

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE DE CUATRO COMUNIDADES
DE LA PROVINCIA INGAVI DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ, PARA EL USO
EN LA PLANTA DE TRANSFORMACION DE PRODUCTOS LACTEOS DE LA
ESTACION EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA”**

FREDDY VICTOR ARANO BARRIENTOS

La Paz – Bolivia

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

TESIS DE GRADO

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE DE CUATRO COMUNIDADES
DE LA PROVINCIA INGAVI, PARA EL USO EN LA PLANTA DE
TRANSFORMACION DE PRODUCTOS LACTEOS DE LA ESTACION
EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA**

Tesis de grado presentado como requisito
Parcial para optar el titulo de
Ingeniería Agronómica

FREDDY VICTOR ARANO BARRIENTOS

Asesores:

Ph.D. Alberto Figueroa Soliz

M.Sc. Edgar García Cárdenas

Tribunal examinador:

Lic. Yolanda Soruco Miranda

M.Sc. Ignacio Chirico Moreno

M.Sc. Marcelo Gantier Pacheco

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

2010

Hay hombres que luchan un día y son buenos.....

Hay otros que luchan un año y son mejores.....

Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos.....

Pero hay los que luchan toda la vida: esos son los imprescindibles.

Bertolt Brecht.

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a:

A mis abuelos,

A mis padres,

A mi familia,

Y al amor de mi vida.

Agradecimientos

Mi más grande agradecimiento a mis asesores: Lic. Garcia y Dr. Figueroa. Que con sus consejos, enseñanzas y apoyo, lograron que este trabajo de tesis salga adelante.

Así mismo, también mis agradecimientos van para el tribunal revisor, que con sus observaciones y correcciones enriquecieron el presente trabajo de investigación para que sea un importante aporte al conocimiento de la facultad.

Estoy muy agradecido con mis padres que con su paciencia, esfuerzo y amor; lograron que mi persona salga adelante y sea una persona de bien. Jamás lograre retribuirles todo lo que hicieron por mí. Gracias de todo corazón, son los mejores papás que uno pueda desear.

También mi agradecimiento va para mi hermana, que al igual que mis padres, logro darme ánimos para continuar con fuerza en la vida.

A mi familia, por todo el apoyo que me han ofrecido a lo largo de todos estos años.

Un especial agradecimiento a Carola, por ser la persona que jamás perdió la fe en mí y que vio algo más que nadie vio. Te agradezco por todos los años que pasamos y pasaremos juntos. Gracias por la paciencia, cariño y amor que me brindaste. Te amo.

Agradezco también a todos los amigos de la Facultad de Agronomía, por todos los años de amistad. Siempre los recordare a todos con muchísimo cariño.

A los docentes de la facultad, por toda la enseñanza que me brindaron y que será de mucha utilidad en mi vida profesional.

También agradezco a mi equipo de trabajo. Sin ellos todo el trabajo de tesis no habría sido lo mismo. Gracias muchachos por su apoyo.

Y por ultimo gracias a todas aquellas personas que pasaron por mi vida, para que hoy en día, hicieran que fuera una mejor persona. A todas ellas, un millón de gracias.

Resumen.

La leche es un alimento nutritivo que podemos encontrar en la naturaleza, contiene muchos de los nutrientes necesarios para la vida. Es por eso que siempre ha sido consumida por todos los seres vivos desde que nacen.

La leche que más se utiliza en la producción de derivados lácteos es la de vaca debido a las propiedades que posee, a la cantidad que se obtiene, agradable sabor, fácil digestión, así como la gran cantidad de derivados obtenidos.

La calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en la industria láctea, depende directamente de la calidad del producto original o materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto el éxito y buen nombre de la industria y en última instancia la calidad del producto que llega al consumidor, depende del control que se lleve sobre la leche cruda.

En nuestro país, estas características que debe poseer la leche cruda para ser apta o no en la transformación y elaboración de productos lácteos; esta normado por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), en su Norma NB-33013.

Dentro de lo que fue el estudio de las 4 comunidades (Choquenaira, Copalacaya, Cañaviri y Callisaya) respecto a la calidad de la leche; se observo que las características organolépticas no presentaron ninguna alteración respecto a la norma. Así también se observo que las características físicas y químicas cumplen con los parámetros establecidos por el país, haciéndola apta para la utilización de la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira

Abstract.

Milk is a nutrient that can be found in nature, contains many of the nutrients necessary for life. That's why it has always been consumed by all living beings from birth.

The most commonly used milk production in dairy cows is due to the properties he owns, the amount you get, nice taste, easy digestion, and the large number of derivatives obtained.

The quality of commercial milk and its derivatives produced in the dairy industry depends directly on the quality of the original product or raw materials from production areas and transport conditions, storage and handling in general to the plant. Therefore the success and reputation of the industry and ultimately the quality of the product reaches the consumer, depends on the monitoring carried on raw milk.

In our country, these features must have raw milk to be fit or not in the processing and manufacture of dairy products is regulated by the Bolivian Institute of Standardization and Quality (IBNORCA) in its Standard NB-33 013.

In what was the study of four communities (Choquenaira, Copalacaya, Canaviri and Callisaya) regarding the quality of milk, it was observed that the organoleptic characteristics showed no change from the norm. Also it was observed that the physical and chemical characteristics meet the parameters set by the country, making it suitable for use in the processing plant Dairy Experiment Station Choquenaira

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	Pag. 01
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	Pag. 02
1.2. OBJETIVOS.....	Pag. 03
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	Pag. 03
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	Pag. 03
2. MARCO TEÓRICO.....	Pag. 04
2.1. Consumo de Leche en Bolivia y Mundial.....	Pag. 04
2.2. Antecedentes de la ganadería Bovina en el Altiplano.....	Pag. 04
2.3. Situación del hato ganadero.....	Pag. 05
2.4. Producción.....	Pag. 06
2.4.1. Producción Mundial.....	Pag. 06
2.4.2. Producción en Latinoamérica.....	Pag. 07
2.4.3. Situación de la ganadería bovina lechera en el Departamento de La Paz.....	Pag. 07
2.4.4. Situación de la Zona lechera de la Estación Experimental de Choquenaira.....	Pag. 09
2.5. Definiciones.....	Pag. 10
2.5.1. Definición de leche.....	Pag. 10
2.5.2. Definición de leche cruda y fresca.....	Pag. 10
2.5.3. Definición de calidad.....	Pag. 10
2.5.4. Definición de Calidad de la leche.....	Pag. 11
2.6. Composición de la Leche.....	Pag. 11
2.6.1. Agua.....	Pag. 12
2.6.2. Proteínas.....	Pag. 12
2.6.2.1. Caseína.....	Pag. 13
2.6.2.2. Proteínas séricas.....	Pag. 13
2.6.3. Grasa.....	Pag. 14
2.6.3.1. Ácidos grasos.....	Pag. 14

2.6.4. Elementos	
Minerales.....	Pag. 14
2.6.5. Hidratos de	
carbono.....	Pag. 15
2.6.6. Vitaminas.....	Pag. 15
2.6.7. Acidez.....	Pag. 16
2.7. Aspectos nutricionales.....	Pag. 17
2.8. Propiedades de la leche.....	Pag. 18
2.8.1. Propiedades Organolépticas.....	Pag. 17
2.8.2. Propiedades Físico – Química.....	Pag. 19
2.8.2.1. Densidad.....	Pag. 19
2.8.2.2. Acidez.....	Pag. 20
2.8.2.2.1. Acidez natural.....	Pag. 20
2.8.2.2.2. Acidez desarrollada.....	Pag. 21
2.8.2.2.3. Acidez titulable.....	Pag. 21
2.8.2.3. pH.....	Pag. 21
2.8.2.4. Proteína.....	Pag. 22
2.8.2.4.1. Determinación de la proteína en la leche.....	Pag. 23
2.8.2.5. Grasa.....	Pag. 23
2.8.2.5.1. Causas de las variaciones en las pruebas de contenido de	
grasa.....	Pag. 24
2.8.2.5.2. Determinación de la grasa en la leche.....	Pag. 24
2.8.2.6. Sólidos Totales.....	Pag. 25
2.8.2.6.1. El Refractómetro.....	Pag. 25
2.8.2.6.2. Unidad de medida del refractómetro (BRIX).....	Pag. 26
2.8.2.6.3. Determinación de Sólidos totales.....	Pag. 26
2.8.2.7. Cenizas.....	Pag. 27
2.8.3. Propiedades Microbiológicas.....	Pag. 27
2.8.3.1. Calidad microbiológica de la leche cruda y pasteurizada.....	Pag. 28
2.8.3.2. Microbiología de la leche.....	Pag. 28
2.8.3.3. Factores que afectan el crecimiento microbiano.....	Pag. 29

2.8.3.4. Bacterias más comunes en la leche y en los productos lácteos.....	Pag. 30
2.8.3.5. Mohos y Levaduras.....	Pag. 33
2.8.3.6. Virus.....	Pag. 33
2.9. Acciones de los microorganismos sobre los componentes de la leche.....	Pag. 34
2.9.1. Lactosa.....	Pag. 34
2.9.2. Proteína.....	Pag. 34
2.9.3. Grasa de la leche.....	Pag. 35
2.9.4. Cenizas.....	Pag. 35
2.10. Infecciones e intoxicaciones provocadas por leches contaminadas.....	Pag. 35
2.10.1. Brucelosis.....	Pag. 36
2.10.2. Intoxicación Estafilocócica.....	Pag. 37
2.10.3. Salmonelosis.....	Pag. 37
2.10.4. Difteria.....	Pag. 38
2.10.5. Fiebre Q.....	Pag. 38
2.10.6. Cólera.....	Pag. 39
2.11. Contaminación de la Leche.....	Pag. 39
2.11.1. Contaminación de la leche en el interior de la ubre.....	Pag. 39
2.11.2. Contaminación en el exterior de la glándula mamaria.....	Pag. 40
3. LOCALIZACIÓN.....	Pag. 42
3.1. Ubicación geográfica.....	Pag. 42
3.2. Fisiografía.....	Pag. 42
3.3. Clima.....	Pag. 43
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	Pag. 44
4.1. Materiales.....	Pag. 44
4.1.1. Materiales de laboratorio y equipo.....	Pag. 44
4.1.2. Reactivos.....	Pag. 44
4.1.3. Material de biológico.....	Pag. 45
4.1.4. Material de gabinete.....	Pag. 45
4.2. Metodología.....	Pag. 45

