

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Caracterización del Suero Lácteo de una Quesería Artesanal, localizada  
en la Zona 5 del Ecuador”**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Hilda Viviana Pasmay Macías

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por estar conmigo durante todo este proceso y en no dejarme vencer por las adversidades, a mi papá Antonio Pasmay y a mi mami Mireya Macías por darme el impulso de seguir preparándome, a mi hermana Rosalía Pasmay por su ayuda cuando más la necesitaba a mi hermana Narcisa Pasmay por compartirme sus ideas ambientales en bien del país.

Al Sr. Francisco Zuñiga de Los Lojas y a su familia por ser parte de un proceso importante en este trabajo, siempre

mostrando su sencillez y humildad frente a todo.

A la ESPOL por crear en mí el espíritu de innovación y emprendimiento con el fin de generar nuevas plazas de trabajo y a todos los profesores por dedicar su tiempo.

A todas las personas que han colaborado y en especial a la Ing. Haydeé Torres y a la Ing. Natasha Coello por su apoyo y guía en la culminación de este trabajo.

Hilda Pasmay Macías

## **DEDICATORIA**

Al amigo que conoce mis debilidades y fortalezas Jesús, gracias por todo el bien que has hecho en mi vida. A mi familia por todo el amor incondicional y el empuje desde que empecé la etapa universitaria. Y a mí enamorado Raúl Rabascall por apoyarme y compartir su felicidad conmigo.

Hilda Pasmay Macías

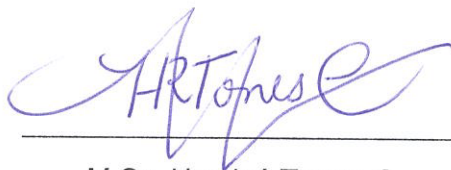
## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Jorge Duque R.

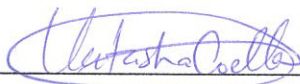
DECANO DE LA FIMCP

PRESIDENTE



M.Sc. Haydeé Torres C.

DIRECTORA DEL TFG



M.Sc. Natasha Coello G.

VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Hilda Viviana Pasmay Macías

## RESUMEN

La producción de queso es una de las fuentes de ingreso más importante en el Ecuador, un subproducto de su proceso es el suero, denominado suero lácteo, en la producción de queso artesanal en el Ecuador y en particular en la parroquia de Los Lojas del cantón Daule el suero lácteo, es utilizado en parte para alimentación animal y otra descargada al ecosistema, suelos y ríos.

En el presente proyecto se realiza la caracterización del suero lácteo de una quesería artesanal de la parroquia en mención, la cual se ubica en la Zona 5 del Ecuador, en que se determinó un número de 12 réplicas de análisis físico – químico, las cuales se sometieron a un análisis estadístico, dando como resultado: Proteína 1%, Grasa 0,35%, Cenizas 0,6%, Sólidos Totales 7,2%, Acidez 0,124%, Densidad 1.028 y pH 6,54 resultados que fueron comparados dentro de los rangos mínimo y máximo del suero de leche de la Norma Técnica Ecuatoriana, Van Der Schans y Spreer.

Este presente análisis de caracterización nos muestra las bondades nutricionales que presentan el suero y que su uso en diversos procesos podría

ser incentivado en el proyecto de Desarrollo Integral de cadenas Agroindustriales ejecutado por el Ministerio de Industrias y Productividad, el cual ha sido considerado como una prioridad la utilización del suero que generan las queseras del país.



## ÍNDICE GENERAL

|                                      | Pág.     |
|--------------------------------------|----------|
| RESUMEN .....                        | ii       |
| ÍNDICE GENERAL.....                  | iv       |
| ABREVIATURAS .....                   | vii      |
| SIMBOLOGÍA .....                     | ix       |
| INDICE DE FIGURAS.....               | x        |
| INDICE DE TABLAS .....               | xii      |
| INTRODUCCIÓN .....                   | 1        |
| <b>CAPÍTULO 1</b>                    |          |
| <b>1. GENERALIDADES .....</b>        | <b>3</b> |
| 1.1. Planteamiento del Problema..... | 3        |
| 1.2. Objetivos.....                  | 3        |
| 1.2.1. Objetivo General .....        | 3        |
| 1.2.2. Objetivos Específicos .....   | 4        |
| 1.3. Metodología .....               | 4        |
| <b>CAPÍTULO 2</b>                    |          |

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>                               | <b>6</b>  |
| 2.1. Niveles Administrativos del Ecuador .....              | 6         |
| 2.2. Producción de leche en el Ecuador .....                | 8         |
| 2.2.1. Producción de leche en la Zona 5 .....               | 13        |
| 2.3. El Suero lácteo .....                                  | 21        |
| 2.3.1. Producción de suero lácteo en la zona 5 .....        | 23        |
| 2.3.2. Componentes del suero lácteo .....                   | 26        |
| 2.3.3. Aplicaciones actuales a base del suero lácteo .....  | 29        |
| 2.3.4. Beneficios del consumo .....                         | 31        |
| 2.4. Proceso de Elaboración del Queso .....                 | 32        |
| 2.5. Impacto Ambiental ocasionado por el suero lácteo ..... | 38        |
| 2.6. Fundamento legal de las normas de análisis .....       | 39        |
| <br><b>CAPÍTULO 3</b>                                       |           |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                        | <b>43</b> |
| 3.1. Localización de la Quesera Artesanal .....             | 43        |
| 3.1.1. Condiciones actuales de la quesera .....             | 44        |
| 3.2. Proceso de elaboración artesanal del queso .....       | 46        |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3. Análisis de los procesos de elaboración del queso .....           | 53 |
| 3.4. Caracterización del suero lácteo.....                             | 53 |
| 3.4.1. Análisis físicos del suero: pH, densidad, sólidos totales ..... | 54 |
| 3.4.2. Análisis químicos: proteínas, grasas, acidez, ceniza .....      | 62 |
| 3.5. Descripción del proceso de la recolección de muestras .....       | 74 |

## **CAPÍTULO 4**

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>                    | <b>77</b> |
| 4.1. Resultados estadísticos de la caracterización del suero lácteo .....  | 77        |
| 4.2. Comparación de resultados con las normas de análisis del suero lácteo |           |
| 90                                                                         |           |

## **CAPÍTULO 5**

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> | <b>94</b> |
| 5.1. Conclusiones .....                        | 94        |
| 5.2. Recomendaciones .....                     | 96        |

## **APÉNDICES**

## **ANEXOS**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURAS

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| g                 | Gramos                        |
| Kg                | Kilogramos                    |
| lb.               | Libra                         |
| g/cm <sup>3</sup> | Gramos/centímetros cúbicos    |
| Kg/l              | Kilogramos/litro              |
| ml                | Mililitros                    |
| l/día             | Litros/día                    |
| cc/l              | Centímetros cúbicos/litro     |
| m/m               | masa/masa                     |
| mm.               | Milímetros                    |
| cm.               | Centímetros                   |
| cm <sup>3</sup>   | Centímetro cúbico             |
| Km <sup>2</sup>   | Kilómetro cuadrado            |
| h                 | Hora                          |
| t                 | Tiempo                        |
| min.              | Minutos                       |
| C                 | Celsius                       |
| ppm               | Partes por millón             |
| pH                | Potencial hidrógeno           |
| N                 | Normalidad                    |
| LDL               | Lipoproteína de baja densidad |

|           |                                                                     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|
| NaOH      | Hidróxido de Sodio                                                  |
| B.S.I     | British Standards Institution                                       |
| DQO       | Demanda química de oxígeno                                          |
| DBO       | Demanda bioquímica de oxígeno                                       |
| OAE       | Organismo Acreditación Ecuatoriana                                  |
| AOAC      | Association of Analytical Communities                               |
| SICA      | Servicio de Información Agropecuaria                                |
| INEC      | Instituto Nacional de Estadística y Censos                          |
| ESAG      | Unidad de Estadísticas Agropecuarias                                |
| ESPAC     | Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria<br>Continua        |
| SINAGAP   | Sistema de Información Nacional de Agricultura<br>y Desarrollo      |
| CIL       | Centro de la Industria Láctea                                       |
| NTE INEN  | Norma Técnica Ecuatoriana, Servicio Ecuatoriano de<br>Normalización |
| SENPLADES | Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo                   |
| ISO       | International Organization for Standardization                      |
| Hz        | Hertz                                                               |
| W         | Potencia en vatios                                                  |

## SIMBOLOGÍA

|          |                    |
|----------|--------------------|
| %        | Porcentaje         |
| °        | Grados             |
| $\alpha$ | Alfa               |
| $\beta$  | Beta               |
| D        | Densidad           |
| S        | Sólidos totales    |
| C        | Cenizas            |
| P        | Proteínas          |
| $S^2$    | Varianza           |
| S        | Varianza           |
| E        | Error estándar     |
| n        | Número de muestras |
| <        | Menor              |
| >        | Mayor              |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                              | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 2.1 Zonas del Ecuador.....                                            | 7    |
| Figura 2.2 Población vacuna del Ecuador en el 2000.....                      | 9    |
| Figura 2.3 Producción de leche por Regiones en el Ecuador .....              | 10   |
| Figura 2.4 Ganado vacuno del Ecuador en el 2002 - 2011.....                  | 11   |
| Figura 2.5 Producción de leche del Ecuador en el 2002 - 2011.....            | 12   |
| Figura 2.6 Razas de ganado vacuno en la Zona 5 .....                         | 15   |
| Figura 2.7 Producción diaria de leche en la Zona 5 en el 2000 .....          | 17   |
| Figura 2.8 Producción diaria de leche en la Zona 5 en el 2011 .....          | 18   |
| Figura 2.9 Influencia de en ácido y un álcali sobre la caseína .....         | 22   |
| Figura 3.1 Exteriores de la cocina y corral del ganado .....                 | 45   |
| Figura 3.2 Utensilios utilizados en la elaboración del queso.....            | 46   |
| Figura 3.3 Alimentación del ganado.....                                      | 47   |
| Figura 3.4 Corral del ganado .....                                           | 48   |
| Figura 3.5 Corte del coágulo.....                                            | 49   |
| Figura 3.6 Separación del suero lácteo y salado de la cuajada .....          | 50   |
| Figura 3.7 Separación y prensado del suero lácteo .....                      | 51   |
| Figura 3.8 El queso criollo.....                                             | 51   |
| Figura 3.9 Diagrama de flujo del proceso artesanal del “Queso Criollo” ..... | 52   |
| Figura 3.10 Muestras de suero lácteo.....                                    | 54   |
| Figura 3.11 Análisis de pH.....                                              | 56   |

|             |                                                                                |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3.12 | Análisis de densidad .....                                                     | 59 |
| Figura 3.13 | Análisis de sólidos totales .....                                              | 62 |
| Figura 3.14 | Análisis de proteínas.....                                                     | 65 |
| Figura 3.15 | Análisis de grasa.....                                                         | 68 |
| Figura 3.16 | Análisis de acidez .....                                                       | 71 |
| Figura 3.17 | Análisis de cenizas .....                                                      | 74 |
| Figura 4.1  | Intervalos de confianza en proteínas .....                                     | 83 |
| Figura 4.2  | Intervalos de confianza en grasas .....                                        | 84 |
| Figura 4.3  | Intervalos de confianza en cenizas .....                                       | 85 |
| Figura 4.4  | Intervalos de confianza en sólidos totales .....                               | 86 |
| Figura 4.5  | Intervalos de confianza en acidez.....                                         | 87 |
| Figura 4.6  | Intervalos de confianza en densidad.....                                       | 88 |
| Figura 4.7  | Intervalos de confianza en pH .....                                            | 89 |
| Figura 4.8  | Comparación de la Norma con los resultados del suero lácteo de los Lojas ..... | 93 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                             | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 1    Número de cabezas de ganado de la Zona 5 en el 2000 y 2011 ..... | 14   |
| Tabla 2    Producción de leche en la Zona 5 .....                           | 17   |
| Tabla 3    Composición del suero dulce y ácido .....                        | 22   |
| Tabla 4    Producción del suero lácteo de la Zona 5 .....                   | 26   |
| Tabla 5    Composición del suero dulce y ácido de la Norma INEN .....       | 40   |
| Tabla 6    Análisis de proteínas del suero lácteo .....                     | 77   |
| Tabla 7    Número de réplicas de análisis Físico - Químico .....            | 79   |
| Tabla 8    Resultados de análisis físico del suero lácteo .....             | 80   |
| Tabla 9    Resultados de análisis químico del suero lácteo .....            | 81   |
| Tabla 10   Análisis estadístico de la caracterización del suero .....       | 82   |
| Tabla 11   Composición Físico – Químico de los Lojas .....                  | 90   |

# INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen empresas formales y artesanales dedicadas a la elaboración del queso, durante el proceso se genera un 80% aproximadamente de suero. El suero muchas veces es desechado a ríos y suelos provocando una contaminación ambiental.

En este proyecto se realiza la caracterización del suero lácteo de una quesera artesanal de las zonas importantes del Ecuador como es la Zona 5 del país, se escogió la parroquia Los Lojas, Cantón Daule.

El suero lácteo es de color amarillo verdoso y que puede tener características de un suero dulce o ácido. Para definirlas y caracterizarlas se establece en realizar análisis físico - químicos donde los parámetros a evaluar son proteínas, grasas, acidez, densidad, pH, sólidos totales y cenizas; que serán comparados con las normas de estudio.

En países industrializados como Estados Unidos e Irlanda el suero es su materia prima base para la elaboración de medios de cultivos, en la preparación de fórmulas infantiles diseñadas para que se asemejen a la leche materna, y en la producción de etanol.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

Durante el proceso de elaboración del queso existe un remanente del 80% de suero lácteo o lactosuero, el cual es desechado a ríos y suelos generalmente por queseras artesanales, generando contaminación en el medio ambiente.

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar la caracterización del suero lácteo de una quesera artesanal localizada en la provincia del Guayas, cantón Daule, parroquia Los Lojas, Zona 5.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la proteína de tres muestras del suero lácteo, estableciendo el número de réplicas del análisis físico – químico.
- Realizar el análisis físico del pH, densidad y sólidos totales.
- Realizar el análisis químico de proteínas, grasas, acidez y ceniza.
- Realizar el análisis estadístico tomando como referencia las normas técnicas.

### **1.3. Metodología**

Para determinar la caracterización del suero lácteo, se procedió en primera instancia a realizar el análisis del componente más importante que contiene el suero, la proteína, el cual contribuye en mayor grado a la generación de nuevos productos.

Para la recolección de muestras se escogió una quesera artesanal ubicada en Los Lojas parroquia del cantón Daule a 45 min. de la ciudad de Guayaquil, Zona 5.

La recolección del suero se realizó al finalizar el proceso de elaboración del queso, el cual era almacenado en botellas de plástico y trasladado al laboratorio de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Los análisis físico – químico de los parámetros del suero lácteo establecidos y los resultados del estudio estadístico, fueron comparados en base a las Normas Ecuatorianas NTE INEN y referencias de los trabajos de graduación de Recinos y Saz, 2006 [tabla composición de suero lácteo, Van Der Schan (2002)] y de Guerrero y Castro, 2010 [tabla composición media del lactosuero, Spreer (1991)].

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Niveles Administrativos del Ecuador

La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) ha establecido los niveles de planificación del Ecuador en:

- Zonas
- Distritos
- Circuitos

Para el caso de estudio, se detallan las zonas y se las puede observar en la figura 2.1:

Zona 1: Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbios

Zona 2: Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana

Zona 3: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza

Zona 4: Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas.

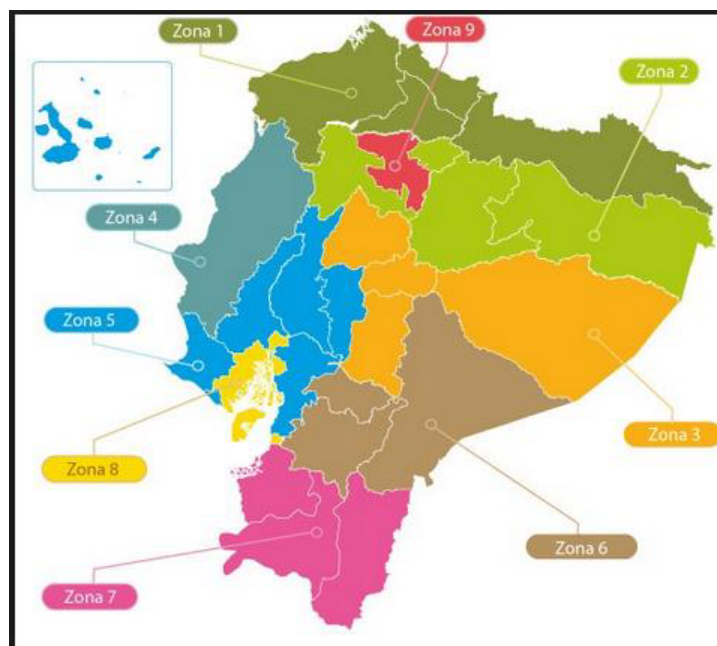
Zona 5: Santa Elena, Guayas (excepto los cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos y Galápagos.

