

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO, CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS,  
FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FRESCO ELABORADO  
CON LECHE CON Y SIN ADICIÓN DEL ACTIVADOR DEL SISTEMA  
LACTOPEROXIDASA (LP)**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL

**AUTOR:** Bach. Rosa Huaraca Aparco.  
**ASESOR:** Ing. Julio César Sichez Muñoz MSc.  
**CO-ASESOR:** Ing. David Choque Quispe MSc.

TESIS FINANCIADO POR LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA UNAJMA

**ANDAHUAYLAS – PERÚ**

**2013**

## DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por haber permitido alcanzar lo más importante de mi formación profesional.

A mi madre quien me brinda el apoyo incondicional para lograr mis metas y a quien debo todo lo que soy y a mi hermosa bebé que llevo en mi vientre con mucho amor.

## AGRADECIMIENTO

- ❖ A mi alma mater la “Universidad Nacional José María Arguedas”, quien me acogió y formó en sus aulas, hasta culminar mi más caro anhelo, el de ser profesional, con los principios más relevantes de la moral y la ética profesional.
- ❖ A la Escuela Profesional Ingeniería Agroindustrial y a toda la plana docente, quienes con el sano propósito de contribuir en mi formación profesional, transmitieron sus conocimientos, sin limitación alguna.
- ❖ Al Ing. Julio César Sichez Muñoz, asesor de la presente tesis por su apoyo constante y desinteresado.
- ❖ Al Ing. David Choque Quispe, Co asesor de la presente tesis por su apoyo constante y desinteresado.
- ❖ A mi familia y amigos, quienes colaboraron intelectual, moral y materialmente en forma desinteresada en la elaboración de la presente tesis.

## **ÍNDICE TEMÁTICO**

DEDICATORIA

PRESENTACIÓN

APROBACIÓN DEL ASESOR

FIRMAS DE APROBACIÓN DEL JURADO

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE TEMÁTICO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

GLOSARIO

RESUMEN

ABSTRAC

### **CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN**

1.1.	Antecedentes	03
1.2.	La Leche	05
1.3.	La Coagulación	06
1.4.	El Queso	07
1.4.1.	Clasificación de los quesos	07
1.4.2.	Etapas de la fabricación de los quesos	08
1.5.	Análisis sensorial del queso	12
1.6.	Conservación de la leche cruda mediante la aplicación del sistema (LP) Stabilak	13
1.6.1.	El Stabilak	13
1.6.2.	Principios del método	14
1.6.3.	Aplicación práctica del Stabilak en la leche	16
1.7.	Justificación	18
1.8.	Objetivos	19
1.9.	Variables de estudio	20

### **CAPÍTULO II - MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1.	Lugar de ejecución	20
2.2.	Material de estudio	20
2.3.	Diseño experimental	21
2.4.	Materiales, equipos e insumos	21
2.5.	Métodos y técnicas	23

2.5.1. Evaluación de las características fisicoquímicas	27
2.5.2. Determinación del rendimiento práctico	28
2.6. Análisis experimentales	27
2.6.1. Evaluación de las características fisicoquímicas	28
2.6.2. Determinación del rendimiento práctico	32
2.6.3. Análisis microbiológico	32
2.7. Evaluación sensorial	32
2.8. Diseño de contrastación	34
2.9. Análisis estadístico	35
<b>CAPÍTULO III - RESULTADOS</b>	
3.1. Evaluación de las características fisicoquímicas	49
3.2. Evaluación del rendimiento queso	53
3.3. Evaluación del análisis microbiológico	54
3.4. Evaluación sensorial	55
3.5. Balance de masa y energía	58
<b>CAPÍTULO IV - DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	65
<b>CAPÍTULO V - CONCLUSIONES</b>	72
<b>CAPÍTULO VI - RECOMENDACIONES</b>	74
<b>CAPÍTULO VII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	75
<b>ANEXOS</b>	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Composición general de la leche de vaca	06
Tabla 2.1: Arreglo experimental – DCA	21
Tabla 2.2: Esquema de preparación para la determinación del % de proteína como Lactoalbúmina	31
Tabla 2.3: Escala hedónica de preferencia	32
Tabla 3.1: Características fisicoquímicas de la leche con y sin activador	40
Tabla 3.2: Correlación de las variables de las características fisicoquímicas de la leche	47
Tabla 3.3: Características fisicoquímicas del queso elaborado con leche con y sin activador del sistema LP	48
Tabla 3.4: Correlación de las variables de las características fisicoquímicas del queso	53
Tabla 3.5: Rendimiento quesero de los tratamientos	54
Tabla 3.6: Recuento microbiológico del queso para los tratamientos	55
Tabla 3.7: Valoración de los atributos sensoriales del queso en sus diferentes tratamientos	56
Tabla 3.8: ANOVA de los factores Atributo y Tratamiento de queso	56
Tabla 3.9: Balance de masa para el queso elaborado SA	59
Tabla 3.10: Balance de masa para el queso elaborado CA-24	60
Tabla 3.10: Balance de masa para el queso elaborado CA-48	61
Tabla 3.11. Balance de energía en los sistemas pasteurización y calentamiento para los tratamientos en la elaboración de queso fresco	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Reacción de acción del Stabilak	15
Figura 1.2: Pasos para emplear el Stabilak	17
Figura 3.1: Diagrama de medias para la acidez de la leche	41
Figura 3.2: Diagrama de medias para el pH de la leche	42
Figura 3.3: Diagrama de medias para el % de grasa extraíble de la leche	44
Figura 3.4: Diagrama de medias para la densidad de la leche	43
Figura 3.5: Diagrama de medias para los sólidos totales de la leche	44
Figura 3.6: Diagrama de medias para la humedad de la leche	45
Figura 3.7: Diagrama de medias para el % de proteína como Lactoalbúmina de la leche	45
Figura 3.8: Diagrama de medias para la acidez del queso	49
Figura 3.9: Diagrama de medias para el pH del queso	49
Figura 3.10: Diagrama de medias para el % de grasa extraíble del queso	50
Figura 3.11: Diagrama de medias para el % de grasa extraíble del queso	51
Figura 3.12: Diagrama de medias para la proteína como lactoalbúmina en el queso	51
Figura 3.13: Diagrama de medias para la textura del queso	52
Figura 3.14: Diagrama de medias para el rendimiento quesero	54
Figura 3.15: Diagrama radial de los atributos evaluados al queso en sus diferentes tratamientos	57

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

<b>LP</b>	: Lactoperoxidasa
<b>QSA</b>	: Queso sin activador
<b>QCA</b>	: Queso con activador
<b>DCA</b>	: Diseño cuadrado al azar
<b>pH</b>	: Potencial de Hidrógeno
<b>T</b>	: Tiempo
<b>T°</b>	: Temperatura
<b>°D</b>	: Grados Dornic
<b>A</b>	: Nivel de significancia
<b>ANOVA</b>	: Análisis de Varianza
<b>l</b>	: Litros



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo, evaluar las características fisicoquímicas, rendimiento, microbiológicas y organolépticas del queso fresco elaborado con y sin adición del activador del sistema (LP) – Stabilak a la leche, almacenada a 24, 48 y 72 h a la temperatura ambiental. inicialmente se evaluó las características fisicoquímicas de la leche con y sin la adición del activador del sistema LP, tales como Acidez, pH, % de grasa, Densidad aparente, Solidos totales, Humedad y % de Proteínas como lactoalbúmina, almacenadas a temperatura ambiente fluctuante de 2 °C a 26 °C para tiempos de 24, 48 y 72 h, siendo que a 72 h la leche se cuajó o desnaturalizó; se encontró que las características fisicoquímicas mencionadas presentan diferencia significativa ( $p$ -value < 0.05), Asimismo se evaluó las características fisicoquímicas del queso elaborado con y sin la adición del activador del sistema LP a la leche, tales como: Acidez, pH, % de grasa, Humedad, Proteínas como lactoalbúmina y Textura, verificándose que estas muestran diferencia significativa ( $p$ -value < 0.05), es decir el Stabilak no impide el cambio de las características fisicoquímicas del queso fresco y de la leche. Por otro lado el rendimiento quesero (superiores a 13.8%) muestran diferencia significativa ( $p$ -value < 0.05), en tanto que el recuento microbiológico (*E. coli* y *Coliformes*  $\geq 10$  ufc/mL) no ( $p$ -value > 0.05), la evaluación de la correlación de Pearson para las características fisicoquímicas, muestra que estas presentan correlación mayores a  $r_s$  0.7 y menores a  $r_s$  -0.7 ( $p$ -value < 0.05). Asimismo la evaluación organoléptica revela que no existe diferencia significativa entre los quesos elaborados con y sin la adición activador del sistema LP a la leche, evaluados a través de la prueba de Friedman.

Palabras clave: *Activador del sistema LP, queso, leche, características fisicoquímicas, rendimiento quesero, características microbiológicas, características organolépticas.*

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the physicochemical characteristics, performance, microbiological and organoleptic characteristics of cheese made with and without addition of the activator system ( LP) - Stabilak milk stored at 24, 48 and 72 has the temperature environmental First, the physicochemical characteristics of milk was evaluated with and without the addition of the activator of the LP such as acidity, pH, % fat, Bulk Density, Total Solids, Moisture and Protein as % lactalbumin, stored at ambient temperature fluctuating 2 ° C to 26 ° C for times of 24, 48 and 72 h, with that at 72 h milk curdled or distorted, it was found that the physic chemical characteristics mentioned show significant difference (p-value<0.05), also was evaluated the physicochemical characteristics of cheese made with and without the addition of activator LP system milk, such as acidity, pH, % fat , Moisture, Protein as lactalbumin and texture, verifying that these show significant difference ( p- value < 0.05), ie Stabilak not prevent changing the physicochemical properties of fresh cheese and milk. Furthermore cheese yield (over 13.8 % ) show significant difference (p-value<0.05), while the microbiological count (E. coli and coliforms  $\geq 10$  cfu / mL ) did not (p- value> 0.05) evaluating the Pearson correlation for the physicochemical characteristics, shows that these have higher correlation  $r_s$  0.7 and less than 0.7 (p- value < 0.05). Sensory evaluation also shows that there is no significant difference between cheeses made with and without the addition of activator LP system milk, evaluated by the Friedman test

Keywords: Activator LP, cheese, milk, physicochemical, cheese yield, microbiological, organoleptic characteristics, system.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la sociedad busca nuevas variedades de alimentos que posean una fuente nutritiva de mayor calidad entre ellos los productos lácteos, razón por la cual, la presente investigación enfoca estos cambios que la sociedad sugiere, ya que estos son consumidos por todos los estratos de la sociedad sean estos niños, adolescentes y adultos.

La leche que el humano consume puede ser objeto de contaminación por bacterias hasta niveles donde se declara no apta para su consumo, en forma directa o procesada como derivados lácteos. El crecimiento de las bacterias puede retrasarse mediante la refrigeración, que reduce la velocidad del deterioro, pero existen diversas condiciones, donde es imposible aplicar la refrigeración, debido a razones económicas, técnicas o de infraestructura.

Estas limitaciones de refrigeración constituyen un problema común en países en desarrollo, especialmente cuando la producción lechera, se halla en expansión, en áreas de difícil acceso o se tienen pequeños rebaños.

Los productores del Valle del Chumbao y de la provincia de Andahuaylas en general, dentro de sus actividades agropecuarias, tiene la de producir queso del tipo fresco, los cuales lo comercializan en las ferias, mercados internos y externos, no solamente debido a que es un producto tradicional de la zona sino también a que promete garantías económicas de recuperación debido a que presenta un período de almacenamiento más prolongado y facilidad de manejo en las bodegas.

Sin embargo, mantener la calidad de la leche después del ordeño es vital para asegurar su correcta transformación y la inocuidad de ella y/o sus derivados como el queso fresco (Sánchez, 2005), la conservación de la leche en las zonas donde no existe la tecnología de refrigeración es una dificultad y más aún en países en desarrollo y para pequeños productores que no tienen posibilidad de tener estos sistemas de refrigeración.

Muchos estudios se han centrado en los sistemas antibacterianos naturales con miras a determinar si pueden utilizarse para conservar la leche cruda, Sangronis y García (2007), estudiaron el efecto de la adición de nisina en los parámetros físicos, químicos y sensoriales del queso “telita”. Por otro lado, se ha demostrado que el Sistema de lactoperoxidasa/tiocianato/peróxido de hidrógeno (sistema LP), ofrece buenos resultados prácticos y es inocuo a la salud (Ponce *et al.*, 1992) cuando se agrega intencionalmente a la leche cruda.

En el mercado existe un producto denominado Stabilak, que es un activador que permite conservar la leche cruda, mediante la activación del sistema LP, que está compuesta por cantidades equimolares de tiocianato de sodio y peróxido de hidrógeno (en forma de percarbonato), que actúan de forma combinada (Ponce *et al.*, 1987). Esta sustancia permite mantener la calidad inicial de la leche cruda, durante 8 y 24 horas después del ordeño en climas cálidos entre 20 y 34°C (NC, 2009)

El rendimiento quesero, para el productor de quesos, es uno de los factores más importantes a considerar (Amiot, 1991), y a ello se han dedicado números ensayos y estudios que reportan técnicas para incrementar este rendimiento. Sin embargo no se conoce o se ha reportado el rendimiento quesero cuando se elabora queso fresco con leche adicionada con el activador Stabilak. Por otro lado las características organolépticas y microbiológicas del queso dependen de las condiciones iniciales de la leche (Alais, 1994).

Por ello el presente trabajo de investigación evaluó las características fisicoquímicas, el rendimiento, el recuento microbiológico y las cualidades organolépticas, del queso fresco elaborado con y sin adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP) – Stabilak a la leche, a nivel laboratorio, que permitan contribuir con el desarrollo socio económico de la región y del país.

## 1.1. ANTECEDENTES

Sangronis y García (2007), en su trabajo de tesis, “Efecto de la adición de nisina en los parámetros físicos, químicos y sensoriales del queso telita”, en este estudio se evaluó el efecto de dos concentraciones de nisina (10 y 16.7 mg/kg queso), en las características físicas, químicas y en la calidad sensorial del queso “telita” elaborado con tres partidas de leche fresca de diferente procedencia. Observándose variaciones significativas en la composición de las tres partidas de leche utilizadas. La composición promedio de los quesos analizados fue: humedad 64%, proteínas 16%, grasas 17%,  $a_w$  0,98 y pH 5.7. La calidad sensorial del queso con nisina no varió significativamente con respecto al queso control. Los resultados indican que la adición de nisina en las concentraciones ensayadas no afectó la composición química y la calidad sensorial del queso “telita”.

Castro *et al.*, (2009), en el trabajo de investigación, “Comparación del empleo de nisina y cultivos de *Lactococcus lactis subsp. Lactis* para la biopreservación de queso blanco”. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto biopreservador del *Lactococcus lactis subsp. lactis* y compararlo con la adición de nisina a la leche. Para ello se elaboraron cinco tipos de quesos con leche pasteurizada: control; con *L. lactis*; con *L. lactis* y *S. aureus*; con *S. aureus*; con *S. aureus* y nisina. En los quesos elaborados con leche a la que se le inoculó *S. aureus* ( $10^3$  ufc/mL) no se encontró efecto inhibitor del cultivo sobre este microorganismo patógeno. Sin embargo, los quesos elaborados con *Lactococcus* sin inoculación de *Staphylococcus* y los quesos elaborados con nisina, presentaron escaso crecimiento de estafilococos y de bacterias *Coliformes*. La nisina resultó ser más eficiente para lograr bio preservación de los quesos blancos, aunque la utilización del cultivo iniciador productor de la bacteriocina, permitió obtener quesos con bajo conteo de patógenos, cuando la carga microbiana inicial en la leche era escasa.

Arciniega (2010), en su trabajo de investigación, evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso mozzarella. El objetivo de éste estudio fue utilizar el método de acidificación directa por medio de ácidos para evaluar

las características físico-químicas y sensoriales del queso mozzarella. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo al día 0 y 30, obteniendo 4 tratamientos y 3 repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales. Se evaluó la acción del ácido cítrico (100%), ácido láctico (100%) y la combinación de ácido cítrico y láctico (50/50). Se realizó un análisis sensorial exploratorio de aceptación, utilizando 20 panelistas no entrenados, consumidores frecuentes de productos lácteos. Se evaluaron los atributos sensoriales de apariencia, aroma, textura, acidez, sabor y aceptación general. Las características físico-químicas evaluadas fueron textura, color y pH. El período de elaboración se redujo a 4 - 5 horas en promedio. Los quesos de los tratamientos con ácido láctico y ácido cítrico, obtuvieron las mejores calificaciones sensoriales y una aceptación general ( $P < 0.05$ ). El tratamiento con ácido cítrico tuvo mejor apariencia y sabor y el tratamiento con ácido láctico mejor sabor, textura y mayor rendimiento (13%). El costo para producir un kilogramo del mejor tratamiento de queso mozzarella con ácido láctico es de \$ 4.66 Cuatro dólares con sesenta y seis centavos.

Brito *et al.*, (2006), en el trabajo de investigación, queso Cottage elaborado con cultivo láctico Redi-set y DVS, usando crema láctea homogeneizada y sin homogeneizar. El trabajo tuvo como objetivo comparar queso Cottage, fresco (4g de materia grasa/100g de queso), elaborado con cultivos Redi-Set (semidirecto) y DVS (directo), con agregado de crema homogeneizada y sin homogeneizar, para verificar la factibilidad de su producción. Los tratamientos fueron: Cottage con cultivo Redi Set con crema homogeneizada (CH) y sin homogeneizar (CSH); Cottage con cultivo DVS con CH y CSH. En el proceso se encontró que el uso de Redi-Set y DVS producen distintos perfiles de acidificación hasta el segundo calentamiento, luego los pH se asemejan con diferencias de solo 0,02 unidades en la cuajada final, aunque el DVS tomó cerca de 50% más de tiempo en alcanzar el pH final. Los contenidos de humedad (79.00-79.95g/100g), calcio (94.9-97mg/100g), materia grasa (4.13-4.37g/100g) y pH (4.71-4.73), así como los atributos sensoriales no presentaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, tampoco hubo diferencias en el rendimiento práctico del

Cottage natural y crema, cuyos promedios fueron de 16,62 ( $\pm 1,14$ ) y 19,47 ( $\pm 1,37$ ) kg/100 kg de leche, respectivamente.

## 1.2. LA LECHE

La leche es una secreción láctea, libre de calostro, obtenida de una o más vacas en buen estado de salud, la cual debe de poseer no menos de 3.25 % de grasa y no menos de 8.25 % de sólidos no grasos". Otra característica de la leche fresca, es que debe de estar libre de antibióticos, olores, materias o sabores extraños. Además, debe ser de color blanco opaco, tener un pH entre 6.4 y 6.7, y estar libre de enfermedades infecto contagiosas (Revilla, 1995).

Debido a sus características, la leche se puede procesar de diferentes maneras tales como: leche descremada, leche baja en grasa, leche recombinada, leche compuesta, leche pasteurizada, leche condensada, leche en polvo, crema, helados, queso.

Aparte del tratamiento que recibe la leche para lograr obtener todos los derivados anteriores, también juega un papel importante la composición de la misma. Por otra parte, los nutrimentos de la leche generalmente se encuentran dentro de intervalos, según se muestra en la tabla (1.1), debido a las diferentes razas de mamíferos que la producen y a las diferentes etapas de producción de los mismos. No obstante, también se observa que los componentes de la leche se pueden dividir en tres grandes grupos: agua, sólidos grasos y sólidos no grasos (Escobar, 1990).

Por otra parte, debido a las propiedades nutricionales la leche puede ser utilizada como suplemento proteico, ya que contiene una proporción importante de aminoácidos esenciales, es decir aquellos aminoácidos que no son producidos por el organismo y que por lo tanto deben ser aportados por la dieta (Grasselli *et al.*, 1997).

**Tabla 1.1:** Composición general de la leche de vaca

Constituyente	Valores (%)	
	Menor	Mayor
Agua	70.00	90.50
Grasa <sup>(1)</sup>	2.20	8.00
Proteínas <sup>(2)</sup>	2.70	4.80
Glúcidos (lactosa) <sup>(2)</sup>	3.50	6.00
Cenizas <sup>(2)</sup>	0.65	0.90
Sólidos totales	9.05	19.70

(1) Sólidos grasos 3.80% de la leche, (2) Sólidos no grasos 9.02 de la leche  
Fuente: Revilla (1995)

### 1.3. LA COAGULACIÓN

La coagulación es esencialmente la formación de un gel desestabilizado de micelios de caseína lo que los lleva a formar un agregado y una red que inmoviliza parcialmente el agua y atrapa los glóbulos de grasa en la nueva formada (Hill, 2006b).

Debido a que las partículas de caseína son hidrofóbicas su tendencia natural es a agregarse (agruparse juntos). En la leche normal, la agregación es evitada por dos factores. Si uno de estos factores se elimina los micelios se agregarán y formarán un gel parecido a la gelatina (Hill, 2006b).

- El primer factor estabilizante es una capa de proteína superficial activa, llamada kappa – caseína – (-caseína), en la superficie del micelio. Esta capa ayuda a impedir que los micelios estén bastante cerca para que se peguen.
- El segundo factor es una carga negativa en los micelios. Al pH lácteo los micelios están cargados negativamente y se repelen unos contra otros.

Así, básicamente hay dos maneras de coagular la leche; una es removiendo la peluda capa de micelios llamada coagulación enzimática. La otra es neutralizar la carga negativa en el micelio. Esto puede lograrse por acidificación o una combinación de alta temperatura y acidificación. (Hill, 2006b).



## **1.4. EL QUESO**

Se ha considerado al queso como una de las formas más primitivas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Para Revilla (1995), el queso es un producto fresco o madurado, el cual se obtiene por coagulación y desuerado; a partir de la leche entera, estandarizada, descremada proveniente de algunos mamíferos.

El queso es un alimento básico que se consume desde tiempos remotos y cuyo nacimiento fue, sin duda, fruto de la casualidad. En un principio el queso se hacía dejando cuajar la leche, batiéndola luego con unas ramas, prensando la mezcla con unas piedras, posteriormente esta masa se dejaba secar al sol y por último se espolvoreaba con sal (Sánchez, 2005).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 1981, define al queso como el producto fresco o madurado obtenido por coagulación de la leche u otros productos lácteos (nata, leche parcialmente desnatada, nata de suero o la mezcla de varios de ellos), con separación del suero.

De acuerdo a la composición, el queso es un producto que puede ser fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa; si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Veisseyre, 1998).

### **1.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS QUESOS**

La producción de quesos comprende variados tipos, diferenciados unos de otros por características propias de las regiones en los cuales son elaborados, el origen de la materia prima (vacuno, lanar, caprino, camella o búfala), que ejercen influencia y modificación del producto final, pudiendo clasificarse (González, 2002):

- a) De acuerdo al contenido de humedad se clasifican en quesos duros, semiduros y blandos.

- b) De acuerdo al método de coagulación de la caseína, se clasifican en quesos al cuajo (enzimáticos), queso de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos.
- c) De acuerdo al microorganismo utilizado en la maduración y la textura del queso, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y quesos de textura cerrada (González, 2002).

#### **1.4.2. ETAPAS DE LA FABRICACIÓN DE LOS QUESOS**

Se pueden generalizar las siguientes etapas (Medina, 1997).

##### **a) Preparación de la leche**

Previamente al comienzo de la fabricación de queso es necesario tener una leche homogénea, con parámetros óptimos para la obtención del queso que se trate de fabricar.

Entre los tratamientos se tienen:

- Filtrado. Tiene como finalidad el eliminar las impurezas visibles tales como pelos, partículas de excremento, partículas vegetales y polvo, que caen en los recipientes durante el ordeño o que se encuentran ya en ellos. Esta operación se puede realizar ya sea con un filtro que lleva un disco de algodón entre dos discos metálicos perforados o bien filtros de tela o gasa.
- Clarificado. Tiene como finalidad el eliminar el color amarillo de la leche, se puede realizar junto con el descremado, debido a que este color lo adquiere la leche principalmente por la presencia de carotenos, los cuales se van junto con los triglicéridos.
- Estandarización del contenido de crema o de grasa. Se recomienda dejar la leche de un 2.0 a 3.0% de grasa.
- Homogeneización de los glóbulos de grasa. Ésta se lleva a cabo en forma mecánica haciendo pasar la leche bajo fuerte presión (1000 a 3000 psi a una temperatura de 30°C) por orificios estrechos, esto ocasiona que los glóbulos de grasa se dispersen en fragmentos

muy pequeños que no vuelven a aglutinarse en las condiciones normales (Alais y Lacasa, 2003).

- Pasteurización, generalmente HTST (72°C/15 min), aunque existen fábricas artesanales que pasteurizan la leche a 63°C/30 min. (Medina, 1997).

### **b) Adición del cultivo**

En los quesos de leche pasteurizada es necesario inocular bacterias seleccionadas de características conocidas. La función de tales bacterias es la producción de ácido láctico mediante la fermentación de lactosa. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, evita que crezcan en ésta microorganismos patógenos debido a que disminuye el pH a valores de 5.0 - 5.2 y le confiere un sabor ácido. Además estas bacterias dan lugar a sustancias responsables del aroma y contribuyen a la maduración mediante la proteólisis y lipólisis (Medina, 1997).