4.2.1. Determinación del tamaño de muestra.....	Pag. 45
4.2.2. Toma de muestra.....	Pag. 46
4.2.3. Transporte de muestras.....	Pag. 46
4.2.4. Determinación de propiedades fisicoquímicas.....	Pag. 46
4.2.4.1. Determinación de la Densidad.....	Pag. 46
4.2.4.2. Determinación de la Acidez titulable.....	Pag. 47
4.2.4.3. Determinación del pH.....	Pag. 48
4.2.4.4. Determinación de la Proteína.....	Pag. 49
4.2.4.5. Determinación de la Caseína.....	Pag. 51
4.2.4.6. Determinación de % de Grasa (Método de Gerber).....	Pag. 51
4.2.4.7. Determinación de porcentaje de Sólidos Totales.....	Pag. 52
4.2.4.8. Determinación del Porcentaje de cenizas.....	Pag. 52
4.2.4.9. Determinación de Na, K, Ca y Mg Total en leche por Absorción Atómica Molecular	Pag. 53
4.2.5. Análisis Bacteriológico.....	Pag. 55
5. RESULTADOS y DISCUSIONES.....	Pag. 56
5.1. Aspecto organolépticos.....	Pag. 56
5.2. Aspectos físico y químicos.....	Pag. 57
5.3. Aspectos microbiológicos.....	Pag. 80
5.4. Comparación entre las comunidades Productoras de leche.....	Pag. 90
6. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	Pag. 91
7. BIBLIOGRAFIA.....	Pag. 92
8. ANEXOS.....	Pag. 97

Índice de Tablas

Tabla N° 1 Consumo de leche en distintos países del mundo	Pag. 04
Tabla N° 2 Distribución porcentual de la población de bovinos por provincia	Pag. 05
Tabla N° 3 Relación de producción lechera entre diferentes Países del mundo	Pag. 06
Tabla N° 4 Relación de producción lechera entre diferentes Países de América del Sur	Pag. 07
Tabla No.5 Productores del “cordón lechero” de La Paz	Pag. 08
Tabla N° 6 Evolución de la producción de leche en el departamento de La Paz	Pag. 09
Tabla N° 7 Producción diaria y semanal del sector lechero de la E.E. Choquenaira	Pag. 09
Tabla N° 8 Composición de la leche según la especie (en %)	Pag. 12
Tabla N° 9 Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml)	Pag. 16
Tabla N° 10 Promedio de composición de alguno» tipo» de leche	Pag. 17
Tabla N° 11 Características organolépticas	Pag. 19
Tabla N° 12 Características Físico – Químicas	Pag. 19
Tabla N° 13 Rangos de temperatura (°C) para el crecimiento de los microorganismos	Pag. 32
Tabla N° 14 Cantidad de microorganismos por etapa de ordeño	Pag. 40
Tabla N° 15 Valores promedio del contenido de gérmenes en diferentes sustancias	Pag. 41

Tabla N° 16 Valores de los aspectos físicos de la zona de estudio.	Pag. 57
Tabla N° 17 Propiedades físicas y químicas de la leche cruda	Pag. 58
Tabla N° 18 Promedio densidad	Pag. 59
Tabla N° 19 Promedio de sólidos totales	Pag. 62
Tabla N° 20 Promedio de Acidez Titulable	Pag. 64
Tabla N° 21 Promedio de % Proteína	Pag. 67
Tabla N° 22 Promedio de % de grasa	Pag. 70
Tabla N° 23 Promedio de caseína	Pag. 73
Tabla N° 24 Promedio de cenizas	Pag. 75
Tabla N° 25 Promedios de minerales	Pag. 77
Tabla N° 26 Promedio de Recuento de células somáticas (RCS)	Pag. 81
Tabla N° 27 Mesófilos Aerobios en la leche.	Pag. 83

Índice de Figuras.

Figura N° 1 Estructura de las proteínas (R1, R2, etc., son los radicales específicos de cada aminoácido. El número de aminoácidos en la caseína de la leche varía de 199 a 209).	Pag. 13
Figura N° 2 La lactosa se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa y galactosa.	Pag. 15
Figura N° 3 Principio de refractometría en soluciones	Pag. 26
Figura N° 3 <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Pag. 30
Figura N° 4 <i>Escherichia coli</i>	Pag. 31
Figura N° 5 Bacterias Termodúricas <i>Clostridium sp</i>	Pag. 31
Figura N° 6 <i>Penicillium candidum</i>	Pag. 33
Figura N° 7 Virus bacteriófago de la leche	Pag. 33
Figura N° 8 <i>Brucellosis sp</i>	Pag. 36
Figura N° 9 <i>Staphylococcus aureus</i>	Pag. 37
Figura N° 10 <i>Salmonella sp</i>	Pag. 37
Figura N° 11 <i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Pag. 38
Figura N° 12 <i>Coxiella burnetti</i>	Pag. 38
Figura N° 13 <i>Vibrio cholerae</i>	Pag. 39
Figura N° 14 Zona de estudio	Pag. 42
Figura N° 15 Comparación de las propiedades físicas y químicas	Pag. 58

Figura N° 16 Densidad de la leche	Pag. 60
Figura N° 17 Solidos totales de la leche	Pag. 62
Figura N° 18 Acidez Titulable de la leche	Pag. 65
Figura N° 19 Porcentaje de proteína de la leche	Pag. 68
Figura N° 20 Porcentaje de grasa de la leche	Pag. 71
Figura N° 21 Porcentaje de Caseína	Pag. 74
Figura N° 22 Porcentaje de Ceniza	Pag. 75
Figura N° 23 Comparación de la cantidad minerales de la leche	Pag. 77
Figura N° 24 Comparación de la cantidad células somáticas en la leche	Pag. 81
Figura N° 25 Comparación de la cantidad bacterias mesófilas en la leche	Pag. 84
Figura N° 26 Cantidad de S. aureus, Bacterias coliformes, mohos y levaduras	Pag. 86

Índice de Anexos

Anexo N° 1 Determinación de la densidad de la leche	Pag. 98
Anexo N° 2 Determinación de la Acidez Titulable	Pag. 99
Anexo N° 3 Determinación del contenido Graso por el método Gerber y Rose - Gottlieb	Pag.100
Anexo N° 4 Determinación de Sólidos totales por refractometría.	Pag.101
Anexo N° 5 Norma NB – 33013 Productos Lácteos - Leche Cruda y Fresca - Requisitos	Pag.102
Anexo N° 6 Norma NB – 230 Productos lácteos – Leche – Determinación de la densidad relativa	Pag.107
Anexo N° 7 Norma NB – 229 Productos lácteos – Determinación de la acidez titulable	Pag.108
Anexo N° 8 Norma NB – 229 Productos lácteos – Determinación de proteínas	Pag.109
Anexo N° 9 Norma NB – 228 Productos lácteos – Determinación de contenido graso en leche por métodos de Gerber y Rose Gottlieb	Pag.110
Anexo N° 10 Matriz de correlaciones de Pearson	Pag.111
Anexo N° 11 Análisis de conglomerados de k medias	Pag.112
Anexo N° 12 Tabla de Datos	Pag.113
Anexo N° 13 Tabla de relación de aporte de leche a la planta lechera	Pag.114

1. INTRODUCCION

La leche es un alimento nutritivo que podemos encontrar en la naturaleza, contiene muchos de los nutrientes necesarios para la vida. Es por eso que siempre ha sido consumida por todos los seres vivos desde que nacen, ya que por ejemplo en los mamíferos, es el primer alimento que se ingiere proviniendo del mundo exterior.

Actualmente, la leche que más se utiliza en la producción de derivados lácteos es la de vaca debido a las propiedades que posee, a la cantidad que se obtiene, agradable sabor, fácil digestión, así como la gran cantidad de derivados obtenidos.

La leche cruda de vaca no se destina directamente al consumo humano, sino que es sometida a diferentes tratamientos térmicos a través de los cuales se obtienen la leche de consumo.

La calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en la industria láctea, depende directamente de la calidad del producto original o materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto el éxito y buen nombre de la industria y en última instancia la calidad del producto que llega al consumidor, depende del control que se lleve sobre la leche cruda.

Es por eso que la leche debe ser analizada para cumplir con ciertas características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas que están regidas por cada país y para esto se utiliza diferentes técnicas para la determinación de la calidad de la leche. Una vez determinada su calidad se puede decir que la leche es o no apta en la transformación y elaboración de productos lácteos

En nuestro país, estas características que debe poseer la leche cruda para ser apta o no en la transformación y elaboración de productos lácteos; esta normado por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), en su Norma NB-33013.

1.1. JUSTIFICACION

La leche más consumida por la mayor parte de la población es la que proviene del ganado vacuno y una de los más importantes, por lo que la exigencia para los productores es, producir una leche de alta calidad la cual es demandada por los consumidores. Además, es una fuente de ingresos para muchas familias campesinas dedicadas a este rubro..

Existen parámetros organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos importantes que deben ser considerados para ofrecer una leche de buena calidad. Dentro de ellos se encuentran: % de proteína, % de grasa, % de sólidos totales, densidad, cantidad de calcio, sodio, potasio, magnesio, nitrógeno, recuento de microorganismos (mesófilos aerobios, coliformes totales, *Staphylococcus sp*, hongos y levaduras), parámetros que podrían tener relación o ser dependientes de las características técnicas del manejo de ganado tales como alimentación, manejo del ganado, sanidad, mejoramiento genético, etc.

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar la calidad de la leche que será utilizada en la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira. La leche será recolectada de las comunidades de Choquenaria, Copalacaya, Cañaviri y Callisaya para cubrir la capacidad de operación de la misma, que es de 1000 litros día.

Esta investigación permite identificar aspectos importantes que limitan la calidad de la leche en las zonas de estudio, determinando la influencia de los parámetros estudiados y en que manera influyen en la calidad de la leche.

Dicho análisis permite el mejoramiento de la calidad láctea y en este enfoque el presente trabajo pretende generar información que sea de interés entre los productores e instituciones que requieran de dicho análisis con el objetivo de establecer una buena calidad de la leche dentro de las 4 comunidades.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la calidad de leche de 4 comunidades de la provincia Ingavi, para el uso en la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira

1.2.2. Objetivos Específicos

- Proponer un sistema de recolección de leche para las comunidades de Choquenaira, Copalacaya, Cañaviri y Callisaya de la provincia Ingavi del Depto. de La Paz
- Reconocer las pruebas que determinan la aceptación o el rechazo de la leche cruda en la industria láctea.
- Realizar el análisis de los parámetros organolépticos, físico, químicos y microbiológicos de la leche de las 4 comunidades, para determinar su calidad
- Analizar la importancia del control de calidad de la leche como materia prima para la elaboración de productos derivados en la industria láctea.