Zona 6: Cañar, Azuay, Morona Santiago.

Zona 7: El Oro, Loja, Zamora Chinchipe.

Zona 8: Guayaquil, Samborondón y Durán.

Zona 9: Distrito Metropolitano de Quito (1).



**Figura 2.1 ZONAS DEL ECUADOR**

**Fuente:** Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES (1)



## 2.2. Producción de leche en el Ecuador

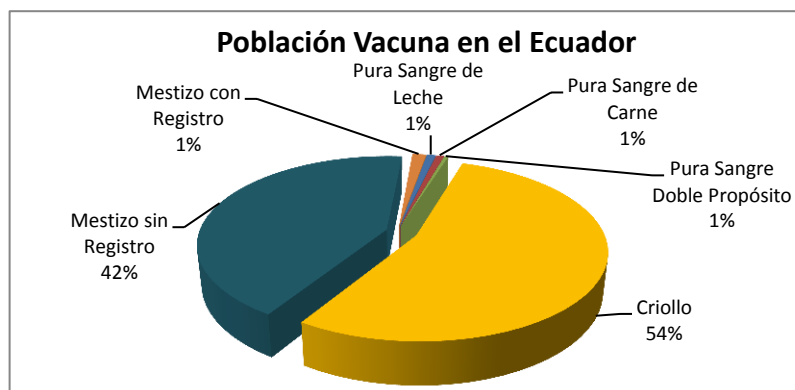
La Cámara de Agricultura del Ecuador consciente de las necesidades de información del productor agropecuario y demás actores del sector de la producción agrícola y pecuaria en el país, emprendió un Proyecto de Análisis, Interpretación y Difusión de los resultados del **III Censo Agropecuario Nacional del 2000**, contando con el apoyo del Proyecto SICA, facilitando la siguiente información:

### **Cabezas de ganado y razas por región**

El número de cabezas de ganado vacuno en la Región Sierra es de 2'274.137, Región Costa 1'628.044 y el Resto que incluye la Amazonía, Región Insular y Zonas de Conflicto es de 583.839 (2).

Las razas de ganado vacuno que tiene el Ecuador son Criollo, Mestizo sin registro, Mestizo con registro, Pura sangre de carne, Pura sangre de leche y Pura sangre doble propósito.

Según SICA, a nivel nacional el ganado vacuno Criollo, que representa el 54.1%, predomina en el país, seguido del ganado vacuno Mestizo con un 42.4%, como se observa en la figura 2.2.

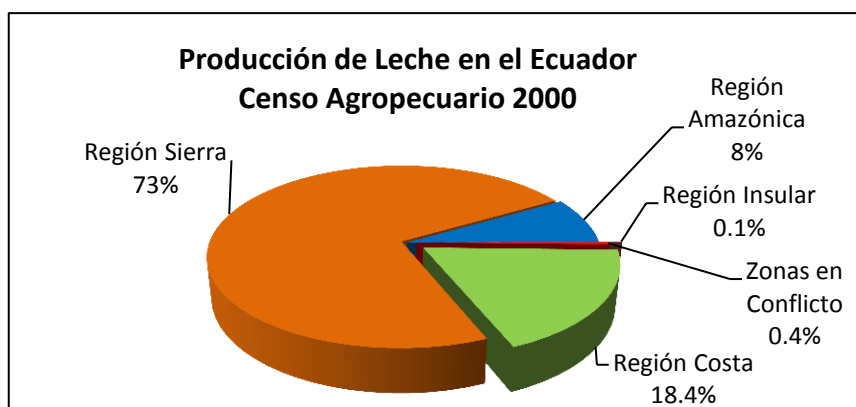


**FIGURA 2.2 POBLACIÓN VACUNA DEL ECUADOR EN EL 2000**

**Fuente:** Servicio de Información Agropecuaria, SICA (3)

### Producción de leche

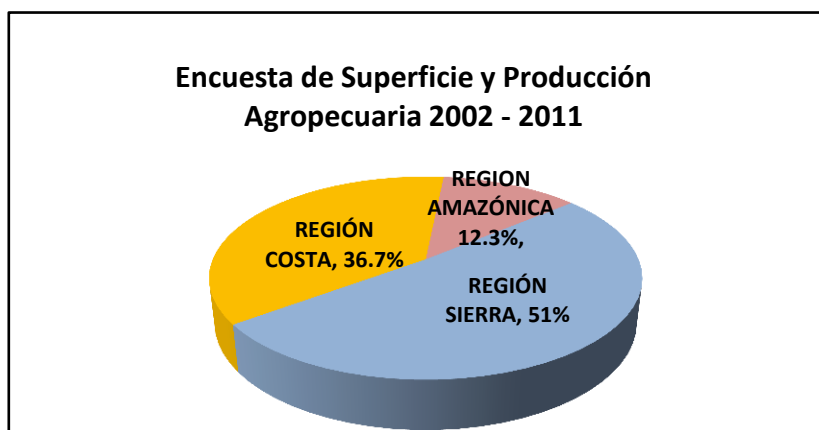
De acuerdo al **III Censo Agropecuario del 2000**, SICA, la producción de leche en el Ecuador se centra en la Región Sierra con el 72.8% y en la Región Costa con el 18.4% contando con una producción nacional de leche de 3'525.027 litros como se observa en la figura 2.3 (3).



**FIGURA 2.3 PRODUCCIÓN DE LECHE POR REGIONES EN EL ECUADOR**

**Fuente:** Servicio de Información Agropecuaria, SICA (3)

Mientras, que el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), a través de la Dirección de Estudios Económicos y la Unidad de Estadísticas Agropecuarias (ESAG), realizaron una **Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2002 – 2011** en la que se determinó que en el 2011 la tasa anual de crecimiento del ganado vacuno fue del 2,0% a nivel nacional, contando en la región Sierra con el 51% de la cantidad de ganado a nivel nacional, seguido por la Costa con 36,7% y el Oriente con 12,3% como se observa en la figura 2.4 (4).

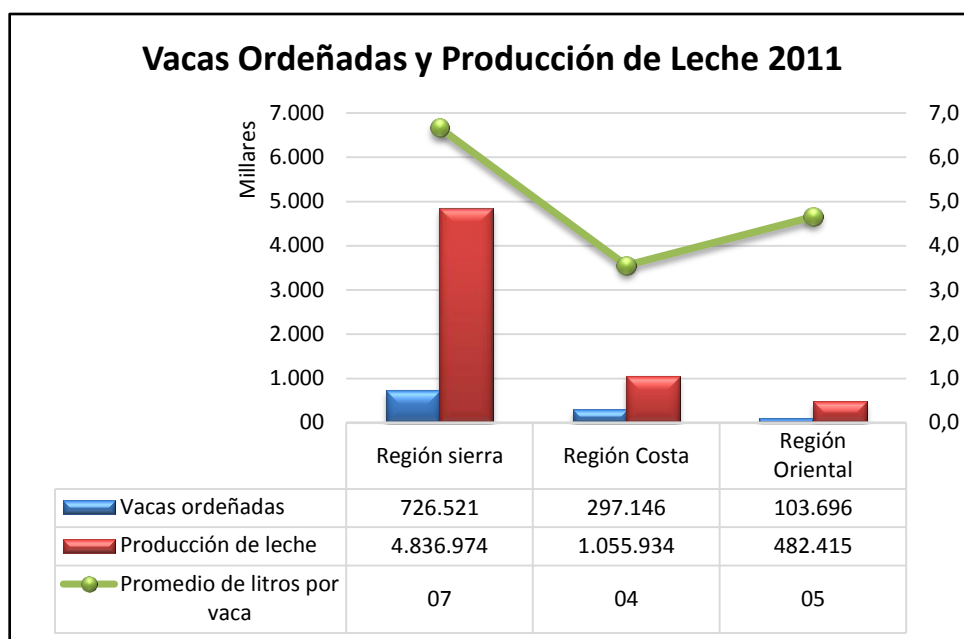


**FIGURA 2.4 GANADO VACUNO DEL ECUADOR EN EL  
2002 - 2011**

**Fuente:** Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria  
Continua (ESPAC) 2002 – 2011 (4)

En la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2002 – 2011 determina que, para el 2011 la producción de leche por regiones del Ecuador, la Sierra aporta con un 75,9%, la Costa con el 16,6% y el Oriente con el 7,6% (4).

En relación al promedio de litros de leche por vaca producidos, la región Sierra se destaca con 7 ltrs/vaca, la región Oriental ocupa el segundo lugar con 5 ltrs/vaca y por último la región Costa con 4 ltrs/vaca como se observa en la figura 2.5 (4).



**FIGURA 2.5 PRODUCCIÓN DE LECHE DEL ECUADOR EN EL 2002 - 2011**

**Fuente: INEC, Sistema Estadístico Agropecuario Nacional (4)**

Analizando los datos de la figura 2.5 producción de leche en el Ecuador, se observa que en la región Sierra, cada vaca produce más litros de leche que en la región Costa y en el Oriente; dado que ahí se concentra el mayor porcentaje de hatos ganaderos lecheros y existe una gran diversidad de pastos cultivados y naturales aptos para la zona, contribuyendo en la alimentación del ganado; cabe indicar que en la Costa y Oriente, los ganaderos en mayor parte se dedican al manejo de ganado de carne (4).

### **2.2.1. Producción de leche en la Zona 5**

La Zona 5 del Ecuador está conformada por las provincias de: Santa Elena, Guayas (excepto los cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos y Galápagos (1).

Para el año 2000, la actual provincia de Santa Elena era cantón de la provincia del Guayas, siendo así para análisis de los datos del 2000 y 2011, se procede hacer un desglose de las provincias que actualmente conforman la zona, caso de estudio.

#### **Ganado Vacuno**

En la provincia del Guayas, de acuerdo a la información del **III Censo Agropecuario del año 2000**, el número de cabezas de ganado fue de 284.053, y en el año 2011 de acuerdo a la **Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)** el número de cabezas de ganado fue 341.713 lo cual significa que hubo una tasa de crecimiento de

20.30% cabezas de ganado, datos que se pueden observar en la tabla 1 (2).

**TABLA 1 NÚMERO DE CABEZAS DE GANADO DE LA ZONA 5 EN EL 2000 Y 2011**

| Provincias  | 2000                        |       | 2011                        |      |
|-------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|------|
|             | Número de Cabezas de Ganado | %     | Número de Cabezas de Ganado | %    |
| Santa Elena | 27058                       | 4.25  | 15966                       | 2%   |
| Guayas      | 284053                      | 44.62 | 341713                      | 51%  |
| Bolívar     | 196523                      | 30.87 | 192764                      | 29%  |
| Los Ríos    | 117803                      | 18.51 | 125673                      | 19%  |
| Galápagos   | 11104                       | 1.74  | -                           | -    |
| Total       | 636541                      | 100%  | 676116                      | 100% |

**Fuente:** SINAGAP, INEC (2).

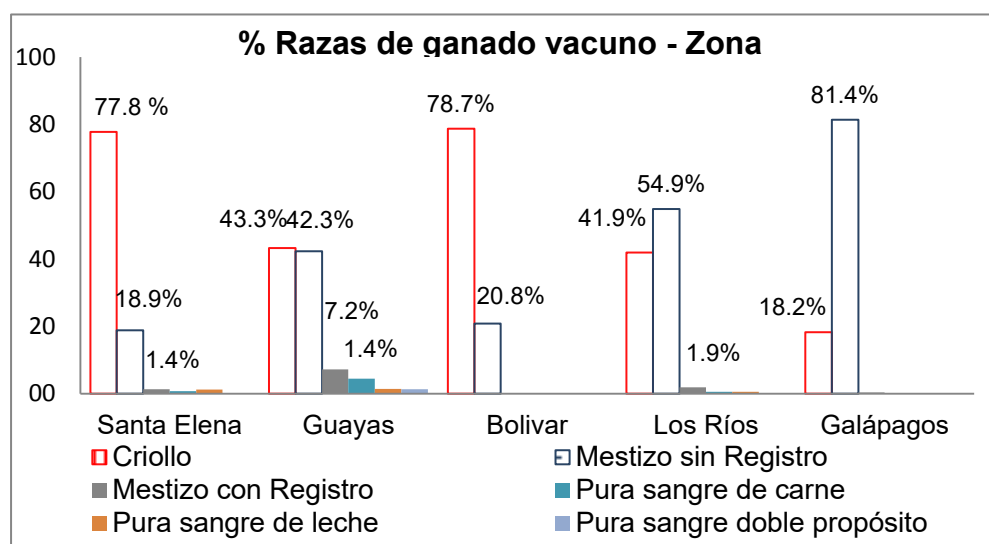
**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

En relación a la tabla 1 el número de cabezas de ganado de la zona 5 en el 2000 y 2011, se observa que tanto en el censo del 2000 y en las encuestas realizadas en el 2011, la provincia del Guayas se destaca en la cantidad de ganado con el que cuentan. Cabe indicar que en las encuestas del 2011 no se registran datos para la provincia de Galápagos.

### **Razas de ganado vacuno**

En relación a la cantidad de ganado vacuno por raza identificado en el III Censo Nacional Agropecuario del 2000, correspondiente a las provincias

de la zona 5, se presenta en Guayas, caso de estudio, el 43.3% de ganado es de raza Criollo, raza que predomina en esta provincia; así también es importante señalar que la mayor presencia de ganado Criollo está ubicado en la provincia de Bolívar con el 78.7% información que se puede observar al detalle en la figura 2.6.



**FIGURA 2.6 RAZAS DE GANADO VACUNO EN LA ZONA 5**

**Fuente:** Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. SINAGAP e INEC (2).

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías



### **Producción de leche**

En el año 2000, la provincia del Guayas obtuvo una producción de leche por día del 33.9% y la provincia de Bolívar del 51.9% en relación al total de leche que se producía en las provincias de la zona 5; cabe indicar que para el año 2011 la provincia del Guayas aumenta su producción a 36.4% del total de leche que se genera en la zona, mientras que la provincia de Bolívar disminuye en su producción en porcentaje llegando al 47.3% de leche por día y en valor aumenta con respecto al 2011 en 192859 l/día, tomando en cuenta que no existe valores para Galápagos.

Si bien la provincia de Bolívar presentó un decremento de 4.6% para el año 2011 sin embargo seguía liderando la producción de leche en la zona; es importante señalar que la provincia del Guayas durante los años del 2000 al 2011 aumentó significativamente su producción de leche en 2.5% como se observa en la tabla 2.

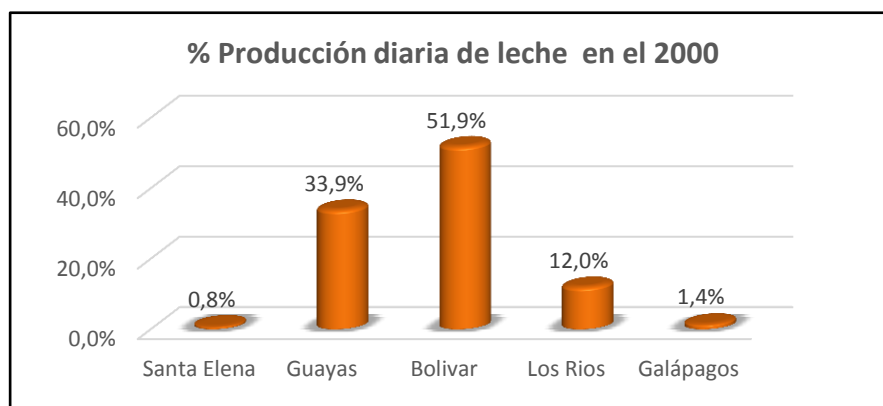
**TABLA 2 PRODUCCIÓN DE LECHE EN LA ZONA 5**

| Provincias  | 2000           |                  | 2011           |                  |
|-------------|----------------|------------------|----------------|------------------|
|             | Leche<br>L/día | % Leche<br>L/día | Leche<br>L/día | % Leche<br>L/día |
| Santa Elena | 2745           | 0.8%             | 3962           | 0.97%            |
| Guayas      | 115754         | 33.9%            | 148510         | 36.4%            |
| Bolívar     | 177197         | 51.9 %           | 192859         | 47.3%            |
| Los Ríos    | 40988          | 12%              | 62646          | 15.4%            |
| Galápagos   | 4939           | 1.4%             | -              | -                |
| Total       | 341623         | 100%             | 407977         | 100%             |

**Fuente:** Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. SINAGAP e INEC (2).

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

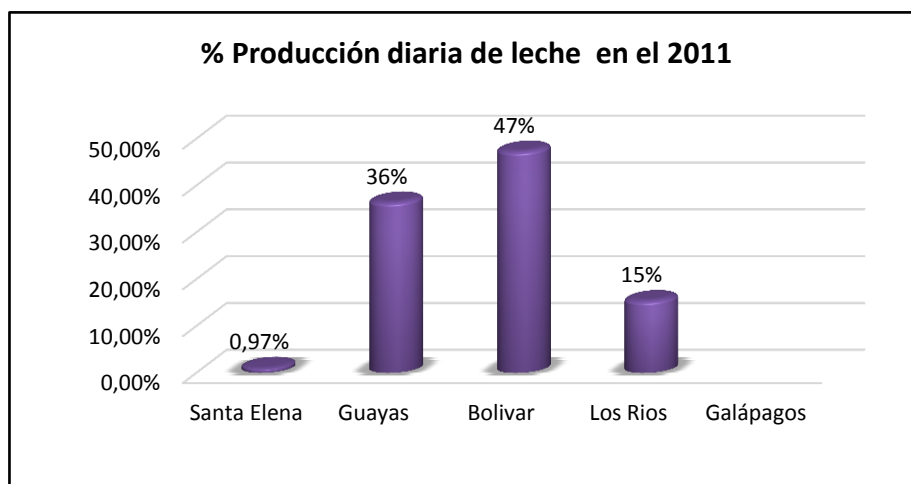
En la figura 2.7 se observa en porcentajes la producción diaria de la leche de la zona 5 en el año 2000, en la que resalta las provincias de Bolívar y el Guayas.

