



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

#### TÍTULO:

**“SUSTITUCION PARCIAL DE LA LECHE CRUDA FLUIDA DE BOVINO  
POR LECHE CRUDA FLUIDA DE CABRA, PARA INCREMENTAR LOS  
SOLIDOS TOTALES PARA LA ELABORACION DE QUESO FRESCO.”**

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO  
ZOOTECNISTA

#### AUTOR:

*Franz Leonardo Valladares Torres*

#### DIRECTORA:

*Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez Mg. Sc.*

*Loja - Ecuador*

*2015*

## CERTIFICACIÓN

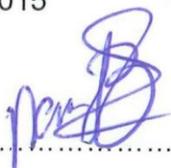
Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez Mg. Sc

**DIRECTORA DE TESIS**

### CERTIFICA:

Que he revisado la presente tesis titulada "SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA LECHE CRUDA FLUIDA DE BOVINO POR LECHE CRUDA FLUIDA DE CABRA, PARA INCREMENTAR LOS SOLIDOS TOTALES PARA LA ELABORACION DE QUESO FRESCO", realizada por el egresado Franz Leonardo Valladares Torres; la misma que cumple con todos los lineamientos establecidos para su respectiva presentación normada por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

Loja, Julio del 2015



Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez Mg. Sc

**DIRECTORA DE TESIS**

**“SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA LECHE CRUDA FLUIDA DE BOVINO  
POR LECHE CRUDA FLUIDA DE CABRA, PARA INCREMENTAR LOS  
SOLIDOS TOTALES PARA LA ELABORACION DE QUESO FRESCO”.**

Tesis presentada al Tribunal de Grado como requisito previo a la obtención del título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA:**

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dra. Patricia Ayora Fernández  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

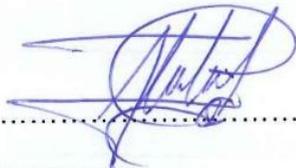
Dr. Alfonso Saraguro Mg. Sc  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## AUTORIA

Yo, Franz Leonardo Valladares Torres, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual

Autor: Franz Leonardo Valladares Torres.

Firma:.....

Cedula: 1104752793

Fecha: Loja, 05 de Agosto del 2015.

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Franz Leonardo Valladares Torres , declaro ser autor de la tesis titulada "SUSTITUCION PARCIAL DE LA LECHE CRUDA FLUIDA DE BOVINO POR LECHE CRUDA FLUIDA DE CABRA, PARA INCREMENTAR LOS SOLIDOS TOTALES PARA LA ELABORACION DE QUESO FRESCO." como requisito para optar al grado de: Médico Veterinario Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional (RDI):

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de ésta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de Agosto del Dos Mil Quince

Firma:  .....

Autor: Franz Leonardo Valladares Torres

C.I: 110475279-3

Dirección: San Pedro Alto

Correo Electrónico: franzleo88@hotmail.com      Teléfono:2585376  
Cel: 0989748208

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Directora de Tesis:** Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez Mg.Sc

**Tribunal de Grado:**

Dr. Galo Escudero Sánchez Mg Sc.

Dr. Alfonso Saraguro Mg Sc.

Dra. Patricia Ayora

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios: Quien es el dador de la vida y de todo conocimiento. A la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a los docentes quienes me supieron guiar durante los diferentes módulos, al personal administrativo, y en especial a la Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez directora de tesis, quien con gran paciencia, responsabilidad y dedicación me guió a la realización de la misma, así mismo a mis padres: Golverger Marino Valladares León (+), y María Teresa Torres Moreno, por ser ejemplo y por sus consejos, a mis hermanos: Jorge, Elizabeth, Paúl e Iván Valladares Torres, gracias hermanos míos, a mis compañeros: con los que pase mi vida universitaria entera, serán un recuerdo inolvidable. A mis demás familiares y Amigos: con cariño y respeto.

**A todos ellos, muchas gracias.**

**Franz Leonardo Valladares Torres.**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta investigación a mi querida madre María Teresa Torres Moreno que ha sido el gran ejemplo toda mi vida, gracias a tu apoyo incondicional estoy cumpliendo una meta más en mi vida.

Quiero dedicar también de manera muy especial esta tesis a mi padre Golverger Marino Valladares León(+), que aunque no estuvo a mi lado muchos años de mi vida, supo llenar ese vacío en un corto tiempo, quiero agradecerte porque es también por ti que estoy en este mundo convirtiéndome en un profesional, en fin, con muchas lágrimas e infinito amor, esto es para ti papá, hasta pronto.

**Franz Leonardo.**

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>ii</b>
<b>APROBACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORÍA.....</b>	<b>iv</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE CUADROS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAC.....</b>	<b>xv</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1 Producción Mundial de Cabras Productoras de Leche .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2 Situación Actual en el Ecuador. ....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.3 Requerimientos Nutricionales para la Cabra Lechera.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 GLÁNDULA MAMARIA DE LA CABRA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Morfología .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Fisiología .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3 Síntesis y Secreción de Componentes Nutricionales de la Leche .....</b>	<b>8</b>

2.2.4	Factores que Afectan la Producción de Leche en la Cabra .....	9
2.2.5	Composición Química de la Leche de Cabra .....	9
2.2.6	Lípidos (Grasa).....	11
2.2.7	Carbohidratos.....	11
2.2.8	Proteínas .....	12
2.2.9	Caseínas .....	12
2.3	PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO .....	13
2.3.1	Recepción y Pre Tratamiento de la Leche .....	14
2.3.2	La Pasteurización de la Leche .....	15
2.3.3	Incorporación de Cloruro de Calcio .....	16
2.3.4	Los Cultivos Lácticos.....	16
2.3.5	Coagulación de la Leche .....	16
2.3.6	Tratamiento de la Cuajada .....	17
2.3.7	Desuerado.....	18
2.3.8	Moldeado .....	18
2.3.9	Prensado.....	19
2.3.10	Salazón .....	19
2.4	INFLUENCIA DE LAS CASEÍNAS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO DE CABRA .....	20
2.5	ASPECTOS FISICOQUÍMICOS CONSIDERADOS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO .....	21
2.6	TRABAJOS RELACIONADOS .....	21
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1	MATERIALES .....	23
3.1.1	Materiales de Campo .....	23
3.1.2	Materiales de Oficina.....	23

3.1.3	Materiales de Laboratorio.....	23
3.1.4	Reactivos.....	24
3.2	MÉTODOS.....	25
3.2.1	Ubicación del Área de Estudio .....	25
3.2.2	Selección y Tamaño de la Muestra .....	25
3.2.3	Variables de Estudio .....	26
3.2.4	Características Generales.....	26
3.2.5	Procesamiento de la Información .....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
4.1	EVALUACIÓN FÍSICA – QUÍMICA .....	29
4.1.1	Leche de Vaca .....	29
4.1.2	Leche de Cabra.....	31
4.1.3	Mezcla de la Leche Fluida de Vaca con la Leche Fluida de Cabra.....	32
4.1.4	Suero de la Mezcla de la Leche Fluida De Vaca con la Leche Fluida de Cabra .....	34
4.2	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA DEL QUESO RESULTANTE DE LA MEZCLA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A DIFERENTES PORCENTAJES.....	36
4.2.1	Análisis de Humedad y Materia Seca del Tratamiento 1 (50%-50%).....	36
4.2.2	Análisis de Humedad y Materia Seca del Tratamiento 2 (60%-40%).....	36
4.2.3	Análisis de Humedad y Materia Seca del Tratamiento 3 (70%-30%).....	37
4.3	EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE LA CONVERSION LECHE A QUESO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A DIFERENTES PORCENTAJES.....	38
4.3.1	Tratamiento 1 (50%-50%) .....	38
4.3.2	Tratamiento 2 (60%-40%) .....	39
4.3.3	Tratamiento 3 (70%30%).....	40

4.3.4	Rendimiento de conversión de litros de leche a kg de queso .....	41
<b>5</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>58</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
<b>Cuadro 1:</b> Composición nutricional promedio de dos leches (por 100 g)....	10
<b>Cuadro 2:</b> Promedios de análisis de leche fluida de vaca .....	29
<b>Cuadro 3:</b> Promedios de análisis de leche fluida de cabra .....	31
<b>Cuadro 4:</b> Promedios de análisis de la mezcla obtenido.....	32
<b>Cuadro 5:</b> Promedios de análisis del suero obtenido .....	34
<b>Cuadro 6:</b> Análisis de humedad y materia seca del queso .....	36
<b>Cuadro 7:</b> Análisis de humedad y materia seca del queso .....	36
<b>Cuadro 8:</b> Análisis de humedad y materia seca del queso .....	37
<b>Cuadro 9:</b> Rendimiento de la conversión leche a queso .....	38
<b>Cuadro 10 :</b> Rendimiento de la conversión leche a queso .....	39
<b>Cuadro 11:</b> Rendimiento de la conversión leche a queso .....	40
<b>Cuadro 12:</b> Promedio de conversión de leche a queso en los tres tratamientos .....	42

## ÍNDICE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Pag.</b>
<b>Figura 1:</b> Forma de la ubre en cabras (Le Jaouen, 1993) .....	5
<b>Figura 2:</b> Corte transversal de la glándula mamaria en cabras (Cuninhan, 1999).....	6
<b>Figura 3:</b> Diagrama de Flujo del Proceso Para la Elaboración de Queso (Lenoir et al., 1987).....	13
<b>Figura 4:</b> Provincia de Loja ( <a href="http://www.mapasecuador.net">www.mapasecuador.net</a> , 2014).....	25
<b>Figura 5:</b> Promedios de análisis de leche fluida de vaca .....	30
<b>Figura 6:</b> Promedios de análisis de leche fluida de cabra .....	32
<b>Figura 7:</b> Promedios de análisis de la mezcla obtenido .....	34
<b>Figura 8:</b> Promedios de análisis del suero obtenido.....	35
<b>Figura 9:</b> Porcentajes totales de humedad y materia seca de los tres tratamientos.....	37
<b>Figura 10:</b> Promedios de conversión de leche a queso .....	39
<b>Figura 11:</b> Promedios de conversión de leche a queso .....	40
<b>Figura 12:</b> Porcentajes del rendimiento, de suero liberado y merma por proceso térmico.....	41

## RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se realizó la sustitución parcial de leche cruda fluida de bovino por leche cruda fluida de cabra, para incrementar los sólidos totales en la elaboración de queso fresco, ejecutado en la Planta Piloto de Lácteos de la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja. Para ello se planteó tres tratamientos que fueron: tratamiento 1 mezcla de 50% leche de vaca y 50% leche de cabra, tratamiento 2 se realizó una mezcla 60% leche de vaca y 40% leche de cabra, tratamiento 3 se usó la mezcla de 70% leche de vaca y 30% leche de cabra; con cinco repeticiones cada tratamiento dando un total de 90 litros de leche de cabra y 150 litros de leche de vaca. La evaluación de los parámetros que se plantearon fueron: análisis físico-químico de la leche de vaca, análisis físico-químico de leche de cabra y rendimiento, además se hizo el respectivo control de calidad de leche, evaluando temperatura, pH, acidez, densidad. Se obtuvo un rendimiento leche/queso en el T1 de 2,44 Kg de queso a partir de 15,67 Kg de leche siendo este el mejor promedio de conversión, en el T2 se utiliza 15,68 Kg de leche y se obtiene 2,35 kg de queso y en el T3 se usó 15,74 Kg de leche y se obtuvo 2,36 kg de queso. En el análisis físico-químico tanto de la leche de vaca como la leche de cabra, los valores obtenidos, están dentro de los parámetros técnicos de cada una de las especies.

## **ABSTRAC**

In this research work the partial substitution of raw bovine milk fluid with raw goat milk was carried out in order to increase the total solids in the manufacture of cheese at the Pilot Dairy Plant of the Punzara Experimental Farm belonging to the National University of Loja. For this research three treatments were conducted: Treatment 1 was a mixture of 50% cow's milk and 50% goat milk; treatment 2 was carried out using a mixture that was 60% cow's milk and 40% goat's milk and Treatment 3 used a 70% cow's milk and 30% goat's milk mixture. Five repetitions for each treatment were implemented using a total of 90 liters of goat milk and 150 liters of cow's milk. The evaluation of the parameters comprised: a physical-chemical analysis of the cow's milk, a physico-chemical analysis of the goat's milk and yield, as well as a respective quality control of the milk, analysis of the temperature, the pH, the acidity and density. The output yield milk / cheese in T1 was 2.44 kg from 15.67 kg of milk therefore this was the best conversion average; in T2 from 15.68 kg of milk 2.35kg of cheese was obtained and in T3 from 15.74 kg of milk 2.36 kg of cheese was acquired. In the physical-chemical analysis of both cow's milk and goat's milk, the values obtained were within the technical parameters for each of the species.

## **TITULO**

“SUSTITUCION PARCIAL DE LA LECHE CRUDA FLUIDA DE BOVINO  
POR LECHE CRUDA FLUIDA DE CABRA, PARA INCREMENTAR LOS  
SOLIDOS TOTALES PARA LA ELABORACION DE QUESO FRESCO.”

# 1 INTRODUCCIÓN

La cabra ocupa el cuarto lugar en el mundo, numéricamente hablando, como especie doméstica. El país con mayor número de cabras lo tiene la India 117,000 seguido de China 95,530 contando ambos con el 40% de la población mundial caprina. Se han observado cambios significativos que demuestran el aumento de cabras en casi 50% a nivel mundial, mientras que los bovinos han disminuido más del 9%, lo cual parece deberse en parte a los sistemas de cuotas lecheras de los países europeos y al aumento de consumo de queso de cabra. Europa produce 17% de leche de cabra en el mundo, ubicándose la mayor producción en Grecia, España, Italia y Francia. La industria de la transformación de esta leche en Francia y España se ha desarrollado de manera considerable, siendo utilizada para la elaboración de quesos destinados al mercado de exportación.

En el Ecuador la principal vocación de la crianza de caprinos es variada, desde lugares donde se crían preferentemente para la producción de carne, hasta lugares donde su principal ingreso representa la producción de leche. Económicamente es posible demostrar que los mejores ingresos de una explotación caprina se dan con la producción de leche, la misma que puede consumirse sola o transformada en quesos. A pesar del poco valor actual de los quesos artesanales producidos en el país, ésta transformación les permite a los criadores comercializar sus quesos en las principales ciudades y agenciarse así de algunos ingresos. Los actuales quesos artesanales de leche de cabra son producidos con una escasa tecnología, no existe un control de la calidad de la leche, no se pasteuriza, se usa un cuajo natural mantenido en deficientes condiciones. En la Provincia de Loja existe una mayor producción de ganado caprino en los cantones Zapotillo, Catamayo, Macará y en menor proporción en los cantones de la parte sur de la provincia debido al clima cálido seco que es favorable para el desarrollo

de la especie, es por ello la producción de leche de cabra se produce a menor escala en comparación con la leche de vaca, sin embargo es bastante apetecida porque se le atribuye propiedades curativas y por su alto valor nutritivo.

Para el presente trabajo investigativo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar los sólidos totales analizando tres diferentes porcentajes de mezcla de leche de vaca y cabra, con el fin de obtener información y datos que ayuden a la aplicación de nuevas tecnologías para la obtención de queso fresco a partir de leche cruda fluida.
- Sustituir parcialmente la leche cruda fluida de bovino por leche cruda fluida de cabra, para incrementar los sólidos totales y mejorar el rendimiento en la elaboración de queso fresco.
- Establecer diferencias físico-químicas entre los dos tipos de leche: grasa, sólidos no grasos, densidad, proteínas, lactosa, contenido de agua añadida, temperatura de la leche, punto de congelación, sales minerales, pH, conductividad, mediante la utilización de equipo analizador de leche por ultrasonido (LactoScan SA50).
- Determinar, la mezcla apropiada para la sustitución parcial para la leche cruda fluida de bovino por leche cruda fluida de cabra.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

#### 2.1.1 Producción Mundial de Cabras Productoras de Leche

La cabra es un rumiante capaz de adaptarse a una gran variedad de condiciones ambientales, desarrollándose tanto en zonas desérticas como montañosas. Dicha especie se ha establecido, principalmente, en países donde predominan climas extremos ya que se adapta perfectamente al pastoreo en matorrales y otras especies vegetales, además de mostrar altos índices de fertilidad y un aspecto sumamente importante para la población infantil de estos países, la eficiente producción láctea (*Galina et al., 1995*).