2. MARCO TEORICO

2.1. Consumo de Leche en Bolivia y Mundial

El consumo de la leche en Bolivia se encuentra entre 35 a 40 litros anuales por persona, el promedio en Latinoamérica es de 100 litros por persona anual. La organización de las naciones unidas para la alimentación (FAO) recomienda entre 150 – 180 litros que cada persona debe consumir, entre leche y sus derivados al año. Es posible que la intolerancia a la lactosa y la reducida tradición lechera del país sean factores que influyan en el hábito de consumo de leche incluyendo el grado de educación y el factor económico de la población (Roque, 2000)

En América del Sur, Uruguay registra un consumo similar a los países desarrollados, seguido por Argentina. Bolivia está lejos del consumo de esos países, lo que indica que todavía existe espacio para aumentar la producción y crecimiento de la industria láctea.

Tabla N° 1 Consumo de leche en distintos países del mundo

Consumo per Cápita	Kilos/Año	Consumo per Cápita	Kilos/Año
China	31.2	Brasil	135.6
Sud África	65.6	Colombia	153.7
Japón	76.1	Argentina	220.4
Venezuela	77.7	Canadá	253.8
India	90.1	Estados Unidos	268.7
México	120.1	Australia	271.4
Chile	124.1	Uruguay	291.4

Fuente: Producción de leche, INE - Chile

2.2. Antecedentes de la ganadería Bovina en el Altiplano

“En el altiplano, la historia se remonta a la introducción de los bovinos a Sudamérica con la llegada de los españoles en 1542. La actual ganadería de la leche en el altiplano, se debe a que muchos ganaderos introdujeron vacas de Cochabamba y del exterior del país. Todo ese capital genético constituye el actual potencial lechero del altiplano, que ahora es una actividad productiva llevada a cabo por pequeños productores” (CEDLA, 1997).

Las vacas fueron introducidas en el altiplano por las misiones de evangelización españolas, que se dirigían desde los puertos (a donde el ganado había llegado en barcos) hacia el oriente boliviano, y dejaban en el camino algunos animales perdidos. Estos animales tenían un triple propósito: tracción, provisión de leche y de carne (SOBOCE, 2009).

De España también llegaron forrajes que se adaptaron y naturalizaron en Sudamérica y en Bolivia. Tal es el caso de la cebada, la avena y otras gramíneas y leguminosas. Tanto los animales como sus alimentos lograron adaptarse, con el paso del tiempo, a las condiciones extremas del altiplano, esto es, a su baja temperatura y a la escasez de humedad. Los siguientes 350 años este ganado mantuvo un estado que se denomina “pereza racial”; la introducción de otras razas más productivas sólo comenzó a fines del siglo XIX” (SOBOCE, 2009).

La producción lechera es una de las actividades con mayor potencial de crecimiento en el Altiplano Norte. La cercanía a la Cordillera Real y la calidad de los suelos de la denominada Cuenca Lechera (compuesta por las provincias Omasuyos, Ingavi, Aroma, Los Andes y Murillo), son recursos que si se los aprovecha adecuadamente, podrían incidir en incrementar de manera significativa la producción de leche y los ingresos de más de 4.000 familias (Canedo, 2007).

2.3. Situación del hato ganadero

El hato bovino departamental es de 53.693 cabezas y está distribuido de la siguiente manera:

Tabla N° 2 Distribución poblacional de bovinos

Provincia	Cabezas de ganado	Porcentaje
Murillo	3 221.58	6%
Aroma	7 517.02	14%
Omasuyos	9 127.81	17%
Ingavi	14 497.11	27%
Los Andes	19 329.48	36%
Total	53 693	100%

Fuente: Morales, 2009

La provincia Los Andes posee la mayor cantidad de cabezas de ganado, pero esto no significa que haga el mejor aprovechamiento del mismo (SOBOCE, 2009).

2.4. Producción

2.4.1. Producción Mundial

La producción de leche a nivel mundial en toneladas métricas es de 679 207 encontrándose en mayor cantidad en países como India, Estados Unidos, China, Pakistán, Rusia y Alemania. En dichos países la producción es alta por ventajas en cuanto a infraestructura, alimentación, razas lecheras y sanidad animal. Para el año 2010 se espera un crecimiento cercano al 5%, llegando a las 714 millones de toneladas (FAO, 2009).

Tabla N° 3 Relación de producción lechera entre diferentes Países del mundo

Países	Producción de Leche (1000 Toneladas)				
	1994-1996	1999-2001	2005	2006	2007
India	65 040	80 440	95 619	100 900	106 100
Estados Unidos	69 989	74 940	80 254	82 463	84 189
China	9 444	12 711	32 023	36 472	39 824
Pakistán	19 994	25 575	29 438	31 214	32 219
Rusia	39 099	32 494	31 147	31 436	32 175
Alemania	28 440	28 307	28 488	28 030	28 438
Bolivia	216	251	356	295	302
Mundo	539 787	579 847	647 794	665 277	679 207

Fuente: FAO, 2009

2.4.2. Producción en Latinoamérica

La producción de leche en Latinoamérica está liderada por Brasil, seguido por Argentina, Chile y Perú (FAO, 2009).

Tabla N° 4 Relación de producción lechera entre diferentes Países de América del Sur

Países	Producción de Leche (1000 Toneladas)				
	1994-1996	1999-2001	2005	2006	2007
Brasil	17 591	20 538	25 519	26 321	27 081
Argentina	8 643	10 180	9 909	10 494	10 500
Chile	1 865	2 087	2 310	2 410	2 460
Perú	883	1 085	1 350	1 504	1 601
Uruguay	1 249	1 469	1 619	1 620	1 576
Paraguay	351	369	372	372	375
Bolivia	216	251	356	295	302
Mundo	539 787	579 847	647 794	665 277	679 207

Fuente: FAO, 2009

2.4.3. Situación de la ganadería bovina lechera en el departamento de La Paz

En 2003, La Paz era responsable del 6 por ciento de la leche producida en Bolivia (625 millones de litros por año) y por tanto la tercera región productora, aunque muy por detrás de Santa Cruz (60%) y Cochabamba (20%). Los productores lecheros de La Paz son, mayoritariamente, familias aymaras distribuidas en comunidades dentro del “cordón lechero” del Departamento; se estima que, en 2008, eran 5.933 familias (SOBOCE, 2009).

Investigaciones realizadas en el Altiplano de La Paz, brindan conocimientos básicos acerca del desempeño actual y la perspectiva de la producción campesina. La actual ganadería lechera en el Altiplano Norte y Central (departamento de La Paz), presenta un crecimiento positivo de la actividad lechera. Pil Andina, Delizia y Panda son empresas que van incentivando a los productores la crianza de ganado lechero y el cultivo de especies forrajeras mediante la dotación de créditos de asistencia y garantizando la compra del producto, incrementando la expectativa de producción de leche entre los productores de la zona (Mendoza, 2002).

En la tabla N° 5 muestra los municipios en la que una mayor cantidad de familias se dedican a la actividad lechera, estos son: Laja, con 1.291 familias; Achacachi, con 1.178, y Pucarani, con 636. Ninguno se encuentra en la provincia Ingavi; en esta provincia, las familias lecheras suman 1.285, cantidad menor a la del municipio de Laja (SOBOCE, 2009).

Tabla N° 5 Productores del “cordón lechero” de La Paz

Provincia	Municipio	Número de familias
Omasuyos	Achacachi	1178
Los Andes	Pucarani	636
	Batallas	128
	Laja	1291
Ingavi	Guaqui	450
	Tiawanaku	501
	Viacha	332
Murillo	El Alto	110
	Achocalla	190
	Mecapaca	88
	Palca	34
Aroma	Patacamaya	36
	Umala	533
	Sica sica	60
	Ayo ayo	304
Villaruel	Papel pampa	60
Total		5933

Fuente: Morales, 2009

Aunque todavía pocas familias se dedican a esta actividad, la producción de leche en La Paz ha ido creciendo en la última década, como muestra la siguiente tabla:

Tabla N° 6 Evolución de la producción de leche en el departamento de La Paz

Gestión	Total litros /día	Total volumen producción anual litros/año
1997	24 446	8 922.790
1998	22 744	8 301.560
1999	27 968	10 208.320
2000	32 453	11 845.345
2001	28 526	10 411.990
2002	52 570	19 188.050
2003	48 227	17 602.855
2004	57 172	20 867.780
2005	67 809	24 750.285
2006	88 713	32 380.245
2007	114 516	41 798.340
2008	117 531	42 898.815

Fuente: Morales, 2009

2.4.4. Situación de la Zona lechera de la Estación Experimental de Choquenaira

Las comunidades que comprenden la zona Lechera de la E.E. Choquenaira son Choquenaira, Copalacaya, Canaviri y Calisaya. Estas comunidades dan en total un promedio de 1500 litros/día, llegando hasta una producción de 10500 litros/semana.

Tabla N° 7 Producción promedio del sector lechero de la E.E. Choquenaira

Comunidad	l/día	l/semana
Callisaya	543	3801
Canaviri	477	3339
Choquenaira	270	1890
Copalacaya	210	1470
Total	1500	10500

Fuente: Elaboración propia

2.5. Definiciones

2.5.1. Definición de leche

La leche es el alimento mas nutritivo que podemos encontrar en la naturaleza. Contiene muchos de los nutrientes necesarios para subsistir día a día. Es por eso que siempre ha sido consumida por todos los seres vivos desde que nacen, ya que por ejemplo en los mamíferos, es el primer alimento que se ingiere proviniendo del mundo exterior (Walstra, 2004).

Etgen y Reaves (1989) señalan que casi todas las legislaciones definen a la leche como el producto de la secreción de las glándulas mamarias de animales sanos y bien alimentados. Es evidente que la ausencia de agentes patógenos en la leche debe ser objetivo primordial en cualquier método de producción lechera.

2.5.2. Definición de leche cruda y fresca

En nuestro país, el Instituto Boliviano de Normas de Calidad en su Norma Boliviana 33013 (IBNORCA NB-33013, 2004) define que “La leche es un líquido limpio y fresco, producto del ordeño higiénico, obtenido de la segregación de las glándulas mamarias de vacas sanas, exenta de calostro y sustancias neutralizantes, conservantes y libre de inhibidores. Sin ningún tipo de adición y extracción. Leche que no ha sido sometida a ningún tratamiento térmico”

2.5.3. Definición de calidad

Meyer (1990) indica que la calidad consiste en aquellas características del producto que satisfacen las necesidades del cliente, además, la calidad consiste en productos y procesos libres de deficiencias. En síntesis, la administración de la calidad se lleva a cabo mediante el uso de tres procesos generales: Planeación, control y perfeccionamiento.