**FIGURA 2.7 PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE EN LA ZONA 5 EN EL 2000**

**Fuente:** Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. SINAGAP (2).

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

En la figura 2.8 se observa los porcentajes de la producción diaria de la leche en la zona 5 en el año 2011, en la que resalta las provincias de Bolívar y el Guayas.



**FIGURA 2.8 PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE EN LA ZONA 5 EN EL 2011**

**Fuente:** Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. SINAGAP (2).

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

### **Factores que influyen en la composición de la leche**

Los factores que influyen la composición de la leche son el factor genético o la raza del animal. Entre las razas lecheras más comunes están las Holstein, Brown Swiss o llamadas Pardo Suizo, Jersey, Guernsey.

*Holstein*, son de cara delgada y el pelo una combinación de color negro y blanco. Presenta un mayor rendimiento en número de litros y tiene menor tenor graso que las Brown Swiss.

*Brown Swiss o Pardo Suizo*, su pelo es de color marrón y pardo. Presentan un alto contenido de sólidos en proteínas y grasas, en proteínas tiene un 3,5 a 3,8% y en grasa un 3,8 a 4,2% (5).

*Guernsey* tiene un pelaje de color marrón dorado y blanco, es famosa por el rico aroma de su leche y presenta un color dorado por el alto contenido de beta caroteno.

*Jersey*, es de raza de ganado vacuno británico, de pelaje marrón claro, es productor de leche y famosa por el alto contenido graso en la misma.

La *Jersey* y *Guernsey* son las que presentan mayor porcentaje de proteínas total, caseína y suero (21) (6)

Otros factores principales que afectan son la sanidad del animal, alimentación y ordeño.

*Sanidad del animal:* El ganado que presente mastitis presencia de estafilococos, *Streptococcus agalactiae* en las mamas, producen menor cantidad de leche y si la enfermedad avanza éste llega a la composición del plasma sanguíneo y disminuye la cantidad de triglicéridos aumentando el colesterol y disminuye la caseína.

*Alimentación:* Puede ser alimentado el ganado con pasto natural o cultivado, también pueden usar para su alimentación concentrados en base de harina de pescado que dará sabor y aroma diferente a la leche.

*Ordeño:* Las condiciones en que se ordeñe influyen sobre la composición de la leche, los intervalos y horas de ordeño, el uso de máquinas y el establo de alojamiento de los animales influyen sobre la producción en litros y en la composición del tenor graso y proteico (7).

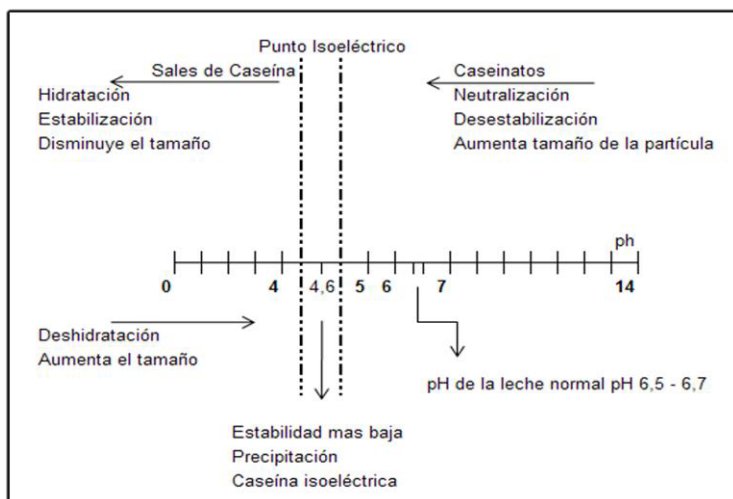
### **2.3. El Suero lácteo**

El suero lácteo es el residuo líquido que se obtiene tras la coagulación de la leche que se escapa de la cuajada cuando se lo prensa. Constituye aproximadamente el 90% del volumen de la leche. El suero es un líquido fluido de color amarillo verdoso y debido a su elevado contenido de vitaminas B2; presenta en diluciones vitaminas y sales minerales (8).

Existen 2 tipos de suero: el suero dulce y el suero ácido.

El suero dulce se genera al elaborar el queso, mediante el uso de enzimas proteolíticas o “cuajo”, actuando sobre las caseínas de la leche, las cuales se rompen, haciendo que estas se desestabilicen y precipiten, todo bajo las condiciones específicas de temperatura y pH levemente ácido de 5,9 a 6,6.

El suero ácido se genera mediante la precipitación ácida de la caseína y se logra cuando disminuye el pH de la leche entre 4,5 a 4,6 como se observa en la figura 2.9 en la influencia de un ácido (9).



**FIGURA 2.9 INFLUENCIA DE EN ÁCIDO Y UN ÁLCALI SOBRE LA CASEÍNA**

**Fuente:** Manual de Industrias Lácteas (10)

La composición del suero lácteo según Van der Schans se observa en la tabla 3, que se comparará los resultados del caso en estudio.

**TABLA 3 COMPOSICIÓN DEL SUERO DULCE Y ÁCIDO**

| Componente                 | Suero Dulce | Suero Ácido   |
|----------------------------|-------------|---------------|
| % de Agua                  | 93 – 94     | 94 – 95       |
| Gravedad Específica (Kg/l) | 1.026       | 1.024 – 1.025 |
| % de Grasa                 | 0.8         | 0             |
| % Proteína                 | 0.9         | 0.9           |
| %Lactosa                   | 4.5 – 5.0   | 3.8 – 4.4     |
| % Ácido Láctico            | 0           | 0.8           |
| % Minerales                | 0.5 – 0.7   | 0.7 – 0.8     |
| pH                         | 5.8 – 6.6   | 4.5 – 5.0     |

**Fuente:** Recinos y Saz (2006) (11)

### **2.3.1. Producción de suero lácteo en la zona 5**

El Centro de la Industria Láctea (CIL) proporciona información sobre el cálculo de producción diaria nacional del suero de leche líquido en el Ecuador, que fue redactado el 31 de Mayo del 2012 y la estadística realizada en el año 2011.

#### Información Disponible

- Promedio producción diaria nacional de leche cruda año 2011 = 5.460.000 +/- 200.000 litros/día.
- Promedio compra diaria nacional de leche cruda por parte de la industria formal año 2011 = 2.620.800 litros/día. (48% del total)
- Promedio volumen diario de leche cruda que la industria formal transforma en quesos = 812.448 litros/día. (31% del total)
- Promedio volumen estimado de venta diaria de leche cruda y uso en producción queso sin pasteurizar año 2011 = 982.800 litros/día.



- Se estima que el 50% de esta leche cruda, es decir 491.400 litros/día, se transforman en queso sin pasteurizar dentro de las queserías informales del país.

Se puede decir de la experiencia práctica en la elaboración de queso, se obtiene el siguiente factor de cálculo: 100 unidades de volumen de leche cruda, producen 85 unidades de volumen de suero líquido.

#### Cálculos

- Cálculo del volumen diario de suero líquido que provienen de la industria formal:  $(812.448 \text{ litros} \times 85)/100 = 690.581 \text{ litros de suero líquido/día}$ .
- Cálculo del volumen diario de suero líquido que proviene de queserías informales:  $(491.400 \text{ litros} \times 85) /100 = 417.690 \text{ litros de suero líquido/día}$ .

- Cálculo total del volumen diario de suero líquido que proviene de elaboración de queso a nivel nacional: 690.581 litros + 417.690 litros = **1.108.271 litros de suero líquido/día (12).**

#### Suero Lácteo de la Zona 5

De acuerdo al análisis realizado para la generación de suero lácteo a nivel nacional, se procede continuar con estos lineamientos para la zona 5, ante lo cual se obtiene los siguientes datos que se presentan en la tabla 4.

**TABLA 4 PRODUCCIÓN DEL SUERO LÁCTEO DE LA ZONA 5**

| Producción de suero lácteo en el 2000 |             |                                             |                                                 |                                     |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Zona 5                                | Leche L/día | Volumen diario suero L/día Industria formal | Volumen diario suero L/día Queserías informales | Volumen diario L/día Total de suero |
| Santa Elena                           | 2745        | 347.19                                      | 1166.63                                         | 1513.81                             |
| Guayas                                | 115754      | 14640                                       | 57877.00                                        | 63836.02                            |
| Bolívar                               | 177197      | 22411.88                                    | 75308.73                                        | 97720.60                            |
| Los Ríos                              | 40988       | 5184.16                                     | 17419.90                                        | 22604.06                            |
| Galápagos                             | 4939        | 624.68                                      | 2099.08                                         | 2723.76                             |

| Producción de suero lácteo en el 2011 |             |                                             |                                                 |                                     |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Zona 5                                | Leche L/día | Volumen diario suero L/día Industria formal | Volumen diario suero L/día Queserías informales | Volumen diario L/día Total de suero |
| Santa Elena                           | 3962        | 501.11                                      | 1683.85                                         | 2184.96                             |
| Guayas                                | 148510      | 18783.54                                    | 63116.75                                        | 81900.29                            |
| Bolívar                               | 192859      | 24392.81                                    | 81965.08                                        | 106357.88                           |
| Los Ríos                              | 62646       | 7923.47                                     | 26624.55                                        | 34548.02                            |

**Fuente:** Centro de la industria láctea (12)  
**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

### 2.3.2. Componentes del suero lácteo

La leche entera contiene aproximadamente 87% de agua y un 13% de sólidos, de estos últimos el 30% son grasas, el 37% lactosa, el 27% proteínas y el 6% minerales. Del total de las proteínas

encontradas en la leche, un 20% corresponden a la fracción de suero y el 80% restante a caseína (13).

La composición química del suero lácteo depende de:

- Los tratamientos en los que se someta la leche como calentamiento, centrifugación, homogeneización, etc.
- Las características intrínsecas del procesamiento de los diferentes tipos de derivados lácteos (tipo de cultivos utilizados, manipulación mecánica, procesos de membrana, etc.)
- Los procesos de tratamiento que se le apliquen al suero como la pasteurización, concentración, etc. (14)

Entre los componentes del suero lácteo se encuentran la lactosa y las proteínas, éstas se describen a continuación:

### Lactosa

Es un disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa. La lactosa se la puede emplear con microorganismos capaces de utilizar este disacárido, o dividirlo mediante hidrólisis ácida.

Además, se puede transformar la lactosa en ácido láctico mediante fermentación y utilizar este metabolito como fuente de carbono (15).

### Proteínas

Las proteínas son biomoléculas versátiles y diversas que desempeñan un papel importante para la vida y son imprescindibles para el crecimiento del organismo; aproximadamente el 70% del nitrógeno total (proteína cruda) corresponde a proteína verdadera (nitrógeno no proteico), la cual tiene un valor nutritivo superior al de la caseína y está compuesta por la  $\beta$  - lactoglobulina, la  $\alpha$  - lactoalbúmina, las inmunoglobulinas, la proteosa – peptona y las enzimas nativas, el resto lo forman aminoácidos, úrea, creatina, amoníaco y ácidos nucleico.

La  $\beta$  - lactoglobulina, contiene 50 a 60% del total de las proteínas del suero, es una fuente rica en cisteína, aminoácido esencial.

La  $\alpha$  - lactoalbúmina, contiene cerca del 25% de la proteína total del suero. Es una buena fuente de aminoácidos, por ellos se lo utiliza en la nutrición de los deportistas (11).

### 2.3.3. Aplicaciones actuales a base del suero lácteo

Por su composición algunas de las aplicaciones del suero lácteo pueden ser:

- Fabricación de quesos de suero como el Ricotta.
- Elaboración de medios de cultivo debido al posible desarrollo de microorganismos (16).
- Fermentación del suero lácteo utilizándolo como sustrato para la producción de ácidos orgánico como ácido láctico a través de las bacterias lácticas; ácido acético mediante la fermentación anaeróbica de suero con cultivo mixto de *Lactococcus lactis* ss. *Lactis* y *Clostridium formicoacticum* y ácido propiónico usado con *Propionibacterium freudenreich* ss. *Shermanii*.
- Hidrolización de la lactosa del suero con concentración en 60% a 70% de sólidos, obteniendo jarabes de suero. Estos tienen poder edulcorante y pueden utilizarse como sustitutos parciales de sólidos de leche y azúcar en helados, confitería, productos lácteos endulzados, aderezos, productos de panadería, yogurt y bebidas refrescantes de alto valor nutritivo (15)

- Elaboración de zumos utilizando la  $\alpha$  - lactoalbúmina gracias a su alta solubilidad en un espectro muy amplio de pH (3 a 9).
- Elaboración de fórmulas infantiles diseñadas para asemejarse a la leche humana, la cual contiene una alta cantidad de  $\alpha$  - lactoalbúmina, mientras que no contiene  $\beta$  – lactoglobulina (17).

#### Aplicaciones a nivel mundial del uso del suero lácteo

Se detallan varias aplicaciones a nivel mundial relacionadas al uso del suero lácteo:

- La producción de etanol a partir del suero lácteo se ha implementado en plantas industriales y actualmente están operando en Irlanda, Estados Unidos, Finlandia, Dinamarca y Nueva Zelanda.
- El etanol que se obtiene en la planta Carbey de Irlanda se utiliza para la elaboración de bebidas alcohólicas como la cerveza y vinos (15).

#### **2.3.4. Beneficios del consumo**

El suero de leche tiene una virtud desintoxicante que es conocido desde la antigüedad, tiene una propiedad diurética debido a su alto contenido en potasio; expulsando el exceso de sal del organismo. El potasio provoca la eliminación de los líquidos retenidos a causa de la presencia de sodio y líquidos que contienen ácidos. El médico inglés Sydenham (1624 – 1628) recomendaba suero lácteo para sanar la gota, enfermedad generada por el exceso de ácidos en el cuerpo humano como es el ácido úrico (18).

El suero lácteo al contener potasio, calcio y magnesio tiene un efecto alcalinizante y es efectivo cuando se consume fresco, pues se acidifica con mucha rapidez; este era un problema en el pasado pero en la actualidad se prepara un polvo a partir del suero fresco de la leche, que permite disponer de un producto alcalino que no se acidifica (18).

Resultados experimentales han puesto de manifiesto que las proteínas del suero lácteo tienen una cierta actividad inhibidora frente a tumores inducidos químicamente y desarrollados en el colon. Asimismo, se están poniendo de manifiesto otros efectos positivos como



en la estimulación del sistema inmune, reducción de niveles de LDL – colesterol en sangre o un incremento en la producción de colecistoquinina, implicada en la supresión del apetito (19).

## **2.4. Proceso de Elaboración del Queso**

### **El Queso**

El queso se elabora a partir de la leche de vaca, cabra u otros mamíferos rumiantes cuando es añadido el cuajo o algún sustituto; el cual se acidifica por la presencia de las bacterias que se encuentran en el cuajo; las bacterias juegan un papel importante en la textura y sabor del queso.

Hay muchas variedades de queso, con diferentes estilos y sabores; estos son el resultado del uso de distintas especies de bacterias y mohos, diferentes niveles de nata en la leche, variaciones en el tiempo de curación, diferentes tratamientos en su proceso y diferentes razas de vacas, cabras o el mamífero cuya leche se use. Otros factores que influyen es la dieta del ganado y la adición de agentes saborizantes

tales como hierbas, especias o ahumado. Que la leche esté o no pasteurizada también puede afectar al sabor (20)

### **Proceso de elaboración del queso fresco**

Se detalla proceso de elaboración del queso fresco de manera industrial:

**Ordeño.-** Una vaca recién ordeñada dará una leche a temperatura de 37°C aproximadamente, pero esta debe ser protegida contra infecciones tan pronto como deja la ubre.