La cabra ocupa el cuarto lugar en el mundo, numéricamente hablando, como especie doméstica. El país con mayor número de cabras lo tiene la India 117,000, seguido de China 95,530, contando ambos con el 40% de la población mundial caprina. Se han observado cambios significativos que demuestran el aumento de cabras en casi 50% a nivel mundial, mientras que los bovinos han disminuido más del 9%, lo cual parece deberse en parte a los sistemas de cuotas lecheras de los países europeos y al aumento de consumo de queso de cabra. Europa produce 17% de leche de cabra en el mundo, ubicándose la mayor producción en Grecia, España, Italia y Francia. La industria de la transformación de esta leche en Francia y España se ha desarrollado de manera considerable, siendo utilizada para la elaboración de quesos destinados al mercado de exportación (*Morand-Fehr et al., 1999, Le Jaouen y Toussaint, 1993; CEFRAPIT, 1998*).

### **2.1.2 Situación Actual en el Ecuador.**

La principal vocación de la crianza de caprinos es variada, desde lugares donde se crían preferentemente para la producción de carne, hasta lugares donde su principal ingreso representa la producción de leche. Económicamente es posible demostrar que los mejores ingresos de una explotación caprina se dan con la producción de leche, la misma que puede consumirse sola o transformada en quesos. A pesar del poco valor actual de los quesos artesanales producidos en el país, esta transformación les permite a los criadores comercializar sus quesos en las principales ciudades y agenciarse así de algunos ingresos. Los actuales quesos artesanales de leche de cabra son producidos con una escasa tecnología, no existe un control de la calidad de la leche, no se pasteuriza, se usa un cuajo natural mantenido en deficientes condiciones (*Saca, 2001*).

### **2.1.3 Requerimientos Nutricionales para la Cabra Lechera**

Al inicio de la lactación, el apetito de la cabra generalmente es insuficiente para cubrir los gastos energéticos de mantenimiento y producción de leche, por lo que se utilizan las reservas corporales (grasa y proteína). La energía movilizada se utiliza para la síntesis de leche con una eficiencia aproximada del 80%. El valor promedio de las necesidades por cada Kg de ganancia para los animales lecheros es de 9 Mcal de energía metabolizable (EM). Asimismo, se estima que son necesarias 1.6 Mcal de EM por cada litro de leche producido con una densidad de 3.5% de grasa (*INRA, 1988; Galina et al., 1995*)

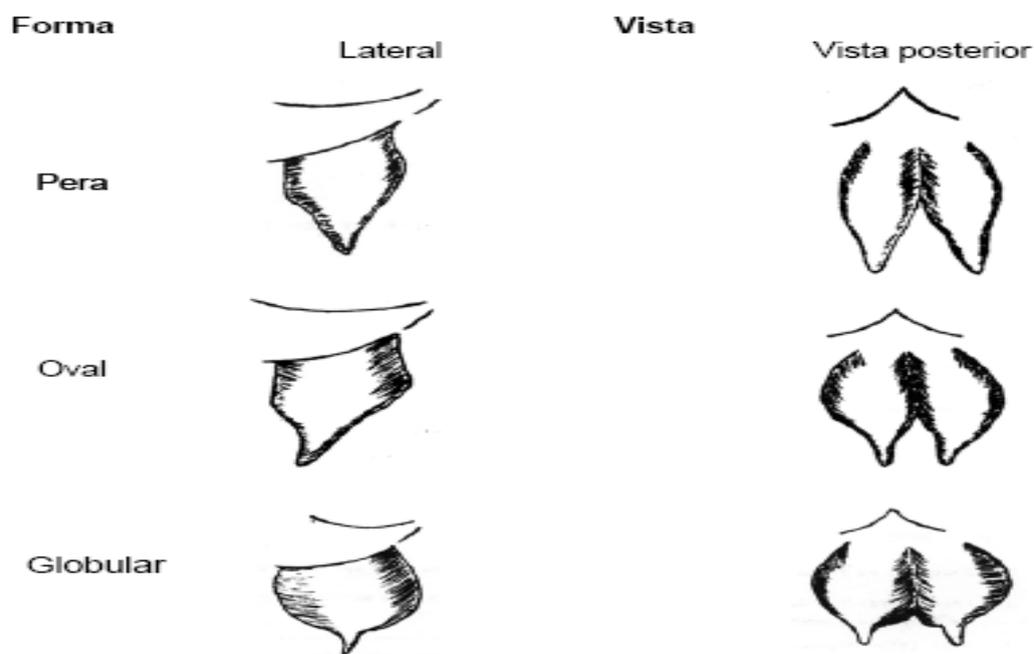
La mayoría de los aminoácidos es absorbida en el intestino delgado a partir de dos fuentes: las proteínas alimenticias que han escapado de la degradación microbiana y las proteínas de los microorganismos sintetizadas

en rumen. Se necesitan 60 g de proteína digestible por cada 100 Kg de peso vivo o por cada Kg de leche producida (INRA, 1988).

## 2.2 GLÁNDULA MAMARIA DE LA CABRA

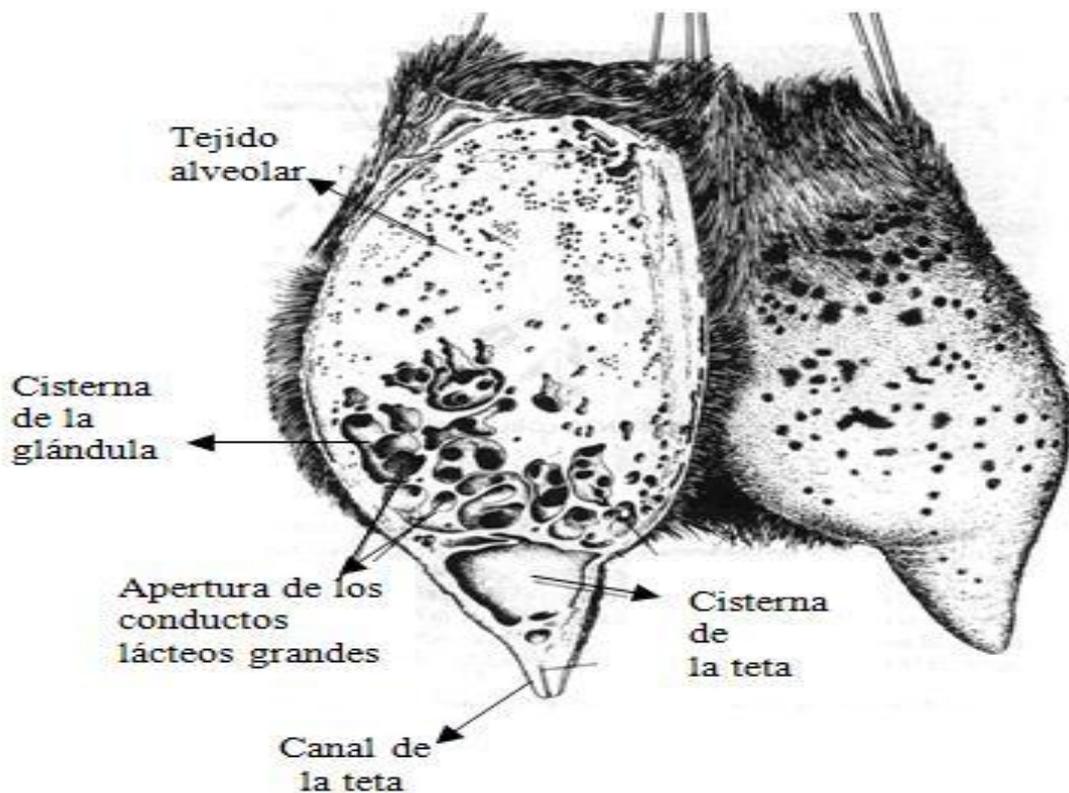
### 2.2.1 Morfología

*Le Jaouen (1993)*, describe las ubres caprinas en tres clases de acuerdo a su forma, las cuales se aprecian en la Figura 1. Estas formas son: 1) de pera alargada en donde las tetas se distinguen muy poco de la parte glandular, 2) oval o tipo alpino las cuales se inserta bien al abdomen y son tetas voluminosas bien separadas de la parte glandular, ligeramente inclinadas hacia el frente y 3) globular o tipo Saanen que están bien insertas en el abdomen, algunas veces tan anchas como altas y con las tetas más pequeñas que los otros tipos.



**Figura 1:** Forma de la ubre en cabras (Le Jaouen, 1993)

De la cisterna de la glándula parten una serie de conductos los cuales se ramifican muchas veces hasta llegar a un conducto pequeño que drena cada alvéolo. Los microscópicos conductos terminales y los alvéolos se componen de una sola capa de células epiteliales. La función de estas células en los alvéolos es remover nutrientes de la sangre, transformarlos a leche y descargarla en el lumen de cada alvéolo. Los conductos galactóforos o listados, son los conductos por los cuales viaja la leche de la glándula mamaria al neonato cuando mama, es importante resaltar que la cabra presenta un sólo galactóforo por teta, como se muestran en la Figura 2 (Ruckebush et al., 1994; Cunningham, 1999).



**Figura 2:** Corte transversal de la glándula mamaria en cabras (Cuninhan, 1999)

### 2.2.2 Fisiología

Después del nacimiento de las cabras, el sistema de conductos primarios se agranda y ramifica, en su mayor parte después de la pubertad, esto es gracias a cada oleada hormonal de estrógenos y progesterona de los recurrentes ciclos estrales. Las células mioepiteliales que rodean al alvéolo se contraen en respuesta a la oxitocina, hormona neurohipofisiaria liberada por reflejos neuroendocrinos provocando la expulsión de la leche. (*Ruckebusch et al., 1994; Gordon, 1972*).

Los reflejos neuroendocrinos se inician por la percepción de la cabra de un estímulo y la conducción de esta información a los centros nerviosos superiores. Estos estímulos se originan por la manipulación de la ubre antes de la ordeña, además de los estímulos visuales, olfatorios y acústicos que prevalecen en el lugar de la ordeña. Los impulsos nerviosos ascienden al cordón espinal y de ahí llegan al núcleo para-ventricular del hipotálamo y viajando después a la glándula pituitaria posterior, donde causan la liberación de la oxitocina hacia la corriente sanguínea. Al llegar la oxitocina a la ubre, se difunde en los capilares y causa la contracción de las células. Esta acción de exprimir los alvéolos causa un aumento en la presión intramamaria, forzando a la leche a pasar a los conductos así como a las cisternas de la glándula y de la teta. Normalmente y si el animal no es perturbado, la oxitocina llega a la glándula mamaria en aproximadamente 25 segundos (*Knight et al., 1982, Cunningham, 1999; Ralph, 1978*).

Durante la lactancia, las hormonas requeridas para su sustentación incluyen la prolactina, hormona del crecimiento, hormonas de la tiroides y paratiroides así como esteroides adrenales. De las hormonas anteriores, la prolactina puede variar en amplios límites sin afectar seriamente la producción de leche por lo que es posible que el papel principal de esta sea en el inicio

de la lactación más que en el mantenimiento de la secreción de leche. (Randall et al., 1997; Cunningham, 1999; Eckert, 1988).

### **2.2.3 Síntesis y Secreción de Componentes Nutricionales de la Leche**

Los componentes de la leche son sintetizados a partir de precursores presentes en el plasma sanguíneo, los cuales son utilizados por la glándula mamaria. Para llevar a cabo esta síntesis, las células de la glándula mamaria requieren todos los elementos necesarios para su metabolismo y especialmente los metabolitos como glucosa, acetato y ácidos grasos no esterificados (AGNE). Estos metabolitos son utilizados por la ubre como precursores en la síntesis de componentes de la leche o como substratos que se catabolizan para proporcionar energía en dicha síntesis (Knight et al., 1982). La glucosa es el único precursor de la lactosa (que es el principal azúcar de la leche). Para que la síntesis respectiva se lleve a cabo se necesitan dos moléculas de glucosa. Una de las unidades de glucosa es isomerizada en galactosa y la condensación de estas dos moléculas es catalizada por la enzima lactosa sintetasa (Ruckebush et al., 1994).

Los triglicéridos de la leche se forman a partir de glicerol y ácidos grasos sintetizados *de novo* en las células mamarias en los alvéolos o tomados directamente de la sangre. Cuando este último es el caso, se requiere la acción de la lipasa-lipoproteína para inducir la hidrólisis de quilomicrones y triglicérido-lipoproteínas. La lipasa-lipoproteína se encuentra en la sangre venosa de la glándula y en el tejido mamario. De los ácidos grasos hidrolizados por esta enzima solo una pequeña porción es tomada por la ubre lo mismo que el glicerol libre (Chilliard, 1980).

Referente a la síntesis de ácidos grasos, se ha demostrado que esta se lleva a cabo en las células alveolares de la glándula mamaria y se produce a

partir de acetato y  $\beta$ -hidroxibutirato. Entre todos los precursores de los ácidos grasos de la leche de cabra, la contribución de acetato representa el 12% y el  $\beta$ -hidroxibutirato el 9.4%. Los metabolitos anteriores son activados a Acetil CoA y  $\beta$ -hidroxibutirato (Smith *et al.*, 1974). Las enzimas ácido graso sintetasas, alargan las cadenas de carbonos a través de la condensación de unidades de dos carbonos partiendo de Malonil CoA. Los ácidos grasos que proceden del plasma sanguíneo o que son sintetizados en la ubre son casi todos esterificados en la forma de triglicérido en los microsomas o mitocondrias y estos triglicéridos en el tejido de la glándula mamaria son principalmente proporcionados a través de la ruta  $\alpha$ -glicerofosfato (Ruckebusch *et al.*, 1994). Después de que los triglicéridos han sido sintetizados, estos se acumulan en pequeñas gotas estabilizadas por una capa exterior de fosfolípidos. Los triglicéridos son entonces secretados por exocitosis (Cunninham, 1999).

#### **2.2.4 Factores que Afectan la Producción de Leche en la Cabra**

Son diversos los factores que modifican la producción de leche en las cabras, siendo difícil determinar la influencia individual que ejerce cada uno de ellos. Sin embargo, se han dividido en dos tipos: 1) los de carácter genéticos siendo la raza el factor principal en la producción de leche y 2) los relacionados con el medio ambiente incluyendo el clima, sistemas alimentarios y sistemas de manejo. La edad del parto, el número de lactancia y duración de la misma, también son incluidos en este último tipo de factor (López, 1999; Palma, 1995).

#### **2.2.5 Composición Química de la Leche de Cabra**

La leche es el principal alimento de los mamíferos recién nacidos, ya que consiste de un sistema complejo formado por dos fases físicamente

homogéneas: una líquida y otra sólida; entre estas fases se encuentran diversos constituyentes de naturaleza glucosídica, lipídica, proteínica, vitamínica y mineral (Martin, 1993; Silanikove et al., 2003).

El calcio está proporcionado entre la fase coloidal y la acuosa, esta distribución parece estar determinada por los niveles de caseína en la leche (Holt et al., 1984; Neville et al., 1994)

La leche de cabra en comparación con la de vaca son muy similares, sin embargo, en un análisis más detallado se observan diferencias muy particulares, principalmente en el contenido energético, lípidos, caseínas y minerales (Coveney et al., 1985; Grandpierre et al., 1988).

**Cuadro 1:** Composición nutricional promedio de dos leches (por 100 g).

<b>COMPOSICIÓN DE LECHE DE CAPRINA Y BOVINA</b>			
<b>Nutrimento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cabra</b>	<b>Vaca</b>
Agua	G	87.5	87.7
Energía	Kj	296	272
	Kcal	71	65
Proteínas		3.3	3.3
Caseínas/Lactoproteínas	G	83/17	82/18
Lípidos	-	4.5	3.8
Carbohidratos	G	4.6	4.7
Na	Mg	40	50
K	Mg	180	150
Ca	Mg	130	120
Mg	Mg	20	12
P	Mg	110	95
Fe	Mg	0.04	0.05
Cu	Mg	0.05	0.02
Zn	Mg	0.30	0.35

**Fuente:** (Coveney et al., 1985; Grandpierre et al., 1988)

### **2.2.6 Lípidos (Grasa)**

Los lípidos son los principales representantes como fuente de energía de la leche de cabra. Sin embargo, se caracteriza por contener ácidos grasos de cadena relativamente corta (ácido capríco, caprílico y caproico), que pueden ser absorbidos por mecanismos más simples que los ácidos grasos de cadena larga, la leche de cabra no tiene carotenos, esta ausencia explica su color blanco al igual que el del queso (*Desjeux et al., 1989, Peraza, 1987; Minikhiem, 2002*).