La actitud de la industria láctea ante el fenómeno de la calidad ha ido ganando en fortaleza y un proceso que aparecía como impulsado desde el Estado ha pasado a

ser liderado por el sector privado tanto productor como industrial, pero especialmente éstos últimos perciben la importancia de la calidad de la leche.

2.5.4. Definición de Calidad de la leche

En Cuba el control de calidad de la leche se realiza por los laboratorios de las empresas productoras, como por los de las empresas procesadoras. Los análisis Físicos Químicos instrumentados por las normativas del Ministerio de la Agricultura, son:

- Densidad de la leche
- Sólidos no grasos
- Acidez
- Gradiente de grasa.

En las empresas procesadoras, se realiza además el análisis Microbiológico, siembra y control de colonias de bacterias (Soto 1987). La leche de alta calidad, es aquella caracterizada por:

- Composición que alcance o supere las normas legales mínimas (3.25 % de grasa y 8.254 % de sólidos no grasos)
- Buen sabor y olor (un sabor suave, pero ligeramente dulce y sin olor)
- Ausencia de todas las bacterias patógenas
- Un bajo contenido de bacterias (menos de 10000 a 15000 ufc/ml en la leche cruda)
- Un bajo número de células somáticas o leucocitos (menos de 500000 ufc/ml)
- Ausencia de fármacos y residuos de plaguicidas y otros adulterantes
- Ausencia de materiales extraños (Etgen, W; Reaves, P, 1989)

2.6. Composición de la Leche

En la composición de la leche, encontramos proteínas, lactosa, grasas, vitaminas, minerales y enzimas. Estos constituyentes difieren entre sí por el tamaño molecular y por su solubilidad, tornando a la leche en un complicado sistema físico-químico: las moléculas menores representadas por las sales, lactosa y vitaminas hidrosolubles se presentan en un estado de solución verdadera. Las moléculas mayores, lípidos, proteínas y enzimas, aparecen en estado coloidal. (DGPA, 2005)

Tabla N° 8 Composición de la leche según la especie (en %)

COMPOSICIÓN DE LA LECHE SEGÚN LA ESPECIE (en %)			
Especie	Grasa	Proteína	Sólidos Totales
Humana	3.75	1.63	12.57
Vacuna	3.70	3.50	12.80
Búfalo de agua	7.45	3.78	16.77
Cebú	4.97	3.18	13.45
Caprina	4.25	3.52	13.00
Ovina	7.90	5.23	19.29
Asnal	1.10	1.60	9.60
Caballar	1.70	2.10	10.50
Camélida	4.10	3.40	12.80

Fuente: DGPA, 2005

2.6.1. Agua

El valor nutricional de la leche como un todo es mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único. La cantidad de agua en la leche refleja ese balance. En todos los animales, el agua es el nutriente requerido en mayor cantidad y la leche suministra una gran cantidad de agua, conteniendo aproximadamente 90% de la misma. La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria.

La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta

es una de las razones por las que la vaca en producción de leche debe de tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo (Wattiaux, 2005).

2.6.2. Proteínas

Según Gómez (2005) la proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando desde el 2.9% al 3.9%). Esta proteína láctea es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%)

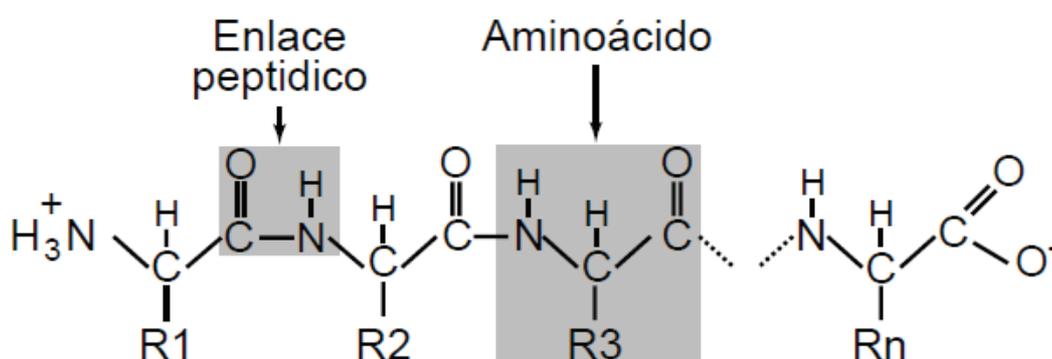


Figura N° 1 Estructura de las proteínas (R1, R2, etc., son los radicales específicos de cada aminoácido. El número de aminoácidos en la caseína de la leche varía de 199 a 209).

2.6.2.1. Caseína

La caseína es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos. El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimiocina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de quesos.

2.6.2.2. Proteínas séricas

La albúmina es la proteína de la leche, que sigue en cantidad a la caseína, con una cifra aproximada de 0.5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarlas.

Por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se destruye gran parte de la proteína sérica.

Las globulinas de la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre. También es posible que parte se produzca en las células del parénquima mamario. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un período de lactación, desde 9% al 16% del total de la proteína, que es la tasa que puede alcanzar en el calostro, disminuye hasta ser de sólo unas milésimas de dicho porcentaje en las últimas etapas de la lactancia.

2.6.3. Grasa

DGPA (2005) indica que la grasa láctea se sintetiza en su mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche; se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas, formando miles de glóbulos de tres a cuatro micras de diámetro por término medio, variando de 1 a 25 micras.

2.6.3.1. Ácidos grasos

La grasa de leche contiene triglicéridos derivados de una amplia variedad de ácidos grasos saturados e insaturados, se diferencia de otras grasas alimenticias por su alto contenido de ácidos grasos saturados de cadenas cortas. Los ácidos grasos presentes en la leche más importantes son: oleico, palmítico, esteárico, mirístico, láurico y butírico. El oleico y linoleico son insaturados y líquidos a temperatura ambiente, al igual que el butírico, caproico y caprílico. El resto de los ácidos grasos tienen puntos de fusión altos (31 a 70 °C), por lo que son sólidos a temperatura ambiente.

2.6.4. Elementos Minerales

La leche de vaca contiene sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros, yoduros. Además, se reconoce la presencia de

otros en cantidades vestigiales, como el aluminio, molibdeno y plata. En la membrana de los glóbulos grasos se encuentran, en mayor concentración, el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo y zinc. Una parte de los metales, sobre todo los alcalinos y los halógenos, se encuentran libres en forma de iones en solución. El calcio, por el contrario, se halla en su mayor parte ligado a la caseína (Gómez, 2005).

2.6.5. Hidratos de carbono

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa (Figura N° 2). A pesar de que es un azúcar, la lactosa no se percibe por el sabor dulce. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8%-5.2%). A diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación. Las moléculas de las que la lactosa se encuentra constituida se encuentran en una concentración mucho menor en la leche: glucosa (14 mg/100 g) y galactosa (12 mg/ 100 g) (Wattiaux, 2005).

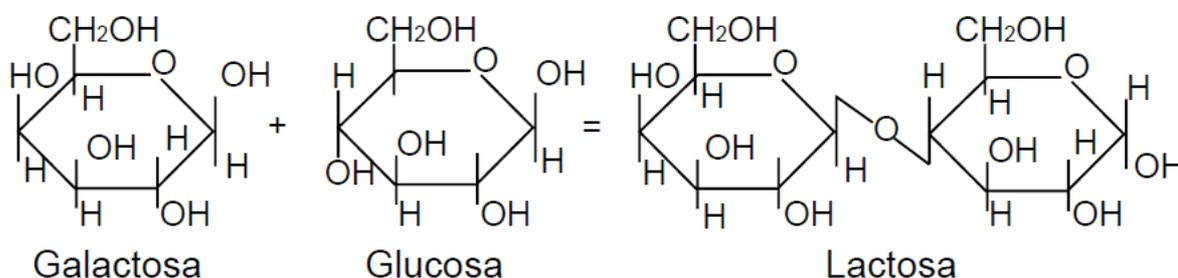


Figura N° 2 La lactosa se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa y galactosa.

2.6.6. Vitaminas

Lerche (1969) indica que la leche contiene vitaminas como la A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeto a grandes oscilaciones. El calostro posee una extraordinaria riqueza vitamínica, contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal. También influye la época del año, tiempo

atmosférico, ambiente y la alimentación; este último factor repercute especialmente en los carotenos y en la vitamina “A” como consecuencia de la abundante ingestión de carotenos cuando la base de la alimentación son forrajes frescos.

La vitamina E por su parte es 10% más abundante en épocas en que el ganado tiene acceso a forraje más toscos, lo cual posiblemente dependa del mayor contenido graso de la leche en verano. Por lo general, la concentración de las vitaminas hidrosolubles se conserva constantemente. En la vitamina C se observan fluctuaciones dependiendo de la alimentación. Son variadas las influencias de la manipulación de la leche sobre su contenido vitamínico ya que en el simple almacenamiento se producen pérdidas de vitaminas, dependientes de la temperatura y de las radiaciones lumínicas (Lerche, 1969).

Tabla N° 9 Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml)

MINERALES	mg/100ml	VITAMINAS	ug/100ml¹
Potasio	138	Vit A	30,0
Calcio	125	Vit D	0,06
Cloro	103	Vit E	88,0
Fósforo	96	Vit K	17,0
Sodio	58	Vit B1	37,0
Azufre	30	Vit B2	180,0
Magnesio	12	Vit B6	46,0
Minerales trazas²	<0,1	Vit B12	0,42
		Vit.C	1,7

¹ µg = 0,001 gramo

² Incluye cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, selenio, iodo y otros.

Fuente: Lerche, 1969

2.6.7. Acidez

La leche es ligeramente ácida, presentando comúnmente un pH entre 6.5 y 6.7. Es bien tamponado por las proteínas y por las sales minerales, en especial por causa de los fosfatos. La mayor acción tampón se da entre pH 5 y 6, es alcanzada en la medida que la leche se va tornando ácida y no por causa de la acidez de la leche fresca. Cuando la leche es calentada, al principio, el PH desciende por la liberación del dióxido de carbono, para luego aumentar por la liberación de iones

hidrógeno, cuando el calcio y el fosfato conforman compuestos insolubles. Un equilibrio entre estas dos fuerzas opuestas previene de grandes cambios durante los tratamientos térmicos a que es sometida industrialmente la leche (Wattiaux, 2005).