**Filtración.-** Se realiza filtración de la leche recién ordeñada para retirar sustancias sólidas extrañas como paja, pelos que tiene y que contribuyen al desarrollo de microorganismos.

**Recepción.-** La leche ya filtrada se la coloca en tanques de frío manteniendo temperaturas inferiores a 10°C, evitando así la propagación de los microorganismos a temperaturas altas.

**Normalización.-** Los tipos de queso se clasifican según el contenido de grasa, por ello éste debe ser ajustado convenientemente.

La normalización se puede realizar por mezcla en continuo después de la desnatadora o por mezcla de leche entera con leche desnatada seguida de la pasteurización.

**Pasteurización.-** La pasteurización asegura la destrucción de organismos patógenos, la eliminación de los microorganismos más termo sensibles, como son los coliformes que producen la inactivación de la fosfatasa alcalina, pero no así las esporas o la peroxidasa, ni las bacterias más termorresistentes, como las lácticas. La leche pasteurizada todavía tiene una determinada cuenta microbiana, principalmente de bacterias lácticas (no patógenas pero si fermentativas). La leche pasa por un pasteurizador continuo de placas a 72° C por 15 segundos o de forma artesanal en cuba a 63°C o 65°C durante 30 min.

**Enfriamiento.-** La leche es enfriada a 37°C ya que la leche drenada del pasteurizador a la tina de cuajada tiene una temperatura mayor o menor que la requerida, para luego agregar el cloruro de calcio y el cuajo.

**Coágulo.-** El cultivo cumple la función de desarrollar ácido en la cuajada, este baja el pH facilitando la sinéresis que es la contracción del coágulo acompañada de eliminación de suero, eliminando sales de

calcio y fósforo influyendo sobre la consistencia del queso y ayudando a incrementar la firmeza de la cuajada.

El Cloruro de Calcio es utilizado para la formación de la red de la cuajada y retiene la mayor cantidad de suero, es utilizado cuando la leche es de pobre aptitud para la fabricación del queso, produciendo un coágulo blando. Para conseguir un tiempo de coagulación constante y obtener firmeza suficiente del coágulo, normalmente es suficiente la adición de 5 – 20 gramos de Cloruro de Calcio por cada 100 Kg de leche (10).

**Cuajo.-** Toda la fabricación del queso depende de la formación de la cuajada por acción del cuajo o enzimas similares, excepto los quesos cottage y quarg. En la adición a la leche, el cuajo procede de la siguiente manera:

- Conversión de la caseína en paracaseína,
- Precipitación de la paracaseína en presencia de iones de calcio,

El proceso se da por parámetros de la temperatura, acidez y contenido de calcio de la leche.

La temperatura óptima para el cuajo es de 40°C pero se lo utiliza a temperaturas más bajas para evitar una dureza excesiva del coágulo.

Para un queso fresco se adiciona Cloruro de Calcio 10cc/10L de leche y de Cuajo 3cc/10L de leche, se deja reposar durante 30 min (21).

**Corte.-** Antes del corte del coagulo con la lira, se lleva a cabo un test para determinar la calidad de eliminación del suero, el cual consiste en clavar un cuchillo en la superficie de la leche coagulada y sacarlo lentamente cortando hacia la superficie, hasta que se consiga una ruptura limpia. La cuajada estará lista cuando se observe un corte de división como de vidrio.

El cortado suave rompe la cuajada en granos con un tamaño de 3 a 15mm dependiendo del tipo de queso. Cuanto más fino es el corte menor es el contenido de humedad del queso resultante.

- Corte pequeño, Queso duro
- Corte de 1cm, Queso semiduro
- Corte Grande, Queso suave

Se espera 10 min para romper la cuajada en granos más pequeños (21).

**Pre – agitación.-** Después del corte, los granos de la cuajada son muy sensibles al tratamiento mecánico por lo que, la agitación debe ser suave pero al mismo tiempo debe ser rápida para mantener los granos suspendidos en el suero. La cuajada de quesos con bajo contenido en

grasa tiende a depositarse sobre el fondo de la tina, para esto la agitación debe ser más intensa que en el caso de las cuajadas de quesos con altos contenidos de grasa.

Una vez realizado el rompimiento de la cuajada se deja reposar durante 15 min para el drenaje del suero.

***Pre – drenaje de suero.-*** El suero se debe evacuar con gran intensidad, es decir, se ha de realizar en 5 – 6 minutos, ya que la agitación se detiene normalmente mientras se realiza el drenaje, y los depósitos se pueden formar al mismo tiempo.

***Prensado.-*** Una vez que se ha separado el suero se dispone en moldes la cuajada y se somete a un prensado final ayudando a que se produzca la expulsión final del suero, consiguiendo una mejor textura y se da forma al queso.

***Salado.-*** La aplicación de la sal a la cuajada provoca que se libere más humedad, debido tanto a un efecto osmótico como a un efecto de salado sobre las proteínas. El contenido de sal del queso es de 0.5 – 2%.

El salado en seco se puede realizar manualmente o mecánicamente, aplicándolo de manera uniforme sobre la cuajada, una vez que se ha

descargado todo el suero. Para conseguir una distribución completa la cuajada se debe remover durante 5 – 10 minutos.

## **2.5. Impacto Ambiental ocasionado por el suero lácteo**

Demanda Química de Oxígeno (DQO) es una medida de la materia orgánica e inorgánica en el agua. Es la cantidad de oxígeno disuelto requerida para la oxidación química completa de contaminantes (22).

Demanda Biológica Química (DBO) es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos especialmente las bacterias para degradar la materia orgánica biodegradable existente en un agua residual. Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla (degradarla) (23).

El suero lácteo debido a sus componentes representa un problema de contaminación cuando el mismo se vierte a los cursos de agua generando una demanda biológica de oxígeno (DBO) muy alta, de 40000 a 60000 ppm y una demanda química de oxígeno (DQO) de

50000 a 80000 ppm. Más del 90% de esas demandas se deben a la lactosa.

Tomando en cuenta que la concentración del oxígeno disuelto es de 7 a 8 ppm para la mayoría de los cursos de agua, se necesita todo el oxígeno presente en 6000 litros de agua para oxidar los sólidos de sólo medio litro de leche entera.

También, se estima que la descarga a un curso de agua de 2,5 litros de suero por día tiene un poder contaminante equivalente al agua residual producida por un individuo. Es decir, que la manufactura de 1Kg de queso ocasiona una contaminación semejante a la generada por aproximadamente cuatro personas (14).

## **2.6. Fundamento legal de las normas de análisis**

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es un organismo público ecuatoriano encargado de la normalización, metrología y reglamentación técnica. Esta entidad ha establecido la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011 SUERO DE LECHE LÍQUIDO,



documento que sirvió como guía para el análisis físico – químico del suero lácteo.

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011 SUERO DE LECHE LÍQUIDO. REQUISITOS se observa en la tabla 5.

**TABLA 5 COMPOSICIÓN DEL SUERO DULCE Y ÁCIDO DE LA NORMA INEN**

| Requisitos                                            | Suero de leche dulce |      | Suero de leche ácido |      |
|-------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------|------|
|                                                       | Min.                 | Max  | Min.                 | Max. |
| Lactosa, % (m/m)                                      | ---                  | 5    | ---                  | 4,3  |
| Proteína láctea, % (m/m) (1)                          | 0,8                  | ---  | 0,8                  | ---  |
| Grasa láctea, % (m/m)                                 | ---                  | 0,3  | ---                  | 0,3  |
| Ceniza, % (m/m)                                       | ---                  | 0,7  | ---                  | 0,7  |
| Acidez titulable, %<br>(calculada como ácido láctico) | ---                  | 0,16 | 0,35                 | ---  |
| Ph                                                    | 6,8                  | 6,4  | 5,5                  | 4,8  |

**Fuente:** Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011 (24)

La norma NTE INEN 2594:2011 SUERO DE LECHE LÍQUIDO, contiene también los requisitos para los análisis del suero lácteo se mencionan a continuación:

- NTE INEN 13 LECHE.

DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

- NTE INEN 11 LECHE.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA

- NTE INEN 14 LECHE.

#### DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES Y CENIZAS

- AOAC, SOXHLET

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA

- AOAC 18TH 991.20

#### DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

- AOAC 981.12

#### DETERMINACIÓN DEL pH

Para la toma de muestras del suero lácteo se utilizó como guía la NTE INEN 4 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. MUESTREO que ha sido reemplazada por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN – ISO 707 LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. DIRECTRICES PARA LA TOMA DE MUESTRAS (ISO 707:2008).

#### **Toma de muestra en Leche y Productos lácteos líquidos**

- El volumen del producto que se recoge varía en función de su naturaleza y del propósito para el que se necesite.

- Para mezclar líquidos en recipientes pequeños se lo hace con un agitador y su longitud debe de ajustarse según la profundidad del recipiente.
- Para la toma de muestras se mezcla todos los líquidos en forma de inversión, agitación o volcando sucesivamente desde un recipiente hasta otro del mismo volumen, hasta conseguir homogeneidad evitando la formación de espuma.
- El tamaño mínimo de muestra combinada es de 100 ml o 100g aunque puede necesitarse un tamaño mayor de muestra de laboratorio.
- Para productos lácteos líquidos y leche sin esterilizar deben estar entre 1°C a 5°C durante su almacenamiento y transporte, pero como puede resultar imposible mantener las condiciones de temperatura ideales durante el transporte se recomienda utilizar recipientes adecuados, monitorear y registrar temperaturas de forma apropiada.
- El recipiente de la muestra debe cerrarse inmediatamente después de su recolección.
- El tiempo previo para enviar al laboratorio de análisis debe ser lo más corto posible, preferentemente en 24 h (25).

# **CAPÍTULO 3**

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Localización de la Quesera Artesanal**

La quesera artesanal que se ha escogido es de Don Francisco Zúñiga ubicado en la Parroquia Los Lojas, perteneciente al Cantón Daule, provincia del Guayas.

La temperatura promedio del Cantón Daule es de 27,6°C según datos del INAMHI del 2013 y con una precipitación anual de 1006,9mm siendo de Diciembre a Mayo época lluviosa y de Junio a Noviembre época seca (26), este cantón está atravesado por una gran cantidad de ríos y riachuelos, el más importante es el río Daule. El cantón Daule según Censo de Población del 2010 tiene un total de 120.326 habitantes (27).

### **3.1.1. Condiciones actuales de la quesera**

Don Francisco Zúñiga se ha dedicado durante 20 años a la elaboración del queso. Actualmente entrega queso en el cantón Nobol a personas que se dedican a la venta de humitas, también a tiendas cercanas a su vivienda y bajo pedidos para Guayaquil, dedicándose los 7 días de la semana a la elaboración de queso.

Elabora queso criollo llamado así por ser “natural sin adición de químicos”. Cuenta con su propio ganado vacuno para el ordeño y tiene un calendario específico en que son vacunadas y desparasitadas.

La quesera es artesanal, no dispone de una planta pequeña donde se pueda realizar el proceso del queso bajo condiciones higiénicas; ya que la elaboración la realizan en un espacio físico abierto donde se encuentra la cocina de la casa, el piso es de tierra y no hay paredes, el área de elaboración del queso se puede apreciar en la figura 3.1



**FIGURA 3.1 EXTERIORES DE LA COCINA Y CORRAL DEL GANADO**

**Fotos:** Hilda Pasmay Macías

Los utensilios que utilizan se encuentran en malas condiciones como son los cernideros y jarras plásticas, para mover la leche lo realiza con un palo de madera, condiciones que se pueden observar en la figura 3.2.

Actualmente, se está construyendo un espacio físico cerrado para elaborar el queso de una manera higiénica y poder en el futuro establecerla formalmente, ya que con este negocio mantiene a su familia.



**FIGURA 3.2 UTENSILIOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL QUESO**

Fotos: Hilda Pasmay Macías

### **3.2. Proceso de elaboración artesanal del queso**

La quesera artesanal cuenta con 7 vacas y 8 terneros. Una Brahma, dos Brown Swiss y las demás son de raza criolla. Cada 6 meses el ganado es desparasitado y 4 días después se le suministran las vitaminas.

El ganado se alimenta de una “Colada”, que resulta de la mezcla del suero lácteo con cebada, también con pasto y jarcino (hierba) que antes es regado con sal mineralizada como se puede observar en la figura 3.3.



**FIGURA 3.3 ALIMENTACIÓN DEL GANADO**

**Foto:** Hilda Pasmay Macías

Para la elaboración del queso artesanal, Don Francisco Zúñiga realiza las siguientes actividades:

1. **Ordeño.-** Se realiza el ordeño manual en el corral como se puede observar en la figura 3.4. Cada una de las 7 vacas produce aproximadamente 4 litros de leche, un total de 7,40 galones de leche que obtiene en el ordeño.
2. **Recepción.-** La leche es puesta en recipientes plásticos pequeños o grandes de acuerdo a la cantidad que se produzca.





**FIGURA 3.4 CORRAL DEL GANADO**

**Fotos:** Hilda Pasmay Macías

3. **Cernir.-** Se cierce con un trapo o mantel para quitar los pelos de la vaca y el lodo que viene mezclado desde el lugar de ordeño.
  
4. **Coagulación.-** Se utiliza el cuajo de la vaca que lo compra en el camal de Daule y es preparado de la siguiente manera: en 3 galones de suero lácteo se adiciona un cuajo de vaca con 1 lb. de sal, se mezcla y se deja reposar durante 3 días a temperatura ambiente. Este cuajo es posible utilizarlo durante 20 días, durante este tiempo se mantiene almacenado en un recipiente plástico con tapa para evitar su descomposición y malos olores, de llegar a ocurrir esto el cuajo no sirve para cuajar.

La cantidad de cuajo que se utiliza para la cuajada aproximadamente es de 19.75 ml para 12 galones y 35.5 ml para 20 galones de leche, estas medidas han sido establecidas de acuerdo a la experiencia del señor.

El cuajo una vez preparado, se cierne la cantidad que vaya a ser utilizada, se lo añade a la leche y se deja reposar aproximadamente 15 min. hasta que la leche cuaje.

5. **Corte.-** Introduce la mano en el balde donde se encuentra la leche cuajada y procede a remover todo el contenido hasta que se corte como se aprecia en la figura 3.5



**FIGURA 3.5 CORTE DEL COÁGULO**

**Foto:** Hilda Pasmay Macías

6. **Desuerado.-** Se separa el suero de la cuajada, se obtiene un suero amarillo verdoso como se aprecia en la figura 3.6 y 37.
7. **Salado.-** A la cuajada se le añade 1 taza de sal en grano y se lo mezcla. La cantidad se añade como vaya salando como se puede observar en las figura 3.6



**FIGURA 3.6 SEPARACIÓN DEL SUERO LÁCTEO Y SALADO DE LA CUAJADA**

Fotos: Hilda Pasmay Macías

8. **Prensado.-** Una vez que la cuajada está salada se coloca en un saco y se deja escurrir la mayoría del suero, aproximadamente durante 15 min, luego el queso estará listo para ser vendido como se puede observar en la figura 3.7 la separación, prensado y el producto final en la figura 3.8 del queso criollo.



**FIGURA 3.7 SEPARACIÓN Y PRENSADO DEL SUERO LÁCTEO**

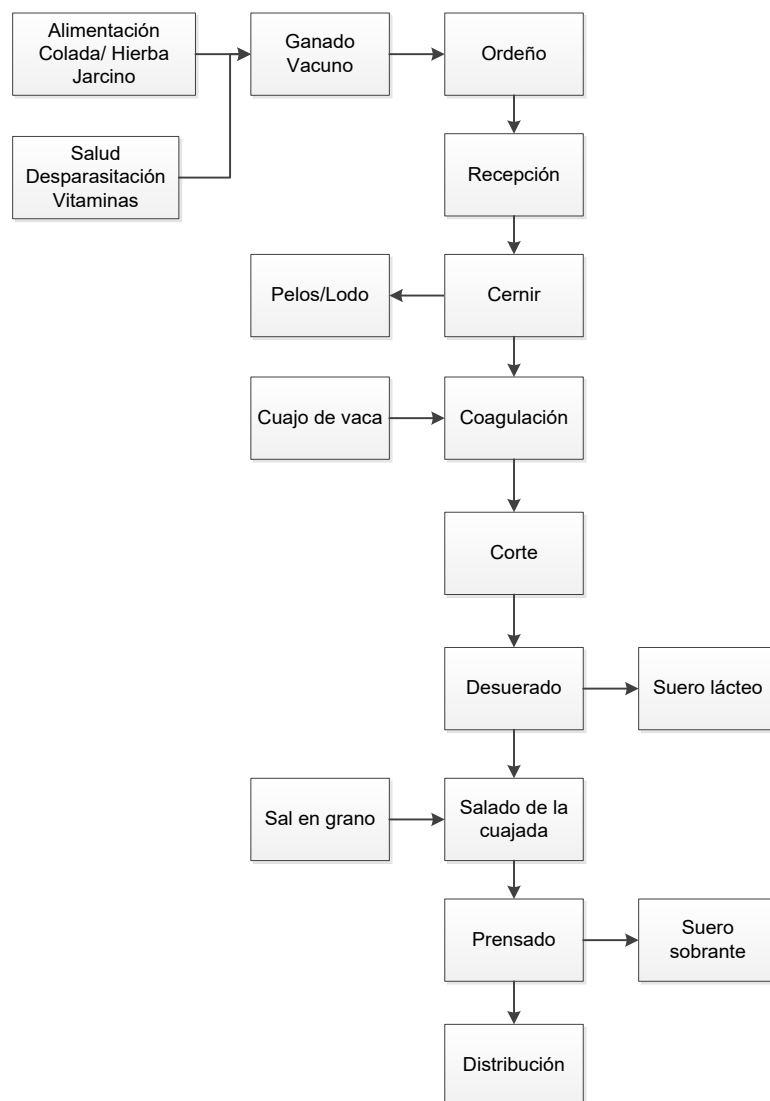
Fotos: Hilda Pasmay Macías



**FIGURA 3.8 EL QUESO CRIOLLO**

Fotos: Hilda Pasmay Macías

El diagrama de flujo del proceso artesanal del queso criollo elaborado en la quesería de la parroquia Los Lojas se aprecia en la figura 3.9.



**FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO ARTESANAL DEL “QUESO CRIOLLO”**

Elaborado: Hilda Pasmay Macías

### **3.3. Análisis de los procesos de elaboración del queso**

Realizando un análisis comparativo entre los procesos de elaboración de queso industrial y artesanal, se evidencia que este último proceso no cuenta con las condiciones óptimas de infraestructura, hay deficiencia de equipos y utensilios necesarios para la producción del queso.

Existe desconocimiento por parte del dueño de la quesera del tratamiento adecuado en el proceso de producción que permita contar con condiciones adecuadas de higiene.

Cabe indicar que el Sr. Francisco Zúñiga conoce del proceso de elaboración del queso de forma rústica, actividad que realiza desde hace varios años atrás. No cuenta con recursos financieros para implementar un proceso tecnificado para la elaboración del queso criollo.

### **3.4. Caracterización del suero lácteo**

El suero lácteo que se observa en la figura 3.10, se utiliza para la caracterización es el que se obtiene del desuerado, al cual se le realiza análisis físico – químico acorde a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE y

la Association of Analytical Communities AOAC, se pueden observar en Anexo 1.



**FIGURA 3.10 MUESTRAS DE SUERO LÁCTEO**

**Foto:** Hilda Pasmay Macías

#### **3.4.1. Análisis físicos del suero: pH, densidad, sólidos totales**

Para los análisis físicos – químicos del suero lácteo se tomó como referencia las NTE INEN y las AOAC, que se observan en apéndices.

##### **Análisis de pH, AOAC 981.12**

**Fundamento:**

El valor del pH se lo mide con un potenciómetro que permite ver la diferencia potencial entre el electrodo de referencia y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno, se puede apreciar en la figura 3.11.

### **Materiales**

- Vaso de precipitación
- Agitador de vidrio
- Toallas de papel
- Material de limpieza

### **Reactivo / Instrumental**

- Agua destilada
- Peachímetro

### **Procedimiento:**

1. Calibrar el potenciómetro con las soluciones de pH 4, pH 7.
2. Tomar una porción de la muestra preparada.
3. Mezclar con agitador e introducir el electrodo a la muestra.
4. Realizar medición.





**FIGURA 3.11 ANÁLISIS DE PH**

**Foto:** Hilda Pasmay Macías

### **Análisis de la Densidad, NTE INEN 11**

#### **Fundamento:**

La densidad es una propiedad física utilizada para comparar las masas de diferentes sustancias o de una misma, bajo diferentes condiciones. La densidad varía por la composición química, la temperatura de medición, la temperatura de almacenamiento, el tiempo transcurrido desde el ordeño, la centrifugación y otras operaciones tecnológicas. En la temperatura a medida que se eleva, el valor absoluto de la densidad va disminuyendo por lo que va a existir diferentes densidades para una sola muestra.

Para determinar la densidad de la leche se utiliza un lactodensímetro, que es un cuerpo flotador de vidrio, lastrado en su parte inferior con varilla graduada y que pueden llevar incorporado un termómetro, permitiendo la lectura paralela de la densidad y la temperatura (28).

Cuando el aerómetro se introduce en la leche sufre un impulso hacia arriba igual al peso del líquido quedando el valor de la densidad reflejado en la varilla graduada, el resultado que se obtiene es la gravedad específica. Existen lactodensímetro de Tünger que está referido a agua a 4°C, los hay de Soxhlet, Quevenne y Richmond están referidos al agua a 15°C y el método inglés B.S.I a 20°C. La determinación puede realizarse en leche completa o en suero lácteo (28).

**Procedimiento:**

1. Colocar la muestra en una probeta de 250 ml e introducir el lactodensímetro en la leche, hasta que flote.
2. Observar la temperatura de la leche y se comprueba que esté en el rango de 10°C a 20°C.
3. Realizar la lectura en la espiga del lactodensímetro en el punto más alto que alcanza el menisco.
  - En el caso que la temperatura sea 15°C, la lectura será exacta y no se hará modificaciones.

- En el caso que la temperatura sea superior o inferior a 15°C y estar comprendida entre 10°C y 20°C se procederá a corregir el valor de la densidad agregando o restando por cada grado por encima o debajo de 15°C con el factor de corrección 0.0002 (29) .

### **Materiales**

- Vaso de precipitación
- Agitador de vidrio
- Probeta de 250 ml
- Toallas de papel
- Material de limpieza

### **Instrumental**

- Lactodensímetro
- Termómetro

### **Cálculo:**

$$D = d \pm 0,0002 (t - 15)$$

Siendo,

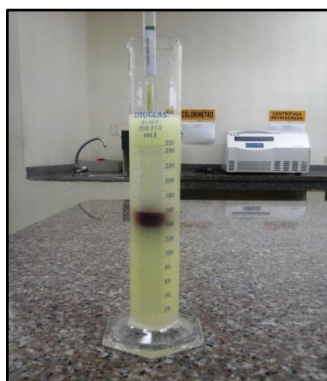
$D$  = densidad de la muestra

$d$  = lectura del lactodensímetro

$t$  = diferencia de temperatura, en  $^{\circ}\text{C}$

Factor de conversión 0,0002

En la figura 3.12 se puede observar el lactodensímetro en la probeta que contiene el suero lácteo.



**FIGURA 3.12 ANÁLISIS DE DENSIDAD**

**Foto:** Hilda Pasmay Macías

### **Análisis de Sólidos Totales, NTE INEN 14**

**Fundamento:**

Se retira el agua por evaporación, a una temperatura suficientemente alta no oxidando ningún componente de la muestra. En el caso que la muestra sea sólida, se coloca directamente a la estufa. Si es líquida, se evapora a baño maría y luego en la estufa de vacío (30).

### **Materiales**

- Vaso de precipitación
- Agitador de vidrio
- Cápsulas de porcelana
- Pinzas
- Toallas
- Material de limpieza

### **Equipo**

- Estufa
- Desecador

### **Instrumental**

- Balanza analítica

### **Procedimiento:**

1. Pesar la cantidad de muestra en el crisol, en el que es previamente lavado, secado y pesado a peso constante.
2. Pre – secar en baño maría durante 30 min.
3. Secar la muestra en la estufa durante 2 horas a 110°C.
4. Retirar de la estufa, enfriar en el desecador y pesar.
5. Repetir la acción hasta peso constante.

**Cálculo:**

$$S = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} * 100$$

Siendo,

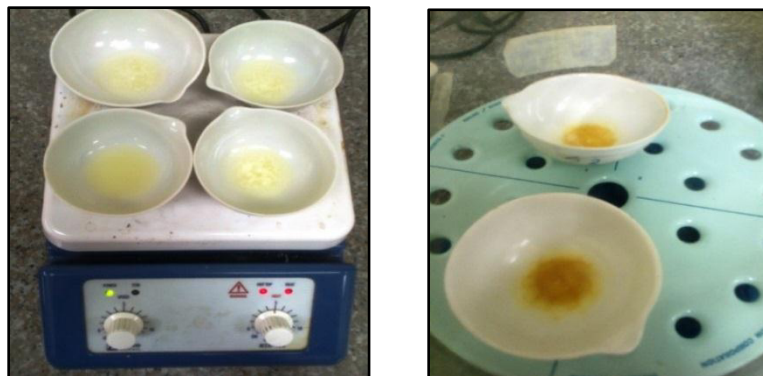
m = masa de la cápsula vacía, en g

m<sub>2</sub> = masa de la cápsula con la leche (antes de la desecación), en g

m<sub>1</sub> = masa de la cápsula con los sólidos totales (después de la desecación), en g

S = contenido de sólidos totales, en porcentaje de masa.

En la figura 3.13 se puede apreciar el análisis de sólidos totales del suero lácteo



**FIGURA 3.13 ANÁLISIS DE SÓLIDOS TOTALES**

**Fotos:** Hilda Pasmay Macías

#### **3.4.2. Análisis químicos: proteínas, grasas, acidez, ceniza**

##### **Análisis de Proteínas, AOAC 18TH 991.20**

##### **Fundamento y Procedimiento:**

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman a sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende, se destila y se recibe en una solución de ácido sulfúrico que luego es titulada con hidróxido de sodio (31).

**Materiales**

- Vaso de precipitación
- Agitador de vidrio
- Guantes
- Mascarilla
- Toallas de papel
- Material de limpieza

**Instrumental**

- Aparato de Kjeldahl para digestión y destilación
- Tubos Kjeldahl
- Matraces Erlenmeyer de 250 ml
- Bureta de 50 ml
- Probeta de 50 ml
- Soporte Universal
- Pipetas 10 ml
- Pinzas
- Balanza analítica

**Reactivos**

- Hidróxido de Sodio 0.1 N estandarizado



- Ácido Sulfúrico concentrado (93 – 98%)
- Ácido Sulfúrico 0.1 N
- Tabletas Kjeldahl
- Rojo de metilo

**Cálculo:**

$$P = \frac{1.4 * Factor * V * N * N' * V'}{m}$$

Siendo,

V = contenido en cm<sup>3</sup> de Ácido Sulfúrico

N = Normalidad en Ácido Sulfúrico

V' = Volumen de NaOH consumidos en la titulación

N' = Normalidad de la solución de NaOH

M = masa de la muestra en gramos

F = factor proteico de la muestra

En la figura 3.14 se puede observar los equipos utilizados en el análisis de proteínas del suero lácteo.



**FIGURA 3.14 ANÁLISIS DE PROTEÍNAS**

**Fotos:** Hilda Pasmay Macías

### **Análisis de Grasas, AOAC SOXHLET**

**Fundamento:** Es un procedimiento de extracción que separa la grasa con un disolvente adecuado, y evaporando este antes de proceder a la pesada del residuo graso obtenido.

Existen métodos de extracción con disolventes orgánicos (Soxhlet, Goldfish, Mojonier), pueden cuantificarse también por métodos de extracción que no incluyen disolventes (Babcock, Gerber) y por

métodos instrumentales (infrarrojo, densidad y absorción es rayos X) (32)

La extracción de grasa se lo realiza por medio de disolventes, los más empleados son los disolventes polares: el hexano y el éter de petróleo. Cada disolvente es distinto por lo que no extraen los mismos componentes.

Cuando el alimento es sólido se realiza unas etapas facilitando la extracción.

### **Materiales**

- Vaso de precipitación
- Agitador de vidrio
- Cápsulas de porcelana

### **Instrumental**

- Aparato Soxhlet
- Pipetas
- Soporte universal
- Balanza analítica

### **Equipo**

- Estufa

- Desecador
- Baño maría

**Reactivos**

- Hexano

**Procedimiento:**

1. Desecar la muestra: para que el solvente penetre mejor en las células. Hay algunos solventes como el éter dietílico que son higroscópicos que pueden captar algo de agua.
2. Trocear y moler: se rompen físicamente las estructuras del alimento, y al romper las células el solvente extrae mejor los lípidos.
  - En alimentos ricos en proteínas, es necesario realizar una hidrólisis en medio ácido.
  - En ciertos casos se emplean intermedios (como la arena) que se mezclan en el alimento evitando aglomerados o después de estas etapas se realiza la extracción con éter.
3. Evapora el disolvente y se pesa el residuo y por diferencia se puede conocer la cantidad de grasa (33).

**Cálculo:****Método de Soxhlet**

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{W1 - W2}{W} * 100$$

Siendo,

W1 = Peso de matraz con grasa, en g

W2 = Peso del matraz sólo, en g

W = Peso de la muestra, en g

En la figura 3.15 se observa el análisis de grasa realizado al suero lácteo.



**FIGURA 3.15 ANÁLISIS DE GRASA**

**Foto:** Hilda Pasmay Macías

## **Análisis de Acidez Titulable, NTE INEN 13**

### **Fundamento:**

El método se basa en determinar el volumen de NaOH estándar necesario para neutralizar el ácido contenido del que se titula, se lo determina cuando llegue al punto final en el cambio de color rosa que se produce por la presencia del indicador ácido-base empleado.

Un ejemplo es la leche que mientras sufre el proceso de fermentación por la acción bacteriana se va formando ácido láctico y otros componentes aumentando la acidez titulable como un análisis de calidad (34).

### **Materiales**

- Vaso de precipitación
- Agitador de vidrio
- Material de limpieza

### **Instrumental**

- Bureta de 50 ml
- Soporte universal
- Balanza analítica

**Reactivos**

- Hidróxido de Sodio 0.1 N
- Fenolftaleína

**Procedimiento:**

1. Colocar la muestra en un vaso de precipitación con 2 o 3 gotas de solución de fenolftaleína siempre usando la misma cantidad para otras muestras.
2. Agitar suavemente mientras cae gota a gota la solución de hidróxido de sodio 0.1 N, hasta la aparición uniforme del color rosa pálido y dejar hasta que permanezca el color por unos 30 segundos. Indicando así la neutralización de los ácidos en que las cargas ácidas y básicas están en equilibrio.
3. Leer los mililitros gastados en la bureta de la solución de NaOH y el resultado se expresa en ácido láctico (35).

**Cálculo:**

$$\% \text{ Ácido Láctico} = \frac{\text{ml de NaOH} * N \text{ de NaOH} * 0.090}{\text{ml de la muestra}} * 100$$

Siendo,

0,090 = Factor del ácido láctico

ml NaOH = ml de NaOH necesarios para titular la muestra

N = Normalidad de NaOH 0.1N

ml = ml de la muestra usados para titular

En la figura 3.16 se observa el color rosa pálido presentado en el análisis de acidez del suero lácteo.



**FIGURA 3.16 ANÁLISIS DE ACIDEZ**

Foto: Hilda Pasmay Macías



## **Análisis de Ceniza, NTE INEN 14**

### **Fundamento:**

Es el residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica a temperatura entre 500 y 600°C.

### **Procedimiento:**

1. Incinerar una porción exactamente pesada del alimento en un crisol, utilizando mufla a temperaturas entre 500 y 600°C.
2. Finalizar cuando el residuo esté libre de partículas carbonosas y las cenizas presenten un color blanco o gris uniforme.
3. Enfriar el crisol en un desecador y pesar hasta peso constante.

### **Materiales**

- Vaso de precipitación
- Agitador de vidrio
- Crisol
- Guantes
- Pinzas

**Equipo**

- Mufla
- Desecador
- Estufa
- Balanza

**Cálculo:**

$$C = \frac{m_3 - m}{m_2 - m} * 100$$

Siendo,

$m$  = masa de la cápsula vacía, en g

$m_2$  = masa de la cápsula con la leche (antes de la desecación), en g

$m_3$  = masa de la cápsula con las cenizas (luego de incineración), en g

$C$  = cantidad de cenizas, en porcentaje de masa.

En la figura 3.17 se observa la mufla utilizada para el análisis de cenizas al suero lácteo.



**FIGURA 3.17 ANÁLISIS DE CENIZAS**

Fotos: Hilda Pasmay Macías

### **3.5. Descripción del proceso de la recolección de muestras**

Los análisis de caracterización del suero lácteo se realizan desde el mes de mayo del 2014 hasta febrero del 2015. Todas las muestras durante los 10 meses fueron recolectadas a las 10 de la mañana, considerando lo siguiente: el ordeño se realizaba a partir de las 5am, la elaboración del queso desde las 8am hasta las 9am. Y el suero lácteo permanecía 1 hora a temperatura ambiente.