Los ácidos grasos representan una fuente importante de energía para el metabolismo de las mitocondrias que recuperan la energía química por la síntesis de ATP que es la molécula que produce la energía necesaria para las funciones celulares. La entrada de ácidos grasos a las mitocondrias necesita la presencia de carnitina. La leche de cabra contiene concentraciones ricas en carnitina, esto implica que esta leche sea más apropiada para la utilización de los lípidos (*Sandor et al, 1982; Penn et al, 1997*).

### **2.2.7 Carbohidratos**

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche, este disacárido es hidrolizado en glucosa y galactosa por la enzima lactasa presente en las células epiteliales que tapizan el interior del tubo digestivo de los mamíferos. La glucosa es el monosacárido resultante de esta hidrólisis el cual es absorbido por un mecanismo específico a nivel de los eritrocitos (*Desjeux et al., 1989*).

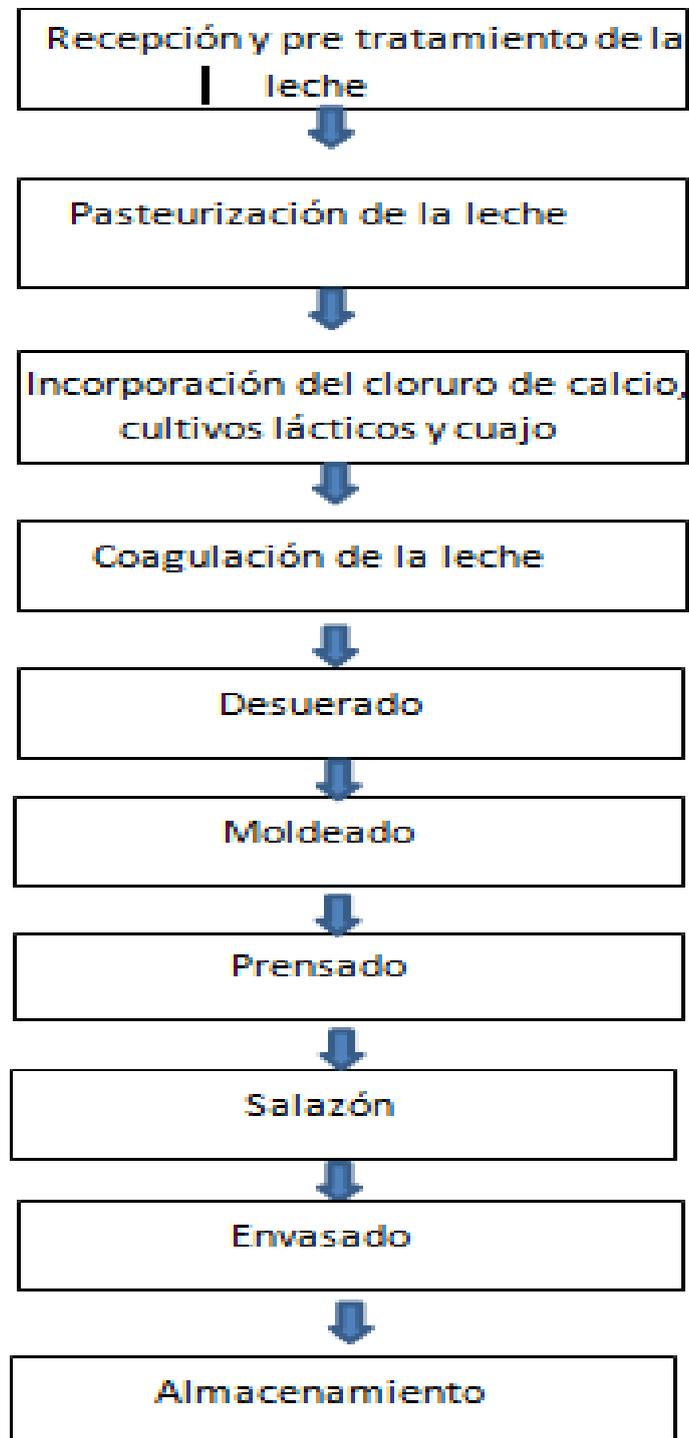
### **2.2.8 Proteínas**

Las proteínas de la leche de cabra y la de vaca son similares, lo cual implica ventajas nutricionales parecidas; sin embargo, la concentración elevada de proteínas en la leche de vaca puede ocasionar una sobrecarga renal y como consecuencia la deshidratación hipertónica; esto último sobre todo en niños lactantes de más de seis meses de edad (*Desjeux et al., 1989; Birkbeck, 1984; Grandpierre et al., 1988*).

### **2.2.9 Caseínas**

La mayoría de las proteínas en la leche tienen influencia directa sobre las propiedades fisicoquímicas de la misma, así como en las cualidades de sus subproductos, particularmente en el queso. Se sabe que las caseínas presentan variantes genéticas provenientes de la expresión de seis genes que se traducen en proteínas con estructuras muy específicas tales como la  $\alpha$ - lactoalbúmina y la  $\beta$ - lactoglobulina que, en los rumiantes, constituyen las mejores proteínas del suero de la leche y en cuatro caseínas:  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ . (*Remeuf, 1993; Hollar, 1991*).

### 2.3 PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO



**Figura 3:** Diagrama de Flujo del Proceso Para la Elaboración de Queso  
(Lenoir et al., 1987)

Los principios básicos de la elaboración de quesos son de carácter general, es decir, pueden ser aplicados a todas las variedades de quesos existentes en el mundo, independiente de la especie de la cual proviene la leche. Por lo tanto estos fundamentos pueden ser aplicados a la elaboración de quesos de cabra, vaca u oveja (*Guzmán, 2007*).

### **2.3.1 Recepción y Pre Tratamiento de la Leche**

Nunca se recalcará demasiado que para producir quesos buenos se tiene que partir de leche de buena calidad, por lo tanto, deben realizarse las operaciones siguientes:

- Filtrar la leche.
- Obtención de una muestra representativa de la materia prima con el fin de proceder a realizar análisis básicos que determinen su calidad.
- Proceder a enfriarla en caso que no se utilice en forma inmediata
- Proceder a filtrar la materia prima, para remover todas aquellas partículas groseras tales como pelos, pajas, polvo, etc.
- Limpiar el paño filtro frecuentemente o utilizar otro en su reemplazo La leche no debe tener olores o sabores anormales y debe ser procedente de animales sanos.

El control más común de composición que se practica a la leche es la determinación de la grasa de la leche. Los quesos de tipo artesanal, ya sean de cabra, vaca u oveja, comúnmente se elaboran con leche entera, es decir, aquella que contiene toda la materia grasa. Sin embargo es posible fabricarlos con leche descremada, parcialmente descremada, leche con agregados de sólidos no grasos y agregados de leche evaporada y crema. La composición de la leche puede ser alterada durante la elaboración de queso agregando ciertas sustancias de fuentes distintas a ella. Se agrega cloruro de calcio para corregir defectos en la coagulación, producidos por tratamientos térmicos durante la pasteurización (*Guzmán, 2007*)

El uso del cloruro de calcio en la leche para queso es normalmente restringido de acuerdo con las normas legales. La cantidad está limitada a un máximo de 20 gramos por cada 100 litros de leche. La fabricación de quesos a nivel artesanal se ha realizado, en forma importante, utilizando leche cruda. La leche en ese estado tiene todo el calcio que la caracteriza y por lo tanto, no será necesario incorporar cloruro de calcio. Sin embargo, si es pasteurizada, debe añadirse el mencionado producto en la dosis recomendada anteriormente como una forma de restituir el calcio que se pierde durante la pasteurización (*Guzmán, 2007*).

### **2.3.2 La Pasteurización de la Leche**

La leche a la salida de la ubre sana contiene muy pocos microorganismos pero después, a consecuencia del manejo, se va contaminando con los microorganismos predominantes en el medio, algunos de los cuales son perjudiciales y otros son gérmenes normalmente usados en la fabricación del queso. Teóricamente se puede decir que la leche debería ser de calidad suficiente para permitir la producción de queso de primera sin pasteurizar, pero bajo condiciones reales de la leche contiene siempre un alto número de microorganismos. En la fabricación tradicional, el queso en el ámbito de la pequeña empresa es producido sin control sobre la flora de la leche y como ésta varía constantemente en cantidad y calidad, los resultados son siempre variables y difícilmente se consigue un producto uniforme que hoy día es imprescindible en el mercado (*Guzmán, 2007*).

Bajo el punto de vista sanitario higiénico y técnico, se hace necesario pasteurizar la leche destinada a la producción de queso. Es evidente que no se debe considerar la pasteurización como método de la sustitución de la higiene de producción y en todo momento se debe tener presente que para producir productos de primera calidad es necesario contar con materia prima de buena calidad. La fabricación de queso sin las innovaciones de la técnica permite producir quesos de alta calidad, principalmente, durante aquellas

épocas del año donde la temperatura es templada (*Guzmán., 2007*).

### **2.3.3 Incorporación de Cloruro de Calcio**

Para equilibrar las leches pasteurizadas afectadas por la acción del calor, es útil, emplear el cloruro de calcio. La adición de cloruro de calcio en la leche, produce una concentración de iones calcio, mejora y acorta la coagulación posterior. En solución es un producto de grado comestible ( $\text{CaCl}_2$ ), de color claro. Puede ser usado como un agente ayudante en la coagulación de la leche cuando el contenido de minerales en la misma se encuentra desbalanceado, se puede utilizar en cualquier producto alimenticio que requiere cloruro de calcio (*Guzmán, 2007*).

### **2.3.4 Los Cultivos Lácticos**

Antes de la aplicación práctica de la microbiología a la industria de alimentación, los productos lácteos eran solamente fabricados por fermentaciones naturales condicionadas por el medio ambiente y condiciones locales. Con la aplicación del proceso de pasteurización de la leche, se volvió necesario sustituir en ella los microorganismos naturales por otros seleccionados y producidas en condiciones técnicas que garanticen una producción homogénea de quesos durante toda la temporada. De esta forma el uso de cultivos lácticos puros es imprescindible para obtener productos de buena calidad (*Guzmán, 2007*).

### **2.3.5 Coagulación de la Leche**

Para poder comprender los cambios que se verifican durante la formación y trabajo de la cuajada, es conveniente explicar, algunas nociones sobre naturaleza de las proteínas de la leche y el efecto que tienen sobre ella los agentes coagulantes usados en la fabricación de queso. La caseína es el

principal constituyente nitrogenado de la leche y se encuentra en su estado normal bajo la forma de grandes partículas coloidales esféricas (micelas) de fosfocaseinato de calcio, constituido por proteínas, cantidades apreciables de calcio y fósforo, así como por porcentajes menos abundantes de magnesio.

Cuando por acción físico-química y mecánica se separan la cuajada (gel), el suero (fase acuosa) restante presenta el aspecto de un líquido verdoso que contiene elementos solubles y lacto albúmina y globulina, en forma de solución coloidal muy dispersa. Estas dos últimas proteínas no precipitan durante la coagulación de la leche por acción del cuajo y quedan todavía en suspensión en el suero. La cuajada forma una masa blanca que retiene la mayor parte de grasa, bacterias y fosfato de calcio coloidal, así como una parte apreciable del suero y sus constituyentes. En la producción de quesos se puede usar como agentes coagulantes el cuajo, el cual puede adquirirse en el comercio especializado o fabricarse en forma casera utilizando el estómago de cabritos lactantes. En un vaso de tamaño regular se le agrega una pequeña cantidad de agua fría. Seguidamente, se le incorpora la cantidad de cuajo líquido determinado. Después de determinar la temperatura de la leche, agregar, lentamente, el contenido del vaso mientras se agita la leche en forma continua (*Guzmán, 2007*).

### **2.3.6 Tratamiento de la Cuajada**

Cuando se prolonga el tiempo en que deja sin cortar en la tina la cuajada lista, se forman en la superficie de la misma gotas de suero que van aumentando en número y tamaño, se unen y forman una capa líquida sobre la cuajada. Este suero sale de la cuajada por la contracción de la misma, que la vuelve poco a poco más firme y más consistente. La contracción de la cuajada es directamente favorecida por el aumento de la acidez y de la temperatura, y a su vez la extensión de la contracción influye en alta medida en la humedad final y la consistencia del queso. Por otro lado la

humedad determina directamente el contenido de la lactosa de la cuajada y, por lo tanto, la acidez consecuente. Para imprimir al queso las características deseadas hay que favorecer y controlar la salida de la humedad de la cuajada en las condiciones inherentes a cada tipo de queso. Ahora, como la cuajada forma una masa semigelatinosa blanda y suave que ocupa completamente el volumen original de la leche líquida, la contracción sólo muy lentamente podría hacer perder a la cuajada la cantidad necesaria de la humedad atrapada en sus mallas. Por esto, para poder acelerar y controlar la salida de la humedad (suero) es necesario fraccionar la cuajada y someterla a la agitación, al calor y al prensado (*Guzmán, 2007*).

### **2.3.7 Desuerado**

Al terminar el calentamiento y trabajo adecuado de la cuajada, y cuando presenta la consistencia y características apropiadas a cada tipo de queso, se interrumpe la agitación y se deja al grano bajar al fondo de la tina para enseguida empezar el desuerado. Si se interrumpe el trabajo antes de que el grano adquiera la consistencia, humedad y acidez apropiadas, el queso quedará con demasiada humedad, muy blando y posiblemente con acidez exagerada y con textura futura friable (se desmigaja); si al contrario se tarda demasiado en empezar el desuerado, el queso quedará seco y duro (*Guzmán,2007*).

### **2.3.8 Moldeado**

El moldeado del queso tiene por finalidad dar al producto un determinado formato y tamaño de acuerdo a sus características y de cierto modo de acuerdo a la tradición y a exigencias del mercado. Al colocar la cuajada en los moldes, en general se revisten éstos de tela o paño para facilitar la salida de algo de suero y para formar la corteza. Los paños deben ser colocados

de modo de no provocar marcas ni arrugas en la superficie del queso (Guzmán., 2007).

### **2.3.9 Prensado**

El objetivo del prensado es separar más otro poco de suero, compactar la masa uniendo el grano e imprimir al queso el formato deseado. La prensa apenas permite sacar al queso una pequeña proporción de suero y sólo es posible extraer parte de la humedad intersticial, pues la humedad unida a la proteína no puede ser separada por la presión. Los quesos suaves y con mucho suero deben ser sometidos a una presión liviana pero los quesos duros y con menos suero pueden ser prensados más fuertemente. Pero en cualquier circunstancia la presión debe ser aplicada con menor intensidad al principio para ser aumentada después en fases sucesivas. En general, la presión se dobla en intensidad al final con relación a la presión inicial. (Guzmán., 2007).

### **2.3.10 Salazón**

La salazón del queso es efectuada con las finalidades principales de impartir cualidades de sabor que lo hacen más apetecible; dar al producto mayor conservación; inhibir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables y seleccionar la flora normal del queso. Existen numerosas formas de salar los quesos, sin embargo algunas requieren de algún grado de cuidados que a nivel artesanal dificultan su aplicación. Es por esta razón que se explicará a continuación un método fácil, seguro y práctico de salazón (Guzmán., 2007).

## 2.4 INFLUENCIA DE LAS CASEÍNAS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO DE CABRA

Las caseínas en la leche determinan la formación del cuajo. El coeficiente de correlación generalmente se observa entre los contenidos de caseínas y los parámetros en el rendimiento del cuajo formado. En la elaboración de queso, el coeficiente de recuperación de la materia seca de la leche, aumenta de acuerdo al contenido de caseínas, teniendo un cuajo más firme y resistente. El aumento en el contenido de caseínas se traduce en disminución de la cantidad de lactosuero liberado (*Lenoir et al., 1987*).

*Remeuf (1993)*, determinó que la caseína  $\alpha_{S1}$  puede influir en la disminución de la concentración nitrógeno total en la leche de cabra, la taza butírica se ve incrementada, así como la de calcio.

El tamaño micelar aumenta y por lo tanto, este tipo de leche puede producir un cuajo más firme. La  $\beta$  caseína tiene efectos contrarios, ya que disminuye los niveles de grasa y de la mineralización de las micelas, aunque por otro lado, favorece el tamaño micelar. Se ha determinado que la leche que contiene elevadas concentraciones de esta caseína presenta un cuajo más friable. (*Marie et al., 1994; Pearse et al., 1986*).