### **c) Coagulación**

En esta etapa se añade a la leche renina o bien otra enzima proteolítica, la cual desestabiliza la estructura de las micelas de caseína, dando como resultado la formación de un coágulo, el cual contiene la caseína de la leche, los glóbulos de grasa y una parte del suero.

La cantidad de cuajo que se adiciona a la leche depende de algunos factores tales como la cantidad de ácido láctico a acético que contiene, ya que mientras mayor sea la acidez, el tiempo de coagulación será menor así como la cantidad de cuajo a adicionar.

Por otro lado, el cuajo, a cualquier concentración actúa más rápidamente cuando la temperatura es mayor, sin exceder cierto límite (Medina, 1997).

#### **d) Cortado**

Se realiza con el objeto de favorecer la salida del suero de la cuajada mediante la división del coágulo en porciones pequeñas, por lo regular de un centímetro cúbico, aunque en algunos quesos puede variar el tamaño, por ejemplo un corte en pequeños cubos en los de pasta dura o un cortado en cubos más grandes en los quesos de pasta blanda.

El cortado de la cuajada debe realizarse lentamente con el fin de no deshacer el coágulo, pues de lo contrario se formarían granos irregulares que desuerarían con dificultad (Medina, 1997).

#### **e) Desuerado y trabajo del grano**

El desuerado consiste en la separación de la parte sólida de la leche (cuajada) del suero. Se realiza generalmente agitando los granos de cuajada junto con el suero, con el objetivo de acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, así como posibilitar un calentamiento uniforme (Medina, 1997).

#### **f) Calentamiento**

La temperatura tiene una influencia significativa sobre las características finales del queso debido a que el elevar la temperatura de cuajado permite disminuir el grado de hidratación de los granos de cuajada favoreciendo su contracción. La temperatura de calentamiento depende del tipo de queso que se vaya a elaborar, ya que las temperaturas de calentamiento bajas producen cuajadas con un mayor contenido de humedad y, por lo tanto, con más lactosa, que será utilizada por las bacterias lácticas para producir ácido en las primeras fases del periodo de maduración; por otro lado, las temperaturas altas de cocción producen una cuajada seca y dura (Medina, 1997).

### **g) Salado**

Es una operación que se efectúa en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la maduración. El salado contribuye también a la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso (Medina, 1997).

El principal efecto de la sal es controlar la maduración al actuar como un agente de conservación selectivo. La sal se encuentra en solución en la fase acuosa del queso e incluso cuando está en concentraciones bajas, puede inhibir el desarrollo de algunas bacterias indeseables impidiendo así la aparición de defectos de aroma. Su acción es muy eficaz contra los coliformes y también retrasa o detiene, dependiendo de su concentración y de las cepas, el crecimiento de las bacterias lácticas, por lo que un exceso de sal (>2%) puede dificultar el proceso de maduración.

Existen dos métodos para salar el queso: en masa o por inmersión en salmuera. Cuando se añade en seco, por ejemplo cuando se mezcla directamente con los granos o pedazos de cuajada, la sal tiene una importante contribución en el desuerado de la cuajada. La adición de sal (más o menos 2% en peso) puede ser manual o mecánica y en ambos casos hay que asegurar la distribución uniforme de la sal en finas capas y su perfecta incorporación al queso. Si estas condiciones no se cumplen, una gran proporción de la sal se pierde con el lactosuero durante el desuerado y es muy probable que la maduración sea irregular (Amiot, 1991).

En el salado por inmersión en salmuera se produce un intercambio osmótico continuo entre la fase acuosa del queso y el cloruro sódico de la salmuera, hasta que en el centro del queso se alcanza la misma concentración de sal que en la salmuera. Para el mismo tipo de queso, el grado de salado se regula modificando el tiempo de

permanencia en la salmuera. Cuando termina la operación de salado, la sal tiende a alcanzar un equilibrio en el interior del queso: cuanto más pequeño son los quesos, más rápida y uniforme es la distribución. Como la sal tarda más en llegar al centro de la pasta, normalmente el grado de maduración es diferente en la superficie del queso que en el interior (Amiot, 1991).

#### **h) Moldeado**

Casi todos los quesos en el mercado tienen una forma típica que les imprime el molde en el cual se colocan después del desuerado, es importante respetar la forma establecida del molde de acuerdo al tipo de producto que espera el consumidor por la imagen misma del producto (Medina, 1997).

#### **i) Prensado**

Se realiza con el fin de retirar el exceso de suero que todavía se encuentra en el queso, se lleva a cabo en prensas de quesería, con las que se ejerce sobre la cuajada determinada presión que puede aumentar progresivamente durante el curso de la operación. Las condiciones de prensado son distintas para cada tipo de queso, variando la presión a aplicar, el desarrollo y duración de la operación, etc. (Medina, 1997).

### **1.5. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO**

Morales (1994), señala que la calidad organoléptica del queso, se refiere a los atributos que posee. El análisis sensorial o cata es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos, utilizando al hombre como instrumento de medida.

La precisión y reproductibilidad de los métodos instrumentales son mayores que las de un jurado de degustación. Puede darse el caso de que dos quesos totalmente diferentes organolépticamente presenten datos analíticos, químicos y microbiológicos iguales (Chamorro, 2002). De aquí se deduce la importancia del análisis sensorial, para los siguientes fines:

- Desarrollar, modificar y mejorar el queso.
- Identificar diferencias entre quesos.
- Asegurar la calidad de los quesos elaborados.
- Proporcionar datos sensoriales.
- Poder seguir la evolución del producto durante su almacenamiento.
- Juzgar la tipicidad del producto.
- Seleccionar y preparar catadores.

## **1.6. CONSERVACIÓN DE LA LECHE CRUDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ACTIVADOR DEL SISTEMA LACTOPEROXIDASA(LP) - STABILAK**

### **1.6.1. STABILAK**

El producto Stabilak es un activador de un sistema de defensa natural que posee la leche de todos los mamíferos, llamado Sistema Lactoperoxidasa. Se utiliza para mantener la calidad inicial de la leche cruda, para consumo humano. El producto permite mantener la leche cruda sin acidificar, entre 8 y 24 horas, después del ordeño, en climas con temperaturas entre 20 y 34°C. Este tiempo de conservación puede alargarse sustancialmente cuando se trata de leche cruda de buena calidad higiénica (León y Pastor, 2000).

El STABILAK tiene amplias posibilidades de aplicación en diferentes situaciones. Específicamente puede apoyar la economía agropecuaria de las áreas más alejadas de los centros urbanos o que no cuentan con infraestructura adecuada, disminuye el riesgo de enfermedades provocadas por microorganismos patógenos, permite un mejor aprovechamiento de la leche y sus derivados aumentando la cantidad de alimentos para la población, posibilita iniciar y desarrollar nuevos planes lecheros, sin necesidad de contar con refrigeración (Roque *et al.*, 2010).

En resumen el Stabilak permite:

- Preservar la calidad inicial de la leche en lecherías, sin posibilidades de refrigeración.
- Preservar la calidad inicial de la leche sin posibilidad de refrigeración, durante su transporte y en la industria.
- Lograr un efecto positivo en la fabricación de quesos y productos derivados de la leche.
- Prolongar el tiempo de conservación de la calidad inicial de la leche por reactivación del sistema LP (lactoperoxidasa).
- Realizar un solo acopio al día, en aquellas zonas donde se realizaban dos con anterioridad. Realizar doble ordeño diario en aquellas zonas que no cuentan con acopio en la tarde.
- Conservar la calidad inicial de la leche sin afectar las condiciones organolépticas de la leche (olor, sabor, color), ni modificar en nada su composición química.
- Estimular la aplicación de mejoras en las prácticas de higiene en el ordeño.

### **1.6.2. PRINCIPIOS DEL MÉTODO**

El sistema Lactoperoxidasa, base del Stabilak, está constituido por tres componentes que se encuentran en la glándula mamaria: la enzima lactoperoxidasa que es una proteína natural de la leche, iones de tiocianato que se originan en el hígado y oxígeno reactivo que proviene de los leucocitos o glóbulos blancos de la sangre. La reacción conlleva la oxidación de los iones de tiocianato que se unen con ciertos componentes de las bacterias, generando un efecto de tipo bacteriostático (impide que se reproduzcan) y bactericida (elimina la bacteria).

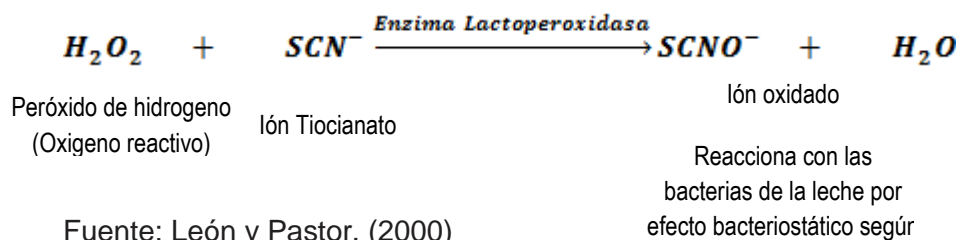


El sistema Lactoperoxidasa que es una enzima, en combinación con los iones de Tiocianato y el peróxido de hidrógeno, constituye un sistema antibacteriano natural de todos los mamíferos, el cual está presente en la leche cruda y en los demás fluidos biológicos, incluyendo la saliva y jugo gástrico (NC, 2009).

La oxidación de los iones Tiocianato por la Lactoperoxidasa, en presencia de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno y otras especies de oxígeno reactivas, generan un efecto antibacteriano, debido al bloque de los grupos sulfhidrilos de las bacterias y a los daños asociados, como se ve en la reacción de la figura (1.1). El Stabilak se ajusta a dicho principio, pues contiene las sustancias activadoras del sistema Lactoperoxidasa en las concentraciones establecidas para obtener una máxima actividad de la enzima sin riesgos toxicológicos (NC, 2009).

Con relación a las características de los microorganismos, el efecto antibacteriano es esencialmente bacteriostático, aunque también puede existir algún efecto bactericida, dependiendo de la especie y cepa. Cuando en la contaminación de la leche predomina una flora mixta, esencialmente de mesófilos viables (gram positivas), el efecto es mayormente inhibidor del crecimiento, pero en algunas bacterias gram-negativas, el efecto es fundamentalmente bactericida (NC, 2009)

**Figura 1.1:** Reacción de acción del Stabilak



### 1.6.3. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL STABILAK EN LA LECHE

El Stabilak es un activador del sistema lactoperoxidasa que adiciona 9 mg de tiocianato de sodio y 34 mg. de percarbonato de sodio por litro de leche activada. Con ello se solucionan las limitaciones prácticas que tiene la activación del método debido a la alta higroscopicidad de la sal de tiocianato de sodio e inestabilidad del percarbonato de sodio, así como lo difícil de la propia operación de pesada, con balanzas de alta precisión a nivel de una lechería o centro de acopio (León y Pastor, 2000)

El Stabilak, contiene los sustratos de la enzima lactoperoxidasa ajustados a las características de la leche en el trópico americano, lo que facilita la aplicación del método y reduce los posibles errores en que se puede incurrir cuando dicha dosificación se realiza por pesada directa de las sales. El activador se presenta en sobres herméticos, conteniendo dichas sales y excipientes que le proporcionan una estabilidad de nueve meses. Los excipientes son de uso en la industria farmacéutica y de alimentos a nivel mundial y definidos como inocuos a la salud humana.

El activador se presenta en dosis para 50 L. (dos sobres por dosis) y para 500 L. (dos sobres por dosis. Cada dosis está compuesta de un sobre del activador 1 (Stabilak 1), en letras rojas y una franja del mismo color y un sobre del activador 2 (Stabilak 2), en letras amarillas y una franja del mismo color (León y Pastor, 2000).

Las indicaciones de uso (figura 03) del activador son las siguientes:

- Para un volumen de 40-50 litros, abra el sobre de Stabilak 1 por la marca que se indica y adicione todo su contenido en la leche y agite 1 minuto.
- A continuación abra el sobre de Stabilak 2 por la marca, adicione todo su contenido y agite hasta 1 minuto.

- Igual procedimiento se sigue con el Stabilak dosis 500 litros, si se trata de dicho volumen.
- Con una misma dosis de Stabilak 50 se pueden activar volúmenes desde 25-74 L de leche, aunque lo más recomendable es hacerlo entre 40 y 50 litros.
- Con una misma dosis de Stabilak 500 se pueden activar volúmenes desde 250-749 litros, aunque lo más recomendable es hacerlo entre 480 y 520 litros.
- Para volúmenes intermedios hasta 250 litros de leche se utilizan tantas dosis de Stabilak 50 como correspondan.
- Para volúmenes mayores de 750 litros se utilizan tantas dosis de Stabilak 500 como correspondan.

**Figura 1.2:** Pasos para emplear el Stabilak



Fuente: León y Pastor, (2000)

## 1.7. JUSTIFICACIÓN

En la provincia de Andahuaylas, se elaboran quesos frescos, no madurados, semimaduros y maduros, en los que se utiliza el sistema tradicional de uso de cultivos lácticos para la acidificación de leche, previo a la elaboración del mismo, generalmente la leche es utilizada inmediatamente luego del ordeño, debido a que existe la alta posibilidad de contaminarse y ello conlleva a la pérdida, o a las malas características del queso fresco.

La leche al ser la materia prima principal en la elaboración de los quesos, necesita estar inocua, esto se logra manteniéndola refrigerada; a falta de refrigeración, se utilizan diversas técnicas como el peróxido de hidrogeno o antibióticos u otros, que a la larga hace que la leche no sea funcional para la elaboración de derivados lácteos, para evitar este hecho existe en el mercado un conservador basado en la activación del sistema lactoperoxidasa de la misma leche, conocido como Stabilak, el producto permite mantener la leche cruda sin acidificar, entre 8 y 24 horas, después del ordeño, en climas con temperaturas entre 20 y 34 grados centígrados. Este tiempo de conservación puede alargarse sustancialmente cuando se trata de leche cruda de buena calidad higiénica. (León y Ponce, 2000), El método en cuestión es un sistema enzimático natural aprobado por el Codex Alimentarius (1991), inocuo a la salud humana, Este método innovador ha sido formulado en Cuba, por el Ingeniero Pastor Ponce Ceballo, del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). (León y Ponce, 2000)

## **1.8. OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Evaluar las características fisicoquímicas, rendimiento, microbiológicas y organolépticas del queso fresco elaborado con leche con y sin adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP) - Stabilak, almacenada a las 24, 48 y 72 horas.

### **ESPECÍFICOS**

- Evaluar las características fisicoquímicas del queso fresco elaborado con leche con y sin adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP) - Stabilak, almacenadas a 24, 48 y 72 horas
- Evaluar el rendimiento del queso fresco elaborado con leche con y sin adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP) - Stabilak, almacenadas a 24, 48 y 72 horas.
- Evaluar las características microbiológicas del queso fresco elaborado con leche con y sin adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP) - Stabilak, almacenadas a 24, 48 y 72 horas.
- Evaluar las características organolépticas del queso fresco elaborado con leche con y sin adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP) - Stabilak, almacenadas a 24, 48 y 72 horas.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El trabajo de tesis de investigación se desarrolló en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial –UNAJMA:

Laboratorios de procesos agroindustriales: elaboración del queso.

Laboratorio de química: análisis fisicoquímico de la leche y queso

Laboratorio de biología: análisis microbiológico.

#### **2.2. MATERIA PRIMA**

La materia prima estuvo referida a 150 litros de leche fresca recién ordeñada de vacas de la raza Holstein, procedente del Centro Experimental INIA – Andahuaylas. A 5Km. de la sede Santa Rosa donde se realizó las pruebas.

#### **2.3. MATERIAL DE ESTUDIO**

El material de estudio estuvo referido a quesos elaborados de acuerdo al arreglo experimental, mostrado en la tabla (2.1).

##### **2.3.1. POBLACIÓN**

Se consideró como población a la totalidad de quesos elaborados (05 unidades de 0.60 kg cada uno) de acuerdo al arreglo experimental (tabla 2.1).

##### **2.3.2. MUESTRA**

La muestra estuvo referida, a 0.6 kg de queso fresco en promedio elaborado de acuerdo al arreglo experimental, las cuales fueron seleccionadas aleatoriamente.

### 2.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

Las unidades experimentales de queso en sus diferentes tratamientos, fueron cantidades requeridas para cada tipo de análisis, tales como los fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

### 2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es de tipo DCA, debido a que se manipula una sola variable – la leche con y sin la adición del activador del sistema LP almacenada a diferentes tiempos, el arreglo experimental se muestra en la tabla (2.1).

**Tabla 2.1:** Arreglo experimental – DCA

Repetición	Queso Fresco			
	T1 (Con leche fresca, sin activador del sistema lactoperoxidasa (LP) – Stabilak.	T2 (con leche conservada con activador del sistema lactoperoxidasa (LP) – Stabilak y almacenada por 24 horas)	T3 (con leche conservada con activador del sistema lactoperoxidasa (LP) – Stabilak y almacenada por 48 horas)	T4 (con leche conservada con activador del sistema lactoperoxidasa (LP) – Stabilak y almacenada por 72 horas)
1	T <sub>11</sub>	T <sub>21</sub>	T <sub>31</sub>	T <sub>41</sub>
2	T <sub>12</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>32</sub>	T <sub>42</sub>
3	T <sub>13</sub>	T <sub>23</sub>	T <sub>33</sub>	T <sub>43</sub>
4	T <sub>14</sub>	T <sub>24</sub>	T <sub>34</sub>	T <sub>44</sub>
5	T <sub>15</sub>	T <sub>25</sub>	T <sub>35</sub>	T <sub>45</sub>

Donde T<sub>*i,j*</sub> *i* se refiere al tratamiento, *j* la repetición

Fuente: Elaboración propia

### 2.5. MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

#### 2.5.1. EQUIPOS

Los equipos que se utilizaron en la realización de los diversos análisis fueron:

- Butirómetro de Gerber, 01 unidad.

- Centrifuga de 3000 rpm, 01 unidad.
- Humidímetro, 01 unidad.
- Espectrofotómetro de 120 a 550 *nm*, 01 unidad.
- Baño isotérmico regulable de 10 a 60°C de 5 l, 01 unidad.
- Autoclave de hasta 120 *lb<sub>f</sub>* de presión de 10 l, 01 unidad.
- Incubadora regulable de 20 a 70 °C, 01 unidad
- Balanza analítica de 1/1000 g de graduación de 200 g de capacidad, 01 unidad.
- Balanza de plataforma de 1/100 g de graduación de 50 kg de capacidad, 01 unidad.
- Cocina industrial, 01 unidad.

### **2.5.2. INSTRUMENTOS**

- Lactodensímetro, 01 unidad.
- pH-metro, 01 unidad.
- Termómetro de 0 a 200 °C, 02 unidades.
- Penetrómetro de aguja de diámetro de 0.2 cm con rango de 0.0 a 12  $kg_f/cm^2$

### **2.5.3. MATERIALES**

- Tubo de ensayo, 36 unidades de 13X100 *mm*.
- Vaso de precipitado de 250 mL, 06 unidades.
- Probeta de 100 *mL*. 04 unidades.
- Bureta de 50 *mL*, 01 unidad.
- Moldes queseros de 1 *kg*, 05 unidades
- Paletas de agitación, 01 unidad.
- Lira quesera, 01 unidad.
- Tina u olla de acero inoxidable de 50 / de capacidad, 01 unidad.



- Tanque plástico de almacenamiento de 200 l de capacidad, 01 unidad.
- Jarras litreras de 2 l de capacidad, 02 unidades.
- Tela tipo gasa organza para filtrado, 05 m.
- Kit Petrifilm, 02 unidades.
- Pipetas de 5 mL graduada de 0.1 mL, 20 unidades.
- Papel de nitrocelulosa de 12.5 micras, de flujo rápido, 01 pliego.
- Mechero Bunsen.
- Mortero de porcelana de 10 cm de diámetro.
- Matraz Erlenmeyer de 200 mL, 10 unidades.

#### **2.5.4. INSUMOS**

- Stabilak 1 y Stabilak 2, 02 sobres para 50 litros cada uno.
- Cuajo CHY-MAX, 01 sobre para 100 l de leche.
- Cloruro de sodio (sal de cocina), 2 kg.
- BSA – Albumina de suero bovina Q.P., 10 g.

#### **2.5.5. REACTIVOS**

- Hidróxido de sodio Q.P., 20 g.
- Fenolftaleína al 2%, 10 mL.
- Ácido perclórico Q.P. 20 mL.
- Ácido acético Q.P. 10 mL
- Reactivo Biuret, 150 mL.
- Cloruro de calcio Q.P., 20 g.

## **2.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

### **2.6.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO SIN LA ADICIÓN DEL ACTIVADOR DEL SISTEMA LACTOPEROXIDASA (LP) – STABILAK A LA LECHE.**

Se realizaron los siguientes pasos (el flujograma se muestra en el anexo 17).

#### **a. Ordeño**

Se realizó el ordeño de las ubres de las vacas de la raza Holstein, de forma automatizada, seguidamente se depositó en envases de acero inoxidable de acero inoxidable a temperatura ambiente.

#### **b. Recepción**

La leche fue recepcionada en envases de acero inoxidable (cantaros) con temperatura de 12 °C en el laboratorio de procesos agroindustriales,

#### **c. Análisis**

Se tomaron 02 muestras de 250 ml. de leche para su posterior análisis de grasa, acidez, reductasa, alcohol y densidad.

#### **d. Pasteurización**

La leche se pasteurizó en una olla de acero inoxidable de capacidad de 30 litros, a temperatura de 75 °C por 10 segundos. Luego se dejó a enfriamiento hasta descender la temperatura a 40 °C.

#### **e. Agitación**

La leche se agitó constantemente, seguidamente se adicionó cloruro de calcio al 0.03%, a una temperatura de 34°C.

#### **f. Calentamiento**

Se procedió el calentamiento en una olla de acero inoxidable hasta una temperatura de 40 °C para luego poder adicionar el cuajo.

#### **g. Adición del cuajo**

Cuando la temperatura de la leche llegó a los 35 °C se adicionó el cuajo CHY-MAX y se dejó coagular la leche por 30 minutos.

#### **h. Corte**

Terminado el tiempo de coagulación, se procedió a cortar con liras en cubos pequeños de 1 – 1.5 cm de arista. Luego del corte se dejó reposar el cuajo por 5 minutos.

#### **i. Batido**

Se procedió a agitar y mezclar, reduciendo el tamaño de los cubos de la cuajada, durante 5 minutos.

#### **j.1° Desuerado**

Se retiró y se eliminó la mitad del suero, cuidando de no eliminar cuajada.

#### **k. Lavado**

Se procedió a agitar y mezclar la cuajada, mientras se adicionó agua caliente a 40°C.

#### **l.2° Desuerado**

Se retiró y se eliminó la tercera parte del suero remanente, cuidando de no eliminar cuajada.

#### **m. Salado**

Se adicionó sal de cocina al 2% del peso inicial de la leche, en leve agitación constante durante 5 minutos.

#### **n. Moldeo**

Se retiró el cuajo de la olla hacia los moldes de acero inoxidable de 1 kg, presionando contra una superficie sólida, a fin de otorgar una textura firme al queso. Luego fueron llevados a una mesa de acero inoxidable donde escurrirán, hasta eliminar el suero remanente.

#### **o. Volteo**

Cuando la cuajada redujo su volumen hasta el tamaño de la moldera o inferior, esta se retiró del molde y se volvió a colocar sobre la mesa de acero en posición invertida a la que salió.

#### **p. Almacenado**

Luego del volteo y fin del escurrido de la cuajada, ésta se llevó a una cámara de refrigeración a 4 – 5 °C por 24 horas para que tome consistencia.

### **2.6.2. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO FRESCO CON LA ADICIÓN DEL ACTIVADOR DEL SISTEMA LACTOPEROXIDASA (LP) – STABILAK A LA LECHE**

A diferencia del proceso tradicional, la diferencia radica en la agregación del activador Stabilak, de la siguiente manera:

#### **a. Aplicación del activador Stabilak**

- Luego de recepcionar la leche fresca y de haber procedido al análisis (de acuerdo al flujograma mostrado en el anexo 17), se adiciona el Stabilak 1 y 2.
- Para un volumen de 40-50 litros, se abrió el sobre de Stabilak 1 por la marca que se indica y se adicionó todo su contenido en la leche y se agitó por 1 minuto.
- A continuación se abrió el sobre de Stabilak 2 por la marca, adicionando todo su contenido con una agitación de 1 minuto.

#### **b. Almacenamiento de la leche**

- A continuación la leche se almacenó en un recipiente de plástico de 200 l de capacidad a la temperatura ambiental de 22 °C en promedio en horas de la tarde por 24, 48 y 72 h, de acuerdo a lo sugerido por NC (2009).

- Luego de transcurrido el tiempo para los tratamientos, se procesa el queso de forma tradicional de acuerdo al ítem anterior (2.6.1)

## **2.7. ANÁLISIS EXPERIMENTALES**

Se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos a las muestras de los tratamientos tanto de leche como de los quesos elaborados:

### **2.7.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS**

#### **a. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ**

##### **EN LA LECHE**

El método consistió en medir la acidez de una muestra de leche por medio de una sustancia alcalina. En un pequeño recipiente de vidrio o de plástico transparente se colocará 10 mL de leche y unas gotas de indicador llamado fenolftaleína, se comienza a agregar la solución alcalina (solución Dormic, así se pide en el comercio) hasta obtener un color rosa pálido persistente. Si por ejemplo usamos 16 mL de solución alcalina, entonces diremos que la leche tiene una acidez de 16 °D (Luluaga y Núñez, 2010)

##### **EN EL QUESO**

Se procedió de acuerdo a la técnica AOAC-920.124. Se pesó 9 g de queso finamente cortado, enseguida se agregó agua a 40 °C en un matraz aforado, hasta volumen de 105 mL; luego se agitó vigorosamente y se filtró en papel de nitrocelulosa. Se tomó 25 mL del filtrado en un matraz y se procedió a la titulación. Al final de la titulación el volumen gastado de NaOH 0.1N, se multiplico por 4. (AOAC, 1995).