2.7. Aspectos nutricionales

ABOPROLE (1995), establece que la leche presenta un alto valor nutritivo, ya que cuenta con componentes como la proteína láctea, una de las más completas, llevando un coeficiente de digestibilidad máxima de 98 a 100 %. La grasa, constituida por una estructura lipóide con un balance de ácidos grasos saturados y no saturados, con alto contenido en vitamina A, es una fuente de energía. La lactosa, principal carbohidrato de la leche es la única fuente de galactosa disponible durante los primeros días de vida para sintetizar importantes componentes del sistema nervioso. Entre los minerales presentes en la leche se encuentra el calcio que además de ser base de la formación ósea de niños y jóvenes es asimilable al 100%. Por su valor nutritivo, la leche debería estar presente en la alimentación de madres en gestación o lactancia, niños y jóvenes. A pesar de todo esto, la leche es muy susceptible a sufrir alteraciones de diferente naturaleza especialmente microbiológica. y puede convertirse en un vehículo de enfermedades

La tabla Nº 10 nos indica el promedio de la composición de algunos tipos de leche

Tabla Nº 10 Promedio de composición de alguno» tipo» de leche

	Agua %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Sales Minerales %
Mujer	87.6	3.6	1.9	6.6	0.2
Vaca	87.6	3.7	3.2	4.8	0.7
Cabra	87.5	4.1	3.4	4.2	0.8
Oveja	81.5	7.5	5.6	4.4	1.0
Llama	86.5	3.2	3.9	5.6	0.8

Fuente: Meyer, 1990.

2.8. Propiedades de la leche

2.8.1. Propiedades organolépticas

Según Nasanovsky (2001), indica que las características organolépticas son las siguientes:

- **Aspecto:** La leche fresca es de color blanco aporcelanada, presenta una cierta coloración crema cuando es muy rica en grasa. La leche descremada o muy pobre en contenido graso presenta un blanco con ligero tinte azulado.
- **Olor:** Cuando la leche es fresca casi no tiene un olor característico, pero adquiere con mucha facilidad el aroma de los recipientes en los que se la guarda; una pequeña acidificación ya le da un olor especial al igual que ciertos contaminantes.
- **Sabor:** La leche fresca tiene un sabor ligeramente dulce, dado por su contenido de lactosa. Por contacto, puede adquirir fácilmente el sabor de hierbas.

Keating y Rodríguez (1992), explican que se debe observar las características de la leche, su olor y sabor especiales, agradables, si no es amarga ácida, liviana, salada (alteraciones); si su color es blanco, opaco normal o ligeramente amarillento, rojizo o azulado (alteraciones), si la leche contiene partículas heterogéneas que la ensucien (pelos, pajas, excrementos, etc) pudiéndose evaluar por filtración.

IBNORCA NB 33013 (2004), establece que la leche debe tener un aspecto de líquido homogéneo, debe presentar un color blanco opaco o blanco cremoso, su olor debe ser característico y su sabor poco dulce agradable y el producto de ninguna manera debe tener olores y sabores extraños

Tabla N° 11 Propiedades organolépticas

Aspecto	Líquido homogéneo
Color	Blanco opaco o blanco cremoso
Olor	Característico
Sabor	Poco dulce, agradable

Fuente: IBNORCA, 2004.

2.8.2. Propiedades Físico – Químicos

IBNORCA en su norma NB 33013 indica que la leche debe poseer las siguientes características:

Tabla N° 12 Características Físico - Químicas

LECHE CRUDA Y FRESCA-	RANGO
Densidad a 20°C en g/cm³ *	1.028 a 1.034
Acidez titulable (ácido láctico) en %	0.15 a 0.18
pH-	6.6 a 6.8
Proteínas mínimo	3.00 %
Materia grasa mínimo	2.60 %
Lactosa	4.50 %
Cenizas	0.70 %
Sólidos Totales en %	10.8 %

Fuente: IBNORCA, 2004.

2.8.2.1. Densidad

Si la leche es fresca, la densidad cambia durante las primeras horas, las leches individuales son variables, estos se encuentran entre 1.030 y 1.033 a una temperatura de 20 °C la adición de agua a la leche disminuye su densidad (Pearson. 1993)

La densidad también varía con la temperatura. Existen aparatos especiales para medir la densidad, estos suelen estar graduados en milésimas de peso específico, pero las condiciones físicas constituyen un factor importante que afecta la Densidad de la leche (Alais, 1985).

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0.0002 g/cm³ por cada grado de temperatura. Este componente varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes que son los siguientes:

- Agua 1.000 g/cm³
- Grasa 0.931 g/cm³
- Proteínas 1.346 g/cm³
- Lactosa 1.666 g/cm³
- Minerales 5.500 g/cm³

La densidad mencionada (entre 1.028 y 1.034 g/cm³) es para una leche entera, pues la descremada esta por encima de esos valores (alrededor de 1.036 g/cm³), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1.028 g/cm³. (Nasanovsky, 2001).

2.8.2.2. Acidez

La descomposición de la lactosa en la leche es el resultado de la acción microbiana. El ácido láctico, producido a partir de la lactosa, aumenta la acidez valorable, dando un sabor y olor ácidos debilitando la estabilidad coloidal de la leche fermentándola por acción anaeróbica. a causa de las levaduras llegan a transformar la lactosa en alcohol y dióxido de carbono (Warner, 1989)

2.8.2.2.1. Acidez natural

Corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio consumido por los componentes propios de la leche, hasta el punto de neutralización, y cuyo valor será expresado como equivalente de ácido láctico en porcentaje (IBNORCA NB 229).

2.8.2.2.2. Acidez desarrollada

Corresponderá a la cantidad de hidróxido de sodio consumidos por la cantidad de ácido que se ha generado por el desarrollo de microorganismos, hasta el punto de generación expresado como ácido láctico en porcentaje (IBNORCA NB 229).

2.8.2.2.3. Acidez titulable

Corresponde a la suma de la acidez natural más la acidez desarrollada (IBNORCA NB 229).

Revilla (1985), indica que la Prueba de acidez da mayor tolerancia a ciertos hatos. Si el límite de aceptación de la leche es fijado en 0.18% como ocurre en plantas lecheras, el hato que produce 0.15% de acidez tiene una tolerancia 0.03%, por lo que es importante conocer la acidez de la leche fresca.

2.8.2.3. pH

El pH es una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia. Se entiende por acidez la capacidad de una sustancia para aportar a una disolución acuosa iones de hidrógeno o hidrogeniones al medio. La alcalinidad o base aporta oxhidrilo al medio. Por lo tanto, el pH mide la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia.

El pH posee una escala propia, esta es una tabla que va del número cero al catorce, siendo de esta manera el siete el número del medio. Si el pH es de 0 a 6, la solución es considerada ácida; por el contrario, si el pH es de 8 a 14, la solución se considera alcalina. Si la solución posee un pH 7, es considerada neutra (Bazaes, 2009).

La leche de vaca presenta un pH comprendido entre 6.6 y 6.8, siendo la acidez total debida a una suma de tres reacciones fundamentales y a una cuarta de carácter eventual. Estas son:

- Acidez proveniente de la caseína.

- Acidez debida a las sustancias minerales y a la presencia de ácidos orgánicos.
- Reacciones secundarias debidas a los fosfatos presentes en la leche.
- "Acidez desarrollada", debida al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa en las leches en proceso de alteración.

Las tres primeras representan la "acidez natural" de la leche. La cuarta puede existir debido a condiciones higiénico-sanitarias no adecuadas.

En general, la determinación de la acidez de la leche es una medida indirecta de su calidad sanitaria. Este análisis es aplicado de forma habitual a la leche cruda, como así también a la leche tratada térmicamente. El primer caso, reviste particular importancia económica, puesto que la tendencia a nivel mundial es fijar el precio de la compra de leche a los productores por su calidad, valorando no solo el volumen o masa de leche, sino también la calidad fisicoquímica y sanitaria de la misma.

2.8.2.4. Proteína

Bath, et. al. (1989), indica que las proteínas existentes en la leche son relativamente pequeñas y una proteína dada se compone siempre de la misma cantidad de aminoácidos dispuestos en la misma secuencia. Además es uno de los componentes mayores y completos de la leche, constituida por el 95% de materias nitrogenadas de la leche y el otro 5% por materias no nitrogenadas.

Algunas proteínas encontradas en la leche (inmunoglobulinas) juegan un papel en transmitir resistencia a enfermedades al ternero recién nacido. Las inmunoglobulinas son absorbidas directamente de la sangre y no son sintetizadas dentro la glándula mamaria y así su concentración en el calostro no llega a ser alto. La leche contiene complejos de nitrógeno no-proteína en cantidades muy pequeñas (por ejemplo urea: 0.08 g/kg) (Cabrera, et. al., 1987)

2.8.2.4.1. Determinación de la proteína en la leche

Soto (1987), indica que para determinar las proteínas existen diferentes técnicas como:

- **Método de Kjeldahl**

Mide el nitrógeno total de una muestra de leche, la muestra se somete a un tratamiento sulfúrico concentrado, una muestra de catalizadores ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y K_2SO_4) consiguiendo pasar el nitrógeno proteico a formar parte de una sal de amonio, posteriormente se realiza una destilación con vapor de agua en medio básico, la valoración se la hace con hidróxido de sodio

- **Método del Formaldehido**

Tiene la ventaja de ser fácil, rápido de realizar y se puede realizar en campo, la caseína experimenta una modificación ante la adición del formaldehido en la leche, realizando posteriormente una titulación con NaOH 0.25N.

2.8.2.5. Grasa

Estos componentes llamados también lípidos de la leche, son parte de este líquido sintetizados en la glándula mamaria a partir de los ácidos grasos volátiles (en los rumiantes) el resto se forma a partir de los de los ácidos grasos o glicéridos de la sangre. Este componente es el que más varía, existen factores que influyen sobre el "porcentaje de grasa" esta se altera más lentamente que la lactosa, el porcentaje de grasa es el único componente de la leche que se ha determinado sistemáticamente, con objeto de estimar el valor del producto y las aptitudes del ganado lechero (Cabrera, et. al., 1987).

La diferencia es excesiva, puesto que la relación entre el porcentaje de materia grasa y el de los otros elementos no es estrecha, sobre todo lo que se refiere a las materias nitrogenadas. La grasa y las vitaminas solubles en grasa en la de este

componente se encuentran en forma de emulsión, esto es una suspensión de pequeños glóbulos líquidos que no se mezclan con el agua de la leche (Alais, 1985).