Por lo anterior, se ha demostrado la existencia de una correlación negativa de la concentración de  $\beta$ -caseína (*Storry et al., 1983*), en la formación del cuajo de una manera más estrecha a comparación de la  $\alpha_S$  (*Grandison et al., 1984*). Por otro lado, se ha observado que la leche que presenta mayor cantidad de  $\kappa$  caseína, tiene un tamaño pequeño de las micelas, provocando la formación del cuajo de manera más lenta en comparación con leches que contienen las caseínas  $\alpha$  y  $\beta$  (*Marie et al., 1993*).

## **2.5 ASPECTOS FISICOQUÍMICOS CONSIDERADOS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO**

Las características fisicoquímicas tales como pH, grasa y proteína, están relacionadas con el comportamiento de la leche durante el proceso de elaboración de queso, en las etapas de coagulación, desuere y maduración del cuajo. Especialmente, tienen efecto en la concentración de caseínas totales sobre la formación de cuajo, la dimensión de la mineralización de las micelas, así como la distribución de las sales minerales (*Remeuf, 1994*).

En cuanto a la relación entre la dimensión de las micelas y la formación del cuajo, *Niki et al., (1984)*, estableció los mayores rendimientos en el cuajo con leches que contienen micelas pequeñas con más forma que las que tienen micelas grandes. La hipótesis supone que el efecto de leches con micelas pequeñas es característico para la formación de una red proteica más densa.

## **2.6 TRABAJOS RELACIONADOS**

*Sanz, (2007)* habla de las leches de las distintas especies de rumiantes, bien directamente o en forma de productos derivados, pues la leche constituye un alimento de singular importancia para el ser humano durante toda su vida. Ya sea para su consumo directo o en forma de productos derivados, la leche de vaca es la más empleada en todo el mundo occidental en razón especialmente de su mayor disponibilidad. Es bien conocido que la calidad de un alimento se considera hoy dependiente no solo del potencial del mismo para satisfacer las necesidades nutritivas del consumidor, si no también, de su posible contribución en el mantenimiento del buen estado de salud. En este sentido, la leche de cabra así como los productos derivados de ella, se vienen considerando últimamente, de acuerdo con su composición específica de un gran interés dentro de la nueva tendencia por consumir alimentos de alta calidad, tanto nutritiva como saludable. En

cuanto a la calidad nutritiva de la leche de cabra presenta frente a la de vaca, desde hace tiempo se viene indicando que el valor tanto de su proteína como de su grasa podría resultar mejor de acuerdo con su utilización tanto a nivel digestivo como metabólico.

*Para Albán, (2006)* la palabra queso tiene sus orígenes en el vocablo indoeuropeo “caseus” que significa “que carece de suero”. Para explicar sus orígenes han surgido múltiples versiones, desde historias míticas, hasta narraciones en las que se atribuye el descubrimiento a la casualidad y a la necesidad de conservar la leche, el queso fresco se caracteriza por ser un producto poco fermentado, aunque ligeramente ácido (pH 5,3) muy líquido (actividad de agua 0,9), con un bajo porcentaje de sal (menor a 3%) y con un potencial de óxido reducción (ausencia de oxígeno). Cuanto más suero se extrae más compacto es el queso. El queso se elabora desde tiempos prehistóricos a partir de la leche de diferentes mamíferos. Hoy en día, sin embargo, la mayoría de los quesos son de leche de vaca, a pesar del incremento que ha experimentado en los últimos años la producción de quesos de oveja y cabra. Es un elemento importante en la dieta de casi todas las sociedades porque es nutritivo, natural, fácil de producir en cualquier entorno.

## **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 MATERIALES**

#### **3.1.1 Materiales de Campo**

- Mandil
- Guantes
- Recipientes para leche
- 150 litros de leche cruda fluida de bovino
- 90 litros de leche cruda fluida de cabra
- Marcadores
- Muestras de campo
- Cámara fotográfica
- Botas de caucho

#### **3.1.2 Materiales de Oficina**

- Computadora
- Libreta de apuntes
- Calculadora
- Esferográfico

#### **3.1.3 Materiales de Laboratorio**

- Balanza de precisión electrónica
- Pipetas volumétricas de 10 ml.
- Vasos de precipitación de 10 ml.

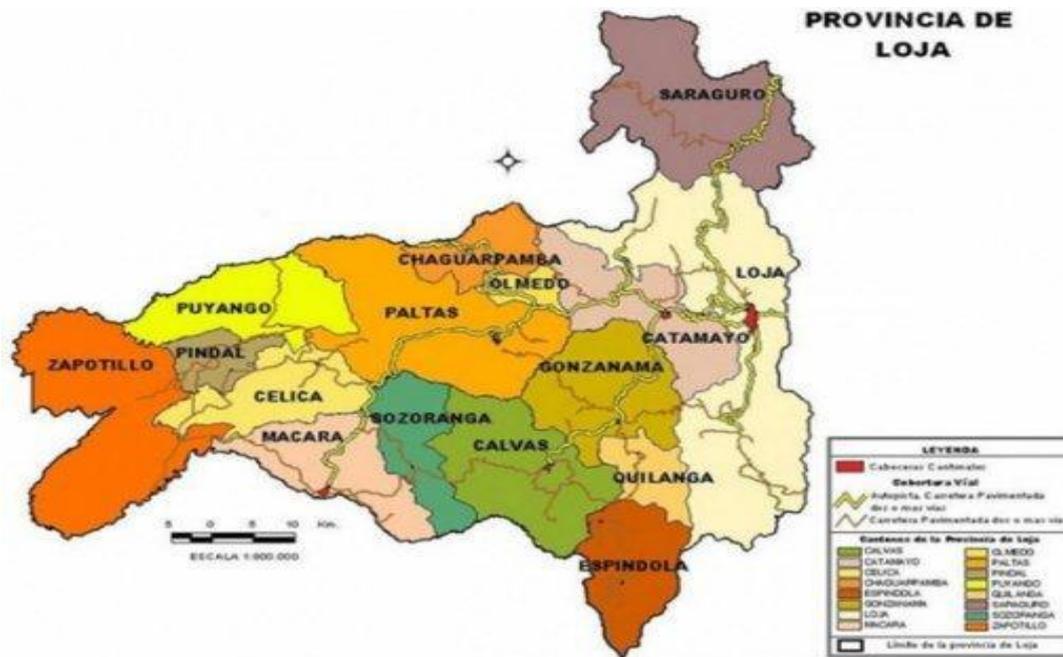
- Agua destilada
- Moldes de acero inoxidable para aproximadamente masa de cuajada de 454g.
- Mallas de desuerado y cernidores
- Cocineta industrial
- Tacos para prensado
- Tela para moldeo de queso
- Paletas y liras para agitación de acero inoxidable
- Gas licuado de petróleo
- LactoScan SA50
- pH-metro
- Acidómetro Dornic
- Olla de acero inoxidable

#### **3.1.4 Reactivos**

- NaOH( 1/9 N.)
- Fenolftaleína
- Soluciones tampón (Ph= 7.0, Ph =5.0, Ph=4.0)
- Cloruro de calcio en dilución
- Cuajo liquido
- Solución de limpieza ácida para Lactoscan SA50
- Solución de limpieza alcalina para Lactoscan SA50

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Ubicación del Área de Estudio



**Figura 4:** Provincia de Loja ([www.mapasecuador.net](http://www.mapasecuador.net), 2014)

La presente investigación se realizó en el cantón Loja, de la provincia que lleva su mismo nombre, la cual está ubicada a 2100 msnm, con una temperatura promedio de 16 – 24°C, la provincia de Loja limita con las provincias de El Oro al oeste; con la provincia de Zamora Chinchipe al este; con la provincia del Azuay al norte; y al sur con la República del Perú. ([www.mapasecuador.net](http://www.mapasecuador.net), 2014)

### 3.2.2 Selección y Tamaño de la Muestra

En lo que respecta a la recolección de la materia prima, se lo hizo en el cantón Catamayo de la provincia de Loja, en el sector San José. Cabe mencionar que la leche recolectada fue obtenida de diversos productores, los cuales manejaban únicamente ganado caprino mestizo.

Para el estudio de características de conversión de leche-queso, se planteó primeramente tres porcentajes, los cuales consisten en mezclar de leche fluída de cabra con leche fluída de vaca. Cuyos porcentajes fueron: 50% leche de vaca más 50% leche de cabra (8 litros de leche fluída de vaca - 8 litros de leche fluída de cabra); 60% leche de vaca más 40% leche de cabra (9,6 litros de leche de vaca – 6,4 litros de leche fluída de cabra); y finalmente 70% leche de vaca más 30% leche de cabra (11,2 litros de leche fluída de vaca – 4,8 litros de leche fluída de cabra), con cinco repeticiones cada porcentaje, dando un total de leche de vaca utilizada de 150 litros; y 90 litros de leche de cabra utilizada. Seguidamente se realizó el análisis de la leche fresca así como de su suero para el cálculo de balance de materia, en el proceso mismo de elaboración del queso.

### **3.2.3 Variables de Estudio**

1. Análisis físico-químico de la leche de vaca
2. Análisis físico-químico de la leche de cabra
3. Rendimiento

### **3.2.4 Características Generales**

#### **a) Toma y transporte de las muestras**

Para obtener la leche se procedió a la compra de la misma a los productores directamente, y una vez hecho esto se la transportó a las instalaciones de la Planta Piloto Procesadora de Lácteos de la Universidad Nacional de Loja, para su debido análisis previo al proceso de elaboración de queso fresco.

#### **b) Preparación de la muestra**

Una vez obtenida la materia prima, se procede a evaluar las condiciones en las que llega la leche a la planta piloto procesadora de lácteos de la

Universidad Nacional de Loja, con el fin de ver si es apta o no para la elaboración de queso fresco, se procede a homogenizar las dos leches, tanto de vaca como de cabra, una vez logrado se extrae una muestra de 250 ml de cada una de ellas para ver las características físico-químicas, se hace el pesaje y la mezcla de las dos leches, posteriormente se realiza el proceso térmico de la pasteurización de la mezcla. Luego se baja la temperatura lo más rápido posible con el fin de que el shock térmico elimine los microorganismos. A medida que la temperatura va descendiendo se va añadiendo el fermento a los 44°C, cloruro de calcio a 40°C y el cuajo a los 38°C completando el proceso térmico-químico, luego se deja reposar por aproximadamente 40-45 minutos en un recipiente tapado. Transcurrido este tiempo, se corta la cuajada con las liras, se pasa por un colador toda la muestra muy despacio y homogéneamente con el fin de evitar que se desperdicie la cuajada. Una vez separadas las dos partes, se coloca la cuajada en los respectivos moldes de acero inoxidable para realizar el posterior prensado durante 24 horas, y el suero se analiza en el LactoScan SA50.

### **3.2.5 Procesamiento de la Información**

#### **a. Tabulación**

La información de las fichas técnicas y los resultados de los análisis de laboratorio, se ordenaron y clasificaron en cuadros estadísticos de acuerdo a las variables e indicadores de estudio.

#### **b. Análisis e interpretación**

El procesamiento de la información y tipo de análisis que se aplicó, como: organización y clasificación de los resultados que se obtuvieron para luego ser interpretados, mediante la utilización de análisis estadístico descriptivo y balance de materia. Los resultados se presentaron apoyándose en cuadros

y representaciones gráficas.

c. **Redacción del informe final**

Se realizó de acuerdo a las normas vigentes en la Universidad Nacional de Loja.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 EVALUACIÓN FÍSICA – QUÍMICA

El análisis físico-químico se lo realizó mediante el uso del LactoScan SA50, mediante el cual se obtuvo datos de: grasa, sólidos no grasos (SNG), densidad, lactosa, sales, proteína, agua adicionada, temperatura de la muestra, punto de congelación, pH, conductividad, acidez; de cada una de las muestras.

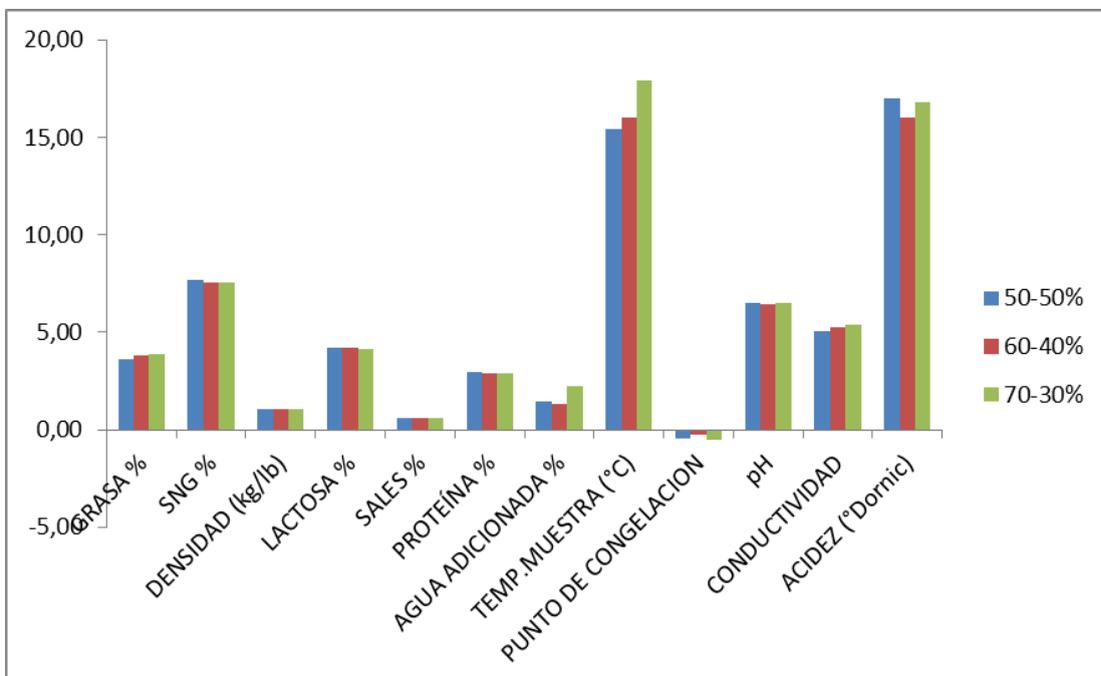
#### 4.1.1 Leche de Vaca

**Cuadro 2:** Promedios de análisis de leche fluida de vaca

PROMEDIOS DE ANÁLISIS DE LECHE FLUIDA DE VACA												
TRATAMIENTOS	GRASA %	SNG %	DENSIDAD (kg/lb)	LACTOSA %	SALES %	PROTEÍNA %	AGUA ADICIONADA %	TEMP.MUESTRA (°C)	PUNTO DE CONGELACION	pH	CONDUCTIVIDAD	ACIDEZ (°Dornic)
50-50%	3,60	7,67	1,031	4,21	0,62	2,93	1,45	15,42	-0,49	6,52	5,08	17,00
60-40%	3,62	7,54	1,031	4,17	0,63	2,87	1,30	16,02	-0,28	6,45	5,26	16,00
70-30%	3,65	7,55	1,029	4,15	0,62	2,88	2,26	17,94	-0,49	6,49	5,41	16,80
PROMEDIO	3,62	7,59	1,03	4,17	0,62	2,89	1,67	16,46	-0,42	6,49	5,25	16,60

El cuadro dos nos muestra el análisis de los promedios obtenidos de los diferentes porcentajes de la leche de vaca y los parámetros que se estudió fueron: grasa, observamos que está en mayor cantidad en la muestra del T3 con 3,65% y en menor cantidad la muestra del T1 con 3,60%; los SNG en mayor proporción en la muestra del T1 con 7,67% y en menor

cantidad la muestra del T2 con 7,54%; la densidad corregida, las muestras de los T1 y T2 con un promedio de 1,031 kg/lb mientras que la menor fue la muestra del T3 con 1,029 kg/lb; lactosa presento el valor más representativo en el T1 con 4,21% mientras que la muestra del T3 con 4,15%; sales con el valor más alto en la muestra del T2 con 0,63% no así en las muestras de los T1 y T3 con 0,62%; proteína con la muestra del T1 con 2,93% siendo la mayor y menor la muestra del T2 con 2,87%; el agua adicionada con mayor proporción fue la muestra del T3 con 2,26% mientras que la muestra del T1 fue menor con 1,45%; temperatura con el valor más alto en la muestra del T3 con 27,94 °C mientras que la muestra del T1 con 15,42 °C; en el punto de congelación las muestras de los T1 y T3 fueron las más altas con un valor de -0,49°C, no así la muestra del T2 con -0,28°C; pH, la muestra del T1 fue mayor con 6,52 mientras que la muestra del T2 mostro un valor inferior de 6,45; la conductividad de la muestra del T3 fue la mayor presentando un valor de 5,41 mientras que la muestra del T1 fue la más baja con 5,08; por último, en la acidez la muestra del T1 fue la más representativa con un valor de 17 °Dornic, y menor la muestra del T2 con 16°Dornic.