El suero lácteo era depositado en un solo recipiente este era removido con un palo de madera y recogido con jarra plástica, envasado en una botella de plástico de 1 litro el suero.

Se transportaba la muestra en un balde con hielo hasta el Laboratorio de Bromatología de la FIMCP donde era puesto en refrigeración.

### **Errores en el análisis cuantitativo**

En una determinación cuantitativa el resultado siempre va a diferir con el contenido verdadero de la muestra, a causa de errores determinados o sistemáticos y errores indeterminados o accidentales.

1. **Errores determinados o sistemáticos:** son errores definidos que influyen en el resultado, aumentando o disminuyéndolos. Estos se pueden prever, eliminar o realizar correcciones. Se detallan los errores determinados o sistemáticos:

- **Errores del método:** debido a la particularidad del método utilizado, por ejemplo, volatilización parcial del precipitado durante la calcinación, carácter higroscópico del precipitado calcinado, reacciones secundarias que se producen con la reacción principal y alteran los resultados de las determinaciones volumétricas. Estos errores son más difíciles de eliminar.

▪ **Errores debido a los instrumentos y a los reactivos empleados:**

debido a la insuficiente precisión de la balanza o al empleo de recipientes para la medición precisa de volúmenes no calibrados.

▪ **Errores de operación:** se debe al cumplimiento incorrecto de las operaciones analíticas. Por ejemplo, calcinación insuficiente o excesivamente prolongada de los precipitados, forma incorrecta de verter la solución de las pipetas. Estos errores son comunes cuando el analista es poco experimentado y son los que ocurren con mayor frecuencia (36).

▪ **Errores personales:** estos dependen de la apreciación del analista. Por ejemplo, apreciar con exactitud el cambio de color en una valoración, durante la pesada, entre otros. Esto disminuye la precisión de los resultados de los análisis (36).

**2. Errores indeterminados o accidentales:** son errores indeterminados que se cometen sin regularidad alguna, por ejemplo: un cambio de temperatura, humedad de aire, pérdidas eventuales de la sustancia, entre otras. Estos errores se cometen en toda medición por más cuidadosa que sean (36).

# CAPÍTULO 4

## 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados estadísticos de la caracterización del suero lácteo

Para realizar el análisis estadístico de la caracterización del suero lácteo se procedió en primera instancia establecer el número de réplicas a realizarse, con 3 muestras de proteínas del suero lácteo como se muestran en la tabla 6.

**TABLA 6 ANÁLISIS DE PROTEÍNAS DEL SUERO LÁCTEO**

| <b>N</b> | <b>% Proteínas</b> |
|----------|--------------------|
| 1        | 1,03               |
| 2        | 0,89               |
| 3        | 1,05               |

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

Varianza,

$$S^2 = \frac{(0,99 - 1,03)^2 + (0,99 - 0,89)^2 + (0,99 - 1,05)^2}{3 - 1}$$

$$S^2 = 0,076$$

Desviación estándar,

$$S = \sqrt{S^2} \quad S = 0,0871$$

$$N = \frac{(Z_{\alpha/2} S)^2}{E^2}$$

95% Nivel de confianza

$$Z = 1,96$$

$$S = 0,0871$$

Error = 5%, 10%, 15%

El número de réplicas de análisis físico – químico se muestran en la tabla 7 con los diferentes porcentajes de error.

**TABLA 7 NÚMERO DE RÉPLICAS DE ANÁLISIS  
FÍSICO - QUÍMICO**

| <b>% Error</b> | <b>N</b> |
|----------------|----------|
| 5              | 12       |
| 10             | 3        |
| 15             | 1        |

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

Con un intervalo de confianza del 95%, se establece que 12 muestras por caracterización permitirán obtener mejores análisis y resultados con un 5% de error.

En la tabla 8 se puede observar los resultados de las 12 muestras que se realizó el análisis físico del suero lácteo de la parroquia Los Lojas realizados a partir de Mayo del 2014 a Febrero del 2015.



**TABLA 8 RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO DEL  
SUERO LÁCTEO**

| <b>Muestras</b> | <b>Fecha<br/>Elaboración</b> | <b>Ph</b> | <b>Densidad<br/>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>% Sólidos<br/>Totales</b> |
|-----------------|------------------------------|-----------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1               | 13-may-14                    | 6.5       | 1.029                                | 7.5                          |
| 2               | 20-may-14                    | 6.5       | 1.028                                | 7.3                          |
| 3               | 18-jun-14                    | 6.5       | 1.029                                | 6.8                          |
| 4               | 28-oct-14                    | 6.7       | 1.030                                | 7.0                          |
| 5               | 28-oct-14                    | 6.6       | 1.028                                | 6.9                          |
| 6               | 05-nov-14                    | 6.5       | 1.026                                | 6.8                          |
| 7               | 02-dic-14                    | 6.5       | 1.028                                | 6.8                          |
| 8               | 04-dic-14                    | 6.6       | 1.029                                | 7.4                          |
| 9               | 05-dic-14                    | 6.6       | 1.028                                | 7.4                          |
| 10              | 27-ene-15                    | 6.5       | 1.028                                | 7.3                          |
| 11              | 29-ene-15                    | 6.6       | 1.028                                | 8.0                          |
| 12              | 10-feb-15                    | 6.5       | 1.029                                | 7.2                          |

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

En la tabla 9 se puede observar los resultados de las 12 muestras que se realizó el análisis químico del suero lácteo de la parroquia Los Lojas realizados a partir de Mayo del 2014 a Febrero del 2015.

**TABLA 9 RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO DEL  
SUERO LÁCTEO**

| <b>Muestras</b> | <b>Fecha<br/>Elaboración</b> | <b>% Proteínas</b> | <b>% Grasas</b> | <b>% Acidez</b> | <b>% Cenizas</b> |
|-----------------|------------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1               | 13-may-14                    | 1.0                | 0.50            | 0.12            | 0.6              |
| 2               | 20-may-14                    | 0.9                | 0.37            | 0.12            | 0.6              |
| 3               | 18-jun-14                    | 1.3                | 0.23            | 0.12            | 0.8              |
| 4               | 28-oct-14                    | 1.1                | 0.46            | 0.12            | 0.5              |
| 5               | 28-oct-14                    | 1.2                | 0.32            | 0.12            | 0.6              |
| 6               | 05-nov-14                    | 1.0                | 0.42            | 0.12            | 0.6              |
| 7               | 02-dic-14                    | 0.5                | 0.28            | 0.13            | 0.7              |
| 8               | 04-dic-14                    | 1.2                | 0.35            | 0.13            | 0.6              |
| 9               | 05-dic-14                    | 0.5                | 0.28            | 0.12            | 0.6              |
| 10              | 27-ene-15                    | 0.4                | 0.21            | 0.13            | 0.6              |
| 11              | 29-ene-15                    | 1.7                | 0.43            | 0.13            | 1.0              |
| 12              | 10-feb-15                    | 1.1                | 0.36            | 0.12            | 0.6              |

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

Con las 12 muestras que se definieron, para cada parámetro del suero lácteo, se procedió a realizar el análisis estadístico, el cual se detalla en la tabla 10. Cabe indicar que este análisis permite conocer información adicional de los datos que podría no ser evidente.

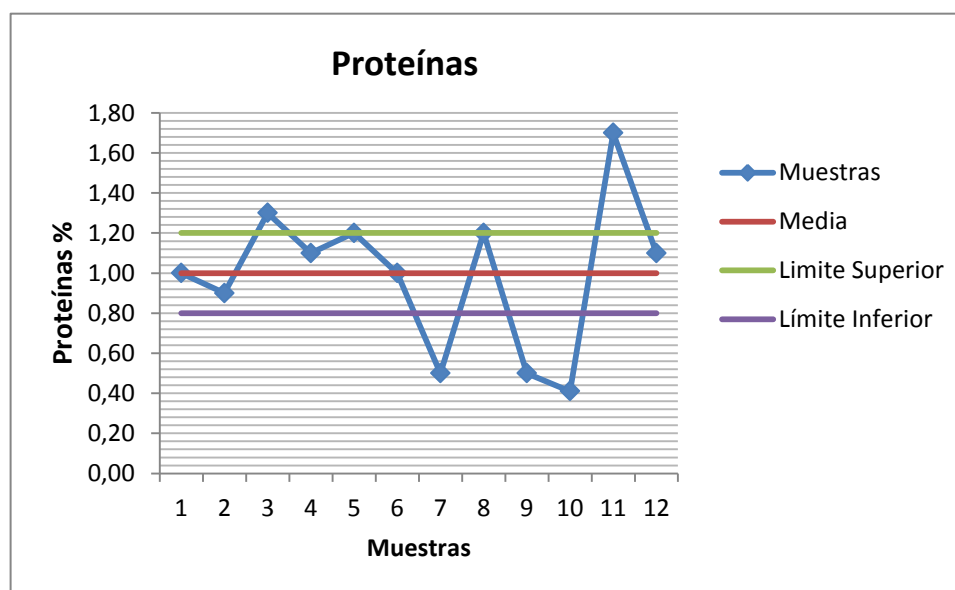
**TABLA 10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA  
CARACTERIZACIÓN DEL SUERO**

| <b>Parámetros</b>        | <b>Proteínas</b> | <b>Grasas</b> | <b>Cenizas</b> | <b>Sólidos Totales</b> | <b>Acidez</b> | <b>Densidad</b> | <b>pH</b>  |
|--------------------------|------------------|---------------|----------------|------------------------|---------------|-----------------|------------|
| Frecuencia               | 12               | 12            | 12             | 12                     | 12            | 12              | 12         |
| Media                    | 1.0              | 0.35          | 0.6            | 7.2                    | 0.124         | 1.028           | 6.54       |
| Varianza                 | 0.13             | 0.008         | 0.018          | 0.1                    | 2.8 E-05      | 9.697E-07       | 1.915 E-03 |
| Límite Superior          | 1.2              | 0.41          | 0.70           | 7.4                    | 0.130         | 1.029           | 6.60       |
| Límite Inferior          | 0.8              | 0.29          | 0.55           | 7.0                    | 0.120         | 1.028           | 6.50       |
| Asimetría Tipificada     | -0.14            | 0.02          | 1.9            | 0.6                    | 0.70          | -0.8124         | 0.8        |
| Curtosis Tipificada      | -0.25            | -0.92         | 3.8            | 0.2                    | -1.581        | 2.372           | 3.6        |
| Desviación Típica        | 0.36             | 0.09          | 0.1            | 0.4                    | 0.005         | 9.847 E-04      | 0.044      |
| Error estándar           | 0.10             | 0.03          | 0.04           | 0.1                    | 0.002         | 2.843 E-04      | 0.013      |
| Coeficiente de variación | 36.78            | 25.94         | 20.87          | 5.12                   | 4.27          | 0.10            | 0.67       |

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

### ***Proteínas***

La media aritmética que se obtuvo en el análisis químico de la proteína es de 1.0 y varianza de 0.13 con un coeficiente de variación de 36.78% como se observa en la tabla 10. Y los límites superior e inferior de 1.2 y 0.8 respectivamente, representados en la figura 4.1.

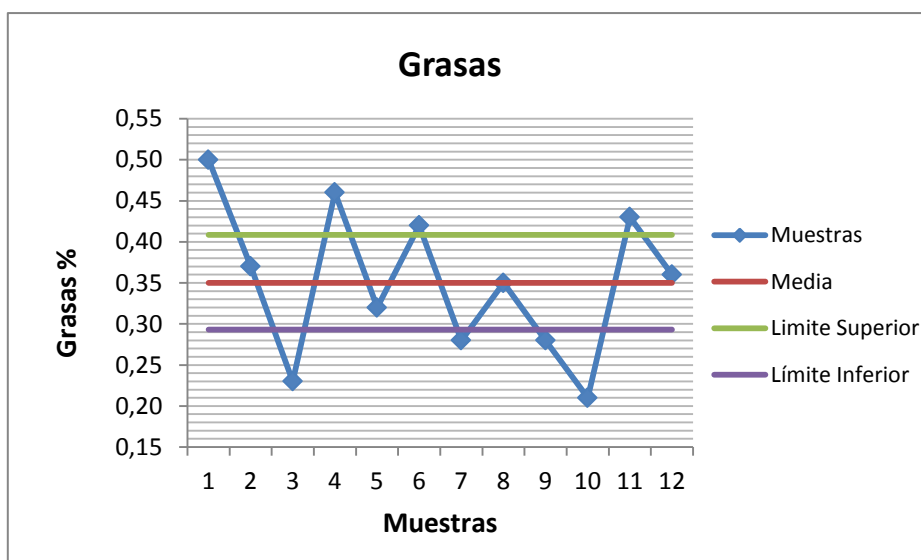


**FIGURA 4.1 INTERVALOS DE CONFIANZA EN PROTEÍNAS**

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

### Grasas

La media aritmética que se obtuvo en el análisis químico de grasa es de 0.35 y varianza de 0.008 con un coeficiente de variación de 25.94% como se observa en la tabla 10. Y los límites superior e inferior de 0.41 y 0.29 respectivamente, representados en la figura 4.2.

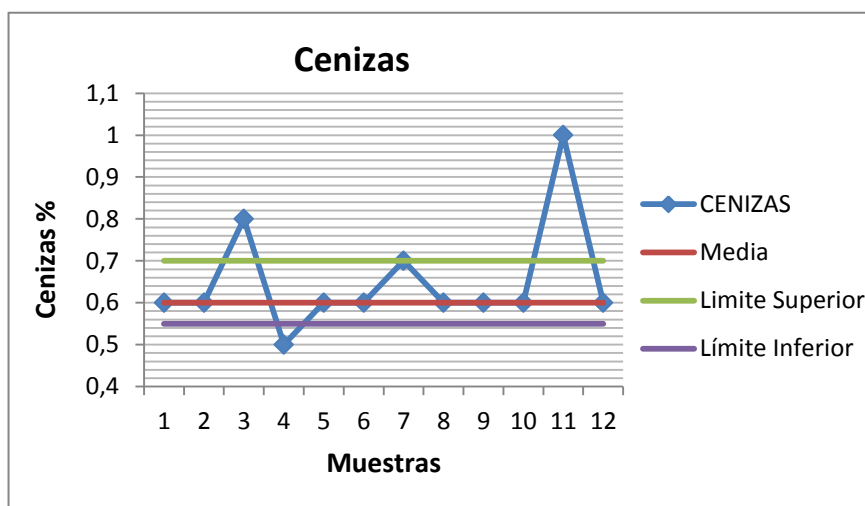


**FIGURA 4.2 INTERVALOS DE CONFIANZA EN GRASAS**

Elaborado: Hilda Pasmay Macías

### Cenizas

La media aritmética que se obtuvo en el análisis químico de cenizas es de 0.6 y varianza de 0.018 con un coeficiente de variación de 20.87% como se observa en la tabla 10. Y los límites superior e inferior de 0.7 y 0.6 respectivamente, representados en la figura 4.3.

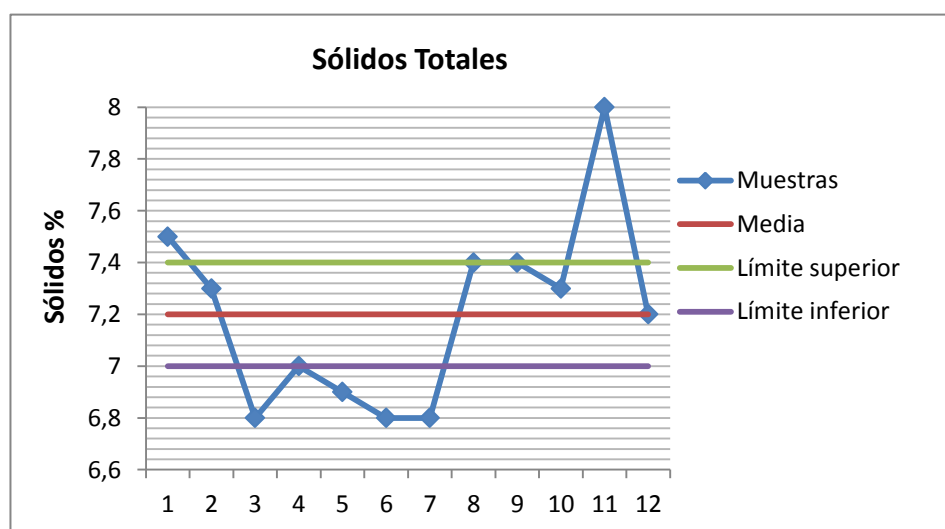


**FIGURA 4.3 INTERVALOS DE CONFIANZA EN CENIZAS**

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

### Sólidos Totales

La media aritmética que se obtuvo en el análisis físico de sólidos totales es de 7.2 y varianza de 0.1 con un coeficiente de variación de 5.12% como se observa en la tabla 10. Y los límites superior e inferior de 7.4 y 7.0 respectivamente, representados en la figura 4.4.