#### **b. DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)**

Para la determinación del pH, primeramente se calibro el potenciómetro con Buffer pH 4.01, pH 7.0 y pH 9.01, y se procedió a la medida del pH.

## **EN LA LECHE**

Se tomó 10 ml. de leche a la temperatura de 12 °C en un vaso de precipitados, en seguida se introduce el electrodo del potenciómetro, se esperó que se estabilizara entre 3 a 5 s, y se tomó la lectura (ISO, 1975).

## **EN EL QUESO**

Se realizó una mezcla homogénea 1:1 de queso y agua, en seguida se introdujo el electrodo del potenciómetro, se esperó de 3 a 5 s, y se tomó la lectura (ISO, 1975)

### **c. DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA DEL QUESO**

El queso fresco en sus diferentes formulaciones, se trozo en tamaños de 3 x 0.5 cm, el cual se colocará sobre una superficie de vidrio, y se presionará con el medidor de esfuerzo Inchdial Indicator marca KEX de 0.0 a 12  $kg_f$ , donde se le aplicará una fuerza necesaria para comprimirla en un 25%, la cual fue registrada por el equipo en unidades de kilogramos-fuerza ( $kg_f$ ). (Salazar *et al.*, 2009) las pruebas se realizaron por quintuplicado.

### **d. DETERMINACIÓN DE MATERIA GRASA**

#### **EN LA LECHE**

Se llevó a cabo por el método Butirométrico de Heiss (Cabezas *et al.*, 2005). Se introdujeron 3 mL de leche, por el extremo superior del Butirómetro se añadió lentamente 10 mL de mezcla ácido perclórico-acético. Posteriormente, se situó el Butirómetro con el orificio superior abierto en baño isotérmico a 85-90 °C, hasta lograr una mezcla homogénea. Se agitó suavemente varias veces en el transcurso del calentamiento, que duro unos 20 a 30 minutos. A continuación se introdujo en el Butirómetro agua destilada caliente a 50 °C, hasta la graduación 35 aproximadamente. Se tapó el Butirómetro y se invirtió varias veces para homogenizar el

contenido. Posteriormente, se centrifugó durante 10 minutos a 1000/1200 rpm. A continuación se sometió a baño isotérmico a 65-67 °C. Se dejó reposar unos 5 minutos para que la materia grasa se desplace en la escala, y se lee en la escala del Butirómetro.

### **EN EL QUESO**

Es una variante del método Butirométrico de Heiss, se introdujeron 3 g. de queso finamente picado, por el extremo superior del Butirómetro se añadió lentamente 10 ml. de mezcla ácido perclórico-acético, y se continúa de acuerdo a la técnica para leche fresca.

### **e. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES - %ST DE LA LECHE**

Se determinó mediante la fórmula de Richmond, los sólidos totales se calculó a partir de la densidad aparente corregida y el contenido de grasa (FDL, 1991).

$$\%ST = (0.25 * D) + 1.21 * \%G + 0.66$$

D = densidad aparente (g/mL)

% G = porcentaje de grasa

Se usó el valor de D corregido a la temperatura de calibración del termo-lactodensímetro usando sólo los valores milésimales como enteros.

Ejemplo si D = 1,030 se usa el valor de 30.

### **f. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

#### **EN LA LECHE**

La humedad en base humedad ( $H_{b,h}$ ), se determinó considerando la diferencia de los sólidos totales de la leche, mediante la siguiente relación (Torres y Gudiño, 2008):

$$\%H_{b,h} = 100 - \%ST$$

## EN EL QUESO

Se realizó en base al extracto seco o base seca, a través de la fórmula (Torres y Gudiño, 2008):

$$\%H_{b.s.} = \frac{m_{agua}}{m_{s.s.}} * 100$$

Dónde:

$\%H_{b.s.}$ : porcentaje de humedad en base seca.

$m_{agua}$ : masa de agua.

$m_{s.s.}$ : masa de solido seco

## g. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS COMO LACTOALBÚMINA

Las proteínas en medio alcalino y en presencia de sulfato de cobre forman un complejo de color violeta debido a que el ion cobre forma un complejo tetra coordinado con los nitrógenos de los enlaces peptídicos. La reacción da positiva para compuestos que poseen enlaces peptídicos adyacentes (Gornall *et al.*, 1979).

## EN LA LECHE

Se prepararon soluciones patrón realizando diluciones seriadas de una solución madre, ya preparada, de la proteína albúmina de suero bovina (BSA) de 10 mg/mL utilizando tubos de vidrio, de acuerdo a la tabla (2.2).

Por otra parte, se prepararon dos diluciones de aproximadamente 10 mL de la solución problema (leche) en tubo de ensayo usando agua destilada como disolvente. Las diluciones finales son 1/10 y 1/20.

Una vez preparado los tubos, se mezcló bien de acuerdo a la tabla (2.2), y se colocó en baño isotérmico a 40 °C por 10 minutos, luego dejar al medio ambiente por 20 minutos, leer en el espectrofotómetro a 545nm la absorbancia. Se construyó la curva



de calibración y se determinó el (%) de proteínas como lactoalbúmina presentes en leche considerando el factor de dilución de 10 para 1/10 y 20 para 1/20 (Gornall *et al.*, 1979).

### EN EL QUESO

Para este caso, se trituro 0.5 gramos de queso deshidratado, y se le agregó 15 ml. de agua destilada, dejando reposar 30 min., luego se filtra en papel filtro, el filtrado es la muestra problema. Del filtrado se tomó 5 ml., al cual se le agregó 2 ml. de reactivo Biuret, y se procedió de acuerdo a lo propuesto para la leche (Gornall *et al.*, 1979).

**Tabla 2.2:** Esquema de preparación para la determinación del % de proteína como Lactoalbúmina

Tubos	Blanco	1	2	3	4	5	6	7
Agua destilada ( $\mu\text{L}$ )	500	475	450	375	250	125	0	---
Estándar de proteína BSA de 10 mg/ml. ( $\mu\text{L}$ )	0	25.0	50	125	250	375	500	---
Muestra problema ( $\mu\text{L}$ )	-	-		-	-	-	-	500
Reactivo Biuret ml.	2	2	2	2	2	2	2	2

Los tubos del 1 al 6, sirven para obtener la curva patrón

### 2.7.2. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO PRÁCTICO

Los quesos obtenidos con los diferentes tratamientos, fueron pesados y sus datos se tabularán para conocer el índice de rendimiento alcanzado por cada tratamiento. Para conocer el rendimiento, se calculó la cantidad de materia prima (cantidad de leche) requeridos para producir un kilogramo de queso, de acuerdo a la siguiente fórmula: (Cuichan, 2012)

$$R = \frac{P(\text{materia prima})}{PP(\text{kg de queso})}$$

Donde:

$PP$  = Peso promedio (kg.) de queso obtenido.

$P$  = Peso de materia prima (kg.).

### **2.7.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Se realizó un recuento de *E. coli* y Coliformes (EC), utilizando placas Petrifilm 3M, siguiendo la técnica AOAC 998.08 y 991.14. (anexo 15).

La placa de 3M Petrifilm ® recuento de *E. coli* y Coliformes (EC), constituyen un sistema listo para usar que contiene elementos nutritivos de Violeta Rojo Bilis (V.R.B.) un agente gelificante soluble en agua, un indicador de la actividad glucuronidasa (5-bromo-4-cloro-3-indolil-β-D-glucuronido) (BCIG) y un indicador de tetrazolio que facilita la enumeración de colonias.

## **2.8. EVALUACIÓN SENSORIAL**

### **2.8.1. PANELISTAS**

Se consideraron 20 panelistas semientrenados (entre varones y mujeres cuyas edades oscilaron entre 20 a 50 años de edad), los cuales calificaron las formulaciones del queso fresco elaborado en forma tradicional y con adición del activador del sistema lactoperoxidasa (LP) - Stabilak, de acuerdo a una escala hedónica, a los panelistas se les proporcionó una cartilla de evaluación (Anexo 16).

### **2.8.2. ATRIBUTOS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación por parte de los panelistas, se consideró la escala que se muestra en la tabla (2.3)

**Tabla 2.3:** Escala hedónica de preferencia

Cualidad	Ponderación
Color	1 a 5 puntos
Olor	1 a 5 puntos
Sabor	1 a 5 puntos
Aspecto	1 a 5 puntos
Textura	1 a 5 puntos
Consistencia	1 a 5 puntos

Fuente: Elaboración propia

### 2.8.3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las muestras o tratamientos de quesos fueron preparadas en tamaños de tal manera que fueron para un solo bocado, los cuales se sirvieron en platos descartables, acondicionadas en una mesa, las muestras de las formulaciones fueron colocadas en orden aleatorio, para su presentación a los jueces evaluadores.

A cada panelista se le proporcionó agua embotellada para que luego de probar cada tratamiento enjuague su boca y continúe con el siguiente.

El análisis sensorial, se realizó en un ambiente acondicionado para este fin, siendo la cata por grupos de 5 personas.

Los atributos fueron registrados en una cartilla de evaluación la cual se muestra en el anexo (16).

### 2.8.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS

De acuerdo Luluaga y Núñez, (2010), estas son:

**Color:** Paja (amarillento) pálido a paja oscuro hasta anaranjado, mate. El color debería ser uniforme y translúcido. Un leve moteado (manchitas) puede permitirse.

**Olor o Aroma:** Típico de esta variedad fluctuando en intensidad de suave a fuerte. Agradable sin olores extraños como a rancio u otros.

**Sabor:** Ácido o ligeramente ácido característico a esta variedad. Ligeramente salado y a nuez. La intensidad del sabor varía con la edad.

**Aspecto:** Liso. El queso debería presentar una corteza sin roturas o forma simétrica y una apariencia atractiva, aseada y despejada.

**Textura:** No debe presentar orificios debido a la formación de gas, pudiéndose encontrar unos pocos debido a acciones mecánicas. Es firme, lisa y cerosa.

**Consistencia:** Dura. El cuerpo deseable debe ser firme y resorteear, ligeramente elástico. El queso debe ser liso y ceroso cuando se aplasta entre los dedos. Una masa ligeramente floja o áspera puede permitirse.

## 2.9. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN

Para la contrastación de la experimentación se planteó las siguientes hipótesis estadísticas:

**Hipótesis nula – $H_0$ :** La media de los resultados de las características fisicoquímicas, rendimiento, microbiológicas y organolépticas del queso fresco elaborado con leche con el activador del sistema LP - Stabilak almacenado a 24, 48 y 72 h, son iguales.

$$\bar{x}_i = \bar{x}_j$$

**Hipótesis alterna – $H_A$ :** La media de los resultados de las características fisicoquímicas, rendimiento, microbiológicas y organolépticas del queso fresco elaborado con leche con el activador del sistema LP - Stabilak almacenado a 24, 48 y 72 h, son diferentes.

$$\bar{x}_i \neq \bar{x}_j, \text{ para algún } i, j \text{ (tratamientos)}$$

## Nivel de significancia ( $\alpha$ )

Para el caso de comparaciones de tratamientos se empleó  $\alpha = 0.05$

## 2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 2.10.1. PRUEBAS PARAMÉTRICAS O CUANTITATIVAS

De acuerdo a la formulación y a los objetivos, el diseño metodológico fue experimental – longitudinal – descriptivo (Gutiérrez y de la Vara, 2004), para lo cual se desarrollaron las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba ANOVA y Tukey (análisis paramétrico), que se aplicaron en la comparación individual de la diferencia significativa entre tratamientos, referidos a las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y el rendimiento del queso fresco.
- Prueba Friedman, prueba no paramétrica, que permitió evaluar la diferencia significativa de los tratamientos referidos al análisis organoléptico.

Para realizar la comparación individual entre los tratamientos, y así determinar la diferencia mínima significativa.

#### Criterio para la prueba de hipótesis

Para probar cuál de los tratamientos son diferentes unos de otros, se consideró el siguiente criterio (Gutiérrez y de la Vara, 2004):

$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| > T_{\alpha}$ ; Hay diferencia significativa entre tratamientos (diferentes estadísticamente)

$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| < T_{\alpha}$  ; No hay diferencia significativa entre tratamientos (iguales estadísticamente)

Donde  $T_{\alpha}$ , es el estadístico Tukey:

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{\frac{CM_E}{n}}$$

Donde:

$q_{\alpha}(k, N - k)$ , valor normalizado de la distribución Tukey

$CM_E$ , cuadrado medio de error, obtenido de la tabla ANOVA

$n$ , número de datos

El número de comparación entre tratamientos se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Numero de comparaciones} = \frac{T(T - 1)}{2}$$

## 2.10.2. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS O CUALITATIVAS

### A. TEST DE FRIEDMAN

La evaluación organoléptica del producto en sus diferentes formulaciones, se utilizó la prueba de rangos de Friedman (Espinoza, 2007), a través de la ecuación.

$$X^2 = \frac{12}{b * t(t + 1)} \sum R^2 - 3b(t - 1)$$

Dónde:

$X^2$ , estadístico Chi-cuadrado

R, rangos de los tratamientos

b, número de degustadores

t, número de tratamientos

Para la evaluación de las pruebas Tukey y prueba Friedman, se utilizó el Software estadístico Statgraphics 5.1. (Statistical Corp., 2000) y Excel (2010).

Asimismo las pruebas se desarrollaron por quintuplicado, a fin de evitar sesgos a la hora de la evaluación, y corroborar la tendencia de los resultados.

## B. Correlación de Pearson

La relación de las variables se determinó a través del coeficiente de correlación de Pearson –  $R_s$ , (para un nivel de significación -  $\alpha$  del 95%), de las variables de estudio a través de Test de Spearman–Brown (Sierra, 2001) de dos mitades (pares e impares).

$$r = \frac{N(\sum (A.B)) - (\sum A) \cdot (\sum B)}{\sqrt{[N \cdot (\sum A^2) - (\sum A)^2][N \cdot (\sum B^2) - (\sum B)^2]}}$$

$$R_s = \frac{2r}{1+r}$$

Donde

A, valores de los datos pares

B, valores de los datos impares

## PRUEBA DE HIPÓTESIS

Las hipótesis estadísticas para este caso fueron:

Hipótesis nula,  $H_0$ : No existe relación entre las características fisicoquímicas de la leche y quesos elaborados con y sin adición del activador del sistema de LP - Stabilak.

Hipótesis alterna,  $H_a$  Existe relación entre las características fisicoquímicas de la leche y quesos elaborados con y sin adición del activador del sistema de LP – Stabilak.

### ***Nivel de significancia ( $\alpha$ )***

Para el caso de la evaluación de la correlación de las variables, se empleó un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

### ***Criterio para la prueba de hipótesis***

Se rechaza  $H_0$ , si  $\alpha > p\text{-value}$

Donde  $p\text{-value}$ , es la probabilidad evaluada para una distribución normal de los datos cualitativos no paramétricos.

### ***Interpretación del coeficiente de Pearson $R_s$***

Si el valor de  $R_s$ :

- es -1, hay una correlación negativa perfecta
  - se encuentra entre -1 y -0.5, hay una fuerte correlación negativa
  - se encuentra entre -0.5 y 0, hay una débil correlación negativa
  - se encuentra entre 0 y 0.5, hay una débil correlación positiva
  - se encuentra entre 0.5 y 1, hay una fuerte correlación positiva
  - es 1, hay una correlación positiva perfecta, entre los 2 juegos de datos.
- C. es 0, se acepta la hipótesis nula, en los casos contrarios se rechaza.



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 3.1. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

##### 3.1.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE

El análisis de las distintas características fisicoquímicas de la leche con y sin activador se ha realizado por quintuplicada, los datos individuales para cada característica fisicoquímica se muestran en el anexo (01).

En la tabla (3.1), se aprecia el análisis fisicoquímico de la leche en estado: Sin Activador (SA), con Activador a 24 horas (CA24) y con Activador a 48 horas (CA48). No se logró mantener apta la leche a las 72 horas debido a que se cuajó (corto) cuando se almaceno a la temperatura ambiental en todos los casos.

##### a) ACIDEZ

En la tabla (3.1) se aprecia que, la acidez de leche fresca es de  $17.40 \pm 0.55$  °D, y luego de aplicar el activador del sistema Lactoperoxidasa (LP) y mantener almacenada a la intemperie o temperatura ambiental que en promedio fue de 18°C, la acidez aumenta rápidamente hasta un valor de  $28.60 \pm 0.55$  °D, este hecho también es apreciable en la figura (3.1), en donde se representa la gráfica de medias así como la tendencia creciente de la acidez, en ella se aprecia un mayor incremento luego de las 24 horas de almacenamiento (pendiente más pronunciada), asimismo se puede concluir que las desviaciones estándares de la medida de la acidez es similar para todos los casos ( $\pm 0.55$ ), este hecho se evidencia también en la figura (3.1), pues presentan intervalos del mismo tamaño.

Luego de las 48 horas se observa un incremento rápido de la acidez (figura 3.1), siendo a las 72 horas de almacenamiento  $43.00 \pm 2.24$  °D, el estado de la leche es cuajado (cortado) por microorganismos nativos del ambiente.

**Tabla 3.1:** Características fisicoquímicas de la leche con y sin activador

Característica	Valores promedio de la leche				<i>p-value</i>
	SA	CA24	CA48	CA72	
Acidez ( $^{\circ}D$ )	17.40 <sup>a</sup> $\pm$ 0.55	21.60 <sup>b</sup> $\pm$ 0.55	28.60 <sup>c</sup> $\pm$ 0.55	43.00 <sup>d</sup> $\pm$ 2.24	< 0.05
pH	6.54 <sup>a</sup> $\pm$ 0.09	6.08 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	3.58 <sup>b</sup> $\pm$ 0.65	2.95 <sup>b</sup> $\pm$ 0.07	< 0.05
Grasa extraíble (%)	3.42 <sup>a</sup> $\pm$ 0.13	2.90 <sup>b</sup> $\pm$ 0.16	2.84 <sup>b</sup> $\pm$ 0.05	ND	< 0.05
Densidad (g/mL)	1.0320 <sup>a</sup> $\pm$ 0.0007	1.0298 <sup>b</sup> $\pm$ 0.0008	1.0284 <sup>c</sup> $\pm$ 0.0005	ND	< 0.05
ST (%)	12.80 <sup>a</sup> $\pm$ 0.16	11.62 <sup>b</sup> $\pm$ 0.19	11.20 <sup>c</sup> $\pm$ 0.20	ND	< 0.05
Humedad (% <i>b.h.</i> )	87.20 <sup>a</sup> $\pm$ 0.16	88.38 <sup>a</sup> $\pm$ 0.19	88.80 <sup>a</sup> $\pm$ 0.20	ND	< 0.05
Proteínas (% <i>Lactoalbúmina</i> )	0.61 <sup>a</sup> $\pm$ 0.04	0.58 <sup>a</sup> $\pm$ 0.12	0.59 <sup>a</sup> $\pm$ 0.03	ND	> 0.05

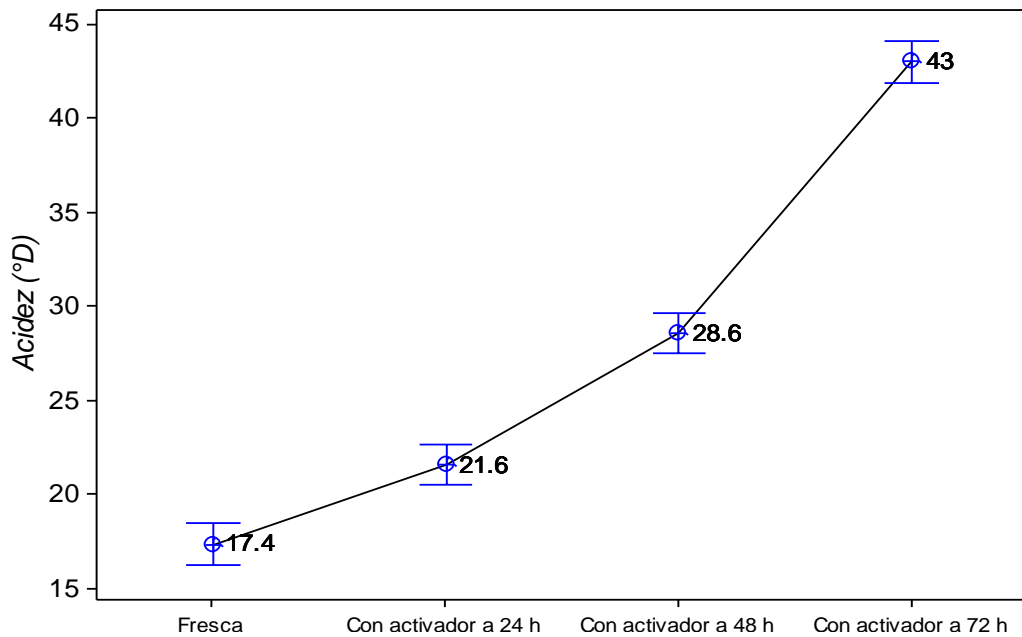
ND, significa que no se determinó.

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $p$  value > 0.05), evaluada con el estadígrafo Tukey, los datos totales se muestran en el anexo 02 y 03.

Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

Por otra parte al realizar una prueba de comparación múltiple a través de test Tukey para la acidez, se observa que presentan diferencia significativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ), es decir son diferentes y esto es evidente pues la acidez medida se incrementa en el tiempo.

**Figura 3.1:** Diagrama de medias para la acidez de la leche



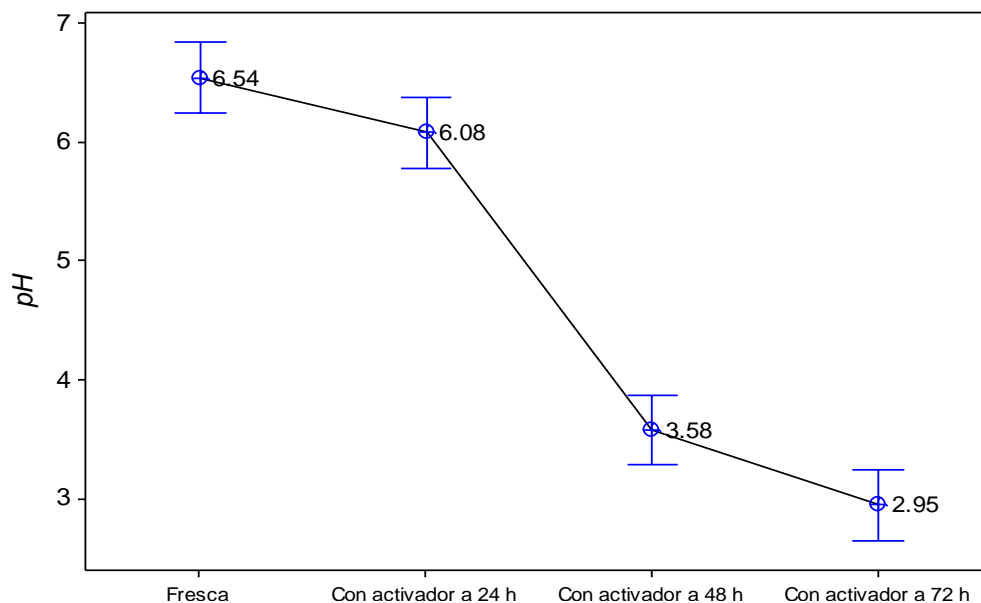
Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

## b) pH

En cuanto al comportamiento del pH de la leche SA, CA24 CA48 y CA72, estas presentan diferencia significativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ), y se observa que existe un decremento, partiendo inicialmente de un valor de  $6.54 \pm 0.09$ , hasta un valor final de  $2.95 \pm 0.07$ , se puede observar en la tabla (3.1), que existe una relación inversa con el incremento de la acidez de la leche, y que disminuye aproximadamente a la mitad de su valor inicial, no obstante a las 24 horas de haber aplicado el activador Stabilak, existe una ligera diferencia de pH, que estadísticamente no es significativa (letras iguales en los valores de pH, tabla 3.1), asimismo la variación del pH se puede apreciar en la figura (3.2), donde se evidencia una rápida caída del pH para tiempos mayores a 24 horas, es decir el incremento de la acidez.

De otro lado la leche almacenada correspondiente al tratamiento CA48 y CA72, no muestran diferencia significativa en cuanto al pH (letras iguales en la tabla 3.1), sin embargo a las 72 h la leche se cuajó, lo que no sucedió a las 48 h.