**Figura 5:** Promedios de análisis de leche fluida de vaca

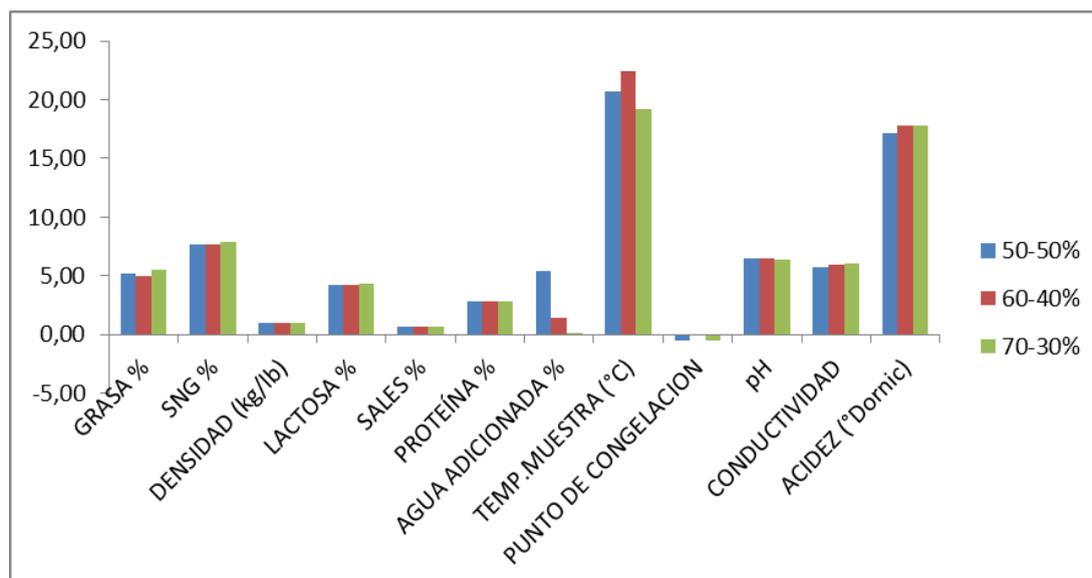
#### 4.1.2 Leche de Cabra

**Cuadro 3:** Promedios de análisis de leche fluida de cabra

PROMEDIOS DE ANÁLISIS DE LECHE FLUIDA DE CABRA												
TRATAMIENTOS	GRASA %	SNG %	DENSIDAD (kg/lb)	LACTOSA %	SALES %	PROTEÍNA %	AGUA ADICIONADA %	MP.MUESTRA (°C)	PUNTO DE CONGELACION	pH	CONDUCTIVIDAD	ACIDEZ (°Dornic)
50-50%	5,24	7,72	1,031	4,25	0,64	2,83	5,40	20,72	-0,52	6,53	5,72	17,20
60-40%	4,98	7,66	1,029	4,25	0,64	2,86	1,47	22,42	-0,12	6,51	5,94	17,80
70-30%	5,49	7,84	1,030	4,30	0,65	2,85	0,15	19,20	-0,53	6,38	6,08	17,80
PROMEDIO	5,24	7,74	1,03	4,27	0,64	2,85	2,34	20,78	-0,39	6,47	5,92	17,60

En el cuadro tres tenemos el análisis de los promedios obtenidos de los diferentes porcentajes de la leche de cabra, y los parámetros que se estudió fueron: grasa observamos que está en mayor cantidad en la muestra del T3 con 5,49% y en menor cantidad en la muestra del T2 con 4,98%; SNG en mayor cantidad en la muestra del T3 con 7,84% y en menor cantidad la muestra del T2 con 7,66%; en la densidad corregida las muestras de los tres tratamientos mostraron la misma densidad 1,030 kg/lb; lactosa la muestra que presentó el valor más representativo fue la del T1 con 4,30% mientras que las muestras de los T1 y T2 fueron similares con 4,25%; en cuanto al contenido de sales encontramos el valor más alto en la muestra del T3 con 0,65% no así en las muestras de los T1 y T2 con 0,64%; en la proteína encontramos que la muestra con mayor cantidad es la del T2 con 2,86% y en menor cantidad la muestra del T1 con 2,83%; el agua adicionada de la muestra del T1 presentó el mayor valor con 5,40% mientras que la muestra del T3 fue menor con 0,15%; temperatura, la muestra que presentó un valor más alto fue la del T2 con 22,42 °C y la de menor valor fue la muestra del T3 con 19,20 °C; en el

punto de congelación la muestra del T3 fue la más alta con un valor de -0,53°C, no así la muestra del T2 con -0,12°C; pH, la muestra del T1 fue la de mayor valor con 6,53 mientras que la muestra del T3 mostro un valor de 6,38; respecto a la conductividad la muestra del T3 fue la mayor presentando un valor de 6,08 y la muestra del T1 fue la más baja con 5,72; por último, las muestras de los T2 y T3 fueron las más representativas con un valor de 17,80 °Dornic, no así la muestra del T1 con 17,20°Dornic.



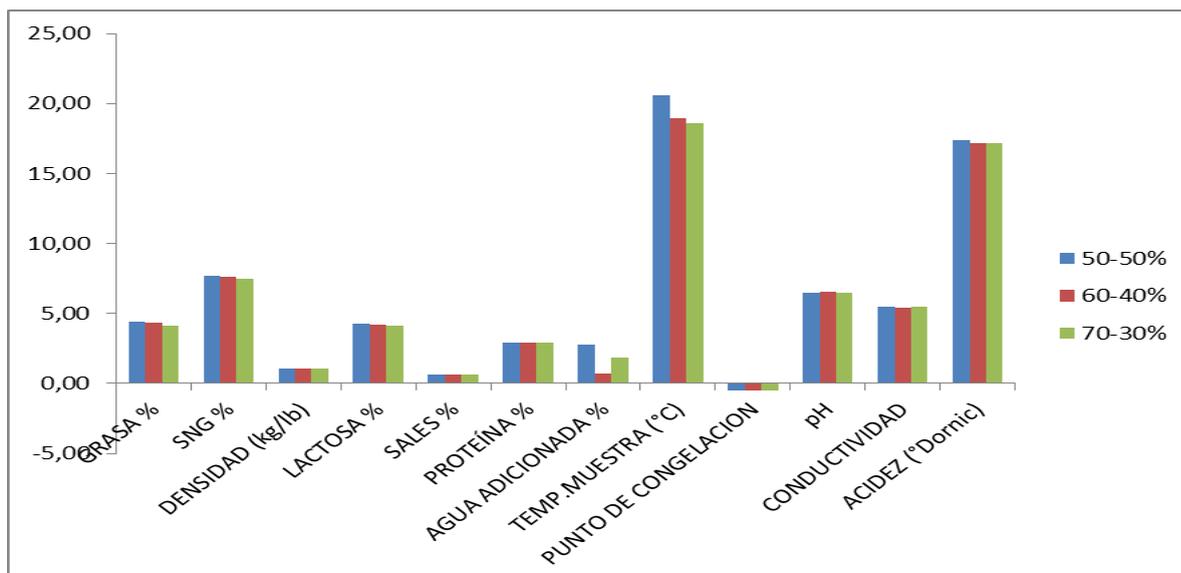
**Figura 6:** Promedios de análisis de leche fluida de cabra

#### 4.1.3 Mezcla de la Leche Fluida de Vaca con la Leche Fluida de Cabra

**Cuadro 4:** Promedios de análisis de la mezcla obtenido

PROMEDIOS DE ANÁLISIS DE LA MEZCLA OBTENIDA												
TRATAMIENTOS	GRASA %	SNG %	DENSIDAD (kg/lb)	LACTOSA %	SALES %	PROTEÍNA %	AGUA ADICIONADA %	MP. MUESTRA (°C)	PUNTO DE CONGELACION	pH	CONDUCTIVIDAD	ACIDEZ (°Dornic)
50-50%	4,38	7,67	1,031	4,26	0,63	2,94	2,75	20,56	-0,50	6,49	5,45	17,40
60-40%	4,45	7,63	1,031	4,20	0,63	2,88	0,71	18,98	-0,49	6,56	5,38	17,20
70-30%	4,42	7,47	1,030	4,14	0,62	2,92	1,82	18,56	-0,49	6,49	5,47	17,20
PROMEDIO	4,41	7,59	1,030	4,20	0,63	2,91	1,76	19,37	-0,49	6,51	5,43	17,27

El cuadro cuatro presenta el análisis de los promedios obtenidos de la mezcla de las leches tanto de vaca como de cabra, y los parámetros que se estudió fueron: grasa en mayor cantidad en la muestra del T1 con 4,45% y en menor cantidad la muestra del T3 con 4,38%; SNG en mayor cantidad en la muestra del T1 con 7,67% y menor la muestra del T3 con 7,47%; densidad corregida, las muestras de los T1 y T2 fueron iguales con 1,031 kg/lb no así la muestra del T3 con 1,030 kg/lb; así mismo la muestra del T1 de lactosa presento el valor más representativo con 4,26% mientras que la muestra del T3 con 4,14%; el contenido de sales con el valor más alto en la muestras de los T1 y T2 con 0,63% y más bajo en la muestra del T3 con 0,62%; la proteína encontramos que la muestra con mayor cantidad es la del T1 con 2,94% y en menor cantidad la muestra del T2 con 2,88%; el agua adicionada, la muestra que presentó mayor cantidad fue la del T1 con 2,75% mientras que la muestra del T2 fue menor con 0,75%; en la temperatura, la muestra más representativa fue la del T1 con 20,56 °C no así la muestra del T3 con 18,56 °C; en el punto de congelación la muestra del T1 fue la más representativa con -0,50°C, no así las muestras de los T2 y T3 que tuvieron un valor de 0,49°C; pH, la muestra del T2 fue mayor valor con 6,56 mientras que las muestras de los T1 y T3 mostraron valores similares de 6,49; respecto a la conductividad la muestra del T3 fue mayor con un valor de 5,47 y la muestra del T2 fue la más baja con 5,38; por último en la acidez la muestra del T1 fue la más representativa con 17,40 °Dornic, no así las muestras de los T2 y T3 con 17,20°Dornic.



**Figura 7:** Promedios de análisis de la mezcla obtenido

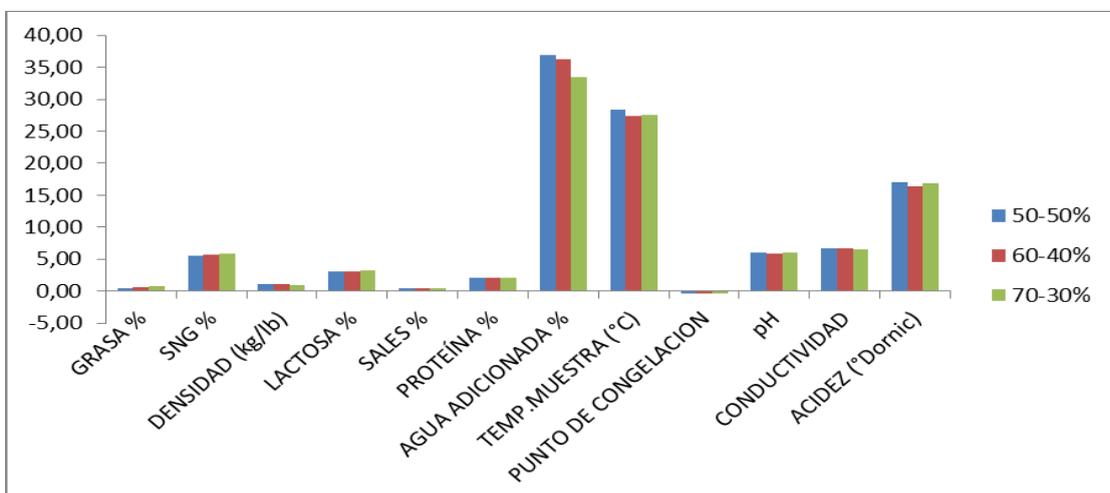
#### 4.1.4 Suero de la Mezcla de la Leche Fluida De Vaca con la Leche Fluida de Cabra

**Cuadro 5:** Promedios de análisis del suero obtenido

PROMEDIOS DE ANÁLISIS DEL SUERO OBTENIDO												
TRATAMIENTOS	GRASA %	SNG %	DENSIDAD (kg/lb)	LACTOSA %	SALES %	PROTEÍNA %	AGUA ADICIONADA %	TEMP. MUESTRA (°C)	PUNTO DE CONGELACION	pH	CONDUCTIVIDAD	ACIDEZ (°Dornic)
50-50%	0,47	5,55	1,024	3,13	0,44	2,07	36,82	28,40	-0,32	6,07	6,65	17,00
60-40%	0,63	5,68	1,024	3,13	0,44	2,07	36,30	27,38	-0,34	5,89	6,64	16,40
70-30%	0,75	5,88	1,023	3,16	0,47	2,08	33,41	27,48	-0,34	6,07	6,54	16,80
PROMEDIO	0,62	5,70	1,02	3,14	0,45	2,07	35,51	27,75	-0,33	6,01	6,61	16,73

El cuadro cinco muestra el análisis de los promedios obtenidos del suero de la mezcla de las leches de vaca y cabra, la grasa está en mayor cantidad en la muestra del T3 con 0,75% y menor cantidad la muestra del T1 con 0,47%; SNG en mayor cantidad en la muestra del T3 con 5,88% y en menor cantidad la muestra del T1 con 5,55%; en la densidad corregida, las

muestras del T1 y T2 fueron iguales con 1,024 kg/lb no así la muestra del T3 con 1,023 kg/lb; lactosa, la muestra del T3 mostro el valor más alto con 3,16%, no así las muestras de los tratamientos T1 y T2 con 3,13%; el contenido de sales con el valor más alto en la muestra del T3 con 0,47% ,mientras que las muestras de los tratamientos T1 y T2 tuvieron un valor menor de 0,44%; la proteína con la muestra de mayor proporción del T3 con 2,08% y más bajas las muestras de los T1 y T2 con 2,07%; en cuanto al agua adicionada la muestra que presentó mayor cantidad fue la del T1 con 36,82% mientras que la muestra del T3 con 33,41%; en la temperatura, la muestra que presento el valor más significativo fue la del T1 con 28,40 °C y la menor fue la muestra del T2 con 27,38 °C; en el punto de congelación las muestras de los T2 y T3 fueron las más representativas con -0,34°C, no así la muestra del T1 con 0,32°C; pH, las muestras del T1 y T3 fueron mayores con 6,07 mientras que la muestra del T2 fue menor con 5,89; respecto a la conductividad la muestra del T1 fue la mayor presentando un valor de 6,65 y la muestra del T3 fue la más baja con 6,54; y en la acidez la muestra del T1 fue la más representativa con un valor de 17 °Dornic, no así la muestra del T2 con 16,40°Dornic.



**Figura 8:** Promedios de análisis del suero obtenido

## 4.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA DEL QUESO RESULTANTE DE LA MEZCLA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A DIFERENTES PORCENTAJES.

### 4.2.1 Análisis de Humedad y Materia Seca del Tratamiento 1 (50%-50%)

**Cuadro 6:** Análisis de humedad y materia seca del queso

Tratamiento 50-50%	Repeticiones	Humedad %	M.S. %
	1	56,39	43,61
	2	47,11	52,89
	3	53,32	46,68
	4	52,90	47,10
	5	53,22	46,78
	<b>PROMEDIO</b>	52,588	47,412

El cuadro seis presenta los resultados de humedad y materia seca del T1, dando como resultado la mayor cantidad de humedad en la muestra uno con 56,39%, y en menor cantidad la dos con 47,11%; y en cuanto a la materia seca la de mayor porcentaje fue la de la muestra dos con 52,89%, y menor el porcentaje de la muestra uno con 43,61%.