2.8.2.5.1. Causas de las variaciones en las pruebas de contenido de grasa

Reaves (1981), expresa que existen diferentes causas para la variación en el porcentaje de grasa en la leche estas son:

- La raza
- La alimentación.
- Condición de vacas al tiempo de parto.
- Periodos entre ordeños
- Edad
- Salud.
- Ejercicio y excitación
- Estación del año
- Uso domestico de la leche

2.8.2.5.2. Determinación de la grasa en la leche

Según Revilla (1982), nos indica que existen varios métodos para medir el contenido de grasa de la leche y sus derivados, actualmente se utilizan dos tipos de método

- **Método Babcock**

Es también llamado de Gerber en Europa, es una prueba muy sencilla cuyo principio se basa en que el ácido sulfúrico con un peso específico de 1.835 disolverá los sólidos de la leche y liberara la grasa de su emulsión (Reaves, 1981)

- **Métodos Ponderales**

Alais (1985), indica que existen varios métodos por los cuales se extraen grasa mediante disolventes específicos y por decantaciones sucesivas en tubos o ampollas. Podemos mencionar a:

- Método etero-amoniacal
- Método etero-clorhídrico
- Método del metilal-metanol
- Método internacional para análisis de quesos

2.8.2.6. Sólidos Totales

Algunos autores también lo denominan como extracto seco, materia seca y sustancias secas. Estos ven influenciados por diferentes factores tanto externos como internos, la alimentación tiene también una importante influencia sobre el contenido de los sólidos, en general la producción de leche tiende a aumentar en verano y disminuir en invierno y en forma inversa, el contenido de sólidos de la leche se hace mínima durante el verano, tendiendo a aumentar durante el invierno (Cabrera et al., 1987)

El mismo autor señala, en términos muy generales los puntos críticos para maximizar la producción de sólidos en la leche son los siguientes:

- Apropiado balance de nutriente
- Maximizar el consumo de alimentos
- Monitoreo periódico de la dieta

2.8.2.6.1. El refractómetro

Cuando se pone un lápiz en el agua, la punta del lápiz aparece inclinada. Luego, si se hace lo mismo pero colocando el lápiz en una solución de agua azucarada, la punta del mismo aparecerá más inclinada, este es el fenómeno de la refracción de la luz. Los refractómetros son instrumentos de medición, en los que éste fenómeno de la refracción de la luz se pone en práctica. Ellos se basan en el principio por el cual, cuando aumenta la densidad de una sustancia (por ejemplo:

cuando se disuelve el azúcar en el agua), el índice de refracción aumenta proporcionalmente (Infoagro, 2009).

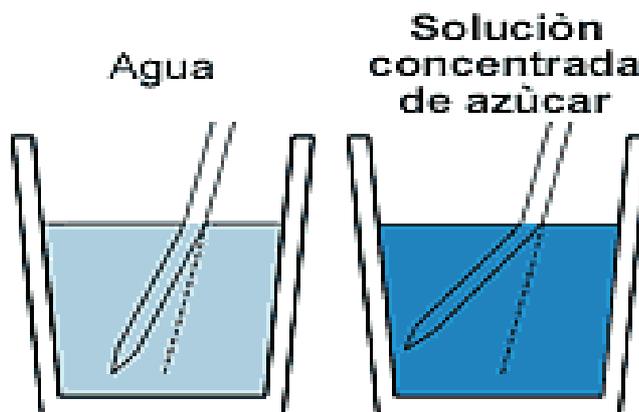


Figura Nº 3 Principio de refractometría en soluciones

2.8.2.6.2. Unidad de medida del refractómetro (BRIX)

La Escala de Medición (%) muestra el porcentaje de concentración de los sólidos solubles contenidos en una muestra (solución de agua), el contenido de los sólidos solubles es el total de todos los sólidos disueltos en el agua, incluso el azúcar, las sales, las proteínas, los ácidos, etc., y la medida leída es el total de la suma de éstos. Básicamente, el porcentaje Brix (%) se calibra a la cantidad de gramos de azúcar contenidos en 100g de solución de azúcar. Así, al medir una solución de azúcar, Brix (%) debe ser perfectamente equivalente a la concentración real. Con soluciones que contienen otros componentes, sobre todo cuando uno quiere saber la concentración exacta, una tabla de conversión es necesaria. (Infoagro, 2009).

2.8.2.6.3. Determinación de Sólidos totales

Nasanovsky, (2001), menciona que conocida la densidad de la leche y su contenido de grasa, se puede calcular el porcentaje de sólidos indirectamente por medio de una serie de fórmulas semi-empíricas, y el más utilizado en las diferentes granjas lecheras es Refractómetro, haciendo la lectura de sólidos totales.

2.8.2.7. Cenizas

Los materiales minerales de la leche se determinan habitualmente por incineración, mediante este procedimiento, en la leche de vaca pueden encontrarse de 7 a 8.5 g de ceniza por litro. Estas cenizas no representan el total de las sales de la leche en su estado natural, la proporción de sales es un poco más elevada, de 8 a 10 g por litro en la leche de vaca. Mientras que la leche tiene una reacción ligeramente ácido, las cenizas son netamente alcalinas, se ha producido, por tanto, una modificación importante en el equilibrio ácido-básico en el curso de la incineración. Estas modificaciones son constantes. Entre las pérdidas por incineración el yodo desaparece siempre, los cloruros alcalinos permanecen fijos hasta 550° C, por encima de estas temperatura las pérdidas son sensibles; para el fósforo hay pérdidas en el rojo vivo, no deben rebasarse los 550°C en el curso de la calcinación es decir, antes del rojo sombra. Por otro lado los citratos se destruyen completamente; se forman carbonatos por acción del CO₂ (procedentes de la combustión las materias orgánicas) sobre las bases; en fin, se forman también fosfatos y sulfatos, con el fosforo y el azufre incluidos en las moléculas proteicas, y que anteriormente no se encontraban en estado salino (Alais, 1985).

2.8.3. Propiedades microbiológicas

La leche fluida es el principal producto de la industria láctea, sus características nutricionales la hacen un alimento completo para la dieta de los seres humanos, pero también un medio de cultivo ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos. Dado que se trata de un producto de origen animal, está sujeto a grandes variables en su proceso de obtención primaria, se puede contaminar con un amplio espectro de microorganismos provenientes de diferentes fuentes contaminantes (Judkins y Keener, 1984).

Algunos de estos microorganismos son patógenos para el hombre, mientras que otros, producen alteraciones en la leche, como acidificación, proteólisis y lipólisis, que la hacen poco apta para su consumo, por consiguiente, tanto su producción

como su elaboración y distribución debe ser objeto de máxima vigilancia. (Valbuena et al., 2004).

2.8.3.1. Calidad microbiológica de la leche cruda y pasteurizada

La calidad higiénica de la leche cruda depende del estado sanitario y de la limpieza de las vacas, del sistema de ordeño y de las condiciones del equipo de ordeño. La contaminación microbiana de la leche durante su obtención en la explotación ganadera puede deberse a diferentes microorganismos. Frazier y Westhoff (1988), detectaron entre las bacterias que pueden alterar la leche cruda, *Streptococcus lactis*, coliformes, psicrótrofos Gram-negativo y termofílicos, por ejemplo, bacilos, enterococos y micrococos. La leche también puede contener distintos patógenos como *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica* y *Listeria monocytogenes* (Early, 2000).

En la leche pasteurizada, a diferencia de la leche cruda, la presencia de bacterias coliformes es inaceptable, ya que las temperaturas de pasteurización las destruye. Una prueba de coliformes positiva en productos lácteos pasteurizados denota mala pasteurización o contaminación post-pasteurización (OMS, 1960).

2.8.3.2. Microbiología de la Leche

Según Frazier (1962), la leche es un excelente medio de cultivo para numerosos microorganismos por su elevado contenido de agua, su pH casi neutro y su riqueza en alimentos microbianos. Posee una gran cantidad de alimentos energéticos en forma de azúcares (lactosa), grasa, citratos y compuestos nitrogenados. La presencia de azúcares fermentables, en condiciones ordinarias provoca que las bacterias produzcan una fermentación ácida, si no existen gérmenes formadores de ácido o si las condiciones son desfavorables para su actividad, pueden sufrir otros tipos de alteración. Las principales alteraciones son las siguientes:

- Agriado o formación de ácido: La formación de ácido se manifiesta inicialmente por el olor agrio y la coagulación de la leche, que produce una cuajada de

consistencia gelatinosa o más débil, que libera un suero claro. Por otro lado la hidrólisis de las proteínas lácticas por acción microbiana se acompaña en general de la producción de un sabor amargo producido por algunos polipéptidos.

- Producción de gas: La producción de gas por las bacterias va siempre acompañada de la formación de ácido. Las especies formadoras de gases más importantes son las del género clostridium, las bacterias coliformes y los aerobacilos. La probabilidad de que se produzca gas o no y el tipo de microorganismos que lo originan depende del tratamiento a que previamente se haya sometido la leche y de la temperatura a la que se mantenga.

2.8.3.3. Factores que afectan el crecimiento microbiano

Las bacterias, como todo ser vivo, necesitan unas condiciones especiales del medio que las rodea para poder desarrollarse adecuadamente. Es preciso distinguir entre las variaciones de las condiciones externas que pueden soportar y las condiciones óptimas para su desarrollo (Madrid, 1996). Las condiciones de medio más relevantes para la reproducción de los microorganismos son la disponibilidad de nutrientes y la humedad, por ello la leche es un medio ideal.

El grado de acidez o alcalinidad del medio, es también de suma importancia porque cada microorganismo prefiere el pH del ambiente natural en que viven. Las bacterias crecen mejor en medios con pH 6.8 a 7.4. Los mohos prefieren un pH igual o menor a 4.5, sin embargo hay algunos microorganismos dentro de estos que prefieren valores de pH más bajos o más altos que los mencionados anteriormente (Revilla, 1985).

Con referencia a la temperatura tenemos que, para el crecimiento de cada especie de microorganismo existe una temperatura mínima, óptima y máxima. Según la temperatura éstos se clasifican en psicrófilos, mesófilos y termófilos. También existen grupos termodúricos, los que resisten altas temperaturas y

grupos psicrótrofos que pueden reproducirse a 7°C o menos independientemente de su temperatura óptima (Revilla, 1985).

Otro factor importante en el desarrollo de las bacterias, es el oxígeno. De acuerdo a este parámetro se pueden clasificar en aeróbicas y anaeróbicas, sin embargo existe un tercer grupo llamadas anaeróbias facultativas (Ellner, 2000).

2.8.3.4. Bacterias más comunes en la leche y en los productos lácteos

En la leche y productos lácteos se encuentran gran número de bacterias, entre las que podemos destacar las siguientes:

- **Bacterias lácticas.-** Son muy abundantes en la naturaleza y en los alimentos, se llaman así porque entre sus productos metabólicos figura el ácido láctico. Son tanto bacilos como cocos, pero no tienen la propiedad de formar esporas. Son anaeróbias facultativas y son destruidas por el calor a temperatura de 72-75°C durante 15



Figura N° 3 *Lactobacillus bulgaricus*

segundos. Entre las más destacadas tenemos a *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, que se utilizan para la elaboración del yogur. Por otra parte tenemos los utilizados en la elaboración de queso *Streptococcus diacetylactis* y *Leuconostoc citrovorum* (Madrid, 1996).