**Figura 3.2:** Diagrama de medias para el pH de la leche

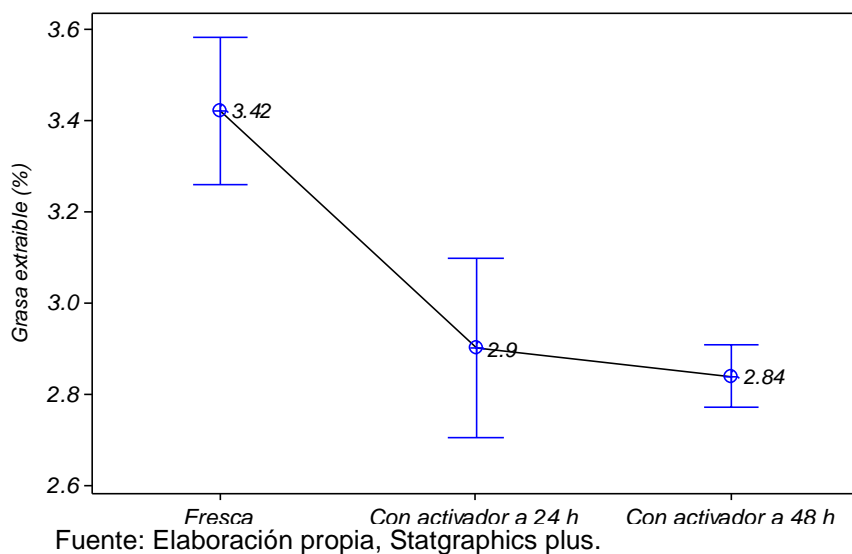


Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### c) GRASA EXTRAIBLE

En la tabla (3.1), se observa que la grasa extraíble de la leche fresca recién ordeñada fue de  $3.42 \pm 01.3$  %, luego de agregar el activador Stabilak, esta disminuye hasta  $2.84 \pm 0.05$  %, de acuerdo al test Tukey, se puede considerar que el porcentaje de grasa para la leche CA24 y CA48 no muestran diferencia significativa (letras iguales en la tabla 3.1), es decir no varía considerablemente, por otra parte la leche CA24 presenta mayor varianza  $\pm 01.6\%$ , mientras que la leche CA48 menor valor, no se determinó el % de grasa para el tratamiento CA72, debido a que no se elaboró queso con esta leche.

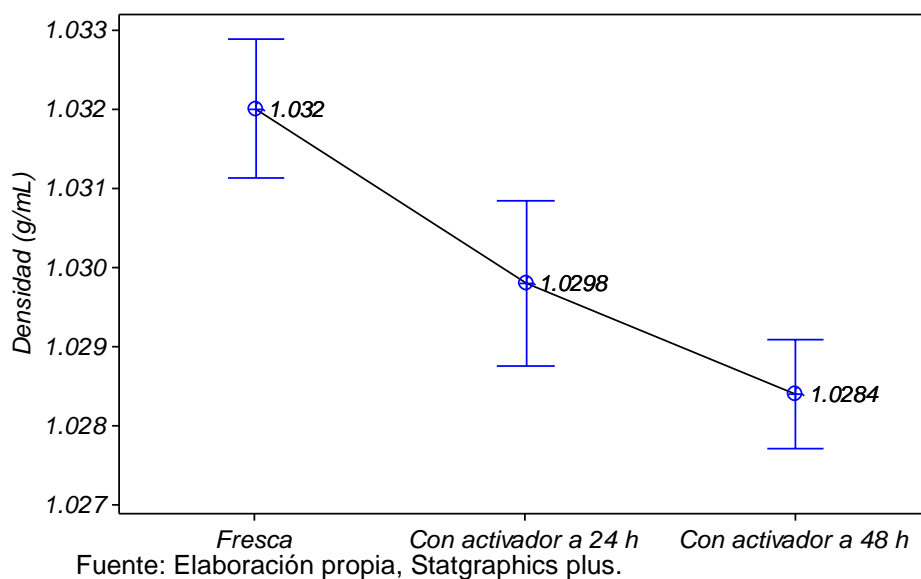
**Figura 3.3:** Diagrama de medias para el % de grasa extraíble de la leche



#### d) DENSIDAD

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1,028 a 1,034 g/mL a una temperatura de 15 °C; su variación con la temperatura es 0,0002 g/cm por cada grado de temperatura (Nasanovsky *et al.*, 2006), en la tabla (3.1), se muestra que la densidad de la leche SA presenta un valor de  $1.0320 \pm 0.0007$  g/ml, y que disminuye ligeramente cuando se agrega el activador Stabilak, sin embargo esta variación muestra una diferencia significativa entre los tratamientos en estudio (superíndice diferentes para cada valor)

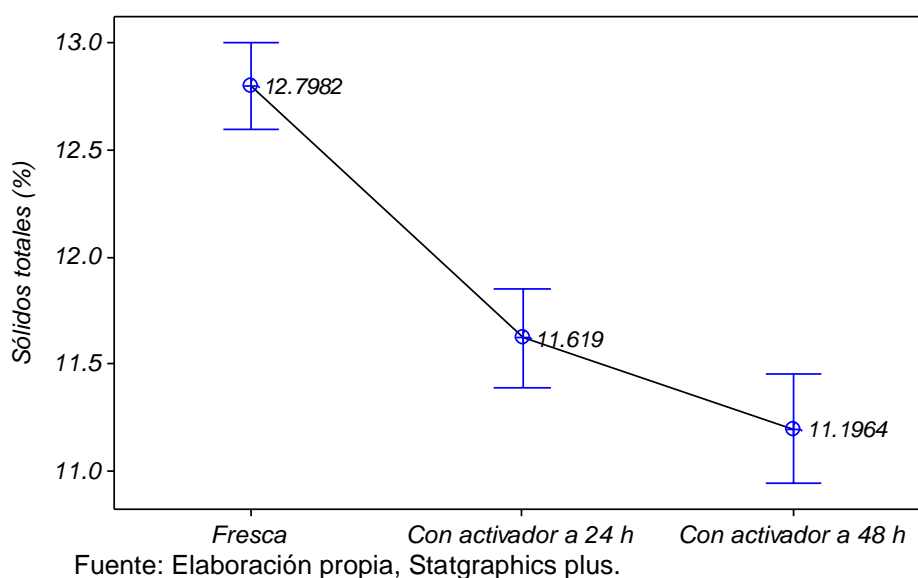
**Figura 3.4:** Diagrama de medias para la densidad de la leche



### e) SÓLIDOS TOTALES

Los sólidos totales de la leche guardan relación directa con la densidad de la leche, al igual que la densidad esta varia ligeramente, considerándose que existe diferencia significativa estadística, así para la leche SA, el valor de los sólidos totales es de  $12.80 \pm 0.16$  % (tabla 3.1), disminuyendo a las 48 horas de aplicado el activador a  $11.20 \pm 0.20$  %, este hecho se puede evidenciar en la figura (3.5), donde la disminución es más rápida en el primer intervalo de tiempo.

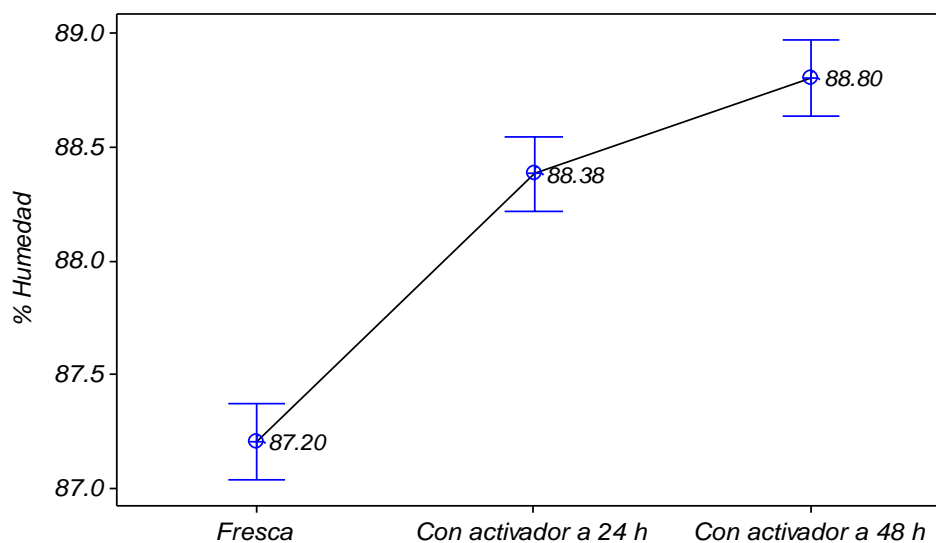
**Figura 3.5:** Diagrama de medias para los sólidos totales de la leche



### f) HUMEDAD

Otra característica evaluada fue la humedad que también guarda relación con la densidad de la leche, tras la evaluación del ANOVA se observa que  $p\text{-value} < 0.05$ , es decir que existe diferencia significativa entre la leche de los diferentes tratamientos con y sin la adición del activador LP, para los diferentes tiempos de almacenamiento (tabla 3.1), es así que la humedad inicial fue de  $87.20 \pm 01.6$  %, este hecho se puede observar también en la figura (3.6), donde los intervalos no se solapan unas a otras.

**Figura 3.6:** Diagrama de medias para la humedad de la leche

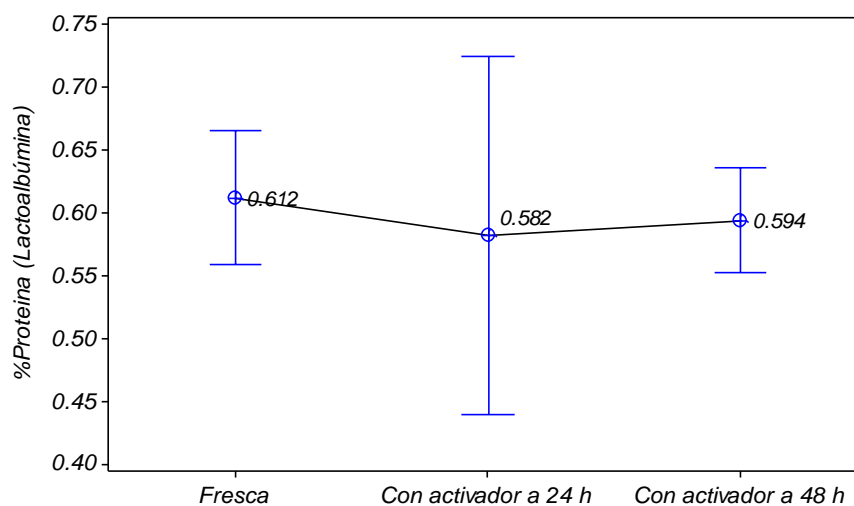


Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### g) PROTEÍNA COMO LACTOALBÚMINA

Para la determinación del porcentaje de proteína como Lactoalbúmina, primeramente se construyó un curva patrón (anexo 07), a partir de cual se calculan los datos de % Lactoalbúmina para la leche y queso.

**Figura 3.7:** Diagrama de medias para el % de proteína como Lactoalbúmina de la leche



Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

En la tabla (3.1), se presenta los valores del % de proteína expresado como Lactoalbúmina, en ella se aprecia que la leche SA, presenta un valor inicial de  $0.61 \pm 0.04$  %, al realizar la evaluación ANOVA, se puede apreciar que no existe diferencias significativas entre tratamientos ( $p$ -

*value* > 0.05), es decir el contenido de proteínas debidas a la Lactoalbúmina no cambia con la adición del activador del sistema LP, este hecho también se puede evidenciar en la figura (3.7), donde para todos los intervalos de medida de proteína se solapan, presentando mayor desviación el tratamiento CA24.

### **CORRELACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE TRATADA**

En la tabla (3.2), se muestra la correlación de las características fisicoquímicas de la leche tratadas es decir SA, CA24 y CA48, evaluada a través del coeficiente de correlación de Pearson (*r*), en ella se aprecia que por ejemplo, la acidez presenta una relación negativa buena con el pH ( $r = -0.972$ ), así como con la grasa extraíble, densidad y sólidos totales, es decir cualquier incremento en la acidez de la leche disminuirá las características antes mencionadas, este hecho es inverso con la humedad, que por el contrario aumenta. Por otro lado en referencia a la humedad presenta una baja correlación negativa con la acidez ( $r = -0.475$ ), es decir la variación de la acidez no disminuirá grandemente la humedad de la leche.

Por otro lado el % de proteínas, es el menos correlación presenta con las otras características, sobre todo con la acidez y el pH, así como con la densidad.



**Tabla 3.2:** Correlación de las variables de las características fisicoquímicas de la leche

Características	Acidez (°D)	pH	Grasa extraíble (%)	Densidad (g/mL)	ST (%)	Humedad (%b.h.)	Proteínas (% Lactoalbúmina)
Acidez (°D)	1.000	-0.972	-0.840	-0.964	-0.917	0.917	-0.475
pH	-0.972	1.000	0.691	0.875	0.799	-0.799	0.257
Grasa extraíble (%)	-0.840	0.691	1.000	0.955	0.987	-0.987	0.876
Densidad (g/mL)	-0.964	0.875	0.955	1.000	0.990	-0.990	0.693
ST (%)	-0.917	0.799	0.987	0.990	1.000	-1.000	0.786
Humedad (%b.h.)	0.917	-0.799	-0.987	-0.990	-1.000	1.000	-0.786
Proteínas (% Lactoalbúmina)	-0.475	0.257	0.876	0.693	0.786	-0.786	1.000

Evaluado a  $\alpha = 0.05$ .

Fuente: Elaboración propia, Estadística 8.0

### 3.1.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL QUESO

En cuanto a la evaluación de las características fisicoquímicas del queso elaborado, estas se muestran en la tabla (3.3), en donde se presenta los valores promedios del queso elaborado sin el activador del sistema LP – Stabilak (QSA), así como el queso elaborado con leche adicionada con el activador a 24 h QCA24 y a 48 horas QCA48 (los datos individuales de evaluación se muestran en el anexo 04), en lo referente al tratamiento a 72 h, la leche de este tratamiento no fue sometida a la elaboración del queso, debido a que no reúnen las características mínimas para su elaboración, como la acidez y sobre todo la fluidez de la leche.

**Tabla 3.3:** Características fisicoquímicas del queso elaborado con leche con y sin activador del sistema LP

Característica	Valores promedio del queso fresco			<i>p-value</i>
	Sin Activador (QSA)	Con activador a 24 h (QCA24)	Con activador a 48 h (QCA48)	
Acidez ( $^{\circ}D$ )	18.61 <sup>a</sup> $\pm$ 1.44	27.52 <sup>b</sup> $\pm$ 3.46	31.04 <sup>b</sup> $\pm$ 2.07	< 0.05
pH	6.34 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	5.94 <sup>b</sup> $\pm$ 0.11	5.78 <sup>c</sup> $\pm$ 0.08	< 0.05
Grasa extraíble (% en b.s.)	41.01 <sup>a</sup> $\pm$ 1.04	36.44 <sup>b</sup> $\pm$ 1.21	35.86 <sup>b</sup> $\pm$ 0.63	< 0.05
Humedad (%b.s.)	57.71 <sup>a</sup> $\pm$ 5.70	54.93 <sup>a,b</sup> $\pm$ 6.48	47.97 <sup>b</sup> $\pm$ 3.16	< 0.05
Proteínas (% Lactoalbúmina)	12.01 <sup>a</sup> $\pm$ 0.66	15.18 <sup>b</sup> $\pm$ 1.32	15.24 <sup>b</sup> $\pm$ 0.28	< 0.05
Textura ( $kg/cm^2$ )	0.64 <sup>a</sup> $\pm$ 0.05	0.71 <sup>a</sup> $\pm$ 0.07	0.76 <sup>a</sup> $\pm$ 0.08	> 0.05

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $p$  value > 0.05), evaluada con el estadígrafo Tukey, los datos totales se muestran en el anexo 05 y 06.

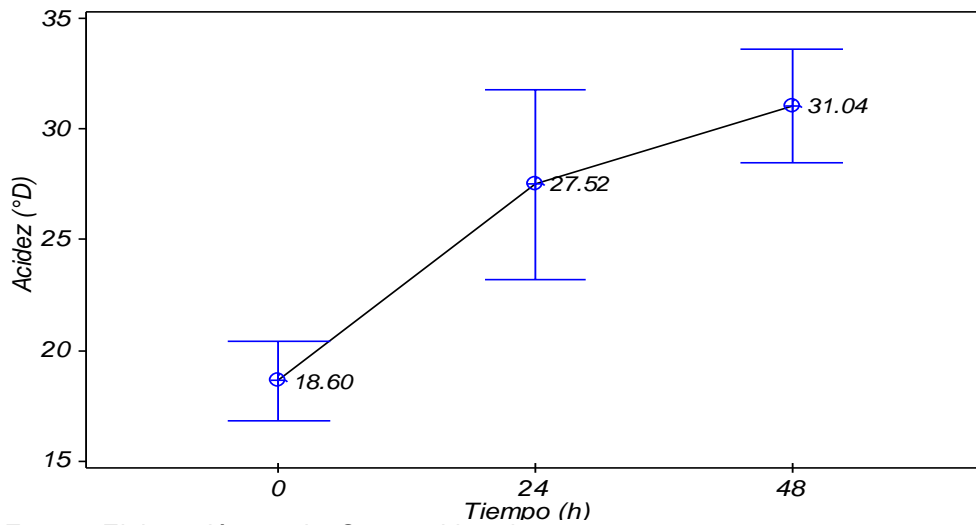
Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

#### a) ACIDEZ DEL QUESO

Respecto a la acidez esta presenta un valor de  $18.61 \pm 1.44$   $^{\circ}D$  para el queso elaborado con leche sin la adición del activador, de acuerdo a Ponce y Clergé (2001), este valor esta alrededor de  $17$   $^{\circ}D$  para un queso fresco.

Al realizar la comparación de los tratamiento a través de un evaluación ANOVA, se encuentra que existe diferencia significativa ( $p$ -value < 0.05), y la aplicación del test de Tukey indica que ningún par de tratamientos presenta acidez similar (letras diferentes sobre los valores). En la figura (3.8), se parecía que la acidez se incrementa de  $18.61$   $^{\circ}D$  hasta  $31.04$   $^{\circ}D$ , del día cero hasta las 24 horas la acidez del queso aumenta rápidamente, luego del cual el incremento es menor.

**Figura 3.8:** Diagrama de medias para la acidez del queso

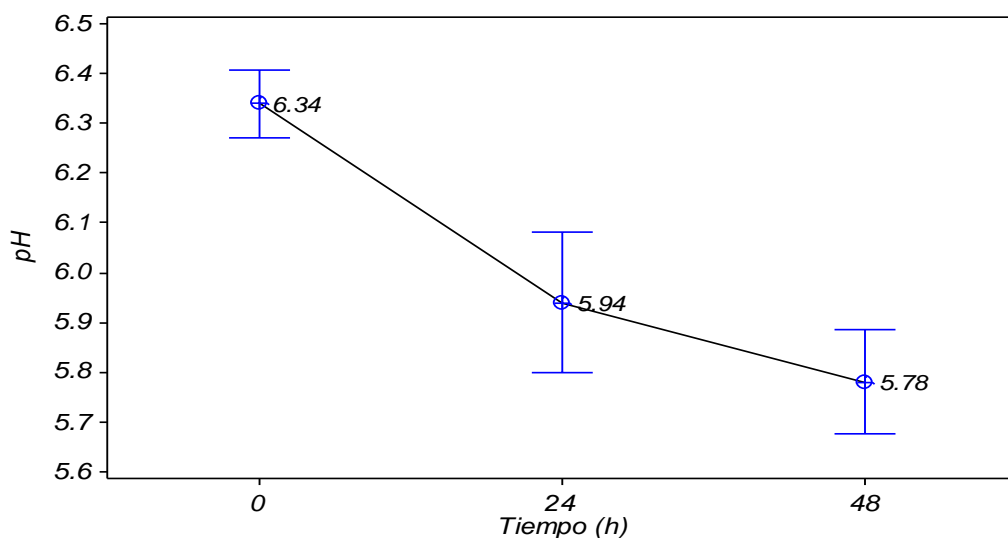


Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### b) pH

En la tabla (3.3), se observa los valores de pH para cada tratamiento de queso, para el caso del queso QSA presenta un valor medio  $6.34 \pm 0.05$ , luego de haber transcurrido 24 horas esta disminuye a  $5.94 \pm 01$  y a las 48 horas el pH del queso elaborado con leche CA48 tiene un valor de  $5.78 \pm 0.08$ , al realizar el test de Tukey se aprecia que todos los tratamientos son diferentes respecto al pH, aunque en la figura (3.9) el intervalo de pH del queso QCA24 se superponen con el queso QCA48, esto quiere decir que el pH varía mínimamente luego de las 24 horas.

**Figura 3.9:** Diagrama de medias para el pH del queso

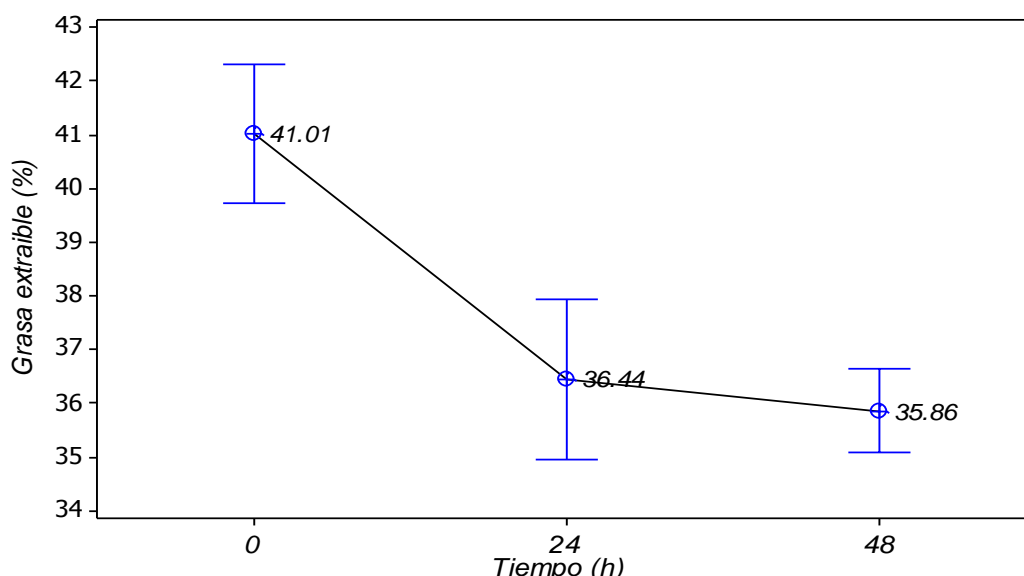


Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### c) GRASA EXTRAIBLE

Respecto al contenido de la grasa extraíble, se observa que el tratamiento QSA presenta un valor de  $41.01 \pm 1.04$  % en *b.s.* esta disminuye ligeramente para el tratamiento QCA24 y se mantiene invariable para el QCA48 cuyo valor fue de  $35.86 \pm 0.63$  % en *b.s.* al realizar el test Tukey, se observa que los tratamientos QCA24 Y QCA48 no muestran diferencia significativa en comparación al queso QSA, este mismo echo se observa en la figura (3.10)

**Figura 3.10:** Diagrama de medias para el % de grasa extraíble del queso

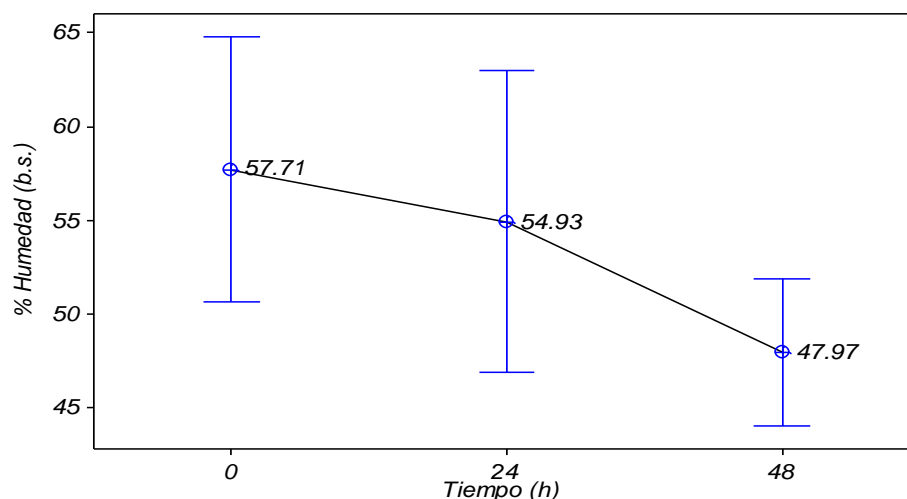


Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### d) HUMEDAD DEL QUESO

Respecto a la humedad, el queso QCA presenta un valor de  $57.71 \pm 5.70$  %, y que esta varía ligeramente cuando se aplica el activador LP-Stabilak, es así que al realizar el test Tukey, el queso QSA y QCA24 no muestran diferencia significativa, así como el queso QCA24 y QCA48 sucede el mismo hecho, en la figura (3.11), se puede graficar este hecho, donde se observa claramente que la proyección de sus intervalos se superponen, esto es índice de que la humedad puede ser considerada similar estadísticamente.