### 4.2.2 Análisis de Humedad y Materia Seca del Tratamiento 2 (60%-40%)

**Cuadro 7:** Análisis de humedad y materia seca del queso

TRATAMIENTO 60-40%	Repeticiones	Humedad %	M.S. %
	1	59,42	40,58
	2	53,76	46,24
	3	54,61	45,39
	4	60,88	39,12
	5	55,25	44,15
	<b>PROMEDIO</b>	56,784	43,096

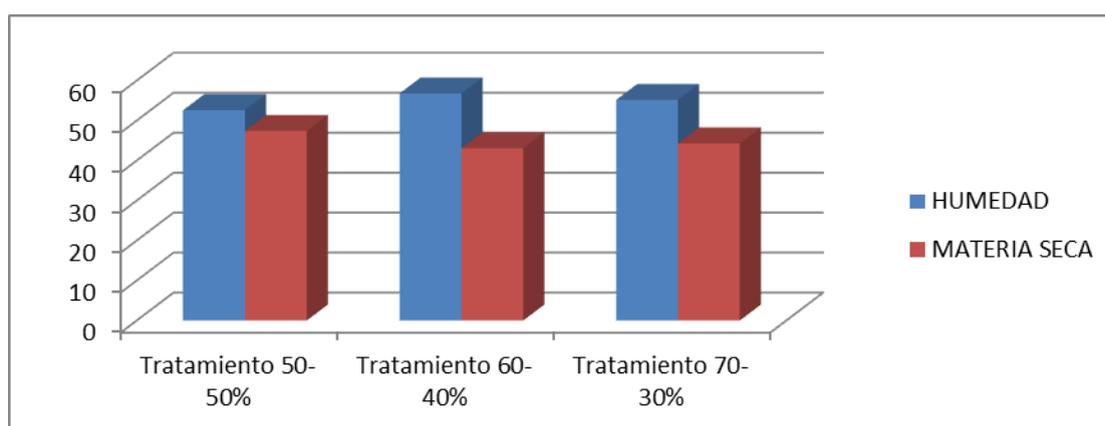
En el cuadro anterior nos indica los resultados en cuanto a la humedad y materia seca del T2, dando como resultado la mayor cantidad de humedad en la muestra cuatro con 60,88%, y menor cantidad la muestras dos con 53,76%; en la materia seca la muestra dos fue mayor con 46,24%, y menor la muestra cuatro con 39,12%.

#### 4.2.3 Análisis de Humedad y Materia Seca del Tratamiento 3 (70%-30%)

**Cuadro 8:** Análisis de humedad y materia seca del queso

TRATAMIENTO 70-30%	Repeticiones	Humedad %	M.S. %
	1	56,52	43,48
	2	49,78	50,22
	3	60,58	39,42
	4	54,21	45,79
	5	54,68	42,46
	<b>PROMEDIO</b>	55,15	44,27

El cuadro ocho indica los resultados en cuanto a la humedad y materia seca del T3, obteniendo como resultado la mayor cantidad de humedad en la muestra tres con 60,58%, y la de menor porcentaje la muestra dos con 49,78%; y en cuanto a la materia seca la de mayor cantidad fue la de la muestra dos con 50,22%, no así la muestra tres con 39,42%.



**Figura 9:** Porcentajes totales de humedad y materia seca de los tres tratamientos.

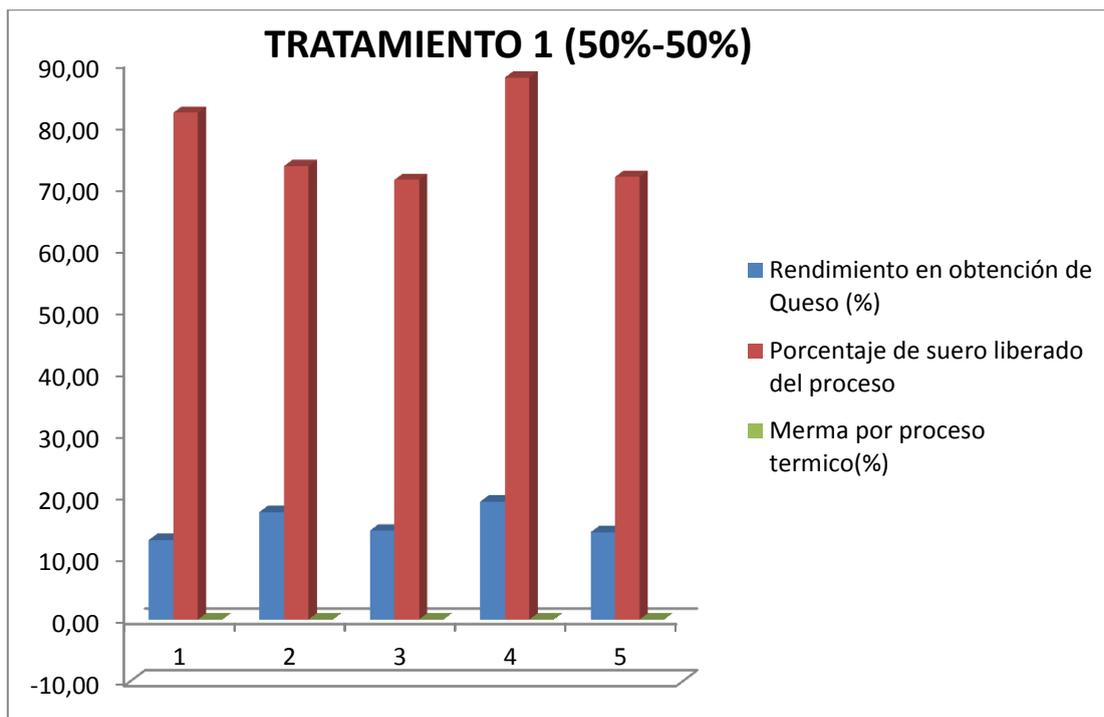
### 4.3 EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE LA CONVERSION LECHE A QUESO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A DIFERENTES PORCENTAJES.

#### 4.3.1 Tratamiento 1 (50%-50%)

**Cuadro 9:** Rendimiento de la conversión leche a queso

PORCENTAJE 50%-50%			
NUMERO DE REPETICIONES	Rendimiento en obtención de Queso (%)	Porcentaje de suero liberado del proceso	Merma por proceso térmico (%)
1	12,87	81,95	0,00518566
2	17,38	73,31	0,0093099
3	14,39	71,1	0,01451407
4	19,1	87,63	-0,00672111
5	14,11	71,58	0,0143038
<b>Desviación estándar</b>	2,58	7,33	0,00874923
<b>Coefficiente de variabilidad</b>	0,17	0,1	1,19550037
<b>Promedio</b>	15,57	77,11	0,00731846

El cuadro nueve representa los valores obtenidos en cuanto al rendimiento en obtención de queso, porcentaje de suero liberado del proceso térmico y merma por proceso térmico del T1: en el rendimiento, la muestra cuatro fue mayor con 19.10%, y la muestra uno fue menor con 12,87%; en cuanto al porcentaje de suero liberado por proceso térmico la muestra cuatro fue superior con 87,63, e inferior la muestra tres con 71,10; y por último, en la merma por proceso térmico la de mayor valor fue la muestra cinco con 0,01451407%, y la de menor cantidad fue la muestra cuatro con -0,0067211%.



**Figura 10:** Promedios de conversión de leche a queso

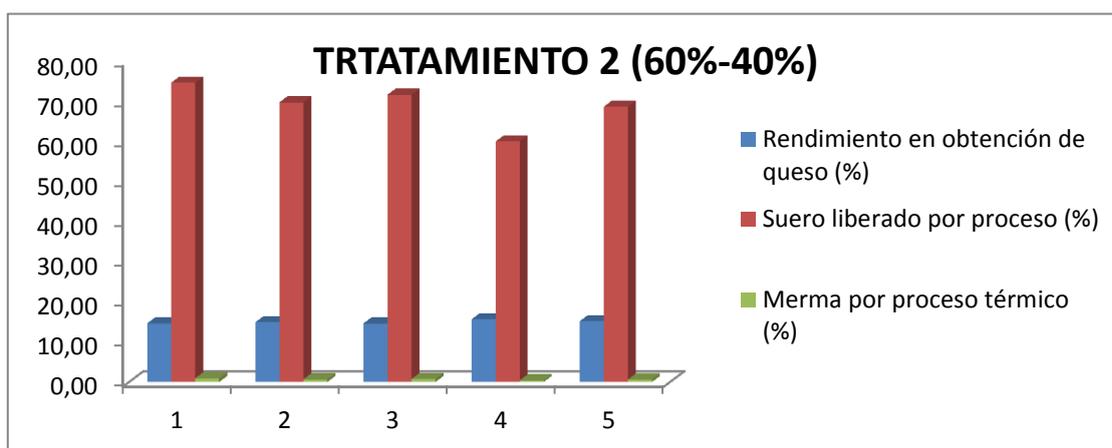
#### 4.3.2 Tratamiento 2 (60%-40%)

**Cuadro 10 :** Rendimiento de la conversión leche a queso

PORCENTAJE 60%-40%			
NÚMERO DE REPETICIONES	Rendimiento en Obtención de Queso (%)	Suero liberado del proceso (%)	Merma por proceso térmico (%)
1	14,62	74,64	0,9313253
2	14,89	69,72	0,64958678
3	14,6	71,62	0,72568807
4	15,63	59,99	0,41020942
5	15,18	68,68	0,61968504
<b>Desviación estándar</b>	0,43	5,49	0,18827841
<b>Coefficiente de variabilidad</b>	0,03	0,08	0,28215002
<b>Promedio</b>	14,98	68,93	0,66729892

En el siguiente cuadro nos representa los valores obtenidos en cuanto al

rendimiento en obtención de queso, porcentaje de suero liberado del proceso y merma por proceso térmico del T2: en cuanto al rendimiento, la muestra cuatro fue mayor con 15,63%, no así la muestra tres con 14,60%; en el porcentaje de suero liberado por proceso térmico la muestra uno fue mayor con 74,64, y menor la muestra cuatro con 59,99%; por último, en la merma por proceso térmico la muestra en mayor porcentaje fue la uno con 0,9313253%, y en menor porcentaje la muestra cuatro con -0,41020942%.



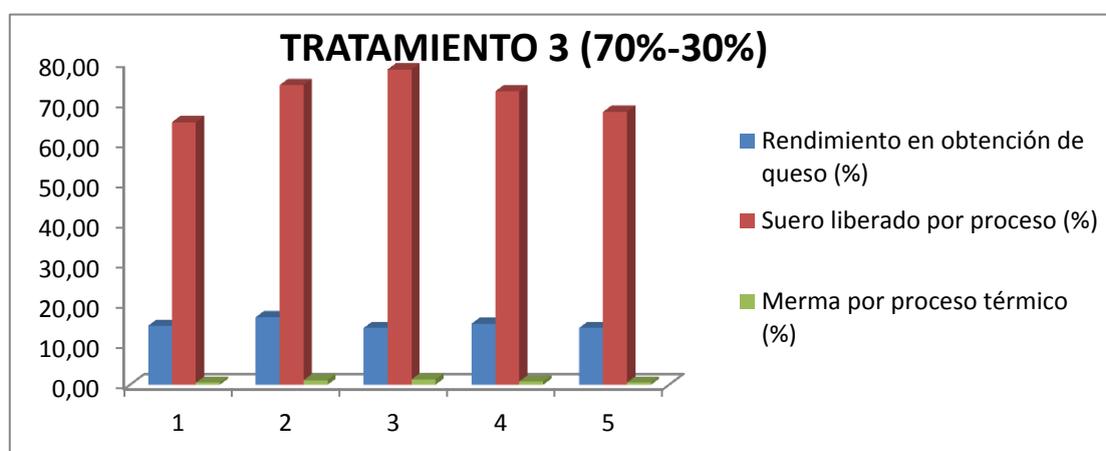
**Figura 11:** Promedios de conversión de leche a queso

#### 4.3.3 Tratamiento 3 (70%30%)

**Cuadro 11:** Rendimiento de la conversión leche a queso

PORCENTAJE 70%-30%			
NÚMERO DE REPETICIONES	Rendimiento en obtención de Queso (%)	Suero Liberado del proceso (%)	Merma por proceso térmico (%)
1	14,65	65,26	0,4977707
2	16,81	74,49	1,150365
3	14,09	78,35	1,3228814
4	15,16	72,92	0,8388298
5	14,13	67,84	0,5547038
<b>Desviación estándar</b>	1,12	5,24	0,3614559
<b>Coficiente de variabilidad</b>	0,09	0,07	0,4140815
<b>Promedio</b>	12,66	71,77	0,8729101

El cuadro once representa los valores obtenidos en cuanto al rendimiento en obtención de queso, porcentaje de suero liberado del proceso y merma por proceso térmico del T3: en cuanto al rendimiento, la muestra cuatro fue mayor con 16,81%, no así la muestra tres con 14,09%; en cuanto al porcentaje de suero liberado por proceso térmico la muestra tres fue superior con 78,35%, mientras que la muestra uno fue inferior con 65,26%; y por último en la merma por proceso térmico la muestra de mayor porcentaje fue la tres con 1,3228814%, a diferencia de la muestra uno con 0,4977707%.



**Figura 12:** Porcentajes del rendimiento, de suero liberado y merma por proceso térmico.

#### 4.3.4 Rendimiento de conversión de litros de leche a kg de queso

Los resultados del cuadro 12 muestran que la conversión de leche a queso en el T1 utilizó 15,67 kg para obtener 2,44 kg de queso siendo este con el mejor promedio de conversión, el T2 utiliza 15,68 Kg de leche y se obtiene 2,35 kg de queso y en el T3 se usó 15,74 Kg de leche y se convirtieron 2,36 kg de queso, se puede recalcar que en el T1 el promedio de leche que se usó es levemente menor al resto de tratamientos debido a la pérdida térmica que sufre durante el proceso de elaboración.

**Cuadro 12:** Promedio de conversión de leche a queso en los tres tratamientos

<b>Rendimiento final en kg de quesos</b>									
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>PROMEDIO LECHE(Kg)</b>	<b>PROMEDIO DE DENSIDAD DE LECHE DE CABRA (kg/lb)</b>	<b>PROMEDIO DE DENSIDAD DE LECHE DE VACA (kg/lb)</b>	<b>PROMEDIO DE DENSIDAD DE LA MEZCLA DE LAS DOS LECHE (kg/lb)</b>	<b>PROMEDIO LECHE(Lb)</b>	<b>PROMEDIO QUESO(kg)</b>	<b>PROMEDIO QUESO(Lb)</b>	<b>RELACION LECHE/QUESO</b>	<b>RELACION QUESO/LECHE</b>
<b>50%-50%</b>	15,67	1,03	1,03	1,03	0,07	2,44	5,37	1 : 2.730	1 : 0.366
<b>60%-40%</b>	15,68	1,03	1,03	1,03	0,07	2,35	5,17	1 : 2.632	1 : 0.380
<b>70%-30%</b>	15,74	1,03	1,03	1,03	0,07	2,36	5,18	1 : 2.719	1 : 0.368

## **5 DISCUSIÓN**

### **5.1 EVALUACIÓN FÍSICA – QUÍMICA**

#### **5.1.1 Leche de Vaca**

##### **Análisis de leche cruda fluida de vaca (Promedios de los diferentes tratamientos)**

###### **Grasa**

El promedio de grasa después de los estudios realizados por medio del LactoScan SA50 indica como dato estimativo 3,76%; siendo inferior a los datos obtenidos por Guilcamaigua 2014, en vacas Holstein mestizas con un promedio de 4,66%  $\pm$  0,30%. Alais, (2001) señala que ésta variación puede ser observada entre vacas de la misma raza que reciben distinta alimentación. Esto quiere decir que el factor que más interfiere en el porcentaje de grasa en la leche es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje/concentrado. Así, cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la grasa en la leche, debido a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de la diferencia de dietas. El uso de sustancias químicas tamponantes o alcalinizantes como el bicarbonato de sodio u óxido de magnesio, puede prevenir la caída del porcentaje de grasa en la leche de las vacas que reciben dietas con elevada cantidad de concentrado,

###### **Sólidos no grasos (SNG)**

La evaluación de los sólidos no grasos (SNG) tuvo un promedio de: 7,59%; dato que está por debajo de los resultados obtenidos por Vera, (2005); el

cual indica un porcentaje de  $8,66 \pm 0,01\%$ . Reneau (1991) indica que el porcentaje de sólidos no grasos también puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales; puntualmente con el nivel de energía brindado en la dieta de vacas de alta producción, el cual puede conducir a un aumento de hasta 0.2%. Es importante destacar que la variación de SNG es cíclico, sobre todo, por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que evidencia la importancia de este parámetro para la evaluación del rendimiento industrial del producto utilizado como materia prima. El porcentaje de SNG decrece progresivamente con la edad del animal. Así, dentro de un ciclo de lactación, los SNG, presenta una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye.