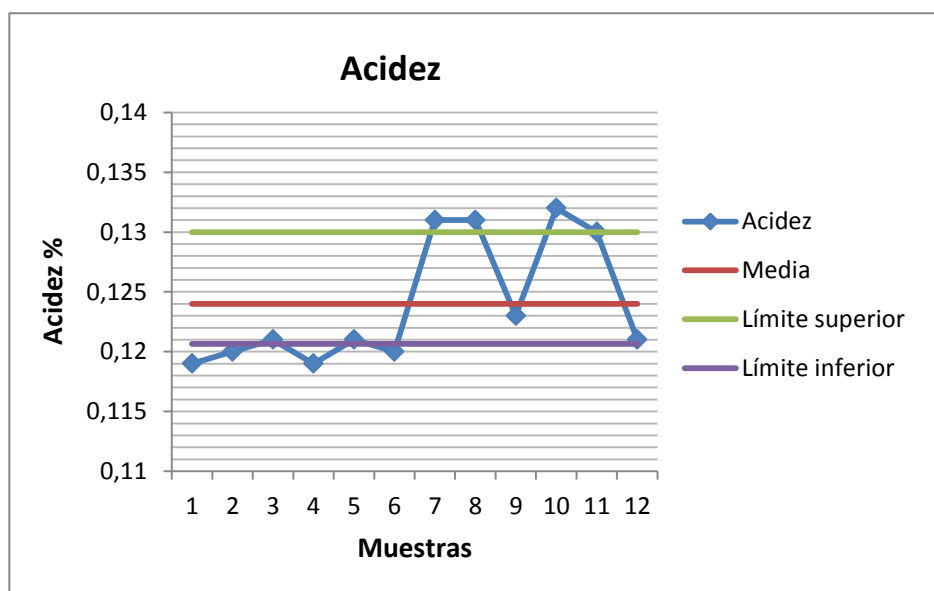


**FIGURA 4.4 INTERVALOS DE CONFIANZA EN SÓLIDOS TOTALES**

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

### Acidez

La media aritmética que se obtuvo en el análisis químico de acidez es de 0.12 y varianza de 2.8E-05 con un coeficiente de variación de 4.27% como se observa en la tabla 10. Y los límites superior e inferior de 0.13 y 0.12 respectivamente, representados en la figura 4.5.



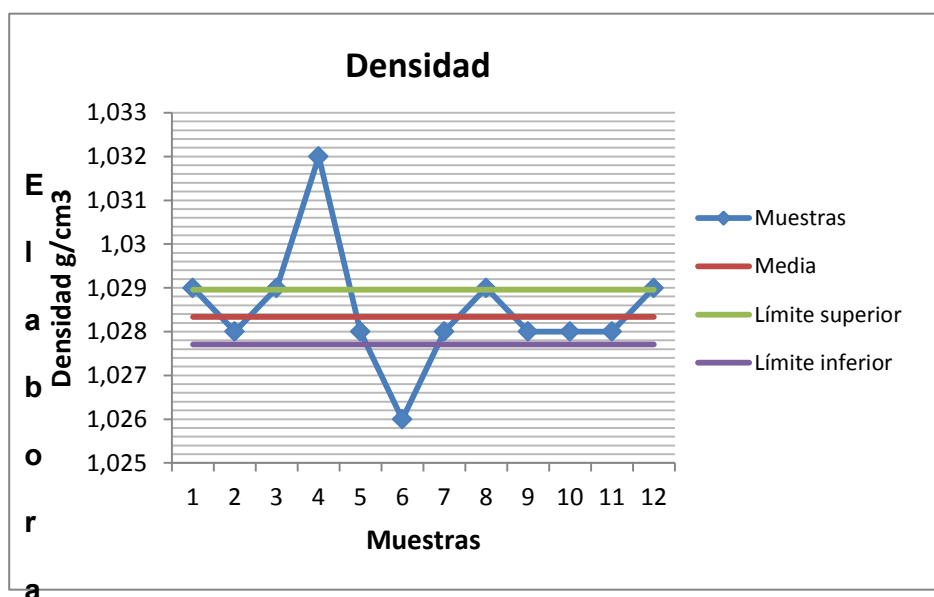
**FIGURA 4.5 INTERVALOS DE CONFIANZA EN ACIDEZ**

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías



### Densidad

La media aritmética que se obtuvo en el análisis físico de la densidad es de 1.028 y varianza de 9.697E-05 con un coeficiente de variación de 0.10% como se observa en la tabla 10. Y los límites superior e inferior de 1.029 y 1.028 respectivamente, representados en la figura 4.6.

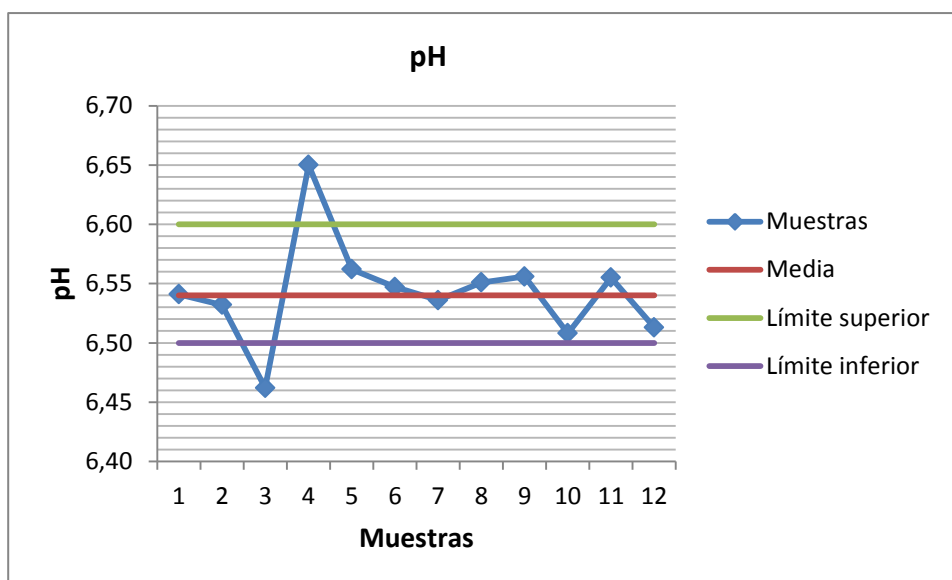


**FIGURA 4.6 INTERVALOS DE CONFIANZA EN DENSIDAD**

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

***pH***

La media aritmética que se obtuvo en el análisis físico del pH es de 6.5 y varianza de 1.915E-03 con un coeficiente de variación de 0.67% como se observa en la tabla 10. Y los límites superior e inferior de 6.6 y 6.5 respectivamente, representados en la figura 4.7.



**FIGURA 4.7 INTERVALOS DE CONFIANZA EN PH**

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

#### 4.2. Comparación de resultados con las normas de análisis del suero lácteo

Comparando los resultados obtenidos del suero lácteo de Los Lojas con lo descrito en la tabla 5 por las Normas INEN y Van Der Schan en la tabla 3, se obtienen los siguientes datos que se observan en la tabla 11.

**TABLA 11 COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICO DE LOS LOJAS**

| Análisis              | Norma INEN |      | Van Der Schan,(11) | Spreer, (37) | Promedio Suero de Los Lojas | Intervalo de Confianza Suero de Los Lojas |
|-----------------------|------------|------|--------------------|--------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|                       | Min.       | Max. | Min.               | Max          |                             |                                           |
| Proteínas %           | 0.8        | -    | -                  | 0.6 1.1      | 1.0                         | 0.8 - 1.2                                 |
| Grasas %              | -          | 0.3  | -                  | 0.1 0.4      | 0.35                        | 0.29 - 0.41                               |
| Cenizas %             | -          | 0.7  | -                  | 0.5 0.7      | 0.6                         | 0.55 - 0.70                               |
| Sólidos Totales %     | -          | -    | 6 – 7              | 5 7          | 7.2                         | 7 - 7.4                                   |
| Acidez %ácido láctico | -          | -    | -                  | -            | 0.124                       | 0.120 - 0.130                             |
| Densidad g/cm3        | -          | -    | 1.026              | -            | 1.028                       | 1.028 - 1.029                             |
| pH                    | 6.8        | 6.4  | -                  | 6.45 5       | 6.54                        | 6.54 - 6.6                                |

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

El porcentaje promedio de proteínas obtenido se encuentra en el rango de límite inferior y superior que es 0.8 – 1.2% respectivamente de intervalo de confianza, lo que demuestra que el valor está dentro del rango de la NTE INEN Suero de leche, la cual indica que el mínimo es

de 0.8% de proteína. Demuestra que la proteína de este suero es mayor al mínimo.

El porcentaje promedio de grasas obtenido se encuentra en el rango de límite inferior y superior que es 0.29 – 0.41% respectivamente de intervalo de confianza y en la NTE INEN Suero de leche, indica un máximo de 0.3% de grasas, un poco elevado reflejando que durante el proceso no se descrema la leche.

El porcentaje promedio de cenizas obtenido se encuentra en el rango de límite inferior y superior que es 0.55 – 0.70% aproximadamente con una media de 0.6% y en la NTE INEN Suero de leche, la cual indica que el máximo es de 0.7% de cenizas, resultando dentro de los intervalos.

El porcentaje promedio de sólidos totales se encuentra en el rango de límite inferior y superior que es 7.0 – 7.4% respectivamente de intervalo de confianza y según indica Van der Schans el máximo es de 7% ver tabla 3, tiene un poco más de sólidos en comparación a la Norma.

El porcentaje promedio de acidez obtenido se encuentra en el rango de límite inferior y superior que es 0.120 – 0.130% respectivamente de intervalo de confianza, lo que demuestra que el valor está dentro del

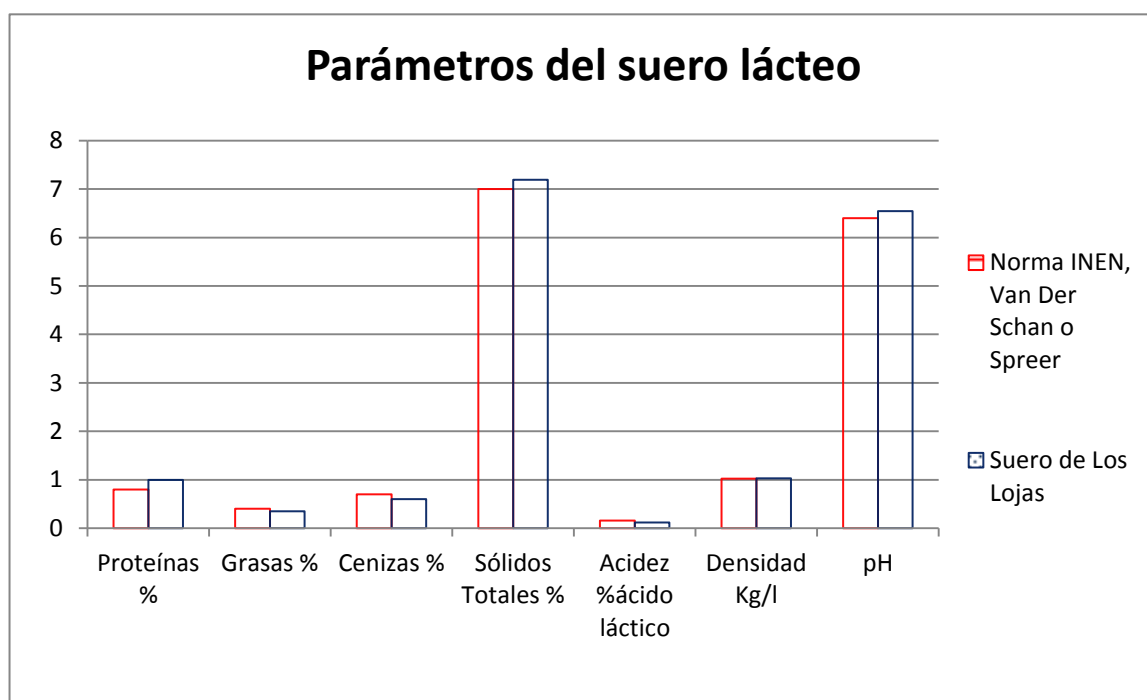
rango de la NTE INEN Suero de leche, la cual indica un máximo de 0.16%

ácido láctico para suero de leche dulce y un mínimo de 0.35% ácido láctico para suero de leche ácido. Demostrando que el suero de leche de Los Lojas es un suero dulce y está dentro del intervalo.

El porcentaje promedio de pH obtenido se encuentra en el rango de límite inferior y superior que es 6.50 – 6.60 respectivamente de intervalo de confianza, lo que demuestra que el valor está dentro del rango de la NTE INEN Suero de leche, la cual indica que es un suero dulce y está dentro del intervalo.

La densidad obtenida es de 1.028 – 1.029 aproximadamente con una media de 1.028, según Van Der Schans como se muestra en la tabla 3, en suero dulce es de 1.026 y en suero ácido es de 1.024 – 1.025. El valor obtenido es un poco más alto que la norma.

Gráficamente se observa las comparaciones que hay entre la Norma INEN y Van der Schan en la figura 4.8..



**FIGURA 4.8 COMPARACIÓN DE LA NORMA CON LOS RESULTADOS DEL SUERO LÁCTEO DE LOS LOJAS**

**Elaborado:** Hilda Pasmay Macías

# **CAPÍTULO 5**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

1. Para determinar el número de réplicas a realizar en la caracterización de la composición físico química del suero lácteo se realizaron 3 análisis previos de proteína del suero, a las cuales se le aplica el análisis estadístico dando como resultado realizar 12 réplicas que da un nivel de confianza del 95 %.
2. Con los análisis estadísticos de la caracterización del suero se obtiene una media del pH, la densidad y los sólidos totales de 6.54, 1.028 Kg/l, 7.2%, respectivamente. Acorde a la Norma Técnica

Ecuatoriana el pH está dentro del rango establecido. Acorde a Van Der Schans la densidad y los sólidos totales están arriba del establecido, así para la densidad el valor varia en 0,002 % del establecido y en sólidos totales varia en 0.2 del establecido.

3. Los análisis químicos de proteínas, grasas, acidez y ceniza dieron como resultado 1%, 0.35%, 0.124%, 0.6%, respectivamente. Acorde a la Norma Técnica Ecuatoriana los resultados obtenidos de las proteínas, cenizas y acidez se encuentran en el rango establecido, no así para la grasa que presenta un porcentaje mayor al máximo establecido, variando entre este máximo y el obtenido de las pruebas en un 0,05 %, sin embargo Spreer (1991) presenta un intervalo más amplio que es de 0.1 – 0.4% por lo cual estaría dentro del rango.

4. El pequeño incremento del máximo establecido en las NTE INEN que presenta la grasa está dentro del rango establecido por Spreer, se puede concluir que este incremento de grasa nos ayudaría en el precio. El incremento de grasa también se ve reflejado en un aumento de sólidos totales.



5. Se concluye que los parámetros determinados del suero están dentro de rangos permisibles.

## **5.2. Recomendaciones**

1. Se recomienda obtener un historial de razas de ganado vacuno, estado de salud en que se encuentren, para que se pueda desarrollar una base de dato en cada quesería artesanal.
2. La mayor parte de queserías en la parroquia Los Lojas son de tipo artesanal por lo que sería recomendable que se capacite a las personas de la importancia del suero lácteo.
3. La manipulación y transportación del suero lácteo debe cuidarse en todo momento para mantener las propiedades físicas y químicas del suero
4. Que este proyecto de caracterización del suero lácteo se extienda a os tras queserías artesanales de la zona para que se incentive en un mejor manejo y proceso, así como el aprovechamiento del suero que es un subproducto en cantidad 4 veces mayor que el queso.