**Figura 3.11:** Diagrama de medias para el % de grasa extraíble del queso

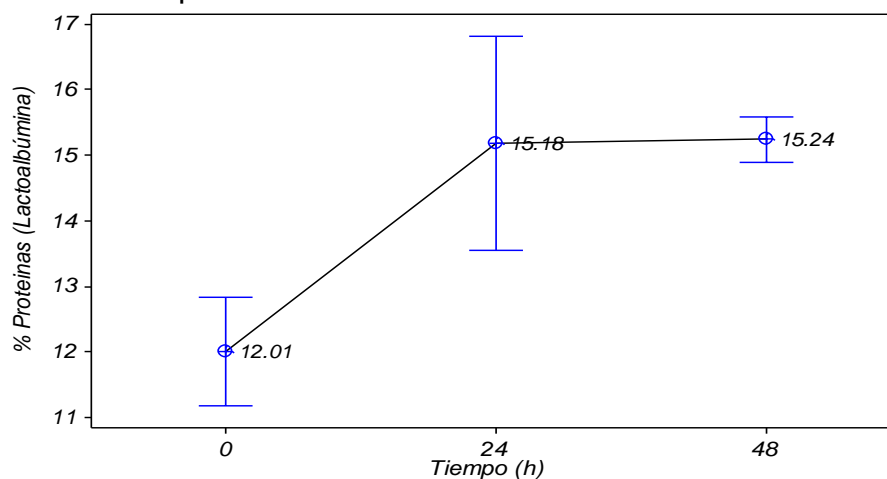


Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### PROTEÍNA COMO LACTOALBÚMINA DEL QUESO

Se ha determinado el contenido proteico de los quesos elaborados con y sin activador del sistema LP, a través de un método espectrofotométrico – reacción de Biuret, los resultados se muestran en la tabla (3.3), de ella se encontró que el porcentaje de proteína como Lactoalbúmina en el queso QSA es  $12.01 \pm 0.66$  %, y este se incrementa con el tiempo, llegando a ser a las 48 horas  $15.24 \pm 0.28$  %, la diferencia de las cantidades de Lactoalbúmina es estadísticamente significativa, aunque para las 24 y 48 h es similar estadísticamente, este hecho se puede apreciar en la figura (3.12), donde a las primeras 24 h el incremento es bien pronunciado, mientras que pasadas las 24 horas esta se mantiene invariable.

**Figura 3.12:** Diagrama de medias para la proteína como lactoalbúmina en el queso

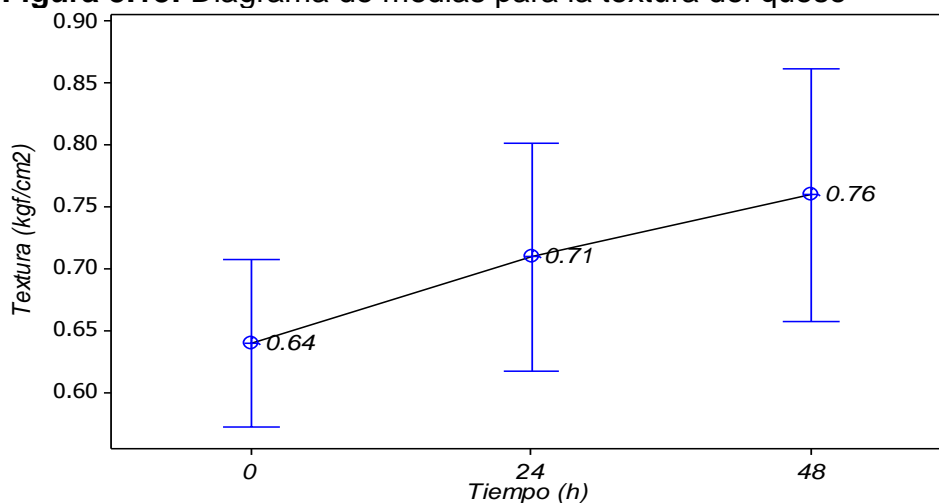


Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

## TEXTURA DEL QUESO

Una de las medidas importantes en la elaboración de quesos es la textura que estas presentan, se han realizado evaluaciones de esta propiedad encontrándose valores de  $0,64 \pm 0,05 \text{ kg/cm}^2$  para el queso QSA, y esta se incrementa para los quesos QCA24 y QCA48, aunque este incremento no es significativo estadísticamente ( $p\text{-value} > 0,05$ ), lo que conlleva a concluir que la textura es igual en los tratamientos, la figura (3.13), muestra el diagrama de medias para la textura, donde se aprecia que los intervalos se superponen cuando se proyectan, esto indica que los tratamientos reportan similar valor de la textura.

**Figura 3.13:** Diagrama de medias para la textura del queso



Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### 3.1.3. CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES DE LAS CARACTERÍSTICAS FISCOQUÍMICAS DEL QUESO

En la tabla (3.4), se observa que la correlación de las características evaluadas al queso evaluados a través de la correlación de Pearson ( $r_s$ ), en ella se aprecia que la acidez del queso muestra una buena correlación negativa (inversa) con el pH, Grasa extraíble y humedad ( $>-0,883$ ), es decir cualquier incremento en la acidez del queso influirá inversamente en las características mencionadas, por otra parte la característica textura presenta correlación positiva buena con la acidez y el contenido de proteínas ( $<0,917$ ), esto quiere decir que a fin de tener una buena textura

deberá considerarse tener un alto contenido de proteínas, esto se lograra, manteniendo la temperatura de pasteurización de la leche en el límite.

**Tabla 3.4:** Correlación de las variables de las características fisicoquímicas del queso

	Acidez (°D)	pH	Grasa extraíble (%)	Humedad (% b.s.)	Proteínas (% Lactoalbúmina)	Textura ( $kg/cm^2$ )
Acidez (°D)	1.000	-1.000	-0.985	-0.883	0.966	0.989
pH	-1.000	1.000	0.984	0.885	-0.965	-0.989
Grasa extraíble (%)	-0.985	0.984	1.000	0.789	-0.996	-0.948
Humedad (% b.s.)	-0.883	0.885	0.789	1.000	-0.733	-0.943
Proteínas (% Lactoalbúmina)	0.966	-0.965	-0.996	-0.733	1.000	0.917
Textura ( $kg/cm^2$ )	0.989	-0.989	-0.948	-0.943	0.917	1.000

Evaluado a  $\alpha = 0.05$ .

Fuente: Elaboración propia, Estadística 8.0

### 3.2. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO QUESERO

El rendimiento quesero, se presenta en la tabla (3.5) (los datos individuales se muestra en el anexo 08), en ella se observa que el rendimiento quesero para el queso QSA es de  $15.05 \pm 0.30$  %, y para los quesos elaborados con leche adicionada con activador Stabilak es de  $14.70 \pm 0.11$  % a 24 h y  $13.81 \pm 0.51$  % a 48 h, presentándose una ligera disminución, sin embargo esta no es significativa ( $p\text{-value} > 0.05$ ), por lo que se puede concluir que el rendimiento es similar para cada caso.

Por otro lado la figura (3.14), muestra el diagrama de medias para el rendimiento quesero, en ella se aprecia que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, y claramente se ve que el tratamiento QCA48 muestra mayor variabilidad.

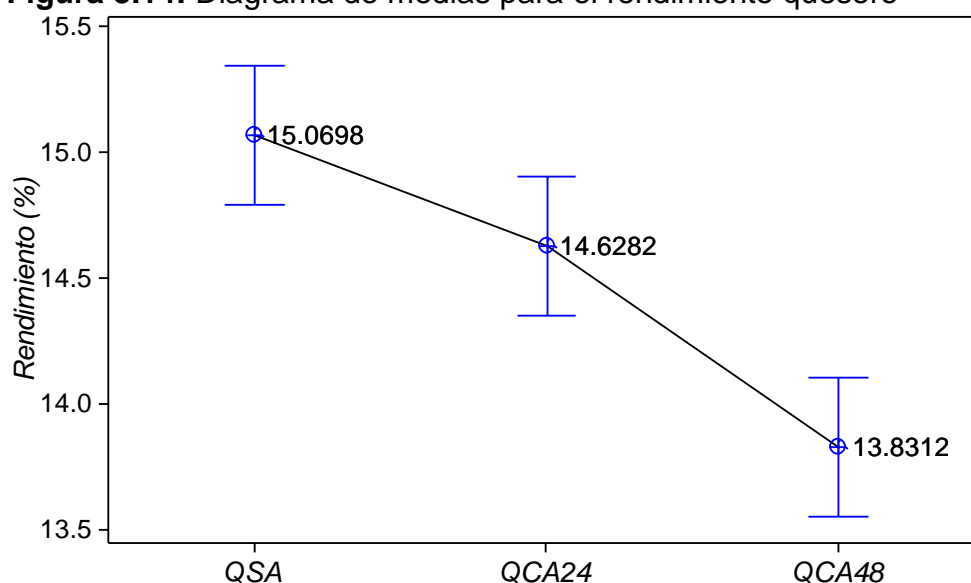
**Tabla 3.5:** Rendimiento quesero de los tratamientos

	Rendimiento (%)		<i>p</i> -value
	$(\bar{x} \pm \sigma)$		
QSA	15.07 <sup>a</sup>	± 0.19	> 0.00013
QCA24	14.63 <sup>a</sup>	± 0.31	
QCA48	13.83 <sup>b</sup>	± 0.39	

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos (*p* value > 0.05), evaluada con el estadígrafo Tukey, los cálculos se muestran en el anexo (09)

Fuente: Elaboración propia, Estadística 8.0

**Figura 3.14:** Diagrama de medias para el rendimiento quesero



Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

### 3.3. EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El estudio de análisis microbiológico es de gran importancia, ya que este es un parámetro de calidad, indicando la inocuidad en el lavado de utensilios e instrumentos, preparación de materiales, y elaboración de productos, así como de la verificación del efecto del activador sobre los microorganismos patógenos.

En la tabla (3.6), se muestran los valores de conteo del análisis microbiológico, en ella se aprecia que tanto la leche como el queso con y sin activador, presenta valores por debajo del límite permisible, es decir para



*Coliformes* totales el recuento fue  $\leq 1$ , mientras que la presencia de *E. coli* y fue cero ( $\geq 0$ )

**Tabla 3.6:** Recuento microbiológico del queso para los tratamientos

	Leche		Queso		Máximo legal* (ufc/mL)
	<i>Coliformes</i> (ufc/mL)	<i>E. coli</i> (ufc/mL)	<i>Coliformes</i> (ufc/mL)	<i>E. coli</i> (ufc/mL)	
Sin Activador	6.8E-02 ( $\leq 1$ )	$\geq 0$	2.3E-02 ( $\leq 1$ )	$\geq 0$	$\leq 10$
Con activador a 24 h	2.9E-02 ( $\leq 1$ )	$\geq 0$	2.3E-02 ( $\leq 1$ )	$\geq 0$	$\leq 10$
Con activador a 48 h	2.9E-02 ( $\leq 1$ )	$\geq 0$	2.7E-02 ( $\leq 1$ )	$\geq 0$	$\leq 10$

\*Tomado de FAO/OMS (2005)

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se desarrolló considerando panelistas semientrenados, estos fueron estudiantes del IX y X semestre, quienes realizaron sus prácticas pre-profesionales en plantas de industrias lácteas, los resultados de la evaluación individual por atributos y tratamientos se muestra en el anexo (10).

Los resultados estadísticos del análisis sensorial, se muestran en la tabla (3.7), en ella se aprecia que la puntuación para el atributo SABOR el promedio corresponde a  $2.3 \pm 0.8$  para el queso QSA,  $2.2 \pm 0.6$  para QCA24 y  $2.4 \pm 0.5$  para QCA48, estos valores corresponden al calificativo “Anaranjado pálido”, los atributos OLOR y SABOR presentan un calificativo de “me gusta” para todos los tratamientos, mientras que el atributo ASPECTO muestra que el tratamiento QSA presento una “corteza lisa” y QCA24 y QCA48 con “ligeros cortes”, y la CONSISTENCIA obtuvo un calificativo de “ligeramente firme”, propio de los quesos de esta naturaleza.

**Tabla 3.7:** Valoración de los atributos sensoriales del queso en sus diferentes tratamientos

QUESO	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO	TEXTURA	CONSISTENCIA
QSA	2.3 <sup>a</sup> ± 0.8	2.5 <sup>a</sup> ± 0.5	2.6 <sup>a</sup> ± 0.8	2.0 <sup>a</sup> ± 0.8	2.4 <sup>a</sup> ± 0.7	2.2 <sup>a</sup> ± 0.6
	Anaranjado pálido	Me gusta	Me gusta	Corteza lisa	Lisa	Ligeramente firme
QCA24	2.2 <sup>a</sup> ± 0.6	2.6 <sup>a</sup> ± 0.9	2.6 <sup>b</sup> ± 1.0	2.6 <sup>b</sup> ± 0.8	2.4 <sup>a</sup> ± 0.7	2.5 <sup>a</sup> ± 0.7
	Anaranjado pálido	Me gusta	Me gusta	Con ligeros cortes	Lisa	Ligeramente firme
QCA48	2.4 <sup>a</sup> ± 0.5	2.6 <sup>a</sup> ± 0.5	2.6 <sup>b</sup> ± 0.8	2.9 <sup>b</sup> ± 0.7	2.4 <sup>a</sup> ± 1.2	2.5 <sup>a</sup> ± 0.5
	Anaranjado pálido	Me gusta	Me gusta	Con ligeros cortes	Pocos hoyuelos de gas	Ligeramente firme

Las letras iguales significan que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $p$  value > 0.05), evaluada con el estadígrafo Tukey, los cálculos se muestran en el anexo (12)  
Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

Asimismo se ha realizado la evaluación del ANOVA de dos factores, para cada atributo de los tratamientos, así como para los jueces o panelistas, los resultados ( $p$ -value) se muestran en la tabla (3.8), de ella se desprende que para todos los casos o atributos se rechaza la hipótesis nula es decir no existe diferencia significativa ( $p$ -value > 0.05) de un atributo entre los tratamientos, esto es, por ejemplo el color es igual para los tres tratamientos.

Asimismo la evaluación de los jueces o panelistas, indica que no existe diferencia significativa entre ellos ( $p$ -value > 0.05) (tabla 3.8), es decir el juicio que emiten los panelistas, referente a un atributo, es concordante. Esto hace ver que los jueces son por lo menos semientrenados o conocedores de las cualidades del queso.

**Tabla 3.8:** Valores de la probabilidad evaluada para el análisis sensorial

Atributo	$p$ -value					
	Color	Olor	Sabor	Aspecto	Textura	Consistencia
Jueces	0.558	0.193	0.049	0.100	0.050	0.166
Tratamiento	0.606	0.853	0.972	0.001	0.990	0.216

Los cálculos se muestran en el anexo (11), evaluados a  $\alpha = 0.05$ .  
Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

En la figura (3.15), se muestra el diagrama radial de la puntuación promedio de los atributos de los quesos elaborados con y sin activador del sistema LP, en ella se nota claramente la ligera coincidencia de la puntuación de los atributos sensoriales, por ejemplo el atributo SABOR, TEXTURA y OLOR presentan alta coincidencia entre los tratamientos, en tanto que los atributos COLOR, CONSISTENCIA y ASPECTO muestran ligera diferencia, siendo mayor la diferencia en el atributo ASPECTO entre los quesos de los tratamientos.

**Fotografía 3.1:** Quesos preparados para el análisis sensorial (aspecto)

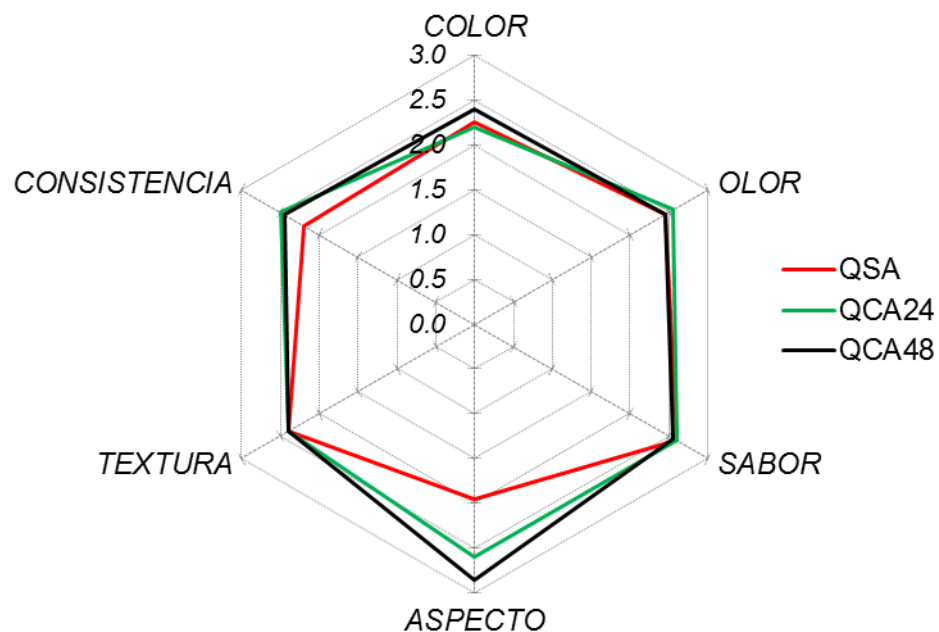


Queso QSA

Queso QCA24

Queso QCA48

**Figura 3.15:** Diagrama radial de los atributos evaluados al queso en sus diferentes tratamientos



Fuente: Elaboración propia, Statgraphics plus.

Asimismo se realizó el test de Friedman para datos cualitativos, los resultados obtenidos por este test, corroboran lo afirmado por el ANOVA. De dicha evaluación se desprende:

- No existe diferencia significativa entre la puntuación de los tratamientos de elaboración de queso ( $p\text{-value} = 0.486 > 0.05$ ) (anexo 13), esto es, la aplicación del Stabilak no influye en los atributos sensoriales de los quesos.

### **3.5. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA**

A fin de conocer el rendimiento en forma detallada, se ha realizado el balance de materia y energía, para los tratamientos evaluados, en todo el sistema de procesamiento del queso; para ello se ha considerado solo una de las réplicas.

#### **3.5.1. BALANCE DE MASA**

Los resultados se muestran en la tabla (3.8) al (3.10), de ella se desprende que, para una masa de leche sin la adición del activador del sistema LP de 25.8250 kg, durante la pasteurización se eliminan 2.4578 kg de agua y en el proceso de calentamiento 0.3752 kg. Asimismo en el primer desuerado se eliminaron 6.50 kg de suero y en el segundo 12.0 kg. Por otro la cantidad de queso fresco fue de 3.930 kg, obteniéndose así un rendimiento quesero del 15.22 % (tabla 3.8)

Asimismo se realizó el balance de masa para los tratamientos CA-24 y CA-48, mostrados en las tablas (3.9) y (3.10) respectivamente, de ellas se desprende que la cantidad de agua eliminada por vaporización en la pasteurización fue de 2.9494 kg para ambos casos, por otro lado el peso de queso fresco fue de 3.800 kg para el tratamiento CA-24 y 3.400 kg para el tratamiento CA-48, con un rendimiento quesero de 14.77 % y 13.23 % respectivamente.

**Tabla 3.9:** Balance de masa para el queso elaborado SA

Datos generales		SA - R1			
Volumen leche (l)	25.00	Densidad <sub>leche</sub> (g/mL)	1.033		
Q <sub>c,gp</sub> (kJ/kg) <sup>***</sup>	45771.4	m <sub>leche</sub> (kg)	25.8250		
H <sub>agua a 10°C</sub> (kJ/kg) <sup>**</sup>	41.99				
H <sub>agua a 30°C</sub> (kJ/kg) <sup>**</sup>	125.7				
H <sub>agua a 35°C</sub> (kJ/kg) <sup>**</sup>	2565.4				
H <sub>agua a 70°C</sub> (kJ/kg) <sup>**</sup>	2835.4				
Etapa		Entrada	Salida	Perdidas	T (°C)
<b>Recepción</b>		m <sub>leche</sub> (kg) 25.8250	25.8250 kg	---	12
<b>Pasteurización</b> 50% pérdida de calor m <sub>gp, usado</sub> (kg) 0.3		m <sub>leche</sub> (kg) 25.8250	23.3672 kg	2.4578 kg de agua*	75
<b>Agitación</b>		m <sub>leche</sub> (kg) 23.3672 m <sub>CaCl2</sub> (g) 7.01 0.030%	23.3742 kg	---	30
<b>Calentamiento</b> 60% pérdida de calor m <sub>gp, usado</sub> (kg) 0.05		m <sub>leche</sub> (kg) 23.3742	22.9990 kg	0.3752 kg de agua*	40
<b>Adición del cuajo</b>		m <sub>leche</sub> (kg) 22.9990 m <sub>cuajo</sub> (g) 0.6456 25 ppm	22.9996 kg	---	36
<b>Corte</b>		m <sub>cuajada</sub> (kg) 22.9996	22.9996 kg	---	30
<b>Batido</b>		m <sub>cuajada</sub> (kg) 22.9996	22.9996 kg	---	30
<b>1er Desuerado</b>		m <sub>cuajada</sub> (kg) 22.9996	16.4996 kg	6.5000 kg de suero	30
<b>Lavado</b>		m <sub>cuajada</sub> (kg) 16.4996 m <sub>agua</sub> (kg) 10.0000 (a 40°C)	26.4996 kg		30
<b>2do Desuerado</b>		m <sub>cuajada</sub> (kg) 26.4996	14.4996 kg	12.00 kg de suero	30
<b>Salado</b>		m <sub>cuajada</sub> (kg) 14.4996 m <sub>sal</sub> (kg) 0.5165 (2% de la leche)	15.0161 kg	---	
<b>Moldeado</b>		m <sub>cuajada</sub> (kg) 15.0161	6.6081 kg	8.4080 kg de suero	25
<b>Volteado</b>		m <sub>queso</sub> (kg) 6.6081	5 moldes 0.775 kg 0.775 kg 0.801 kg 0.772 kg 0.807 kg 3.930 kg	1.8711 kg de suero	18
<b>Rendimiento (%)</b>		15.22			

H, entalpía del agua líquida o vapor; Q<sub>c,gp</sub> calor de combustión del gas propano

\*Masa de agua obtenida del balance de energía ( $0.5 \cdot Q_{c,gp} = Q_{H2O}$ )

\*\*Tomado de Smith *et al.* (1997)

\*\*\*Tomado de Hayes (1987), pag. 32.

Fuente Elaboración propia

**Tabla 3.10:** Balance de masa para el queso elaborado CA-24

<b>Datos generales</b>		CA-24 - R1		
Volumen leche (l)	25.00	Densidad (g/mL)	1.029	
$Q_{c,gp}$ (kJ/kg) <sup>***</sup>	45771.4	Masa de leche (kg)	25.7250	
$H_{\text{agua a } 10^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	41.99			
$H_{\text{agua a } 30^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	125.7			
$H_{\text{agua a } 35^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	2565.4			
$H_{\text{agua a } 70^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	2835.4			
<b>Etapa</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Perdidas</b>	<b>T °C</b>
<b>Recepción</b>	$m_{\text{Leche}}$ (kg) 25.7250	25.7250 kg	---	12
<b>Pasteurización</b> 50% pérdida de calor $m_{gp}$ , usado (kg) 0.3	$m_{\text{Leche}}$ (kg) 25.7250	22.7756 kg	2.9494 kg de agua*	75
<b>Agitación</b>	$m_{\text{Leche}}$ (kg) 22.7756 $m_{\text{CaCl}_2}$ (g) 0.00 0.030%	22.7756 kg	---	30
<b>Calentamiento</b> 60% pérdida de calor $m_{gp}$ , usado (kg) 0.05	$m_{\text{Leche}}$ (kg) 22.7756	22.2128 kg	0.5628 kg de agua	40
<b>Adición del cuajo</b>	$m_{\text{Leche}}$ (kg) 22.2128 $m_{\text{cuajo}}$ (g) 0.6431 25 ppm	22.2134 kg	---	
<b>Corte</b>	$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 22.2134	22.2134 kg	---	30
<b>Batido</b>	$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 22.2134	22.2134 kg	---	30
<b>1er. Desuerado</b>	$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 22.2134	15.7134 kg	6.5000 kg de suero	30
<b>Lavado</b>	$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 15.7134 $m_{\text{agua}}$ (kg) 10.0000 (a 40°C)	25.7134 kg		30
<b>2do. Desuerado</b>	$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 25.7134	13.7134 kg	12.0000 kg de suero	30
<b>Salado</b>	$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 13.7134 $m_{\text{sal}}$ (kg) 0.5145 (2% de la leche)	14.2279 kg	---	
<b>Moldeado</b>	$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 14.2279	5.8199 kg	8.4080 kg de suero	25
<b>Volteado</b>	$m_{\text{queso}}$ (kg) 5.8199	5 moldes 0.765 kg 0.760 kg 0.745 kg 0.765 kg 0.765 kg 3.800 kg	2.0199 kg de suero	18
<b>Rendimiento (%)</b>	14.77			

H, entalpia del agua líquida o vapor;  $Q_{c,gp}$  calor de combustión del gas propano

\*Masa de agua obtenida del balance de energía ( $0.5 \cdot Q_{c,gp} = Q_{H_2O}$ )

\*\*Tomado de Smith *et al.* (1997)

\*\*\*Tomado de Hayes (1987), pag. 32.