## **Densidad**

La densidad de leche obtenida fue de 1,030 (kg/lb), siendo este resultado igual al obtenido por *Peláez (2009)*, quien dio a conocer una densidad de 1.030 kg/lb, pero ligeramente superior a los obtenidos por *Vera (2005)*, el cual indica resultado de: 1,028 kg/lb. De acuerdo a *INEN, (2002)* variación de la densidad en la leche bovina se debe a la raza, alimentación, temperatura ambiental. Según Brito et al., 1995, la grasa es la única sustancia que presenta densidad casi igual al del agua, esta es la razón por lo que la grasa sube cuando la leche es almacenada en tanques de enfriamiento.

## **Lactosa**

Se obtuvo un promedio de 4,18%, siendo éste notablemente inferior al que obtuvo *Guilcamaigua, (2014)*; cuyo contenido fue de  $5,21 \pm 0,23\%$ , y de igual manera el promedio que se obtuvo es menor al valor logrado por *Celis et al.,(2009)* que fue de 4.7%. *Reyes (2010)*, nos dice que la alimentación es generalmente el único factor a disposición del productor para modificar los contenidos componentes de la leche (grasa, proteína, lactosa) anormalmente bajos, ya que los otros factores están “fijos” en el corto plazo: estación del año, etapa de lactación, genotipo.

## **Sales**

El porcentaje de sales obtenido fue de 0,62. *Jandal et al., (1996)*, instituyó un porcentaje de 0,73%, estableciéndose así que el primer valor alcanzado es menor. Sin embargo el valor obtenido en la respectiva investigación está dentro de los parámetros establecidos por *Quishpe ,(2009)*; el cual va de 0,6 a 0,9%. *Reyes, (2010)* menciona que las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad, con relación a ésta última, ésta se debe a las moléculas que se encuentran en equilibrio químico, como por ejemplo el fosfocaseinato de calcio.

## **Proteína**

La cantidad de proteína presente en la leche en ésta investigación fue de 2,89%, resultado que es menor a los obtenidos por *Peláez, (2009)*; el cual en su investigación alcanzó niveles de la proteínas de 3.64 al evaluar la calidad fisicoquímica de la leche; así mismo los resultados de *Guilcamaigua, 2014*, son superiores:  $3,69 \pm 0,10 \%$  en vacas Holstein mestizas. *Reyes, (2010)* menciona que existen factores que influyen en la

variabilidad de la proteína son debido a muchas causas como de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, época del año y temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades como la mastitis y los hábitos de ordeño. En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética. *Bramley et al.,(1996)* manifiesta que las enfermedades que ocurren en las vacas sobre todo la mastitis, puede causar alteración significativa en la composición de la leche. Los animales con mastitis clínica o subclínica, presentan disminución porcentual de grasa y SNG así como, reducción en los niveles de lactosa y en algunos casos de proteína.

### **Agua adicionada**

El porcentaje de adición de agua en esta investigación es de 1,67%, y al igual que en la leche de cabra, este valor puede ser alterado según *Reyes, (2010)*; el cual menciona que la adición de agua puede ser de manera intencional o accidental durante la limpieza de baldes y perolas o el drenaje incompleto después de la limpieza de los sistemas de ordeño mecánico o tanques de enfriamiento. Así mismo, se debe de tener en consideración el margen de error emitido por LactoScan SA50 en éste parámetro que es de  $\pm 3,00\%$ .

### **Temperatura de la muestra**

En este caso el promedio de temperatura con el cual se trabajó fue de 16,46°C. *Alais, (1985)* dice que para la conservación de la leche es muy importante la refrigeración, la cual consiste en conservar la calidad inicial de la leche hasta el momento de su utilización o transformación. En ningún caso puede, por lo tanto, mejorar la calidad de la leche recogida en malas condiciones, pero impide siempre la agravación de la contaminación

y es beneficiosa cualquiera que sea la calidad inicial.

### **Punto de congelación**

El punto de congelación fue de -0,42, valor que está fuera de los parámetros establecidos que van normalmente de -0.536 a 0.512°C según la norma INEN, esto se debe a la presencia de componentes lácteos solubles en agua, principalmente los minerales y la lactosa. *Reyes (2010)* nos dice que los componentes insolubles de la leche como la proteína y la grasa no interfieren en el valor de IC (índice crioscópico). De este modo, las alteraciones encontradas en este índice, revelan generalmente adición de agua en la leche y no está relacionada a la retirada de grasa o variaciones en la alimentación de los animales,

### **pH**

El pH de la leche obtenido posterior a los análisis realizados fue de 6,49; siendo éste ligeramente ácido frente a otros estudios. *Peláez (2009)* realizó una evaluación de leche y obtuvo información con un pH que va de 6.5, a 6.73. *Fox et al., (1998)* dice que el pH de la leche no es un valor constante, puede variar en el curso de la lactación. El pH del calostro es más bajo que el de la leche, por ej. pH 6,0 es explicado por un elevado contenido en proteínas. El estado de lactancia también modifica el pH observándose valores muy altos (mayores a 7,4) en leche de vacas individuales de fin de lactancia. Por otro lado, valores de pH 6,9 a 7,5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor concentración de iones Na y Cl y una reducción del contenido de lactosa y de P inorgánico soluble. Según *Alais, (1985)* el pH es altamente dependiente de la temperatura, entonces si existiese variaciones produciría cambios en el sistema buffer de la leche, principalmente se vería afectada la solubilidad del fosfato de calcio. El pH disminuye en promedio 0,01

unidades por cada °C que aumenta, fundamentalmente a causa de la insolubilización del fosfato de calcio. Esta variación es muy importante considerando el estrecho rango de variación del pH de la leche.

### **Conductividad**

El valor obtenido fue de 5,25; valor que ésta dentro de los resultados obtenidos por *Cepero, (2005)* cuyo rango va de 5,10 a 6,58. La conductividad eléctrica se puede ver afectada por una serie de factores tales como la presencia de agua adicional en la leche, una mayor acidez, o bien, por alteraciones patológicas. En este sentido, se ha observado una correlación positiva entre el recuento de células somáticas y la conductividad, (*Quiles et al.,2001*).

### **Acidez**

El grado de acidez en la leche procesada alcanzo un valor de 16,60 °D, siendo ésta casi igual a los resultados obtenidos por *Peláez (2009)*, con 16.67 ° D; sin embargo su valor es más alto en relación a los datos obtenidos por *Vera (2005)*, consiguiendo una acidez de 15,78 °D + 0.04. *Reyes, (2010)* menciona que la prueba de Dornic detecta un aumento en la concentración de ácido láctico debido a la fermentación de los azúcares de la leche, relacionándose con la calidad microbiológica del producto. Sin embargo, otros componentes que producen acidez, pueden interferir en este parámetro entre los cuales se destacan los citratos, fosfatos y proteínas. Es por esta razón, que el análisis de la leche recién ordeñada de diferentes vacas, presentan resultados individuales, variando entre 10-30°D, debido a la presencia de estos componentes y no del ácido láctico. La acidez titulable de la leche fresca disminuye conforme avanza el período de lactación y suele ser baja en la leche mastítica.

## 5.1.2 Leche de Cabra

### Grasa

El promedio de grasa obtenida fue de 5,24%; que concuerdan con los resultados de *Flores et al., (2009)* el cual resalta un promedio 5,4%, lo que enmarca dentro del resultado obtenido en este ensayo, también coinciden con los intervalos obtenidos por *Vega et al., (2007)*; que oscilan desde 1,14 a 6,14%, el cual señala que la composición de la dieta para los animales lecheros, particularmente la composición de la grasa, tienen efecto sobre el contenido graso de la leche y la interacción entre razas muestra una diferencia altamente significativa.

### Sólidos no grasos (SNG)

La evaluación de los SNG de la leche que se utilizó para la elaboración de los quesos tuvo un promedio de: 7,74%; los datos obtenidos en esta investigación son inferiores a los que obtuvo *Park et al., (2007)* que son de 8,9%; y también los que reportó *Vega et al., 2007* con 8,17%, además este último autor acredita que la diferencia del porcentaje de SNG se debe a la raza y al época del año.

### Densidad

La densidad que se obtuvo fue de 1,030 kg/lb, siendo igual al estudio realizado por *Ludeña et al., (2006)*; que evaluó las características fisicoquímicas de la leche de cabra criolla adquiriendo una densidad de 1,030+0,003 kg/lb *Celis et al., 2009* dice que la razón por la que existe una variación en la densidad de la leche es la composición de la misma, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes como agua, grasa, proteínas, lactosa y minerales.

## **Lactosa**

El porcentaje de lactosa fue de 4,27%; siendo ligeramente superior al obtenido por *Ludeña et al., (2006)*; con 4,01+0,46 %, no así en comparación a los resultados obtenidos por *Vega et al., (2007)*, en cabras Saanen, que es aún mayor con 4,45%. Entonces según *Bedoya et al.,(2009)*, las concentraciones de lactosa y minerales en la leche son influenciadas directamente por el tipo de dieta que llevan los animales.

## **Sales**

Los resultados obtenidos por *Miceli et al., (2007)*, revelan un porcentaje de sales de 0,77, el cual es un tanto superior al obtenido en esta investigación siendo de 0,64; la posible razón de la variación de este parámetro en la composición de leche es la falta de suplementación alimenticia, sobre todo de calcio y fósforo, en las cabras lecheras (*Flores et al., 2009*).

## **Proteína**

El valor de proteína presentado fue de: 2,85%; que es relativamente inferior en comparación a los datos obtenidos por *Ludeña., et al (2006)* y *Vega et al., (2007)*; los cuales obtuvieron un promedio de proteína de 3,77+0,59% y 3,4% respectivamente. *Flores et al., (2009)* revela que muchos de los componentes de la leche, en este caso la proteína, se relacionan directamente con la dieta diaria de los animales, siendo indispensable la ingesta equilibrada y balanceada de alimentos y nutrientes, los cuales posteriormente se verán reflejados en la calidad de la leche, aunque también se ha visto pérdida de proteína por la acción térmica extrínseca y por la carga bacteriana existente.

### **Agua adicionada**

El porcentaje de adición de agua en esta investigación es de 2,34%, valor que puede ser atribuible a la adición de manera intencional o accidental durante la limpieza de baldes y perolas o el drenaje incompleto después de la limpieza de los sistemas de ordeño mecánico o tanques de enfriamiento según *Reyes,(2010)*. Además se destaca el margen de error que nos da el equipo LactoScan SA50, que es de  $\pm 3,0\%$ .

### **Temperatura de la muestra**

El valor promedio obtenido fue de 20,78°C. Según el INEN, dentro de los requisitos fisicoquímicos de la leche de cabra, la densidad relativa será proporcional a la temperatura, es decir, la leche estará a 20°C y su densidad fluctuará de 1,028 a 1,040 kg/lb, considerándose normal ya que una temperatura superior a la obtenida nos indica que hay un mal manejo en la transportación de la misma y por ende una variación en la densidad.

### **Punto de congelación**

El valor promedio del punto de congelación fue de -0,39; que es un resultado mucho más elevado a los obtenidos por *Vega et al., (2007)*; alcanzando un promedio de punto de congelación de -0,579. *Sena, (1990)* menciona que cuando hay un aumento en el punto de congelación, es decir, mientras más se aproxime a los 0°C, se lo relaciona directamente con la adición de agua, ya que significa una dilución de la concentración de las sustancias que se encuentran en solución verdadera en la leche. *Quiles et al., (2001)* menciona que el punto de congelación es una de las propiedades físicas más constantes de la leche, utilizándose su determinación para revelar posibles fraudes por aguado ya que el agua

eleva el punto de congelación hacia los 0° C. La medición de este parámetro se debería realizar sobre leches de cabras frescas y no acidificadas porque la fermentación láctica rebaja el punto de congelación.

## **pH**

Por lo general el pH de la leche de cabra es ligeramente ácido, cuyo parámetro en esta investigación fue de 6,47; lo cual es levemente más ácido a los resultados obtenidos por *Ludeña et al., (2006)*; el cual analizó leche de cabras criollas teniendo un dato estimativo de 6,70±0,08. Pero al contrario de lo mencionado, en comparación con los resultados obtenidos por *Vega et al., 2007*; éstos son menos ácidos con un pH de 6,36. *Quiles et al., (2001)* señala que el pH suele variar en función a la fase de lactación, alimentación y raza. También hemos de tener en cuenta que el pH puede variar con las burbujas de gas carbónico desprendido después del ordeño, durante la refrigeración o durante el transporte de la leche. El pH calostroal es ligeramente inferior debido a su mayor contenido en proteínas. La leche tiene una reacción iónica próxima a la neutralidad; concretamente, la leche de cabra tiene una reacción ligeramente ácida, con un pH que oscila entre 6,3 a 6,8; por lo que los datos que se obtuvo en esta investigación están dentro de los parámetros que nos manifiesta este autor.

## **Conductividad**

En lo que respecta a la conductividad se obtuvo un valor de 5,91. Lo cual se expresa que una leche proveniente de un animal con infección bacteriana en la ubre, es mejor conductora de corriente que la procedente de un animal sano, el cual cita promedios de animales de 5,10 en ubres sanas y de 5,95 en animales con mastitis subclínica, (*Cepero, 2005*). *Quiles et al., (2001)* dice que la conductividad eléctrica se puede ver afectada por una serie de factores tales como la presencia de agua adicional en la leche, una mayor

acidez, o bien, por alteraciones patológicas. En este sentido, se ha observado una correlación positiva entre el recuento de células somáticas y la conductividad. Por su parte, *Puri et al., (1963)* demostró la existencia de una correlación positiva entre conductividad y concentración de cloruros, cuyos valores son más elevados en leche de cabra que de vaca; de ahí la mayor conductividad de la primera frente a la segunda.

### **Acidez**

El promedio obtenido en esta investigación fue de 17,6 °D; el cual es mayor con respecto a los resultados obtenidos por *Voutsinas et al., (1990)* que determinó una acidez media de 16,7°D; y de igual manera es superior a los datos que manifiesta *Ludeña et al., (2006)*; obteniendo una acidez titulable de 14,53+2,06°D. *Quiles et al., (2001)* sugiere que la acidez está en función de la curva de lactación, toda vez que las caseínas, sales minerales e iones, varían en las distintas fases de la lactación. De tal manera que en la última fase de lactación, la acidez puede oscilar entre 16-18 °D, debido principalmente a la mayor riqueza en caseínas.

## **5.2 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA DEL QUESO RESULTANTE DE LA MEZCLA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A DIFERENTES PORCENTAJES.**

### **Humedad**

Los niveles de humedad dentro de los tres tratamientos no registró una gran diferencia, siendo así que el T1 presenta un porcentaje de 52,58%; el T2: 56,78% y en el T3: 55,15%; datos que están dentro de la norma INEN 1528 para queso fresco que permite un máximo de 65% de humedad. Además estos parámetros que al confrontar por lo obtenidos por *Saca, (2011)*; quien obtuvo un promedio de humedad de: 55,56%, estando en igual relación en los T2 y T3, pero en cambio en el T1 hay diferencia entre

los porcentajes ya que presenta una menor cantidad de humedad. *Fox et al., (1996)* nos menciona que en los quesos frescos, la elevada humedad y el bajo pH, son condiciones que afectan notoriamente la textura y sabor durante la conservación, de forma que una excesiva proteólisis podría ocasionar defectos como una textura excesivamente blanda.

### **Materia Seca**

La materia seca siempre va estar relacionada al porcentaje de humedad. Los promedios de esta investigación en la mezcla de los tres tratamientos fue la siguiente; T1:47,41%, T2: 43,09% y el T3: 44,27%; resultados que están dentro de los parámetros establecido por *Chamorro et al., (2002)*, quienes determinaron que el porcentaje de MS en el queso fresco oscila entre 40-55% *Según González et al., (1996)*; hay estudios que indican que los quesos que se preparan combinando leches, poseen una relación inversamente proporcional de proteína-grasa, o sea que entre más leche de cabra tenga el tratamiento, presentará mayor contenido de proteína, pero menor contenido de grasa.