# **APÉNDICES**

# APÉNDICE A

## NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – NTE INEN 2594:2011

### SUERO DE LECHE LÍQUIDO. REQUISITOS

| CDU: 637.142<br>ICS: 67.100.99                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | CIIU: 3112<br>AL 03.01-448       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Norma Técnica<br>Ecuatoriana<br>Voluntaria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | SUERO DE LECHE LÍQUIDO.<br>REQUISITOS.                                            | NTE INEN<br>2594:2011<br>2011-08 |
| <div style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></div> <p><b>1.1</b> Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el suero de leche líquido, destinado a posterior procesamiento como materia prima o como ingrediente.</p> <div style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></div> <p><b>2.1</b> Esta norma se aplica al suero de leche líquido, para uso en la industria alimenticia y otras como: higiene, cosméticos, farmacéutica. No se permite el uso, del suero de leche, en los productos lácteos en los que la norma pertinente lo considere como adulterante.</p> <div style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></div> <p><b>3.1</b> Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p><b>3.1.1</b> <i>Suero de leche.</i> Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se obtiene mediante la acción de, principalmente, enzimas del tipo del cuajo.</p> <p><b>3.1.2</b> <i>Suero de leche ácido.</i> Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se produce, principalmente, por acidificación química y/o bacteriana.</p> <p><b>3.1.3</b> <i>Suero de leche dulce.</i> Es el producto definido en 3.1.2, en el cual el contenido de lactosa es superior y la acidez es menor a la que presenta el suero de leche ácido.</p> <p><b>3.1.4</b> <i>Suero de leche concentrado.</i> Es el producto líquido obtenido por la remoción parcial de agua de los sueros, mientras permanecen todos los demás constituyentes en las mismas proporciones relativas.</p> <div style="text-align: center;"><b>4. CLASIFICACIÓN</b></div> <p><b>4.1</b> Dependiendo de su acidez y del contenido de lactosa, el suero de leche líquido, se clasifica en:</p> <p><b>4.1.1</b> <i>Suero de leche ácido</i></p> <p><b>4.1.2</b> <i>Suero de leche dulce</i></p> <div style="text-align: center;"><b>5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS</b></div> <p><b>5.1</b> El suero de leche líquido, destinado a posterior procesamiento debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura, y provenir de productos que hayan utilizado leche pasteurizada para su elaboración.</p> <p><b>5.2</b> No debe contener sustancias extrañas a la naturaleza del producto y que no sean propias del procesamiento del queso.</p> <p><b>5.3</b> Los límites máximos de plaguicidas no deben superar los establecidos en el Codex Alimentarius CAC/ MRL 1 en su última edición.</p> <p><b>5.4</b> Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios no deben superar los establecidos en el Codex Alimentario CAC/MRL 2 en su última edición.</p> <div style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></div> <p><small>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos, otros productos lácteos, suero de leche líquido, requisitos.</small></p> |                                                                                   |                                  |

## APÉNDICE B

### NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – NTE INEN 11

### LECHE. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                 |                                                                                   |                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| CDU: 351.773.137.12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                 |  | AL 03.01-301                |
| Norma Técnica Ecuatoriana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | LECHE.<br>DETERMINACION DE LA DENSIDAD RELATIVA |                                                                                   | INEN 11<br>Primera Revisión |
| <p><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los métodos para determinar la densidad relativa de la leche,</p> <p><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a cualquier tipo de leche que se presente en el estado líquido,</p> <p>2.2 En esta norma se describen el método del lactodensímetro y el método del picnómetro.</p> <p><b>3. TERMINOLOGIA</b></p> <p>3.1 <b>Densidad relativa.</b> Es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a una temperatura determinada.</p> <p><b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b></p> <p>4.1 Para determinar la densidad relativa de la leche, podrá usarse cualquiera de los dos métodos descritos en esta norma. En casos de discrepancia o de litigio, deberá usarse el método del picnómetro.</p> <p>4.2 El lactodensímetro deberá calibrarse periódicamente contra soluciones patrón de densidad conocida.</p> <p><b>5. METODO DEL LACTODENSIMETRO</b></p> <p><b>5.1 Fundamento</b></p> <p>5.1.1 El método se basa en el uso de un densímetro graduado adecuadamente.</p> <p><b>5.2 Instrumental</b></p> <p>5.2.1 <i>Lactodensímetro</i>, con temperatura de referencia 20°C y provisto de graduaciones de 0,001 u otras que permitan una aproximación mayor a la misma temperatura.</p> <p>5.2.2 <i>Probeta de 250 cm<sup>3</sup></i>, de medidas que permitan libre movimiento al lactodensímetro.</p> <p>5.2.3 <i>Termómetro</i>. Graduado en grados Celsius y con divisiones no mayores de 0,5°C. El termómetro puede estar incorporado en el lactodensímetro.</p> |                                                 |                                                                                   |                             |

(Continúa)

**5.2.4** Baño de agua, con regulador de temperatura, ajustado a una temperatura comprendida entre 15°C y 25°C (preferiblemente 20°C), con precisión de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ .

### **5.3 Preparación de la muestra**

**5.3.1** Llevar la muestra a una temperatura aproximadamente igual a la del baño de agua (ver 5.2.4) y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

**5.3.2** Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35°-40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente, y enfriar rápidamente hasta 18° - 20°C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

### **5.4 Procedimiento**

**5.4.1** Manteniendo inclinada la probeta para evitar la formación de espuma, verter la muestra hasta llenar la probeta completamente.

**5.4.2** Introducir la probeta en el baño de agua, en tal forma que el nivel de agua quede de 1 cm a 3 cm por debajo del borde de la probeta.

**5.4.3** Luego de estabilizar la temperatura de la leche con una variación máxima de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ , determinar su valor mediante el termómetro y registrarlo como t. Sumergir suavemente el lactodensímetro hasta que esté cerca de su posición de equilibrio e imprimirle un ligero movimiento de rotación para impedir que se adhiera a las paredes de la probeta. Durante la inmersión debe desbordarse la leche de tal manera que la zona de lectura del lactodensímetro quede por encima del plano superior de la probeta.

**5.4.4** Esperar que el lactodensímetro quede en completo reposo y, sin rozar las paredes de la probeta, leer la medida de la graduación correspondiente al menisco superior y registrar su valor como d (ver nota I).

### **5.5 Cálculos**

**5.5.1** La densidad relativa a [20/20°C] de la leche, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$d_{20} = d + 0,0002 (t - 20)$$

Siendo:

$d_{20}$  = densidad relativa a 20/20°C;  
d = densidad aparente a t°C (ver 5.4.4);  
t = temperatura de la muestra durante la determinación, en °C, (ver 5.4.3).

## APÉNDICE C

### NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – NTE INEN 13

### LECHE. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

#### 7. PREPARACION DE LA MUESTRA

**7.1** Llevar la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

**7.2** Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35° - 40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; enfriar rápidamente hasta 18° - 20°C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

#### 8. PROCEDIMIENTO

**8.1** La determinación realizar por duplicado sobre la misma muestra preparada.

**8.2** Lavar cuidadosamente y secar el matraz Erlenmeyer en la estufa a  $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 30 min. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.

**8.3** Invertir, lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transferir al matraz Erlenmeyer y pesar con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra.

**8.4** Diluir el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregar 2 cm<sup>3</sup> de solución indicadora de fenolftaleína.

**8.5** Agregar, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente (fácilmente perceptible si se compara con una muestra de leche diluida de acuerdo con lo indicado en 8.4) que desaparece lentamente.

**8.6** Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.

**8.7** Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm<sup>3</sup>.

## APÉNDICE D

### NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – NTE INEN 14 LECHE.

#### DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES Y CENIZAS

##### 6. PREPARACION DE LA MUESTRA

**6.1** Llevar la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

**6.2** Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35° - 40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; enfriarla rápidamente hasta 18° - 20°C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

##### 7. PROCEDIMIENTO

**7.1** La determinación realizar por duplicado sobre la misma muestra preparada.

**7.2** Lavar cuidadosamente y secar la cápsula en la estufa ajustada a  $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 30 min. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg .

**7.3** Invertir lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transferir a la cápsula y pesar con aproximación al 0,1 mg aproximadamente 5 g de muestra.

**7.4** Colocar la cápsula en el baño María a ebullición durante 30 min, cuidando que su base quede en contacto directo con el vapor.

**7.5** Transferir la capsula a la estufa ajustada a  $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y calentar durante 3 h.

**7.6** Dejar enfriar la cápsula (con los sólidos totales) en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg. Repetir el calentamiento por periodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa, (ver 7.10).

**7.7** Colocar la cápsula (con los sólidos totales) cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante unos pocos minutos para evitar pérdidas por proyección de material que podrían ocurrir si la cápsula se introduce directamente en la mufla.

**7.8** Introducir la cápsula en la mufla a  $530^{\circ} \pm 20^{\circ}\text{C}$  hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón (esto se obtiene al cabo de 2 ó 3 h).

**7.9** Sacar la cápsula (con las cenizas), dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg. Repetir la incineración por periodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

**7.10** Cuando sea necesario determinar únicamente las cenizas y no el contenido de sólidos totales, deben omitirse los pasos indicados en 7.6.

## **ANEXOS**

Equipos utilizados para los análisis físico - químico en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción FIMCP:

### **Nombre del Equipo: Peachímetro**

BOECO

Germany pH METER BT – 600

### **Nombre del Instrumento: Lactodensímetro**

Germany Lactómetro Quevenne Tp 15°C

### **Nombre del Equipo: Plancha eléctrica**

Marca: BOECO Germany

Modelo: MSH – 420

Serie: 1003003641

Power Input: 110VAC 60Hz 700W



**Nombre del Equipo: Estufa Universal**

Marca: Memmert

Serie: b200.0310

Modelo: SM – 200

**Nombre del Equipo: Mufla**

Marca: Thermo Scientific

Serie: l285080603216

Modelo: F47900

**Nombre del Equipo: Balanza Analítica**

Marca: Sartorius

Serie: 2942363

Modelo: AZ214

**Nombre del Equipo: Unidad Digestora Kjeldahl y Extractor de gases**

Marca: Behr

Modelo: k8/ BEHROSOG 3

Serie: 81062

**Nombre del Equipo: Unidad Destiladora Kjeldahl y Extractor de gases**

Marca: Behr

Modelo: S4

Serie: 8154

**Nombre del Equipo: Sorbona**

Marca: Quimis

Modelo: Q21623

Serie: 9050088

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. SENPLADES. (2012). Qué son las zonas, distritos y circuitos?. Quito, Ecuador.: Autor
2. Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. SINAGAP. (2012). Quito, Ecuador. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/resultados-nacionales>
3. Cámara de Agricultura de la I Zona AGROECUADOR. (2000) Quito, Ecuador. Recuperado de [www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm](http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm)
4. Datos Estadísticos Agropecuarios. INEC. (2011). Quito, Ecuador, 8. Recuperado de [www.inec.gob.ec/espac\\_publicaciones/espac-2011/INFORME\\_EJECUTIVO%202011.pdf](http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/INFORME_EJECUTIVO%202011.pdf)

5. Universidad Agraria La Molina. Asociación Brown Swiss del Perú. (2014)  
Lima, Perú. Recuperado de  
<http://www.brownswiss.org.pe/index.php/nosotros/raza-brown-swiss>
6. Agropecuarios. Producción y composición de la leche. (2011)  
<http://agropecuarios.net/produccion-y-composicion-de-la-leche.html>
6. Morales, S., (1999). Factores que afectan la composición de la leche.  
Recuperado de  
<http://www.tecnovet.uchile.cl/index.php/RT/article/view/5224/5104>
8. Hernández, G., (1982). Probabilidades de industrialización del suero de queso. La Habana - Cuba.
9. Franchi, O., (2010). “Suero de leche, propiedades y usos” Innovación en la industria láctea. p 4. Recuperado de  
<http://es.scribd.com/doc/47261459/2/Tipos-de-suero-de-leche-y-sus-componentes>

10. Gosta, B., (1996). *Manual de Industrias Lácteas Tetra Pak Processing Systems AB*. Suecia. 1996, p. 299 – 312
11. Recino, L., y Saz, O., (2006, Abril). Caracterización del Suero Lácteo y Diagnóstico de Alternativas de sus Potenciales en El Salvador. Universidad de el Salvador. Escuela de Ingeniería Química, San Salvador, p. 19.  
Recuperado de  
[http://ri.ues.edu.sv/2102/1/Caracterizaci%C3%B3n\\_del\\_suero\\_l%C3%A1cteo\\_y\\_diagn%C3%B3stico\\_de\\_alternativas\\_de\\_sus\\_usos\\_potenciales\\_en\\_El\\_Salvador.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2102/1/Caracterizaci%C3%B3n_del_suero_l%C3%A1cteo_y_diagn%C3%B3stico_de_alternativas_de_sus_usos_potenciales_en_El_Salvador.pdf)
12. Vizcarra, R., (2013). *Panorama actual y perspectiva de la industria láctea Ecuatoriana*. Centro de la Industria Láctea. Ibarra. p. 7
13. Benito, P., y Calvo, S., (2014). Alimentación y nutrición en la vida activa: ejercicio y deporte. Madrid, España, p. 464  
Recuperado de  
<http://books.google.com.ec/books?id=MiiEAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

14. Petrenko, O., (2005, Agosto). Estudio de algunas características de las cepas de levaduras y de su rendimiento celular utilizando un medio de cultivo a base de suero lácteo. Las Tesinas de Belgrano. p. 11 Recuperado de [http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/147\\_petrenko.pdf](http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/147_petrenko.pdf)
15. García, G., Quintero, R., y López, M., (2004). Biotecnología alimentaria. Editorial Limusa S.A., México. p.198. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=2ctdvBnTa18C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q=suero%20lacteo&f=false>
16. Hernández, A., Alfaro, I., y Arrieta, R., (2003, Junio). Microbiología Industrial. Editorial EUNED. Costa Rica. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=KFq4oEQQjdEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
17. Gil, Á., (2010). Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. 2da. Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid. Recuperado de <http://books.google.com.ec/books?id=hcwBJ0FNvqYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

18. Vasey, C., (2010, Mayo). La Importancia del equilibrio ácido – básico: Una visión práctica y completa. Editorial EDAF, p. 158 – 159. Recuperado de [http://books.google.com.ec/books?id=KHNa\\_LFP6iUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=KHNa_LFP6iUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false)
19. Bello, J., (2000). Ciencia Bromatológica Principios generales de los alimentos. Ediciones Díaz de Santos S.A, Madrid, España, p. 227. Recuperado de [http://books.google.com.ec/books?id=94BiLLKBJ6UC&dq=beneficios+suer+o+lacteo&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](http://books.google.com.ec/books?id=94BiLLKBJ6UC&dq=beneficios+suer+o+lacteo&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
20. Torres, H., (2011, Octubre). El queso maduro y sus secretos. Lima, Perú. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=xidtAAAAIAAJ&dq=que+es+el+queso&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=xidtAAAAIAAJ&dq=que+es+el+queso&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
21. Barzola, J., (2009). Laboratorio de procesamiento de lácteos en planta piloto. Daule, Ecuador.

22. Chang, J. Calidad de Agua. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar ESPOL, Guayaquil. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201,2,3.pdf>
23. Jiménez, D. De Lora, F., y Sette, R., (2003, Mayo). Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté S.A. Barcelona, España. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=30etGjzPXyWC&dq=demanda+biologica+de+oxigeno&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=30etGjzPXyWC&dq=demanda+biologica+de+oxigeno&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
24. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2011) Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594. Suero de leche líquido requisitos. Quito: INEN 2011. 8 págs.
25. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), (2014), Norma Técnica Ecuatoriana. Leche y productos lácteos directrices para la toma de muestras ISO 707:2008 IDT, Primera edición, 2014 – 01, Quito: INEN – ISP 707, págs.49



26. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Recuperado de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
27. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
28. Composición físico – química de la leche. Universidad de Murcia.2011  
<http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas-1/practica-2-composicion-fisico-quimica-de-la-leche>
29. Ciriaco, N., (2013), Materia prima e Insumos Lácteos. Análisis de la densidad de la leche, p. 2 – 3. Recuperado de <http://es.slideshare.net/NilzaCiriaco/practica-n-01-analisis-densidad-de-la-leche?related=1>
30. Masson, L., (1993), Análisis proximal de calcio y fósforo en harinas de pescado. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología. Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Depósitos de documentos de la FAO. Santiago de Chile. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S02.htm>

31. Alais, Ch., (2003, Abril). Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. Editorial Reverté. Barcelona, España. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=bW\\_ULacGBZMC&dq=ANALISIS+D+E+PROTEINAS+EN+LECHE&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=bW_ULacGBZMC&dq=ANALISIS+D+E+PROTEINAS+EN+LECHE&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
32. Análisis de alimentos. Fundamentos y Técnicas. p. 13  
[http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1067/1/ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAlimentos\\_6501.pdf](http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1067/1/ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAlimentos_6501.pdf)
33. Laboratorio de Madrid Acreditado por ENAC. Técnicas de análisis físico – químico de alimentos. p. 17. Recuperado de <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1441ene2007.pdf>
34. Mosquera, C., (2012). Aprovechamiento del Suero de Quesería en la Obtención de una Bebida Fermentada a Partir de Mezclas con Jugo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*). Universidad Técnica de Ambato, p. 16 Recuperado de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/3057>

35. Servicio Nacional de Aprendizaje (SAENA). (1987, Septiembre). Derivados Lácteos. Bloque Modular 2 Manejo de Leche, Bogotá. Recuperado de [http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21\\_1/alephe/www\\_f\\_spa/icon/31496/pdf/b2\\_car3.pdf](http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/31496/pdf/b2_car3.pdf)
36. Zumbado, H., (2002), *Análisis Químico de los Alimentos, Métodos Clásicos*. Universidad de la Habana. p. 29 – 30
37. Guerrero, W. y Castro R., (2010, Mayo). Caracterización fisicoquímica del lactosuero en el valle de Tulancingo. Guanajuato, México.