Fuente Elaboración propia

**Tabla 3.10:** Balance de masa para el queso elaborado CA-48

<b>Datos generales</b>		CA-48 - R1			
Volumen leche (l)	25.00	Densidad (g/mL)	1.028		
$Q_{c,gp}$ (kJ/kg) <sup>***</sup>	45771.4	Masa de leche (kg)	25.7000		
$H_{\text{agua a } 10^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	41.99				
$H_{\text{agua a } 30^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	125.7				
$H_{\text{agua a } 35^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	2565.4				
$H_{\text{agua a } 70^{\circ}\text{C}}$ (kJ/kg) <sup>**</sup>	2835.4				
<b>Etapas</b>		<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Perdidas</b>	<b>T °C</b>
<b>Recepción</b>		$m_{\text{Leche}}$ (kg) 25.7000	25.7000 kg	---	12
<b>Pasteurización</b> 50% pérdida de calor $m_{gp}$ , usado (kg) 0.3		$m_{\text{Leche}}$ (kg) 25.7000	22.7506 kg	2.9494 kg de agua*	75
<b>Agitación</b>		$m_{\text{Leche}}$ (kg) 22.7506 $m_{\text{CaCl}_2}$ (g) 0.00 0.030%	22.7506 kg	---	30
<b>Calentamiento</b> 60% pérdida de calor $m_{gp}$ , usado (kg) 0.05		$m_{\text{Leche}}$ (kg) 22.7506	22.1878 kg	0.5628 kg de agua*	40
<b>Adición del cuajo</b>		$m_{\text{Leche}}$ (kg) 22.1878 $m_{\text{cuajo}}$ (g) 0.6425 25 ppm	22.1884 kg	---	
<b>Corte</b>		$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 22.1884	22.1884 kg	---	30
<b>Batido</b>		$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 22.1884	22.1884 kg	---	30
<b>1er Desuerado</b>		$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 22.1884	15.6884 kg	6.5000 kg de suero	30
<b>Lavado</b>		$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 15.6884 $m_{\text{agua}}$ (kg) 10.0000 (a 40°C)	25.6884 kg		30
<b>2do Desuerado</b>		$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 25.6884	13.6884 kg	12.0000 kg de suero	30
<b>Salado</b>		$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 13.6884 $m_{\text{sal}}$ (kg) 0.514 (2% de la leche)	14.2024 kg	---	
<b>Moldeado</b>		$m_{\text{cuajada}}$ (kg) 14.2024	5.7944 kg	8.4080 kg de suero	25
<b>Volteado</b>		$m_{\text{queso}}$ (kg) 5.7944	5 moldes 0.645 kg 0.660 kg 0.680 kg 0.710 kg 0.705 kg 3.400 kg	2.3944 kg de suero	18
<b>Rendimiento (%)</b>		13.23			

H, entalpia del agua líquida o vapor;  $Q_{c,gp}$  calor de combustión del gas propano

\*Masa de agua obtenida del balance de energía ( $0.5 \cdot Q_{c,gp} = Q_{H_2O}$ )

\*\*Tomado de Smith *et al.* (1997)

\*\*\*Tomado de Hayes (1987), pag. 32.

Fuente Elaboración propia

### 3.5.2. BALANCE DE ENERGÍA

A fin de determinar el rendimiento energético se ha desarrollado el balance de energía en los sistemas: Pasteurización y Calentamiento del Flujograma de elaboración del queso fresco.

Los resultados se muestran en la tabla (3.11).

Se ha considerado un sistema cerrado no aislado, para el cual el balance de energía propuesto fue:

$$\{\text{Energía que entra al sistema}\} = \{\text{energía acumulada}\} + \{\text{Energía que sale del sistema}\}$$

Se considera como energía que entra al sistema:

- Calor cedido por el combustible (gas propano) –  $Q_{gp}$

Mientras que la energía que se acumula en el sistema:

- Calor acumulado por la leche –  $Q_L$

- Calor acumulado por el material (acero) del recipiente que contiene la leche (olla) –  $Q_A$

El calor disipado o que sale del sistema:

- Calor disipado a los alrededores o perdido -  $Q_p$

La ecuación del balance de energía fue:

$Q_{gp} = Q_L + Q_A + Q_P$ , cuyo desarrollo para determinar el calor perdido es:

$$Q_P = m_{gp} * Q_{c,gp} - m_L * C_{pL} * (T_{final} - T_{inicial}) - m_a * C_{pa} * (T_{final} - T_{inicial})$$

Donde:

$m_{gp}$ , masa de gas propano

$Q_{c,gp}$ , calor de combustión del gas propano



$m_L$ , masa de leche

$C_{pL}$ , calor específico de la leche

$T_{final}$ , temperatura final en ( $^{\circ}C$ )

$T_{inicial}$ , temperatura inicial en ( $^{\circ}C$ )

$m_a$ , masa del acero

$C_{pa}$ , calor específico del acero

De la tabla (3.11), se puede observar que la pasteurización de la leche del tratamiento SA requirió la mayor cantidad de energía 6335.44 kJ, aunque se utilizó 0.30 kg de gas propano, en tanto que para la pasteurización del tratamiento CA-24 se requirió 6310.91 kJ de energía como calor, esto significó 0.32 kg de gas propano, esta diferencia se debe sobre todo a las diferentes densidades que presentan (1.033 g/mL para el tratamiento SA y 1.029 g/mL para el tratamiento CA-24), es decir el tratamiento CA-24 presentó menor peso que SA, pero mayor volumen.

Por otro lado, el porcentaje de pérdida de energía se encontró por encima del 50 % en la pasteurización, siendo mayor para el tratamiento CA-24 que fue de 56.91 %.

En referencia a la etapa o sistema calentamiento de la leche, se observa que el porcentaje de pérdida es mayor para el tratamiento CA-24 con 56.23 %, en tanto que el tratamiento CA-48 presentó 45.34 % de pérdida de energía como calor.

**Tabla 3.11.** Balance de energía en los sistemas pasteurización y calentamiento para los tratamientos en la elaboración de queso fresco

<b>Datos generales</b>								
$m_{\text{acero}}$ (kg)	4.2							
$C_{p a}$ (kJ/kg)*	0.48							
$C_{p L}$ (kJ/kg)*	3.894							
$Q_{c, gp}$ (kJ/kg)*	45771.4							
	<b>SA - R1</b>		<b>CA-24 - R1</b>		<b>CA-48 - R1</b>			
$m_L$ (kg)	25.8250		25.7250		25.7000			
$m_{gp}$ (kg) Pasteurización	0.30		0.32		0.28			
$m_{gp}$ (kg) Calentamiento	0.05		0.05		0.04			
<b>Medida/dato</b>	<b>Pasteurización</b>		<b>Calentamiento</b>		<b>Pasteurización</b>		<b>Calentamiento</b>	
$T_{\text{inicial}}$ (°C)	12		30		12		30	
$T_{\text{final}}$ (°C)	75		40		75		40	
$Q_L$ (kJ)	6335.44		1005.63		6310.91		1001.73	
$Q_A$ (olla) (kJ)	127.01		20.16		127.01		20.16	
$Q_{gp}$ (kJ)	13731.42		2288.57		14646.85		2288.57	
$Q_P$ (kJ)	7268.97		1262.78		8208.93		1266.68	
Rendimiento (%)	46.14		43.94		43.09		43.77	
Perdida (%)	53.86		56.06		56.91		56.23	

\*Tomado de Hayes (1987)  
Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IV

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA LECHE SA, CA24 Y CA48

##### a) ACIDEZ y pH DE LA LECHE

Respecto a la leche sin activador, se observa que las características se encuentran dentro de lo establecido para una leche denominada normal (Nasanovsky *et al.*, 2006), incluso presenta valores considerables de densidad, lo que permitió obtener buenos resultados en cuanto al rendimiento quesero que supero el 14 %.

El hecho del incremento de la acidez, se puede deber a la temperatura variable del ambiente de almacenamiento, ya que esta fluctuó entre 2 °C en la madrugada hasta 26 °C por la tarde; el Stabilak está dirigido a mantener la calidad inicial de la leche cruda en el tiempo, bajo las condiciones en que fue obtenida (Ponce *et al.*, 1992) , y por ello existe una estrecha relación entre la calidad inicial y la temperatura, así como con el tiempo de almacenamiento, es decir a mejor calidad inicial y menor temperatura, mayor es el efecto del Stabilak.

Por otro lado el incremento de la temperatura ambiental, hace propicio el desarrollo de los microorganismos, estos a su vez acidifican la leche, lo que hace que la lactosa se convierta en ácido láctico, incrementándose así la acidez hasta valores de 46 °D a 72 de almacenado a la temperatura ambiental fluctuante, la acidificación produce que la lactosa disminuya su punto isoeléctrico, y esto conlleva al cuajado de la leche, es por ello que a las 72 horas la leche cuajó o cortó.

NC (2009), manifiesta que la enzima Lactoperoxidasa, activa la reacción entre tiocianato y el peróxido de hidrogeno, considerando las condiciones de reacción similares a las condiciones de la leche recién ordeñada o similares, esta actividad será menor con el incremento de la temperatura y la acidez,

incluso llegando a anular la actividad del sistema LP, como sucedió en nuestro caso. Otro aspecto interesante es que la activación del sistema LP no neutraliza la acidez desarrollada (Oliva *et al.*, 2004).

El aspecto inverso sucedió con el pH, pues esta es una medida indirecta de la acidez de la leche, encontrándose valores de 6.54, 6.08 y 3.58 para los tratamientos SA, CA24 y CA48 respectivamente, Saldate (1999), muestra una ligera variación del pH de la leche, incrementando su valor de 6.58 para la leche fresca a 6.67 a las 12 h en la leche con activador del sistema LP a 22 °C, a diferencia de Saldate, en nuestro caso esta disminuyó, ya que el pH está relacionado con la acidez.

### **b) SÓLIDOS TOTALES Y GRASA**

Referente a los sólidos totales, el contenido de grasa disminuye (en relación con la densidad) de manera muy marcada de  $12.28 \pm 0.16$  a  $11.20 \pm 0.20$  % a las 48 h, este hecho sucede básicamente debido a que el contenido graso, por su baja densidad, se deposita en la parte superior del recipiente (Saldate, 1999), y esta deposición es mayor cuando sube y luego baja la temperatura, como fue en el caso del almacenamiento, es así que a medida que transcurrió el tiempo (días) de almacenamiento, se depositó más glóbulos grasos, lo que hizo que disminuyan los sólidos totales, y esto está relacionado directamente con el rendimiento quesero (Ruiz, 2007).

### **c) PROTEÍNAS DE LA LECHE**

El contenido de proteínas como lactoalbúmina en la leche no muestra diferencias significativas (*p-value* >0.05) durante el tiempo de almacenamiento de la leche con adición del Stabilak, aunque existe ligeras diferencias entre la leche fresca y la almacenada, este hecho se debe sobre todo a que un pequeño porcentaje se deposita junto con las grasas lipoproteicas, que presentan ligera fijación con la lactoalbúmina, debido a que esta última es de característica antipáticas (Amiot, 1991)

## 2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL QUESO QSA, QCA24 Y QCA48

### a) ACIDEZ Y pH DEL QUESO

La acidez del queso para el tratamiento SA, presento un valor de  $18.61 \pm 1.44$  °D, y esta se incrementó para los tratamientos CA24 y CA48, esto debido a la calidad inicial de la leche, en referencia a su acidez, siendo que la acidez de tratamiento CA48 fue de  $31.04 \pm 2.07$  °D., Aguado (1999) manifiesta que los queso frescos presentan valore de acidez de  $11.44$  °D a  $20.77$  °D.

Sin embargo, si consideramos la acidez de la leche del tratamiento CA48 ( $31.04 \pm 2.07$  °D), el queso elaborado con esta leche incrementa su acidez en todos los casos. Este hecho se debe a que una de las transformaciones bioquímicas más importantes de los cultivos lácticos es la fermentación láctica, convirtiendo lactosa en ácido láctico (Alais, 1996), es por ello que la acidez es diferente entre la leche y el queso elaborado independientemente de la aplicación del Stabilak. Generalmente los laboratorios que se dedican a la preparación de cultivos bacterianos suelen tener sus propias normas de clasificación y sus propias mezclas, aunque generalmente están constituidos de dos o tres cepas productoras de ácido (*St. Zactis*, *St. Cremoris* y *St. termophilus*) y una o dos productoras de aromas (*St. diacetylactis* y *Leuconostoc citrovorum*) (Madrid, 1990).

En referencia al pH, este presenta una relación inversa a la acidez, encontrándose valores de 6.34 para el tratamiento SA y 5.78 para CA48, Ponce (2007), en la elaboración de quesos tipo Gouda de mediana maduración, elaborados con leche sin y con adición del activador del sistema LP, se encontró que en el primer caso el pH fue de 5.87, y que luego de almacenada la leche con el activador y elaborado el queso este aumento a pH 5.92.

## **b) GRASA Y HUMEDAD**

Los resultados obtenidos para el contenido de la grasa extraíble del queso fresco muestran valores de 41.01 %, 36.44 % y 35.86 % para los tratamientos SA, CA24 y CA48 respectivamente, la disminución se debe sobre todo a que durante el almacenamiento de la leche los glóbulos grasos (nata) ascendieron a la parte superior del recipiente que lo almacenaba, aunque una agitación vigorosa nos permite volverla a su estado original, por otra parte el cultivo láctico es causante en alguna medida de esta disminución, Alais (1996), indica que el cultivo produce lipólisis, que es la hidrólisis de los triglicéridos, con liberación de ácidos grasos hacia el medio acuoso o suero de la leche y su consecuente pérdida, por ende la disminución del porcentaje de grasa.

El Codex Alimentarius (2007), indica que el porcentaje de grasa en *b.s.* deber estar entre 30 a 45 % asimismo Hill (2006), indica que el % de grasa en *b.s.* en quesos frescos no madurados deberán encontrarse alrededor 42 %, los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro de lo establecido para este tipo de estudio, por lo que se puede concluir que el activador Stabilak no conduce a la producción de quesos fuera de las características lipídicas, no obstante esta dependerá del tipo de queso, por ejemplo para el queso tipo Cheddar semimaduro, el porcentaje de grasa se encuentra alrededor de 26 % (Torres y Gudiño, 2008).

La disminución de la humedad está relacionada con la disminución del porcentaje de grasa, sin embargo los valores obtenidos para la humedad del queso fresco fue de 57.71 %, 54.93 % y 47.97 % en *b.s.* para los tratamientos SA, CA24 y CA48 respectivamente, para Hill (2006), el queso fresco no maduro deberá presentar valores que se encuentren alrededor de 52 % en *b.s.* y que esta disminuye con el tiempo de maduración, Torres y Gudiño (2008) para el queso Cheddar semimaduro encontraron humedades de alrededor del 45 % en *b.s.*, estos valores se asemejan a los encontrados por los investigadores mencionados.

### **c) PROTEÍNAS COMO LACTOALBÚMINA**

Respecto al contenido proteico en forma de lactoalbúmina del queso fresco, esta incrementa de 12.01 % para el queso sin adición del activador Stabilak, a 15.18 % y 15.24 % para los tratamientos CA24 y CA48 respectivamente, este incremento se puede atribuir al hecho de que durante la pasteurización una cierta proporción de las proteínas de lactosuero se integran a las micelas de caseína y por lo tanto pasan a formar parte de las proteínas del queso ya que no se pierden en el lactosuero como pasa en la elaboración de queso con leche cruda (Amiot, 1991)

### **d) TEXTURA**

El incremento de la textura del queso se debe sobre todo a la disminución de la materia grasa, Castañeda (2002), Revilla (1995) y Osorio *et al.*, (2004), manifiestan que un incremento en materia grasa y contenido de agua debilitan la estructura proteica, mientras que una disminución de los mismos provoca un endurecimiento en el queso, para Jaros (2001) las propiedades texturales del queso se ven afectadas por su composición fisicoquímica, siendo importantes el contenido de grasa, de proteínas y de humedad, aunque también influyen la tecnología de procesamiento y la intensidad de la proteólisis.

Al observar los valores obtenidos para la textura del queso fresco esta guarda una relación inversa con el contenido de grasa y humedad, es así que la textura del queso del tratamiento SA fue de  $0.64 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$  y que esta aumento a  $0.76 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$  para el tratamiento CA48, Arciniega (2010), encontró valores de textura para queso del tipo Mozzarella elaborado con y sin la adición de ácido cítrico, alrededor de  $3,7 \text{ kg}_f$  valor mayor que el reportado en el presente trabajo, Osorio *et al.*, (2004) muestra valores  $7.13 \text{ kg}_f$  para el queso Edam.

## **3. RENDIMIENTO QUESERO**

El rendimiento quesero obtenido fue 15.07 %, 14.63 % y 13.83 % para los tratamientos SA, CA24 y CA48, presentando diferencia significativa (*p-value*

< 0.05), este hecho se debe al contenido de grasa en cada tratamiento, siendo que a mayor contenido graso mayor rendimiento quesero, Pappa *et al.*, (2006) manifiesta que el contenido de grasa es vital para lograr buenos rendimientos queseros, mientras que Ruiz (2007), menciona que el rendimiento de los quesos está relacionado directamente con la humedad ya que si el contenido de humedad es menor de lo deseado, el rendimiento será menor y el queso no tendrá las características que el cliente espera.

Según Hill (2006), el rendimiento quesero para un queso fresco está alrededor del 7 al 10 %, los valores del rendimiento obtenidos en el presente trabajo de investigación fueron en promedio 14 % en general, este hecho se debe al alto contenido graso de la leche y al tipo de raza del ganado (Pappa *et al.*, 2006), Torres y Gudiño (2008), obtuvieron valores del rendimiento quesero en promedio del 10.6% para el queso semimaduro tipo Cheddar, Cuichán (2012) reporto rendimientos en promedio del 9.2% para el queso fundido elaborado con estabilizadores hidrocoloidales.

En general, la aplicación del activador del sistema Lactoperoxidasa, no influye en el rendimiento, las diferencias mínimas se pueden atribuir al tiempo de almacenamiento de la leche, al contenido graso y sobre todo a la acidificación de la cuajada.

#### **4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Los valores encontrados para Coliformes se aproximaron a los límites recomendados por la normativa para leche de vaca destinada a la industria láctea, que son de  $5.0 \times 10^5$  ufc/mL para productos sin tratamiento térmico y  $1.5 \times 10^6$  ufc/mL para la elaboración de productos con tratamiento térmico (FAO/OMS, 2005), Arciniega (2010) reporto valores de recuento de *Coliformes* menores a 10 ufc/mL para el queso Zamorella, al analizar 30 días después el recuento fue cero de acuerdo a los resultados. El queso elaborado fue inocuo, la presencia de patógenos depende mucho de la calidad inicial de leche de hecho la adición del Stabilak no impide el desarrollo del microorganismos en el queso elaborado (Ponce, 2007)



## 5. DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Para la evaluación del análisis sensorial se aplicó el test Tukey de comparación múltiple y la prueba de Friedman, los resultados de la evaluación sensorial de los quesos que se presenta en la tabla (3.6), en general los jueces no observaron diferencias significativas entre los quesos correspondientes a las muestras evaluadas. Numéricamente se observaron puntuaciones cuyos calificativos son bueno para el queso en uno u otro tratamiento, es decir para el OLOR en los quesos experimentales, así como la intensidad del SABOR, sin embargo la evaluación del atributo CONSISTENCIA presenta un calificativo de “ligeramente firme” en todos los casos, este hecho se atribuye al alto contenido graso de la leche y del queso.

La similitud entre quesos concuerda con la ausencia de diferencias significativas ( $p\text{-value} > 0.05$ ), para la aplicación del activador del sistema LP evaluados, no obstante según Fernández-García *et al.*, (1994) la presencia de aminoácidos en el queso es más importante para la mejora del sabor de los quesos.

Asimismo se evaluó el criterio juicioso de los panelistas, encontrándose que no muestran diferencia significativa entre ellos ( $p\text{-value} > 0.05$ ) a la hora de dar su juicio respecto a algún atributo del queso, es decir existe concordancia de opiniones entre los panelistas, esto es síntoma de que los panelistas son conocedores de la cata de quesos, por lo que se puede concluir referente a los jueces que son por lo menos semi entrenados. La evidencia de los resultados, indica que la aplicación del activador del sistema Lactoperoxidasa, no modifica considerablemente las características sensoriales de los subproductos lácteos, en este caso del queso del tipo fresco, es así que es posible aplicar este activador en la conservación de la leche hasta tiempos máximos de 48 horas a temperatura ambiental de almacenamiento y su posterior uso para la producción de queso. Los quesos de tipo cortables y frescos que presentan humedad entre 54-55 %, pH entre 5.5-5.7 y materia grasa alrededor de un 45% en *b.s.* (FAO, 1981), como consecuencia de esto el queso presenta un cuerpo firme, textura cerrada.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

- Se ha evaluado las características fisicoquímicas, el rendimiento quesero, el recuento microbiológico y las cualidades organolépticas del queso fresco, elaborados con y sin la adición del activador del sistema LP a la leche almacenada en un tiempo máximo de 48 h a temperatura ambiente fluctuante entre 2 °C y 26 °C, observándose que a tiempos mayores (72 h) el sistema LP no muestra actividad conservadora.
- Las características fisicoquímicas evaluadas como: el pH, la acidez, grasa extraíble, densidad, sólidos totales, humedad y proteínas como lactoalbúmina, estas presentaron diferencia significativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ) entre los tratamientos SA, CA24 y CA48, siendo que estas varían decrecientemente en el tiempo, tanto en la leche con adición del activador LP almacenada, así como en el queso elaborado con dicha leche a excepción de la acidez y la humedad que se incrementaron. Asimismo se realizó la correlación de Pearson ( $r_s$ ) entre las características fisicoquímicas de la leche y el queso con y sin la adición del activador del sistema LP, encontrando que: el pH, acidez, grasa extraíble, densidad, sólidos totales, humedad y proteínas como lactoalbúmina muestran correlación entre ellos ya sea positiva o negativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ), la adición del Stabilak no detiene la variación de las características fisicoquímicas de la leche cuando se almacena a temperatura ambiente fluctuante dentro de las 48 h, y por ende del queso fresco.
- El rendimiento quesero encontrado fue de  $15.05 \pm 0.30$ ,  $14.70 \pm 0.11$  y  $13.81 \pm 0.51$  para los tratamientos SA, CA24 y CA48 respectivamente, presentando diferencia significativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ), pudiendo manifestarse que la aplicación del activador del sistema LP, disminuye ligeramente el rendimiento queso.
- El análisis microbiológico, mostró que tanto la leche como el queso fresco en los tratamientos SA, CA24 y CA48, presentaron recuentos para *E. coli* y *Coliformes* EC, menores al límite máximo legal ( $\leq 10 \text{ ufc/mL}$ ), este hecho se debió más a la condiciones asépticas que a la adicción del Stabilak.

- Las características organolépticas del queso fresco elaborado para los tratamientos SA, CA24 y CA48, no muestran diferencia significativa ( $p\text{-value} > 0,05$ ), presentando en la mayoría de los casos puntuaciones mayores a 2.0, que corresponde a: Color – Anaranjado pálido, Olor- Me gusta, Sabor – Me gusta, Aspecto – Con ligeros corte, Textura – Lisa y Consistencia – Ligeramente firme, estas fueron testeadas con la prueba de Friedman cruzada, en la que se determinó que los atributos para cada tratamiento son iguales ( $p\text{-value} > 0.05$ ).

## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

- Evaluar el comportamiento del activador del sistema LP, en la elaboración de derivados lácteos con sustitución parcial de harinas de granos andinos.
- Evaluar el comportamiento de la vida en anaquel de productos lácteos, elaborados con adición del activador del sistema LP a la leche.

## CAPÍTULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado R. (1999). Elaboración de queso asadero con leche pasteurizada y maduración indirecta. Departamento de ingeniería agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Alais Ch. (1996). Ciencia de la Leche. Compañía Editorial Continental, S.A. España.
- Amiot J. (1991). Ciencia y Tecnología de la Leche. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International. 16ava ed. Vol II. Virginia, USA.
- Arciniega A. C. (2010). Evaluación de ácido cítrico y láctico en la elaboración de queso Zamorella. Tesis para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura. Univ. de Zamorano - Honduras
- Barcina, A. (1994). El análisis sensorial y sus aplicaciones en el control de calidad de quesos tradicionales y los desarrollados por nuevas tecnologías. Revista Española de lechería. Archivo de Internet. Página pdf.
- Bernal J. (1999). Utilización de tres acidulantes de grado alimenticio en la elaboración de queso Mozzarella. Zamorano.
- Brito C.; Pino M.; Molina L.; Molina I.; Horzella M.; Schöbitz R. (2006). Queso Cottage elaborado con cultivo láctico Redi-set y DVS, usando crema láctea homogeneizada y sin homogeneizar. Revista chilena de nutrición v.33 n.1 Santiago. Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología
- Cabezas L.; Poveda J.M.; Sanchez I.; Palop M.LL. (2005). Características fisicoquímicas y sensoriales de los quesos. Milchwissenschaft. Vol. 60.