### **5.3 EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE LA CONVERSION LECHE A QUESO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS A DIFERENTES PORCENTAJES.**

La conversión de Kg de leche a Kg de queso puede variar en su gran parte a la constitución de la materia prima con la que se elabora estos productos, el rendimiento final que se obtuvo tiene una pequeña diferencia en los tres tratamientos, siendo el de mejor rendimiento el T1 que tuvo una conversión de 7,2 kg a 2,44 kg de queso. Resultado que es superior a los obtenidos por *Rodríguez, (2009)*, quien ha obtenido al utilizar 300 litros de leche un rendimiento de 40,018 kg de queso, utilizando únicamente leche bovina.

Estudios han encontrado que medir los efectos por separados de la grasa y proteína de la leche sobre el rendimiento del queso es afectado por cambios en la etapa de lactación, época del año, conteo de células somáticas y la dieta. Por lo que se sugiere considerar un estudio para evaluar la calidad de la leche por medio de trazabilidad de la misma, ya que esta ingresa de varios productores locales, en de donde no hay referencia sobre el manejo del ganado ni el ordeño, (*Guinee et al., 1996*). *Inda, (2000)* nos explica que dentro de las alteraciones más comunes que alteran el rendimiento o la conversión de leche a queso, puede tener diferentes causa entre ellas que pueden darse directamente en la finca, durante los ordeños, en el transporte de la materia prima, o en el proceso de elaboración de los productos finales (queso).

## 6 CONCLUSIONES

- El T1 correspondiente al porcentaje 50%-50%, es el más efectivo respecto a los demás; ya que en cuanto a la grasa tenemos un promedio de 4,38%; SNG 7,67%; densidad de 1,031 kg/lb; lactosa 4,26%; sales 0,63%; proteína 2,94%; así mismo cabe mencionar que es el tratamiento con más agua adicionada con un promedio de 2,75%; temperatura 20,56°C; punto de congelación -0,50°C; pH 6,49; conductividad 5,45 y por ultimo acidez 17,4°D.
- Respecto a las características físicas, la leche de cabra mostró una notable diferencia, siendo ésta de un color más claro y un olor y sabor característico de la especie.
- El mejor rendimiento de leche/queso fue del T1 ya que se utilizó una menor cantidad de leche y se obtuvo una mayor cantidad de queso.
- La leche de cabra mestiza que se utilizó, está dentro de los parámetros o rangos que se consideran normales dentro de esta especie.

## 7 RECOMENDACIONES

- A los productores de leche de cabra, que al momento de la recolección de la misma, se hagan buenas prácticas de ordeño, ya que la presencia de microorganismos no deseados en la leche influirá en el traslado, análisis, proceso y resultado final.
- Posterior al transporte de la leche, se debe realizar los respectivos análisis al momento del arribo de la misma, ya que si en caso se dejase para lo posterior, las características físico-químicas se van a alterar, arrojando otros resultados, y el rendimiento de queso será menor.
- Dentro de los procesos a seguir en la elaboración de queso, se debe tener los respectivos materiales, ya que a falta de alguno, alteraría sobre todo el proceso de elaboración.
- En la elaboración de quesos se utilizan diferentes tecnologías, así como diferentes materias primas, por lo que estas prácticas deberían seguirse investigando más a fondo para aprovechar los recursos que se obtienen de las diferentes especies.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- **Agraz, A. 1984.** Caprinotecnia. Ed. LIMUSA. México. Vol. 1.
- **Alais, J. 1985,** Ciencia de la leche, España.
- **Albán, R. 2006,** Elaboración de un queso fresco a partir de una mezcla de leches de oveja y de vaca, universidad técnica de Ambato.
- **Bedoya, L. Morales, R. 2009,** Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes
- **Birbeck, J. 1984.** Goat milk in infant nutrition. *N. Z. Med*
- **Boyazoglu, J. Morand-Fehr, P. 1987.** Systems of goat production and the environment. IV International Conference on Goats. Brazilia, Brasil. Vol. I. pp. 95-106
- **Bramley, C. 1996.** Current concept on bovine mastitis. 4th ed. Arlington, USA: National mastitis council.
- **Brito, F. Garro, G. 1995.** Sanidade do gado leiteiro. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL/Sao Paulo, Tortuga.
- **CEFRAPIT, 1998.** (Centro Francés de Prensa Industrial y Técnica).
- **Celis, M. Cho, Y. Cooke, M. 2009,** Microbiología de la leche. Primera Edición
- **Cepero, G. Moio, L. 2005,** Conductividad electrica y california mastitis test en la detección de la mastitis subclínica, departamento de veterinaria y

zootecnia de la facultad de ciencias agropecuarias, Universidad Central de Camajuaní, Cuba

- **Chamorro, C. Cappuccio, U. 2003.** El análisis sensorial de los quesos. Ediciones mundi-prensa, España
- **Chilliard, Y. 1980.** Variations physiologiques des activités lipasiques et de la lipolyse spontanée dans les laits de vache, de chèvre et de femme: revue bibliographique.
- **Coveney, J. Darnton-Hill. 1985.** Goat's milk and infant feeding. *Med J Aust.* 143:
- **CODEX Alimentario, 2001.** Elaboración Para el Queso no Maduro Incluido el Queso Fresco
- **Cunninham, G .1999.** Fisiología Veterinaria.2ª ed. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México.
- **Desjeux, J. Pochart, P. 1989.** L'utilisation du yaourt chez l'homme. *Les laits fermenté. Actualité de la recherche.* John Libbey Eurotex Lyd, Paris. pp. 247-254
- **Dosamantes, D. 2002.** Los quesos. s.n.t. 3 p. Tomado de Internet: <http://pp.terra.com.mx/~jpgutierrez/sabores/alimentos.htm#quesoS>
- **Eckert, R. 1988.** Fisiología animal. Mecanismos y adaptaciones. 3ª ed. Ed. Interamericana McGraw-Hill. España.
- **Fox, J. Townley, R. Nuyts-Petit, V. 1998.** Dairy chemistry and biochemistry. Blackie Academic & Professional, Londres, 478 pp
- **Galina, M. 1992.** Caprinotecnia. FES-Cuautitlán, UNAM. México. pp. 76

- **Galina, M. Palma, J. Morales, R. Aguilar, R. Hummel, J. 1995.** Voluntary dry matter intake by dairy goats grazing on rangeland or on agricultural by-products in Mexico. *S. R. Res.* 15:127-137
- **Gjesing, B. Osterballe, O. Schwartz, S. 1986.** Allergen sepecific IgE antibodies againts antigenic components in cow milk substitutes. *Allergy.* 41: 51-56
- **Gordon, S. 1972.** Fisiología animal. Principios y adaptaciones al medio ambiente. 1ª ed. Ed. Continental. México. pp. 747
- **Gonzáles, J. 1996.** Evaluación química y sensorial de quesos frescos elaborados de leche de vaca y leche de cabra, mezcladas en diferentes proporciones. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- **Grandison, A. Ford, G. Millard, D. 1984.** Interrelationships of chemical composition and coagulating properties or renneted milks from dairy cows grazing ryegrass or white clover. *J Dairy Res.*
- **Grandpierre, C. Ghisolfi, J. Thouvenot, J. 1988.** Étude biochimique du lait de chévere. *Cah Nutr Diét.*
- **Guinee, H. Ricordeau, G. 1996.** Effect of milk protein standardization using different methods on the composition and yield of Cheddar cheese. *J. Dairy Science* 89, 468-482.
- **Guilcamaigua, R. 2014;** “Efecto de aceite esencial de orégano más cobalto en el rendimiento productivo en vacas holstein mestizas”; Facultad De Ciencias Pecuarias Escuela De Ingeniería Zootécnica; Escuela Superior

Politécnica De Chimborazo

- **Guzmán, D. 2007.** Manual utilización de leche de vaca, cabra y oveja en las pequeñas empresas, Universidad de Chile
- **Harding, R. 1995.** Milk quality. Glasgow; Chapman and Hall
- **Holt, C. Jenness, R. 1984.** Interrelationships of constituents and partition of salts in milk samples from eight species. *Comparative Biochemistry and Physiology.*
- **Hollar, C. Law, A. Dalgleish, D. Medrano, J. 1991.** Separation of  $\beta$ -casein A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup> and B using Cation-Exchange Fast Protein Liquid Chromatography. *J. Dairy Res.*
- **Hurtarte, J. 1993.** Evaluación física, química, organoléptica y económica de quesos frescos preparados a partir de leche de soya y leche entera de vaca mezclada en diferentes proporciones. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- **INEN, 2002.** Determinación de contenido de humedad 1 edición Quito-Ecuador 6 pp.
- **INRA. 1988.** Tables de l'alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris, France
- **Jenness, R. 1980.** Composition and characteristics of goat's milk. Review 1968- 1979. *J. Dairy Sci.*
- **Knight, C. Peaker, M. 1982.** Development of the mammary gland. *J. Reprod. Fert.*

- **Le Jaouen, J., Toussaint, G. 1993.** Le lait de chèvre en Europe. *Lait*. 73: 407-415
- **Lenoir, J. Schneid, N. 1987.** L'aptitude du lait á la coagulation par la présure. In: *Le fromage*, (Eck A, de), 2e éd, Tec et Doc, Paris. pp. 139-150
- **López, A. 1999.** Evaluación de la producción láctea de un rebaño caprino considerando los efectos de interacción genotipo-ambiente. Tesis de Doctorado. Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, México.
- **Ludeña, F. Mayes, J. 2006** Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa; Perú; 2006; Mosaico Cient.
- **Martin, P. 1993.** Polymorphisme génétique des lactoprotéines caprines. *Lait*. 73: 511-532
- **Marie, C. Delacroix-Buchet. 1994.** Comparasion des variants A et C de la caséine  $\beta$  des laits de vaches Tarentaises en modèle fromager de type beaufort. II. Protéolyse et qualité des fromages.
- **McSeweney, G. Moody, E. Ponzoni, W. 2007,** What effect does pasteurization have on chesse milk
- **Minikhiem, R. 2002.** FERUM alpha tocopherol and immune function in yearling ewes supplemented with zinc and vitamin E. *J. Anim. Sci.* 80: 1329-1335

- **Morand-Fehr, P. Boyazoglu, J. 1999.** Present state and future outlook of the small ruminant sector.
- **Neville, M., Keller, R., Casey, C., Allen, J. 1994.** Calcium partitioning in human and bovine-milk. *J. Dairy Sci.* 77: 1964-1975
- **Niki, R. Arima, S. 1984.** Effects of size casein micelle on firmness of rennet curd. *Jpn J Zootech.* 55:409-415
- **Ortiz, F. Mora-Gutiérrez, A. 2002.** Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. INIFAP. CIRGOC. Libro Técnico Núm. 5. Segunda edición. Veracruz, México.
- **Palma, G. 1995.** Factores que influyen en la producción lechera de un hato caprino en el semiárido mexicano. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. Colima, México.
- **Park, C. Moon, Y. Kim, S. Keller, W. 2007.** Phisico-Chemical characteristics of goat and sheep milk: *Small Ruminant Research.*
- **Pearse, M. Linklater, P. Hall, R. Mackinlay, A, 1986.** Effect of caseina micelle composition and casein dephosphorylation on coagulation and syneresis.
- **Peláez, J. 2009;** "Evaluación de la calidad físico – químico, microbiológico y organoléptico de la leche del cantón pablo sexto incluyendo buenas prácticas agrícolas (BPA) "; escuela de ingeniería en industrias pecuarias; Facultad De Ciencias Pecuarias; Escuela Superior Politécnica De Chimborazo
- **Peraza, C. 1987.** Los quesos de cabra en México. IV Congreso Nacional Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en

Caprinocultura. AZTECA. Universidad de Colima, Colima, México. pp. 98-113

- **Penn, D. Dolderer, M. Schmidt-Sommerferld, E. 1997.** Carnitine concentrations in the milk of different species And infant formulas. *Biolneonate*. 52:70-79
- **Pérez, H. 2000.** Evaluación de la aceptabilidad de quesos frescos a base de leche descremada bovina y entera caprina. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- **Quiles, A. Gonzalo, C. Barcina, Y. Fuentes, F. Hevia, M. 1994.** Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria Universidad de Murcia; España.
- **Quishpe, J. 2009,** Diseño de los procesos y rediseño de la planta de producción de queso fresco y yogur en la asociación agropecuaria “El ordeño” de la Chimba, Escuela politécnica nacional.
- **Ralph, L. 1978.** Introductory animal physiology. 1ª ed. Ed. McGraw-Hill. USA. pp. 586
- **Randall, D. Burggren, W. French, K. 1997.** Erket Animal Physiology. Mechanisms and adaptations. 4th. ed. Ed. Freeman. USA. pp. 728
- **Reneau, W. 1991.** Monitoring mastitis, milk quality and economic losses in dairy fields. *Dairy, food and environmental sanitation*:4-11
- **Remeuf, F. 1993.** Influence du polymorphisme génétique de la caseina  $\alpha$ 1 caprine sur les caractérisiques physico-chimiques et technologiques du lait. *Lait*. 73:549-557

- **Reyes, E. Sandor, A. 2010**, Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz
- **Ruckebusch, Y. Phaneuf, L. Dunlop, R. 2009**, Efecto de la variación en acidez y temperatura sobre el rendimiento y la calidad de quesos tipo panela y chihuahua; Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; División De Ciencia Animal. México
- **Ruckebusch, Y. Phaneuf, L. Dunlop, R. 1994**. Fisiología de pequeñas y grandes especies. 1ª ed. Ed. El Manual Moderno. México.
- **Saca, V. 2001**; “Evaluación bromatológica y organoléptica de quesos frescos de leche cruda procedentes de Yangana, Gonzanamá, Saraguro, Zalapa y Chuquiribamba” ; Ecuador; Universidad Nacional de Loja
- **Sandor, A. Pecsuvac, K. Kerner, J. Alkonyi, I. 1982**. On carnitine content of the human breast milk. *Pediatric Res* 16:89-91
- **Sanz, C. 2007**, Caracterización de la Leche de Cabra frente a la de Vaca, Estudio de su Valor Nutritivo e Inmunológico.
- **Sena, G. 1987**. (Servicio Nacional de Aprendizaje) Derivados de lácteos: Características físicas de la leche, Bogotá- Colombia
- **Shalabi, S. Fox, P. 1982**. Influence of pH on the rennet coagulation of milk. *J Dairy Res.* 49:153-157
- **Silanikove, N. Shapiro, F. Shamay, A. 2003**. Use of an ion-selective electrode to determine free Ca ion concentration in the milk of various mammals. *J. Dairy Res.* 70: 241-243

- **Smith, G. McCarthy, S. Rook, J. 1974.** Synthesis of milk fat from beta-hydroxybutyrate and acetate in lactating goats.
- **Singh, V. Singh, S. 1997.** Physico-chemical properties of milk. En: Advanced dairy chemistry. 3. Lactose, water, salts and vitamins. Fox P.F., ed. Chapman & Hall, Londres, pp 470-518.
- **Storry, J. Grandison, A. Millard, D. Owen, A. Ford, G. 1983.** Chemical composition and coagulating properties of renneted milks from different breeds and species of ruminant. *J. Dairy Sci.* 50: 215-229
- **Torres-Acosta, J. Magaña-Canul, J. Aguilar-Caballero, A. 1996.** Milk composition of criollo goats with different parturition number in Yucatan, Mexico. XII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Memorias. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- **Vega, C. 2007.** Manejo adecuado y microbiología de la leche
- **Vera, S. 2005,** Identificación y evaluación de los factores que influyen en la calidad de leche de las fincas proveedoras de la fábrica de quesos la holandesa, Escuela politécnica del ejército facultad de ciencias agropecuarias – IASA
- **Voutsinas, J. Bouillon, J. 1990.** The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. *Journal of Dairy Research.*

## 9 ANEXOS

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

#### ÁREA AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALEZ RENOVABLES CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTÉCNIA

Fotografías tomadas en el trabajo de campo



**Foto 1:** Adquisición de la materia prima y cadena de frío



**Foto 2:** realización de las respectivas pruebas en la planta piloto de lácteos



**Foto 3:** Análisis químico de la leche (acidez)



**Foto 4:** recolección de datos obtenidos



**Foto 5:** Análisis de los parámetros químicos de la leche



**Foto 6:** Colocación de la cuajada en los molde



**Foto 7:** Verificación de la densidad de la leche mediante el termolactodensímetro