Figura N° 4 *Escherichia coli*

es 37°C y transforman los azúcares en ácido láctico, anhídrido carbónico (CO₂) e hidrógeno, desprendiendo olor y sabor desagradable. El más conocido de los microorganismos coliformes es la *Escherichia coli* y su presencia es indicador de mala higiene (Madrid, 1996).

- **Bacterias coliformes.-**

Pertenecen a la familia *enterobacteriaceae*, son bacilos de pequeña longitud, aerobios facultativos, que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo, aguas fecales, plantas contaminadas, etc. Su

temperatura óptima de desarrollo

- **Bacterias mesófilas.-** De acuerdo con Revilla (1985), las bacterias mesófilas son un grupo de bacterias que se desarrollan a temperaturas entre 30-40 °C, e incluye a varios grupos:

- **Bacterias Psicrófilas:** grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a bajas temperaturas, entre 5 a 20 °C. Siendo su temperatura óptima entre los 12 a 15 °C.
- **Bacterias Psicrotrofas:** bacterias mesófilas que además tienen la capacidad de crecer a temperaturas de refrigeración.



Figura N° 5 Bacterias Termodúricas
Clostridium sp.

- **Bacterias Termodúricas:** son generalmente bacterias mesófilas que además tienen la capacidad de resistir temperaturas de pasteurización.
- **Bacterias Termófilas:** grupo de bacterias que tienen la capacidad de desarrollarse a altas temperaturas, entre 45 a 55 °C.

Tabla N° 13 Rangos de temperatura (°C) para el crecimiento de los microorganismos

GRUPOS	MIN	ÓPTIMA	MAX
Termófilos	40-45	55-75	60-90
Termotrofos	15-20	30-40	45-50
Mesófilos	5-15	30-40	40-47
Psicrófilos	-5 - +5	12-15	15-20
Psicrotrofos	-5 - +5	25-30	30-35

Fuente: Robinson, R. 1997.

2.8.3.5. Mohos y levaduras

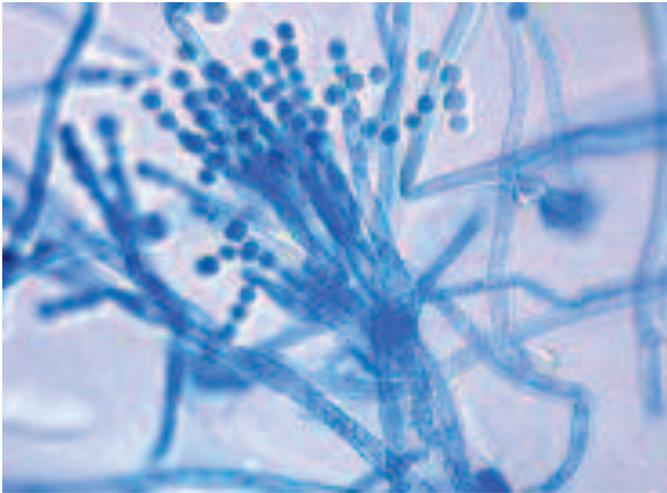


Figura N° 6 *Penicillium candidum*

Walstra y Jannes (1997) indican que no tienen importancia en leche fluida, sino más bien en los productos. Algunas especies son utilizadas como cultivos lácteos para el afinado de los quesos madurados como el *Penicillium candidum* y *Penicillium camemberti* en los quesos de corteza blanca como el Camembert y el *Penicillium*

roqueforti en los quesos de pasta azul (Roquefort).

Las levaduras al igual que los mohos son de poca importancia en la leche líquida y son fácilmente destruidos a temperaturas de pasteurización. En la leche se encuentran la especies *Cándida cremoris*, *Sacharomices lactis*, *Sacharomices kefir*. *Torula kefir* se encuentra en los granos de kéfir utilizados para producir esta bebida láctea, caracterizada por su sabor ácido-alcohólico, producto de la fermentación de la lactosa por estas especies.

2.8.3.6. Virus

La leche se puede contaminar con los virus causantes de la Fiebre Aftosa, Estomatitis Vesicular. Los más importantes para la industria láctea son los Bacteriófagos virus que infectan a las bacterias produciendo su muerte, por lo cual pueden afectar la producción de derivados lácteos

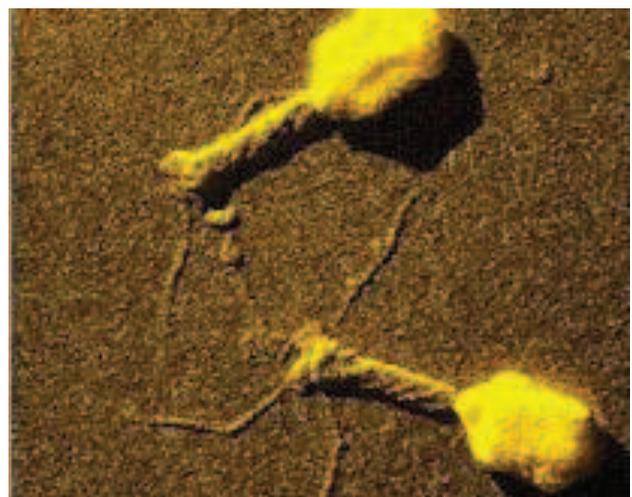


Figura N° 7 Virus bacteriófago de la leche

causando lisis de los cultivos añadidos para la producción de sabor y aroma (Walstra, 1997).

2.9. Acciones de los microorganismos sobre los componentes de la leche

2.9.1. Lactosa

La lactosa parece ser el componente de la leche más susceptible a la acción de los microorganismos. Inicialmente se forma ácido láctico por este ataque. Mientras las condiciones lo permitan, la formación de ácido láctico puede proseguir hasta que su misma concentración sea excesiva para que los microorganismos continúen en actividad. *Streptococcus lactis* puede seguir reproduciéndose en la leche hasta que la acidez valorable de la leche, expresada como ácido láctico, alcance el 1.00 %. *Bacillus bulgaricus* puede incrementar la acidez valorable de la leche hasta 2.25 % antes de que se inhiba. *Torula lactis* (una levadura), puede producir una acidez valorable en la leche de 1.5 % antes de que deje de crecer. Tales niveles de acidez no destruyen a los organismos, sólo inhiben su actividad. Unos cuantos mohos producen pequeñas cantidades de ácido láctico en la leche y productos lácteos (Warner 1980).

2.9.2. Proteína

La proteína, especialmente la caseína, es probablemente la que siga en frecuencia y grado de implicación en la acción de los microorganismos más comunes de la leche. La proteína, por lo común, se coagula en presencia de una cantidad adecuada de ácido. La leche se coagula a temperatura ambiente con una acidez valorable de 0.51 % a 0.65 %. La proteína se cuaja cuando actúan sobre ella ciertas enzimas bacterianas. La proteólisis es el resultado de la acción de cualquiera de varios microorganismos. Inicialmente la proteína se altera, liberando algunos de sus aminoácidos. Finalmente estos se rompen dando amidas y amoniaco. Este paso trastorna o perturba las fuerzas que mantienen a las partículas o micelas de caseína en suspensión, transformando a la proteína en

substancias solubles. La proteólisis, generalmente, aunque no siempre, involucra coagulación (Warner 1980).

2.9.3. Grasa de la leche

Según Warner (1980), las acciones microbianas no son tan rápidas sobre la grasa como sobre la lactosa y la proteína. Aparte de la acción lipolítica de la lipasa que normalmente se encuentra presente en la leche, puede ocurrir una lipólisis como resultado de la acción de las lipasas que producen ciertas bacterias como *Pseudomonas fluorescens* o algunas levaduras y ciertos mohos. La lipólisis provoca la hidrólisis de la grasa, y libera glicerina y ácidos grasos. El efecto organoléptico dependerá de cuales ácidos quedan en libertad. Los ácidos butírico y caproico, por ejemplo, producen substancias que no son las normales en los productos lácteos y generalmente olores y sabores que resultan objetables.

2.9.4. Cenizas

Las cenizas o componentes minerales de la leche rara vez son atacados directamente por los microorganismos. Algunos son liberados de la combinación en la que están en la caseína durante la formación de ácido y proteólisis. Las bacterias como *Streptococcus citrovorut* convierten los citratos de la leche en diacetilo, lo que ocurre en los cultivos de dahi y de mantequilla (Warner 1980).

2.10. Infecciones e intoxicaciones provocadas por leches contaminadas

Cabrera, et. al. (1987), establece que la leche es un excelente alimento tanto para el ser humano como para los animales. Sin embargo, al mismo tiempo puede poseer toda una serie de gérmenes capaces de enfermar tanto a unos como a otros. Estos gérmenes pueden llegar a la leche desde el medio ambiente como de la sangre, producto de la enfermedad que padece el animal.

El mismo autor indica que, por contaminación humana, la leche puede contener bacilos tíficos o *Salmonella* y bacilos de la disentería o *Shigella*. El animal puede contaminar la leche con el bacilo tuberculoso bovino, bacilo de la fiebre de malta y

bacterias que provocan la mastitis. La mayoría de las bacterias patógenas no provocan modificaciones sensibles en la leche y solamente se descubre por medio del análisis bacteriológico.

También afirman que se ha comprobado la transmisión de un número considerable de enfermedades por la leche que, aunque no se ha podido aislar el germen causal, los datos epidemiológicos hacen sospechar de esta vía.

Dentro de estas enfermedades se tiene las siguientes:

2.10.1. Brucelosis

Henneberg (1971), afirma que la *Brucella* puede infectar al hombre causando en éste la enfermedad conocida como Brucelosis, Fiebre Ondulante o Fiebre de Malta. El período de incubación en el hombre es de 1 a 6 semanas y los síntomas pueden ser diversos, según el tipo de órgano afectado

El hombre puede contraer esta enfermedad a través del consumo de leche cruda. Además de esta vía puede contraerla directamente por el contacto con tejidos y secreciones de animales

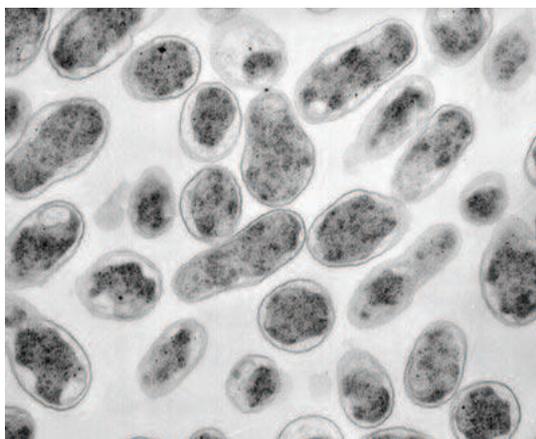


Figura Nº 8 *Brucellosis sp.*

infectados o por la inhalación de productos secos infectados, mecanismo que en algunas zonas parece tener más importancia que la infección mediante la leche.