- Castañeda R. (2002). La reología en la tipificación y la caracterización de quesos en: Tecnología Láctea Latinoamericana. Vol. 20, No.26 (2002); p. 48-53
- Castro G.; Valbuena E.; Bríñez W.; Sánchez E.; Vera H.; Tovar A. (2009). Comparación del empleo de nisina y cultivos de *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* para la biopreservación de queso blanco. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIX, N° 2
- Chamorro, M. (2002). El análisis sensorial de los quesos. 1ª ed. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa.
- Clément P.; Agboola S.O.; Bencini R. (2006). A study of polymorphism in milk proteins from local and imported dairy sheep in Australia by capillary electrophoresis. LWT-Food Science and Technology 39, 63-69.
- Copant C. (1997). Especificaciones: Leche de vaca, pasteurizada, homogeneizada o no.
- Cuichán M. (2012). Optimización a nivel laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos ALPEN SWISS S.A. Tesis de pregrado. Ingeniería en biotecnología. Universidad de la Fuerzas Armadas.
- Excel (2010). Microsoft Office system.
- FAO/OMS (2005). Beneficios y riesgos potenciales del sistema de la Lactoperoxidasa en la conservación de la leche cruda. Informe de la reunión técnica de la FAO/OMS. Sede de la FAO, Roma, Italia, 28 de noviembre - 2 de diciembre de 2005.
- Federación internacional de la leche (1991). Leche y productos lácteos. Standard 100B. International Dairy Federation. Brussels, Belgium.
- Fernández-García E.; López-Fandino R.; Alonso L. (1994). Effect of a food-grade enzyme preparation from *Aspergillus oryzae* on free fatty acid release in

- Manchego-type cheese from ovine and bovine milk. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung* 199, 262-264.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations – FAO, (1981). Manual de elaboración de quesos. Equipo regional de Fomento y Capacitación en lechería para América Latina.
- Ge (2002). Reversibility of pH-induced changes in the calcium distribution and melting characteristics of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Technology*. Vol 57. Pag 3–9
- Gornall A.; Bardawill C.J.; David M.M. (1979). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J Biol Chem*. 177: 751–766.
- Grasselli M.; Naverro A.; Fernández H.; Miranda M.; Camperi S.; Cascone O. (1997). *Revista de Divulgación y Tecnología de la asociación Ciencia Hoy*. Volumen 8. Número 43.
- Gutiérrez, H.; de la Vara, R. 2004. *Análisis y Diseño de Experimentos*. Edit. McGrawHill. Mexico.
- Hayes G. (1987). *Manual de datos para ingeniería de alimentos*. Edit. ACRIBIA. España.
- ISO, Organización Internacional para estandarización. (1975). Determinación de las características del queso -. International Organization for Standardization. Standard 3433. Leusden, Netherlands.
- Jaramillo D. (2007), aptitud quesera de la leche de oveja Guirra y efecto de la dieta sobre las características tecnológicas de la leche y del madurado del queso. Departament de Ciència Animal i dels Aliments Facultat de Veterinària Universitat Autònoma de Barcelona.
- Jaros D. (2001). Milk fat composition affects mechanical and rheological properties of processed cheese. En: *Applied Rheology*. Vol. 11, No. 1 (2001); p. 19-25.

- Leon O.; Ponce P. (2000). El Stabilak para la conservación natural de la leche. Rev. IDEASS el Stabilak para la conservación natural de la leche. Cuba innovaciones para el desarrollo y la cooperación sur-sur.
- López G.; Palomec E.; Carrasco K.; Mata R.; Castillejos Z.; Ramírez E.; Cabrera R. (2012). Elaboración del queso fresco “cuajada” con dos tipos de cuajos comerciales: impacto sobre las reacciones de preferencia de los consumidores. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3 (1)
- Luluaga S.; Nuñez M. (2010). Guía de elaboración de quesos artesanales. Proyecto piloto calidad II. Cartilla del participante. Tucumán 2010
- Madrid A. (1992). Los aditivos en los alimentos. Ed. AMV. Madrid. España.
- Madrid A. 1990. Manual de Tecnología Quesera. Ed. AMV Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Mejía L.; Sepúlveda J. (1999). Tecnología de los quesos procesados y madurados. Medellín: Universidad Nacional de Colombia,
- Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y en práctica. 1ª ed. España, Madrid. Edit. ACRIBIA.
- Nasanovsky M.; Garijo R.; KIMMICH R. (2006) “Lechería” (Disponible en: <http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm> >[fecha de acceso: 04-2013])
- NC. (2009). Norma cubana conservación de la leche cruda mediante la aplicación del producto Stabilak: activador del sistema Lactoperoxidasa.
- Oliva Y.; Escobar A.; Ponce P. (2004). Efecto del STABILAK sobre la determinación de antibióticos betalactámicos mediante la prueba SNAP en leche cruda. Rev. Salud Animal.
- Pappa E.; Kandarakis I.; Zerfiridis G.; Anifantakis E.; Sotirakoglou K. (2006). Influence of starter cultures on the proteolysis of Teleme cheese made from different types of milk.



- Ponce P. (2007). Activación del sistema lactoperoxidasa: un nuevo enfoque para la conservación de la leche cruda en el trópico americano. Centro nacional de sanidad agropecuaria San José de las Lajas, La Habana, Cuba
- Ponce P.; Armenteros A.; Villoch C.; Montes de Oca N.; Carreras J. (2005). Evaluación de riesgos microbiológicos y químicos de la activación del sistema lactoperoxidasa en leche cruda.
- Ponce P.; Clergé L. (2001). Informe Técnico sobre la misión del Grupo de Expertos GLP a Colombia, México y Venezuela. Tercera Reunión Anual del grupo FAO-GLP, La Habana 25-30 de Marzo de 2001.
- Ponce P; López MG; Martínez E. (1987). Conservación de la leche cruda mediante la activación del sistema lactoperoxidasa/tiocianato/ peróxido de hidrógeno. *Rev Salud Anim.* 1987.
- Ponce P; Capdevila J; Alfonso HA; López MG; León R; Taboada A. (1992) Conservación de la leche cruda mediante la activación de la leche cruda mediante la activación del sistema lactoperoxidasa en las condiciones de Cuba. Encuentro taller sobre control de la calidad de la leche. 26-29 de mayo. Edición UA MX/CENLAC. CENSA. México D. F. P.
- Revilla A. (1995). Tecnología de la leche; Procesamiento Manufactura y Análisis. IICA. San José, Costa Rica, 399 p.
- Roque E.; Villoch A.; Montes de Oca N.; Noval N.; Hastie E.; Díaz E.; Romero M.; Lorenzo M.; Gonzales D. (2010). STABILAK®: EL DESEMPEÑO DE UNA PRODUCCIÓN GRACIASA LAS BUENAS PRÁCTICAS. *Rev. Salud Anim.* Vol. 32 No. 3 (2010). Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), San José de las Lajas, Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana. Cuba.
- Ruiz A. (2007). Aplicación de hidrocoloides en queso procesado untable. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.

- Ruz V. (2011). Evaluación de parámetros de la calidad en queso manchego obtenido a partir de la leche de ovejas con diferente tipo de alimentación. Departamento de bromatología y tecnología de los alimentos. Universidad de Cordova.
- Salazar M.G.; Cota A.G.; Silveira M.I.; Islas A.R. (2009). Viscosidad extensional biaxial en espagueti cocido y su relación con firmeza. Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos de la Universidad de Sonora. México. *BIO TECNIA*, Vol. XI, N°. 1, enero-abril. 2009
- Saldade, O. (1999). Efecto del producto Stabilak adicionado a la leche cruda. Resumen de Informe del Estudio Realizado por el Laboratorio Nacional de Salud Pública de México.
- Sánchez, J. (2005). El queso. Sn. Lima, Perú. Edit. Infoalimentos.
- Sangronis E.; García J. (2007). Efecto de la adición de nisina en los parámetros físicos, químicos y sensoriales del queso "telita". *Anales Venezolanos de Nutrición* 2007; Vol 20 (1)
- Sierra B. (2001). Restituto. *Introducción a la Investigación Educativa*. p. 166
- Smith J.; Van Ness H.; Abbott M. (1997). Introducción a la termodinámica en ingeniería química. 5ta edic. Edit. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA. Mexico
- Statistical Corp. (2000) Statgraphics Plus para Windows 5.1.
- TETRAPACK S.A. (2003) "Manual de Industrias Lácteas" Tetrapack S.A. Madrid, España. pp.18, 287.
- Torres A.; Gudiño S. (2008). Evaluación del tiempo de prensado y tiempo de maduración en queso semimaduro tipo Cheddar. Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales Escuela de ingeniería agroindustrial. Universidad Técnica del Norte.

Zehren V.; Nusbaum D. (2000). Cheese Process. Cooley. Madison, Wisconsin. 364 p.

## WEBGRAFÍA

Alvarado C.; López C. (2000) "Aislamiento, identificación y caracterización de bacterias lácticas de un queso ahumado andino artesanal. Posterior uso como cultivo iniciador. Tesis de Licenciatura". [en línea]. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología, Laboratorio de biotecnología "Sixto David Rojo". Mérida – Venezuela. (Disponible en: [http://tesispre.serbi.ula.ve/tede/tde\\_arquivos/7/TDE-2005-02-15T11:28:10Z17/Publico/carmencalvarado.pdf#search=%22carmencalvarado.pdf%22](http://tesispre.serbi.ula.ve/tede/tde_arquivos/7/TDE-2005-02-15T11:28:10Z17/Publico/carmencalvarado.pdf#search=%22carmencalvarado.pdf%22).) [fecha de acceso: 04-2013]

Alais, C. y Lacasa, A. (2003). Ciencia de la leche: Principios de la técnica lechera. Edit. Reverté 4ta ed. Barcelona. (Disponible en: [http://books.google.com.ec/books?id=bW\\_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=definicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&pg=PA617&dq=definicion+de+queso#v=onepage&q=&f=false).) [fecha de acceso: 04-2013].

González, Manuel. (2002) "Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt" [en línea]. Senacyt - Ampyme. Soná, Panamá. (Disponible en: [http://www.senacyt.gob.pa/g\\_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf](http://www.senacyt.gob.pa/g_innovacion/facitec/docs/ft-8.pdf)) [fecha de acceso: 04-2013].)

Hill A. (2006a). Dairy Chemistry and Physics Department of Food Science, University of Guelph. Ontario, Canada. (Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/chem.html>) > [fecha de acceso: 04-2013].

HILL A. (2006b) "Cheese making" [en línea]. Department of Food Science, University of Guelph. Ontario, Canadá. (Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese/welcom.htm>) > [fecha de acceso: 04-2013].

## **ANEXO**

**ANEXO 01: Datos individuales de las características fisicoquímicas de las réplicas de los tratamientos de la leche**

Características	SA	CA-24	CA-48	CA-72
Acidez (°D)	17.00	22.00	28.00	40.00
	18.00	22.00	29.00	46.00
	17.00	22.00	28.00	44.00
	17.00	21.00	29.00	42.00
	18.00	21.00	29.00	43.00
pH	6.60	6.10	3.10	3.00
	6.40	6.00	3.30	2.98
	6.60	6.00	3.00	2.84
	6.50	6.10	4.00	2.93
	6.60	6.20	4.50	3.00
Grasa extraíble (%)	3.40	3.10	2.80	ND
	3.60	2.70	2.80	ND
	3.30	2.80	2.90	ND
	3.50	2.90	2.80	ND
	3.30	3.00	2.90	ND
Densidad (g/mL)	1.033	1.029	1.028	ND
	1.031	1.03	1.028	ND
	1.032	1.03	1.029	ND
	1.032	1.031	1.028	ND
	1.032	1.029	1.029	ND
ST (%)	13.02	11.66	11.05	ND
	12.77	11.43	11.05	ND
	12.65	11.55	11.42	ND
	12.90	11.92	11.05	ND
	12.65	11.54	11.42	ND
Humedad (%b.h.)	86.98	88.34	88.95	ND
	87.23	88.57	88.95	ND
	87.35	88.45	88.58	ND
	87.11	88.08	88.95	ND
	87.35	88.46	88.58	ND
Proteínas (% Lactoalbúmina)	0.56	0.41	0.54	ND
	0.67	0.52	0.63	ND
	0.63	0.67	0.61	ND
	0.58	0.68	0.6	ND
	0.62	0.63	0.59	ND

ND, no determinado

**ANEXO 02:** ANOVA de un factor para las características fisicoquímicas de la leche con y sin activador

**Análisis de varianza de un factor para la acidez**

**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fresca	5.00	87.00	17.40	0.30
Con activador a 24 h	5.00	108.00	21.60	0.30
Con activador a 48 h	5.00	143.00	28.60	0.30

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	320.13	2.00	160.07	533.56	0.00	3.89
Dentro de los grupos	3.60	12.00	0.30			
Total	323.73	14.00				

**Análisis de varianza de un factor para el pH**

**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fresca	5.00	32.70	6.54	0.01
Con activador a 24 h	5.00	30.40	6.08	0.01
Con activador a 48 h	5.00	17.90	3.58	0.42

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	25.37	2.00	12.69	88.10	0.00	3.89
Dentro de los grupos	1.73	12.00	0.14			
Total	27.10	14.00				

**Análisis de varianza de un factor para el % de grasa**

**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fresca	5.00	17.10	3.42	0.02
Con activador a 24 h	5.00	14.50	2.90	0.03
Con activador a 48 h	5.00	14.20	2.84	0.00

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	1.02	2.00	0.51	33.91	0.00	3.89
Dentro de los grupos	0.18	12.00	0.02			
Total	1.20	14.00				

### **Análisis de varianza de un factor para la densidad**

#### **RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fresca	5.00	5.16	1.03	0.00
Con activador a 24 h	5.00	5.15	1.03	0.00
Con activador a 48 h	5.00	5.14	1.03	0.00

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	0.00	2.00	0.00	32.93	0.00	3.89
Dentro de los grupos	0.00	12.00	0.00			
Total	0.00	14.00				

### **Análisis de varianza de un factor para los sólidos totales**

#### **RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fresca	5.00	63.99	12.80	0.03
Con activador a 24 h	5.00	58.10	11.62	0.03
Con activador a 48 h	5.00	55.98	11.20	0.04

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	6.89	2.00	3.45	101.19	0.00	3.89
Dentro de los grupos	0.41	12.00	0.03			
Total	7.30	14.00				

### **Análisis de varianza de un factor para el % de humedad**

#### **RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fresca	5.00	436.01	87.20	0.03
Con activador a 24 h	5.00	441.91	88.38	0.03
Con activador a 48 h	5.00	444.02	88.80	0.04

#### **ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	6.89	2.00	3.45	101.19	0.00	3.89
Dentro de los grupos	0.41	12.00	0.03			
Total	7.30	14.00				

**Análisis de varianza de un factor para el % de proteínas****RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fresca	5.00	3.06	0.61	0.00
Con activador a 24 h	5.00	2.91	0.58	0.01
Con activador a 48 h	5.00	2.97	0.59	0.00

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	0.00	2.00	0.00	0.21	0.81	3.89
Dentro de los grupos	0.07	12.00	0.01			
Total	0.07	14.00				



### ANEXO 03: Evaluación de comparación múltiple de tratamientos de la leche

#### Contraste Múltiple de Rango para la Acidez

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T0	5	17.4	X
T24	5	21.6	X
T48	5	28.6	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*-4.2	0.926716
T0 - T48	*-11.2	0.926716
T24 - T48	*-7.0	0.926716

\* indica una diferencia significativa.

#### Contraste Múltiple de Rango para el pH

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T48	5	3.58	X
T24	5	6.08	X
T0	5	6.54	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	0.46	0.642047
T0 - T48	*2.96	0.642047
T24 - T48	*2.5	0.642047

\* indica una diferencia significativa.

#### Contraste Múltiple de Rango para la Grasa extraíble

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T48	5	2.84	X
T24	5	2.9	X
T0	5	3.42	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*0.52	0.20722
T0 - T48	*0.58	0.20722
T24 - T48	0.06	0.20722

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para la Densidad

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T48	5	1.0284	X
T24	5	1.0298	X
T0	5	1.032	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*0.0022	0.00119638
T0 - T48	*0.0036	0.00119638
T24 - T48	*0.0014	0.00119638

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para los Sólidos Totales

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T48	5	11.198	X
T24	5	11.62	X
T0	5	12.798	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*1.178	0.311811
T0 - T48	*1.6	0.311811
T24 - T48	*0.422	0.311811

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para el % de Humedad

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T0	5	87.204	X
T24	5	88.38	X
T48	5	88.802	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*-1.176	0.31106
T0 - T48	*-1.598	0.31106
T24 - T48	*-0.422	0.31106

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para el % de Proteína

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T24	5	0.582	X
T48	5	0.594	X
T0	5	0.612	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	0.03	0.1246
T0 - T48	0.018	0.1246
T24 - T48	-0.012	0.1246

\* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 04:** Datos individuales de las características fisicoquímicas de las réplicas de los tratamientos del queso.

Características	SA	CA-24	CA-48
Acidez (°D)	17.40	24.74	34.58
	20.88	24.74	29.64
	17.40	32.98	29.64
	18.34	26.45	30.23
	19.02	28.72	31.12
pH	6.40	5.90	5.90
	6.30	5.90	5.80
	6.30	5.80	5.70
	6.30	6.00	5.80
	6.40	6.10	5.70
Grasa extraíble (%)	41.40	36.29	36.48
	39.59	35.78	35.53
	42.41	36.67	36.49
	40.56	38.34	35.74
	41.08	35.14	35.04
Humedad (%b.s.)	50.25	66.16	48.69
	57.05	51.16	42.67
	64.34	50.21	49.23
	62.24	54.43	51.09
	54.67	52.67	48.16
Proteínas (% Lactoalbúmina)	12.92	16.21	15.59
	11.14	16.21	15.05
	11.85	13.09	15.32
	12.34	14.69	14.87
	11.79	15.67	15.37
Textura (kg <sub>f</sub> /cm <sup>2</sup> )	0.7	0.75	0.8
	0.6	0.6	0.65
	0.7	0.8	0.7
	0.6	0.70	0.85
	0.6	0.70	0.80

**ANEXO 05:** ANOVA de un factor para las características fisicoquímicas de queso elaborado con y sin activador

**Análisis de varianza de un factor para la acidez**

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	5	93.05	18.61	2.08
24	5	137.62	27.52	11.98
48	5	155.20	31.04	4.28

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	410.68	2	205.34	33.59	0.00	3.89
Dentro de los grupos	73.35	12	6.11			
Total	484.02	14				

**Análisis de varianza de un factor para el ph**

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0.00	5.00	31.70	6.34	0.00
24.00	5.00	29.70	5.94	0.01
48.00	5.00	28.90	5.78	0.01

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	0.83	2.00	0.42	54.26	0.00	3.89
Dentro de los grupos	0.09	12.00	0.01			
Total	0.92	14.00				

**Análisis de varianza de un factor para el % grasa extraíble**

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0.00	5.00	205.04	41.01	1.08
24.00	5.00	182.22	36.44	1.45
48.00	5.00	179.29	35.86	0.40

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	79.52	2.00	39.76	40.65	0.00	3.89
Dentro de los grupos	11.74	12.00	0.98			
Total	91.26	14.00				

**Análisis de varianza de un factor para la humedad (%)****RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0.00	5.00	288.55	57.71	32.45
24.00	5.00	274.63	54.93	41.99
48.00	5.00	239.84	47.97	9.99

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	251.78	2.00	125.89	4.47	0.04	3.89
Dentro de los grupos	337.73	12.00	28.14			
Total	589.52	14.00				

**Análisis de varianza de un factor para el % de proteína****RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0.00	5.00	60.03	12.01	0.44
24.00	5.00	75.88	15.18	1.74
48.00	5.00	76.20	15.24	0.08

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	34.17	2.00	17.09	22.69	0.00	3.89
Dentro de los grupos	9.04	12.00	0.75			
Total	43.21	14.00				

**Análisis de varianza de un factor para la textura****RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0.00	5.00	3.20	0.64	0.00
24.00	5.00	3.55	0.71	0.01
48.00	5.00	3.80	0.76	0.01

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>Fcal</i>
Entre grupos	0.04	2.00	0.02	3.57	0.06	3.89
Dentro de los grupos	0.06	12.00	0.01			
Total	0.10	14.00				

## ANEXO 06: Evaluación de comparación de tratamientos del Queso

### Contraste Múltiple de Rango para la Acidez del Queso

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T0	5	18.608	X
T24	5	27.526	X
T48	5	31.042	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*-8.918	4.18134
T0 - T48	*-12.434	4.18134
T24 - T48	-3.516	4.18134

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para el pH del Queso

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T48	5	5.78	X
T24	5	5.94	X
T0	5	6.34	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*0.4	0.148146
T0 - T48	*0.56	0.148146
T24 - T48	*0.16	0.148146

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para el % de Grasa extraíble

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T48	5	35.856	X
T24	5	36.444	X
T0	5	41.008	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*4.564	1.67235
T0 - T48	*5.152	1.67235
T24 - T48	0.588	1.67235

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para el % de Humedad

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T48	5	47.968	X
T24	5	54.926	X X
T0	5	57.71	X

---

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	2.784	8.97601
T0 - T48	*9.742	8.97601
T24 - T48	6.958	8.97601

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango el % de Proteína

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T0	5	12.008	X
T24	5	15.174	X
T48	5	15.24	X

---

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	*-3.166	1.46987
T0 - T48	*-3.232	1.46987
T24 - T48	-0.066	1.46987

\* indica una diferencia significativa.

### Contraste Múltiple de Rango para la Textura del Queso

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
T0	5	0.64	X
T24	5	0.71	X
T48	5	0.76	X

---

Contraste	Diferencias	+/- Límites
T0 - T24	-0.07	0.120631
T0 - T48	-0.12	0.120631
T24 - T48	-0.05	0.120631

\* indica una diferencia significativa.



**ANEXO 07:** Construcción de la curva de valoración para la determinación del % de lactoalbúmina.

Para el estudio de la estructura de una proteína, de la actividad de una enzima o el contenido proteínico de un alimento, es necesario conocer cuantitativamente la concentración de las proteínas.

Existen diferentes métodos para la cuantificación de proteínas. Muchos de estos métodos se basan en: a) la propiedad intrínseca de las proteínas para absorber luz en el UV, b) para la formación de derivados químicos, o c) la capacidad que tienen las proteínas de formar complejos.

La reacción de Biuret es una reacción coloreada (violeta) debida a la formación de un complejo de Cu en un medio alcalino en compuestos que poseen más de un enlace peptídico, como las proteínas.

La curva de patrón es un método de química analítica empleado para medir la concentración de una sustancia en una muestra por comparación con una serie de elementos de concentración conocida. Se basa en la existencia de una relación en principio lineal entre un carácter medible (por ejemplo la absorbancia en los enfoques de espectrofotometría) y la variable a determinar (la concentración). Para ello, se efectúan diluciones de unas muestras de contenido conocido y se produce su lectura y el consiguiente establecimiento de una función matemática que relacione ambas; después, se lee el mismo carácter en la muestra problema y, mediante la sustitución de la variable independiente de esa función, se obtiene la concentración de esta. Se dice pues que la respuesta de la muestra puede cuantificarse y, empleando la curva patrón, se puede interpolar el dato de la muestra problema hasta encontrar la concentración.

