diferencia entre los sólidos totales y la materia grasa  
(\*\*) Métodos mencionados en los apartados 2.2.11 al 2.2.20.

**4.4 Requisitos microbiológicos:** La leche cruda debe cumplir con los siguientes requisitos:

El proceso de extracción de las muestras se hará de acuerdo a lo indicado en la NTP-ISO 707 de lineamientos para el muestreo.

#### 5.1 Requisitos de calidad higiénica

Ensayo	Requisito	Método de ensayo
Conteo de células somáticas/mL.	Máximo 500 000	NTP 202,173

#### 6. ENVASE

La leche deberá transportarse en envases de material inerte al producto.

#### 7. ANTECEDENTES

- 7.1 NTP 202.001:2003 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. Leche Cruda. Requisitos.
- 7.2 FEPALE. 1994. Normativa MERCOSUR del Sector Lácteo Res N° 80/94. Leche Fluida. Identidad y Calidad de Leche Fluida a Granel de uso industrial.
- 7.3 NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01. Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. RM 591-2008-MINSA.



**ANEXO 14 - A**  
**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS**



Análisis de acidez de la leche



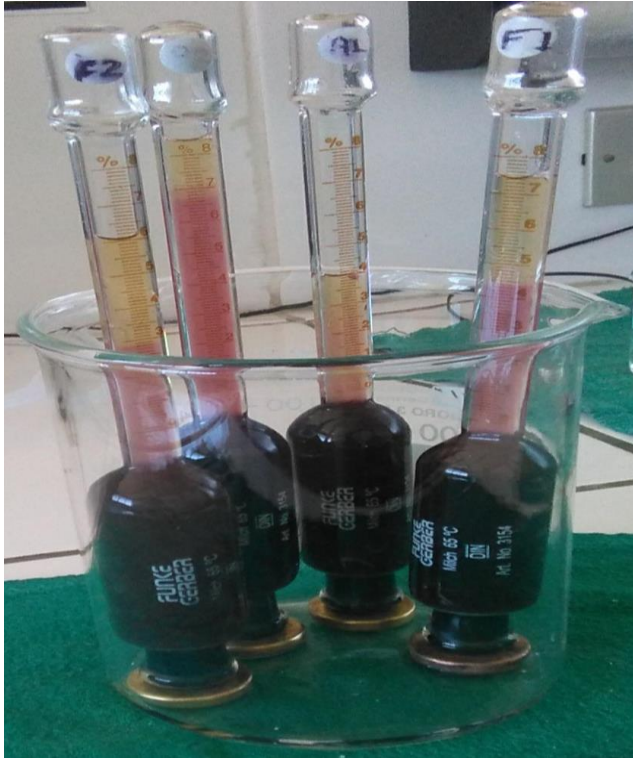
Digestión, para determinación  
de proteína



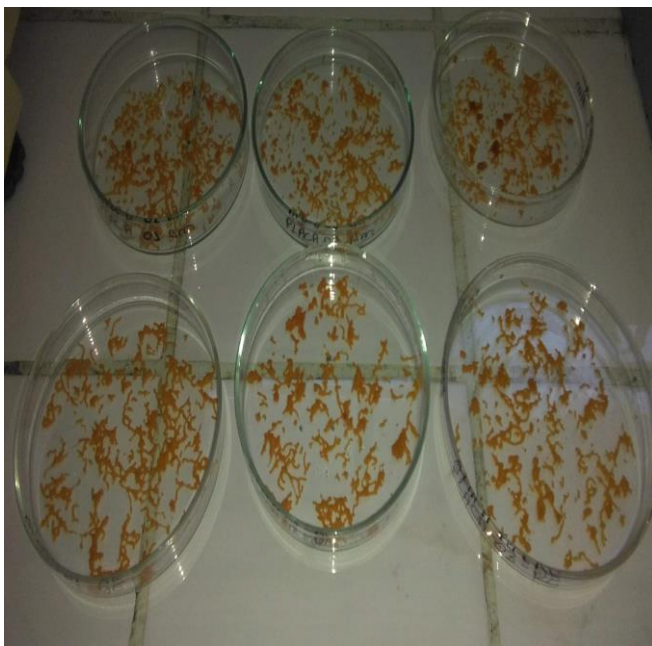
Destilación para la  
determinación de proteínas



Titulación para la  
determinación de proteína



Determinación de grasa con  
el método de butirómetro de  
Gerber



Determinación de humedad



Determinación de pH en queso fresco



Determinación de textura en queso fresco

## ANEXO 14 – B

### PRECIPITACIÓN DE LAS SEROPROTEÍNAS

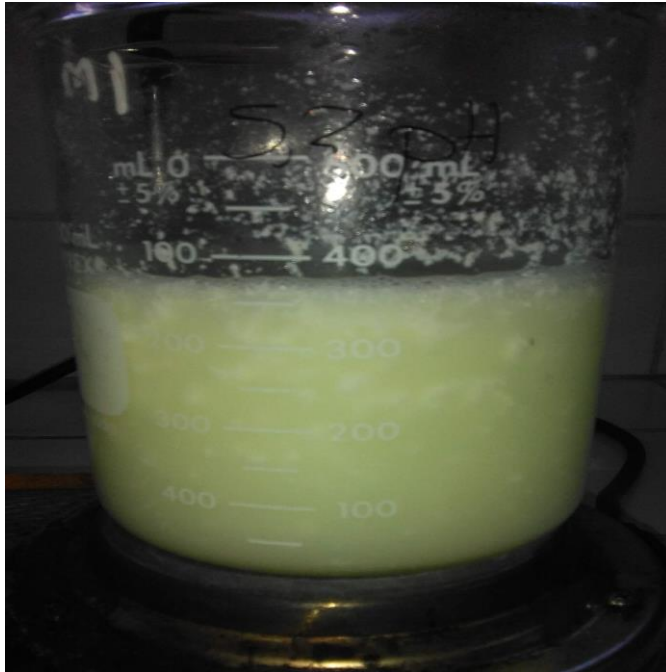


Obtención del suero  
(primer desuerado)



Modificación del pH  
del lactosuero a 5,2





Tratamiento térmico del  
suero por 30 minutos a  
ebullición



Filtrado y obtención de  
las seroproteínas

**ANEXO 14 – C**  
**ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO**



**PASTEURIZACIÓN DE  
LA LECHE**



**COAGULACIÓN**



**CORTE DE LA CUAJADA**



**DESUERADO**





**LAVADO DE LA  
CUAJADA Y SALADO**



**PRENSADO DEL  
QUESO**

**ANEXO 14 – D**  
**MUESTRAS DE QUESO**



**MUESTRAS DE QUESO EN EL DÍA 3**



**MUESTRAS DE QUESO EN EL DÍA 6**