La curva patrón se preparó de acuerdo a la siguiente tabla:

solución	Volumen (utilizado de BSA) (10mg/mL)	Volumen de agua (uL)	Concentración (mg/mL)	Abs
Blanco	0	500	0	0
Tubo 1	25	475	0.5	0.016
Tubo 2	50	450	1	0.04
Tubo 3	125	375	2.5	0.086
Tubo 4	250	250	5	0.164
Tubo 5	375	125	7.5	0.253
Tubo 6	500	0	10	0.341

BSA: albúmina sérica bovina

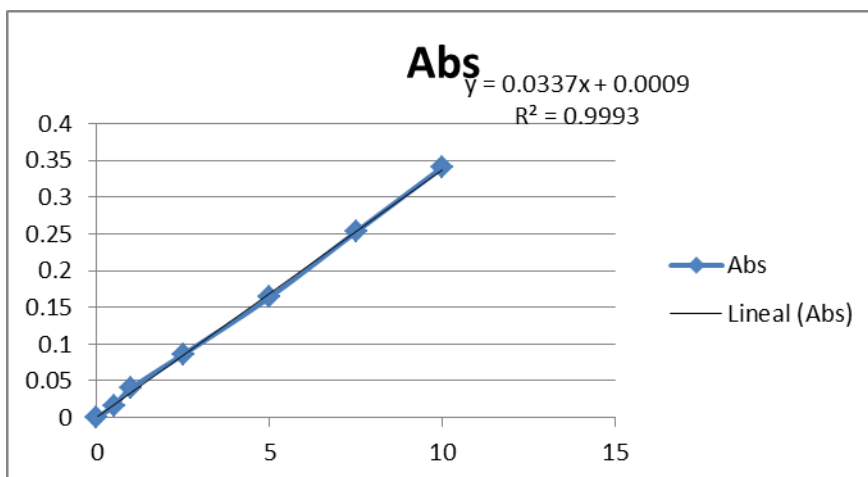
A través de regresión lineal se obtiene, la ecuación:

$$Y = 0.0337 \cdot X + 0.0009, R^2 = 0.9993$$

Donde:

Y, absorbancia

X, Concentración de Lactoalbúmina (mg/mL de solución)



**ANEXO 08:** Datos individuales de evaluación del rendimiento quesero

	SA	CA24	CA48
V leche (L)	25	25	25
D1 (g/mL)	1.0330	1.0290	1.0280
D2 (g/mL)	1.0310	1.0300	1.0280
D3 (g/mL)	1.0320	1.0300	1.0290
D4 (g/mL)	1.0320	1.0310	1.0280
D5 (g/mL)	1.0320	1.0290	1.0290
m leche (kg)	25.8250	25.7250	25.7000
m leche (kg)	25.7750	25.7500	25.7000
m leche (kg)	25.8000	25.7500	25.7250
m leche (kg)	25.8000	25.7750	25.7000
m leche (kg)	25.8000	25.7250	25.7250
m1 queso (kg)	3.930	3.800	3.400
m2 queso (kg)	3.950	3.800	3.600
m3 queso (kg)	3.850	3.850	3.650
m4 queso (kg)	3.860	3.650	3.620
m5 queso (kg)	3.850	3.730	3.510
R1	15.22	14.77	13.23
R2	15.32	14.76	14.01
R3	14.92	14.95	14.19
R4	14.96	14.16	14.09
R5	14.92	14.50	13.64
Promedio (%)	15.07	14.63	13.83

## ANEXO 09: ANOVA del rendimiento quesero y evaluación del test Tukey

Análisis de varianza de un factor

### RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SA	5	75.349	15.070	0.036
CA24	5	73.141	14.628	0.094
CA48	5	69.156	13.831	0.155

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F cal	p-value	F crit
Entre grupos	3.941	2	1.970	20.755	0.0001	3.885
Dentro de los grupos	1.139	12	0.095			3
Total	5.080	14				

### Contraste Múltiple de Rango

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

Frec. Media Grupos homogéneos

QCA48	5	13.832	X
QCA24	5	14.628	X
QSA	5	15.068	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
QSA - QCA24	0.44	0.522507
QSA - QCA48	*1.236	0.522507
QCA24 - QCA48	*0.796	0.522507

\* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 10:** Datos individuales del análisis sensorial del queso para los tratamientos

Panelista	COLOR			OLOR			SABOR		
	QSA	QCA24	QCA48	QSA	QCA24	QCA48	QSA	QCA24	QCA48
1	2	2	2	2	3	2	3	1	2
2	3	2	2	3	2	3	1	3	3
3	2	2	3	3	4	3	3	4	4
4	1	2	2	3	4	2	2	2	3
5	2	3	2	2	3	2	3	3	2
6	3	3	2	2	2	3	2	4	3
7	2	2	3	2	1	3	3	2	3
8	3	2	2	2	2	2	2	1	1
9	1	1	3	3	2	3	3	2	3
10	3	3	2	2	2	2	2	3	2
11	3	2	3	3	3	2	4	3	2
12	2	2	3	3	4	3	3	4	4
13	1	2	2	3	4	2	2	2	3
14	2	3	2	2	3	2	3	3	2
15	3	3	2	2	2	3	2	4	3
16	2	2	3	2	1	3	3	2	3
17	3	2	2	2	2	2	2	1	1
18	1	1	3	3	2	3	3	2	3
19	3	3	2	2	2	2	2	3	2
20	3	2	3	3	3	2	4	3	2

ASPECTO	TEXTURA			CONSISTENCIA					
	QSA	QCA24	QCA48	QSA	QCA24	QCA48	QSA	QCA24	QCA48
2	2	2	2	2	3	3	2	3	2
1	2	3	2	2	3	3	2	3	3
2	4	4	3	3	3	5	2	3	3
2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
2	3	3	2	2	2	1	2	3	2
1	2	2	1	2	2	2	1	1	2
1	3	3	2	3	3	1	2	3	3
4	2	2	3	2	2	1	3	2	2
2	3	4	3	2	2	3	3	3	2
2	3	3	2	3	3	3	2	3	2
2	1	2	3	3	1	2	2	2	3
2	4	4	3	3	3	5	2	3	3
2	3	3	3	3	3	3	3	2	3
2	3	3	2	2	2	1	2	3	2
1	2	2	1	2	2	2	1	1	2
1	3	3	2	3	3	1	2	3	3
4	2	2	3	2	2	1	3	2	2
2	3	4	3	2	2	3	3	3	2
2	3	3	2	3	3	3	2	3	2
2	1	2	3	3	1	2	2	2	3

**ANEXO 11: Análisis estadístico de los datos de la evaluación sensorial**

## COLOR

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	3	6	2	0
2	3	7	2.33	0.33
3	3	7	2.33	0.33
4	3	5	1.67	0.33
5	3	7	2.33	0.33
6	3	8	2.67	0.33
7	3	7	2.33	0.33
8	3	7	2.33	0.33
9	3	5	1.67	1.33
10	3	8	2.67	0.33
11	3	8	2.67	0.33
12	3	7	2.33	0.33
13	3	5	1.67	0.33
14	3	7	2.33	0.33
15	3	8	2.67	0.33
16	3	7	2.33	0.33
17	3	7	2.33	0.33
18	3	5	1.67	1.33
19	3	8	2.67	0.33
20	3	8	2.67	0.33
QSA	20	45	2.25	0.62
QCA24	20	44	2.20	0.38
QCA48	20	48	2.40	0.25

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>F crit</i>
Jueces	7.517	19	0.396	0.926	0.558	1.867
Tratamientos	0.433	2	0.217	0.507	0.606	3.245
Error	16.233	38	0.427			
Total	24.183	59				

## OLOR

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	3	7	2.33	0.33
2	3	8	2.67	0.33
3	3	10	3.33	0.33
4	3	9	3.00	1.00
5	3	7	2.33	0.33
6	3	7	2.33	0.33
7	3	6	2.00	1.00
8	3	6	2.00	0.00
9	3	8	2.67	0.33
10	3	6	2.00	0.00
11	3	8	2.67	0.33
12	3	10	3.33	0.33
13	3	9	3.00	1.00
14	3	7	2.33	0.33
15	3	7	2.33	0.33
16	3	6	2.00	1.00
17	3	6	2.00	0.00
18	3	8	2.67	0.33
19	3	6	2.00	0.00
20	3	8	2.67	0.33
QSA	20	49	2.45	0.26
QCA24	20	51	2.55	0.89
QCA48	20	49	2.45	0.26

### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>F crit</i>
Jueces	10.983	19	0.578	1.384	0.193	1.867
Tratamientos	0.133	2	0.067	0.160	0.853	3.245
Error	15.867	38	0.418			
Total	26.983	59				

## SABOR

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	3	6	2.00	1.00
2	3	7	2.33	1.33
3	3	11	3.67	0.33
4	3	7	2.33	0.33
5	3	8	2.67	0.33
6	3	9	3.00	1.00
7	3	8	2.67	0.33
8	3	4	1.33	0.33
9	3	8	2.67	0.33
10	3	7	2.33	0.33
11	3	9	3.00	1.00
12	3	11	3.67	0.33
13	3	7	2.33	0.33
14	3	8	2.67	0.33
15	3	9	3.00	1.00
16	3	8	2.67	0.33
17	3	4	1.33	0.33
18	3	8	2.67	0.33
19	3	7	2.33	0.33
20	3	9	3.00	1.00
QSA	20	52	2.60	0.57
QCA24	20	52	2.60	0.99
QCA48	20	51	2.55	0.68

### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>F crit</i>
Jueces	20.583	19	1.083	1.874	0.049	1.867
Tratamientos	0.033	2	0.017	0.029	0.972	3.245
Error	21.967	38	0.578			
Total	42.583	59				



**ASPECTO**

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	3	6	2.00	0.00
2	3	6	2.00	1.00
3	3	10	3.33	1.33
4	3	8	2.67	0.33
5	3	8	2.67	0.33
6	3	5	1.67	0.33
7	3	7	2.33	1.33
8	3	8	2.67	1.33
9	3	9	3.00	1.00
10	3	8	2.67	0.33
11	3	5	1.67	0.33
12	3	10	3.33	1.33
13	3	8	2.67	0.33
14	3	8	2.67	0.33
15	3	5	1.67	0.33
16	3	7	2.33	1.33
17	3	8	2.67	1.33
18	3	9	3.00	1.00
19	3	8	2.67	0.33
20	3	5	1.67	0.33
QSA	20	39	1.95	0.68
QCA24	20	52	2.60	0.67
QCA48	20	57	2.85	0.56

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>F crit</i>
Jueces	16.267	19	0.856	1.624	0.100	1.867
Tratamientos	8.633	2	4.317	8.188	0.001	3.245
Error	20.033	38	0.527			
Total	44.933	59				

## TEXTURA

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	3	8	2.67	0.33
2	3	8	2.67	0.33
3	3	11	3.67	1.33
4	3	9	3.00	0.00
5	3	5	1.67	0.33
6	3	5	1.67	0.33
7	3	6	2.00	1.00
8	3	6	2.00	1.00
9	3	8	2.67	0.33
10	3	8	2.67	0.33
11	3	6	2.00	1.00
12	3	11	3.67	1.33
13	3	9	3.00	0.00
14	3	5	1.67	0.33
15	3	5	1.67	0.33
16	3	6	2.00	1.00
17	3	6	2.00	1.00
18	3	8	2.67	0.33
19	3	8	2.67	0.33
20	3	6	2.00	1.00
QSA	20	48	2.40	0.46
QCA24	20	48	2.40	0.46
QCA48	20	48	2.40	1.52

### ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>F crit</i>
Jueces	22.4	19	1.179	1.867	0.050	1.867
Tratamientos	-3.553E-14	2	0.000	0.000	0.990	3.245
Error	24	38	0.632			
Total	46.4	59				

## CONSISTENCIA

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
1	3	7	2.33	0.33
2	3	8	2.67	0.33
3	3	8	2.67	0.33
4	3	8	2.67	0.33
5	3	7	2.33	0.33
6	3	4	1.33	0.33
7	3	8	2.67	0.33
8	3	7	2.33	0.33
9	3	8	2.67	0.33
10	3	7	2.33	0.33
11	3	7	2.33	0.33
12	3	8	2.67	0.33
13	3	8	2.67	0.33
14	3	7	2.33	0.33
15	3	4	1.33	0.33
16	3	8	2.67	0.33
17	3	7	2.33	0.33
18	3	8	2.67	0.33
19	3	7	2.33	0.33
20	3	7	2.33	0.33
QSA	20	44	2.20	0.38
QCA24	20	50	2.50	0.47
QCA48	20	49	2.45	0.26

## ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>p-value</i>	<i>F crit</i>
Jueces	8.85	19	0.466	1.439	0.166	1.867
Tratamientos	1.03	2	0.517	1.596	0.216	3.245
Error	12.30	38	0.324			
Total	22.18	59				

**ANEXO 12:** Comparación múltiple de las características sensoriales del queso entre los tratamientos

**Contraste Múltiple de Rango para el Olor del queso**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
QSA	20	2.45	X
QCA48	20	2.45	X
QCA24	20	2.55	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
QSA - QCA24	-0.1	0.522326
QSA - QCA48	0.0	0.522326
QCA24 - QCA48	0.1	0.522326

\* indica una diferencia significativa.

**Contraste Múltiple de Rango para el Color**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
QSA	20	2.45	X
QCA48	20	2.45	X
QCA24	20	2.55	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
QSA - QCA24	-0.1	0.522326
QSA - QCA48	0.0	0.522326
QCA24 - QCA48	0.1	0.522326

\* indica una diferencia significativa.

**Contraste Múltiple de Rango para el Sabor del queso**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
QCA48	20	2.6	X
QCA24	20	2.6	X
QSA	20	2.6	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
QSA - QCA24	0.0	0.657536
QSA - QCA48	0.05	0.657536
QCA24 - QCA48	0.05	0.657536

\* indica una diferencia significativa.

### **Contraste Múltiple de Rango para el Aspecto del queso**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
--	-------	-------	-------------------

QSA	20	1.95	X
QCA24	20	2.6	X
QCA48	20	2.85	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
QSA - QCA24	*-0.65	0.607327
QSA - QCA48	*-0.9	0.607327
QCA24 - QCA48	-0.25	0.607327

\* indica una diferencia significativa.

### **Contraste Múltiple de Rango para la Textura**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
--	-------	-------	-------------------

QCA24	20	2.4	X
QCA48	20	2.4	X
QSA	20	2.4	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
QSA - QCA24	0.0	0.686639
QSA - QCA48	0.0	0.686639
QCA24 - QCA48	0.0	0.686639

\* indica una diferencia significativa.

### **Contraste Múltiple de Rango para Consistencia**

Método: 95.0 porcentaje HSD de Tukey

	Frec.	Media	Grupos homogéneos
--	-------	-------	-------------------

QSA	20	2.2	X
QCA48	20	2.45	X
QCA24	20	2.5	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
QSA - QCA24	-0.3	0.46358
QSA - QCA48	-0.25	0.46358
QCA24 - QCA48	0.05	0.46358

\* indica una diferencia significativa.

**ANEXO 13: PRUEBA DE FRIEDMAN: PUNTUACIÓN VS. TRATAMIENTO BLOQUEADO POR ATRIBUTO**

S = 1.08 GL = 2 P = 0.582

S = 1.44 GL = 2 P = 0.486 (ajustados para los vínculos)

TRATAMIENTO	Mediana		Suma de Clasificaciones
	N	Est.	
QCA24	6	49.750	13.5
QCA48	6	49.583	12.5
QSA	6	48.417	10.0

Mediana principal = 49.250

## ANEXO 14: APLICACIÓN DEL ACTIVADOR DEL SISTEMA LP - STABILAK

### Beneficios

- Producto de bajo costo que evita la pérdida de la leche cruda entera por falta de refrigeración, falta de energía eléctrica, problemas de almacenamiento y transporte
- No afecta las propiedades organolépticas de la leche ni sus derivados, y sus principios de uso han sido aprobados por el Codex Alimentarius (CAC/GL13-1991)
- Producto inocuo para la salud humana
- Permite efectuar un solo acopio al día
- Puede prolongarse su efecto hasta 36 horas con la adición extra del **componente STABILAK 2**

### Ventas

Teléfono: (+505) 8408-5456 / (+505) 2311- 2989  
Managua, Nicaragua  
Email: [ventas@stabilak.com.ni](mailto:ventas@stabilak.com.ni)

[www.stabilak.com.ni](http://www.stabilak.com.ni)

# STABILAK

Activador del  
**Sistema  
Lactoperoxidasa,**  
presente de forma natural en la leche



[www.stabilak.com.ni](http://www.stabilak.com.ni)

Teléfono: (+505) 8408-5456 / (+505) 2311- 2989

Activador del  
**Sistema  
Lactoperoxidasa,**  
presente de forma natural en la leche

#### ● ¿Qué es el STABILAK?

STABILAK es un activador enzimático del Sistema Lactoperoxidasa, que se utiliza para mantener la calidad de la leche cruda y fresca para consumo humano, en un tiempo que oscila entre 8-30 horas consecutivas al ordeño en dependencia de la calidad inicial y a temperaturas entre 20 y 34 grados centígrados.

La activación del sistema LP mantiene la calidad de la leche cruda a la temperatura ambiente fluctuante dentro de parámetros aceptables para el tratamiento industrial.

#### ● ¿Para qué sirve?

Se utiliza fundamentalmente para mantener la calidad de la leche cruda de vacas, cabras y búfalas en situaciones tales como falta de refrigeración temporal, transportación a largas distancias y almacenamiento por tiempo prolongado en lugares de difícil acceso.

#### ● ¿De qué está compuesto?

Está compuesto por pequeñísimas cantidades de sales portadoras de tiocianato y percarbonato, junto a otros excipientes, que permiten alcanzar el umbral óptimo de activación del Sistema Lactoperoxidasa en leche

#### ● ¿Cómo se utiliza?

1. Abra un sobre de STABILAK 1 y agregue el contenido a la leche
2. Agite durante un minuto
3. Ahora, abra un sobre de STABILAK 2 y agregue el contenido a la leche
4. Agite nuevamente la leche hasta un minuto



Pasadas 6 horas de la primera aplicación se puede añadir solamente el componente STABILAK 2, si se desea prolongar el efecto por igual número de horas que al inicio.



STABILAK se presenta en dos formulaciones. D-50L para volúmenes aproximados de 50 litros de leche y D-500 L para volúmenes cercanos a los 500 litros.

## **ANEXO 15:** Protocolo de trabajo microbiológico

- Colocar la placa Petrifilm para Recuento de *E.coli* y Coliformes, en una superficie plana.
- Levantar el film superior y colocar 1 ml de la muestra o su dilución en el centro del film inferior.
- Bajar con cuidado el film superior sobre la muestra evitando que se formen burbujas de aire.
- Colocar el aplicador con la cara lisa hacia abajo en el centro de la placa.
- Presionar ligeramente el centro del aplicador para distribuir la muestra uniformemente.
- Distribuir el inóculo por toda el área de crecimiento del Petrifilm antes de que se forme el gel. No deslizar el aplicador por el film.
- Sacar el aplicador y dejar la placa en reposo durante al menos un minuto para que el gel se solidifique.
- Por cada dilución existente siembre en una o dos placas.
- Incubar las placas en posición horizontal, cara arriba, en pilas de hasta 20 placas.
- Incubar las placas Petrifilm EC y coliformes para lectura de *E. coli* durante  $48 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  (AOAC. 991.14) y  $24 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$  a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  (AOAC 998.08).



**ANEXO 16:** Hoja de evaluación sensorial

Fecha: \_\_\_\_\_ Catador: \_\_\_\_\_

Marque con una "X" la alternativa que usted considere.

**COLOR**

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	240	480	720
1	Anaranjado uniforme				
2	Anaranjado pálido				
3	Con manchas				
4	Manchas grandes				
5	Colores extraños				

**OLOR**

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	240	480	720
1	Me gusta mucho				
2	Me gusta				
3	Me gusta poco				
4	No agradable				
5	Mal oliente				

**SABOR**

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	240	480	720
1	Me gusta mucho				
2	Me gusta				
3	Me gusta poco				
4	No agradable				
5	Desagradable				

**ASPECTO** (Externo del queso)

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	240	480	720
1	Corteza muy lisa				
2	Corteza lisa				
3	Con ligeros cortes				
4	Cortes profundos				
5	Muy irregular				

**TEXTURA**

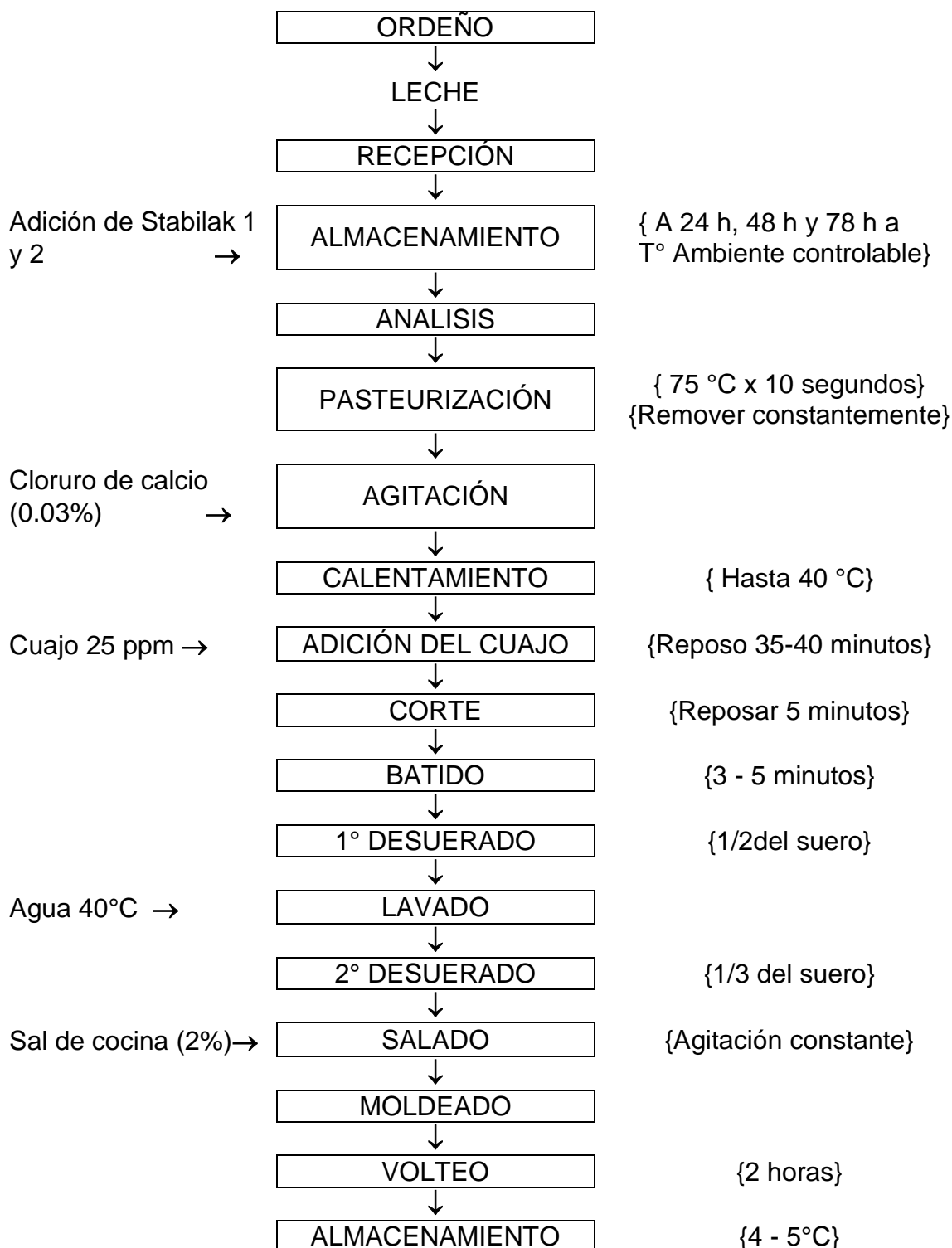
Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	240	480	720
1	Muy lisa				
2	Lisa				
3	Pocos hoyuelos de gas				
4	Quebradizo / pegajoso				
5	Con hoyos grandes, o grietas				

**CONSISTENCIA**

Puntuación	Alternativas	Código			
		Testigo	240	480	720
1	Firme				
2	Ligeramente firme				
3	Blanda				
4	Dura				
5	Muy dura				

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

**ANEXO 17:** Diagrama de flujo de la elaboración del queso fresco



Fuente: Elaboración propia, modificado de la propuesta por Mahaut, (2004).

**ANEXO 18: FOTOGRAFÍAS DE LA REALIZACIÓN DE LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE LECHE Y QUESO CON Y SIN LA ADICIÓN DEL ACTIVADOR DEL SISTEMA LP**

01: Ordeño de leche fresca, en el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA)-Andahuaylas



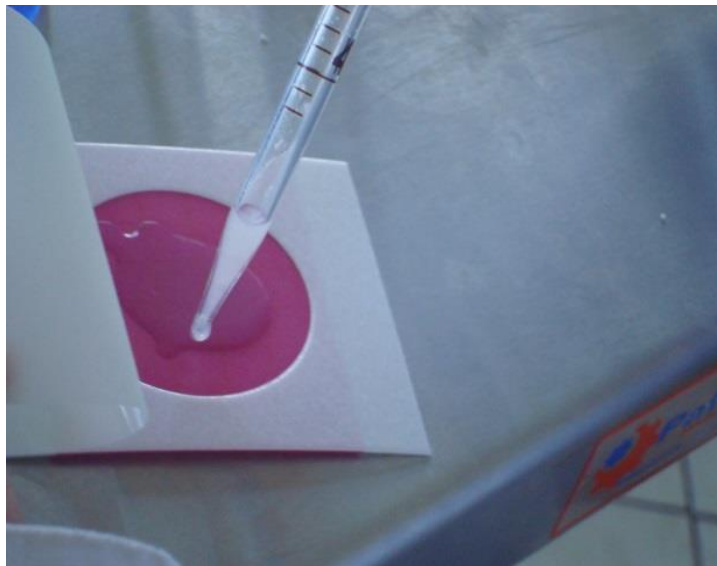
02: Aplicación del Stabilak a la leche fresca, y posterior almacenamiento.



03: Determinación de la densidad de la leche.



04: Siembra del cultivo microbiológico de la leche, en placas petrifilm



04: Determinación de acidez de la leche.



05: Determinación del pH



07: Determinación de grasa extraíble de la leche



08: Muestra de quesos elaborados por diferentes tratamientos



09: Medida de temperatura de la leche a las 72 horas



10: Leche cortada a las 72 horas

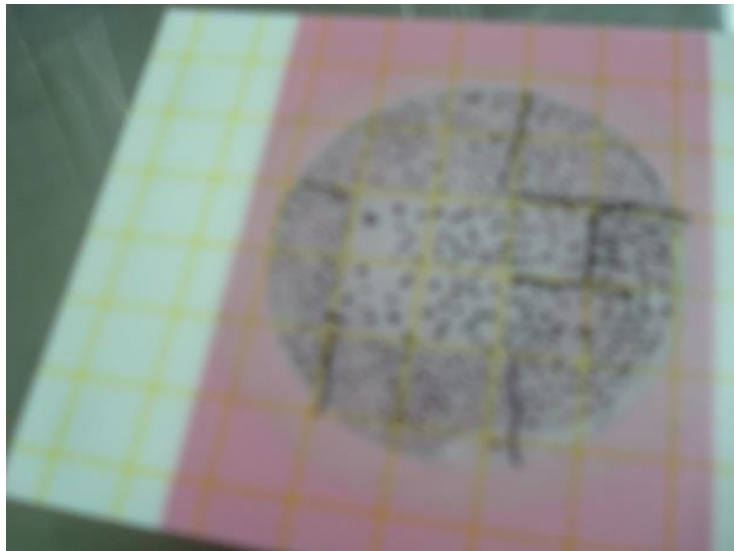




11: Incubación del cultivo microbiológico con muestra de queso.



12: Recuento microbiológico del queso fresco.





13: Determinación de la textura con Penetrómetro



14: Determinación de humedad del queso por Humedímetro



14: Muestra de queso fresco lista para la degustación.



16: Charla a los panelistas, previa a la catación



## 17: Panelistas en plena evaluación sensorial