Si bien la acidificación de la leche inhibe a las brucella, son necesarios varios días para eliminarlas por completo. En general, es posible afirmar que la leche cruda, crema y mantequilla preparadas a partir de leches no fermentadas ni tratadas térmicamente, así como quesos frescos no fermentados, constituyen productos muy peligrosos desde el punto de vista de la transmisión de brucelosis (Frasier, 1988).

2.10.2. Intoxicación Estafilocócica

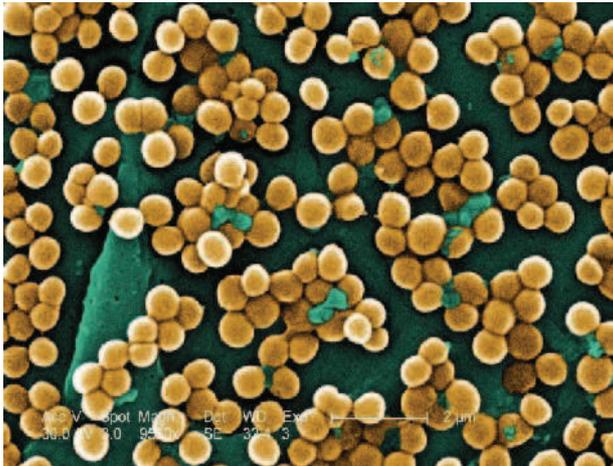


Figura N° 9 *Staphylococcus aureus*

Brock y Madigan (1999), afirman que el envenenamiento por alimentos más común es el causado por *Staphylococcus aureus*. Este organismo produce varias enterotóxicas que se liberan al medio circundante. Si se ingiere el alimento que contiene la toxina se observa reacciones graves dentro de una a seis horas, que incluyen náuseas con vómito y diarreas.

2.10.3. Salmonelosis

Cabrera, et. al. (1987), indican que la leche contenedora de las *Salmonellas* es capaz de alterar la salud del ser humano. Por lo tanto, si en la leche se demuestra la presencia de *Salmonellas* o *Colibacilus*, solamente se podrá utilizar para el consumo animal o humano, después de haberse sometido a la acción del calor por hervido durante 15 minutos.

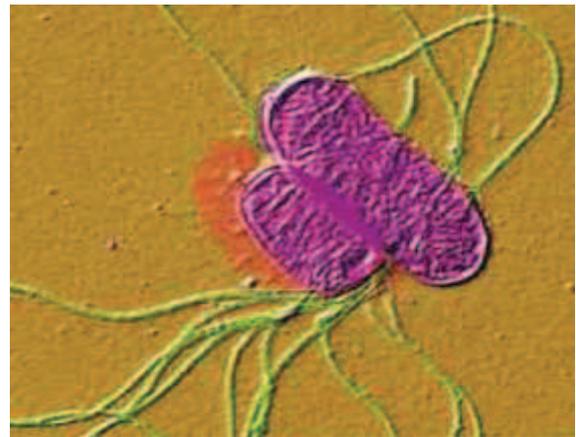


Figura N° 10 *Salmonella sp.*

Brock y Madigan (1999), señalan que los síntomas de la salmonelosis incluyen la aparición súbita de dolor de cabeza, escalofrío, vómito y diarrea seguidos de fiebre que persiste pocos días.

2.10.4. Difteria

Los brotes de difteria son comunes en colectividades que consumen leche sin pasteurizar. El *Corynebacterium diphtheriae*, germen de especial afinidad por el

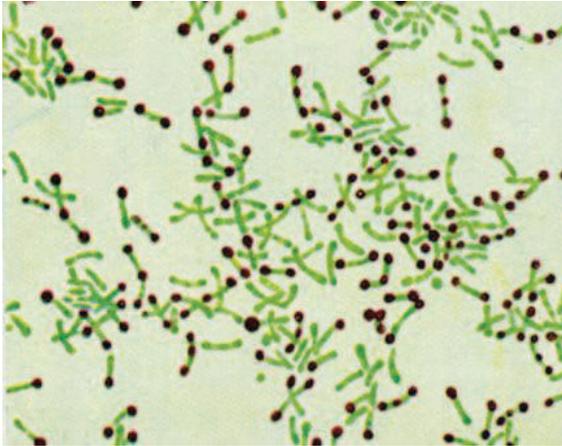


Figura N° 11 *Corynebacterium diphtheriae*

hombre, suele encontrarse en la nasofaringe de los enfermos o portadores sanos. Algunas veces se descubre en la vaca (heridas de los pezones o de la ubre) pero incluso en esos casos el origen de la infección reside por lo general en un portador humano. La contaminación de la leche puede proceder de la ubre o de los portadores humanos, pero casi siempre, parte de estos últimos (estornudos, tos o

dedos sucios de secreciones nasales). El *Corynebacterium* puede desarrollarse en la leche a la temperatura ambiente (Brock y Madigan, 1999).

2.10.5. Fiebre Q

Enfermedad producida por una rickettsia, la *Coxiella burnetti* y se halla muy difundida en todo el mundo. En lo que a la infección humana se refiere, los principales reservorios se encuentran principalmente en tres especies de animales lecheros: la vaca, la oveja y la cabra. La infección humana se produce sobre todo por

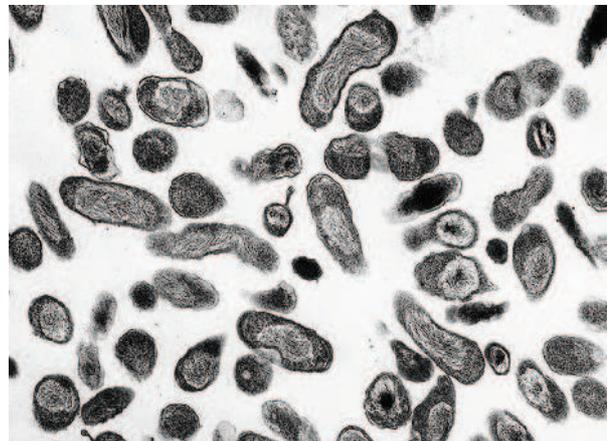


Figura N° 12 *Coxiella burnetti*

inhalación del polvo contaminado con líquido amniótico o con membranas fetales de animales infectados, pero también se observan casos causados por la ingestión de leche cruda contaminada. El ganado infectado elimina *Coxiella*

burnetti por la leche durante períodos prolongados (más de 200 días) aunque en cantidad variable de un día a otro. La *Coxiella burnetti* pasa de la leche cruda a los productos lácteos, si antes no se efectúa una pasteurización adecuada (Brock y Madigan, 1999).

2.10.6. Cólera



Figura N° 13 *Vibrio cholerae*

En algunos casos la leche actúa como vehículo del vibrión colérico. Este germen puede llegar a ella por las manos sucias de un enfermo o de un portador convaleciente, aunque es más frecuente que llegue a través de aguas contaminadas. El vibrión se mantiene viable en la leche durante 1 a 3 días en condiciones normales. En leches que antes de contaminarse se han sometido a hervor y refrigeración, el período de viabilidad es más prolongado, pudiendo llegar a los 9

días. El tratamiento térmico destruye con facilidad al vibrión (Cabrera, et. al., 1987).

2.11. Contaminación de la Leche

Si se pretende obtener leche de buena calidad microbiológica, la atención debe centrarse en los procesos de producción y a mantener las vacas con una adecuada sanidad, muy especialmente en lo que a mastitis se refiere. El origen de la contaminación microbiana de la leche puede provenir tanto de la ubre como del medio ambiente y equipo de ordeño (Alais, 1985)

2.11.1. Contaminación de la leche en el interior de la ubre

Pinzon (2004), dice que aún en el caso de que la glándula mamaria se encuentre sana, se reconoce que las primeras porciones de leche ordeñada contienen microorganismos, disminuyendo su número a medida que el ordeño avanza. Esto

se explica porque el canal del pezón se encuentra colonizado por muchos microorganismos, como por ejemplo Staphilococcus, Corinebacterium, Coliformes, Bacilus, Pseudomonas, etc. Lo anterior puede verse reflejado en la siguiente tabla:

Tabla N° 14 Cantidad de microorganismos por etapa de ordeño

Leche primeras porciones	6 500 gérmenes/ml
Leche a mitad del ordeño	1 350 gérmenes/ml
Leche al final del ordeño	709 gérmenes/ml

Fuente: Tetrapak, 1998.

Esta contaminación se ve acrecentada por el reflujo producido por la ordeñadora de tipo convencional, arrastrando con esto microorganismos que colonizan la punta del pezón, hacia el interior de la ubre. Cuando la glándula mamaria se encuentra contaminada, especialmente en los casos de mastitis de tipo agudo, los recuentos de microorganismos pueden ser muy elevados, alcanzando valores de varios millones (Pinzon, 2004).

2.11.2. Contaminación en el exterior de la glándula mamaria

En la parte externa de la ubre y pezones, es posible detectar estiércol, barro, paja u otros residuos de la cama del animal. Si bien la flora microbiana del interior de la ubre es, casi en su totalidad, de tipo mesófilo, en el exterior se suman microorganismos psicrófilos y termófilos, de los cuales los formadores de esporas, tanto aerobios como anaerobios, provocan serios problemas en la industria.

Entre los microorganismos que pueden llegar a la leche por la vía externa, son importantes de señalar aquellos que son patógenos para el hombre, como el Bacillus cereus que tiene la capacidad de generar esporas con cierta termorresistencia y que produce cuadros tóxicos en el hombre, debido a la producción de enterotoxinas (Thomas, 1991).

Tabla N° 15 Valores promedio del contenido de gérmenes en diferentes substancias

Aire del establo	79 G/L
Leche recién ordeñada	300 G/ml
Leche a la recepción en planta	500,000 a varios millones G/ml
Leche pasteurizada (reciente)	50 G/ml
Leche pasteurizada (24 horas)	hasta un millón G/ml
Leche acida	más de 10 millones G/ml
Agua potable (manantial)	10-290 G/ml
Agua sin filtrar	6,000-290,000 G/ml
Polvo de la calle	78 millones G/g
Hierba	2-200 millones G/g
Excremento de vaca	40 millones G/g

G= Germen

Fuente: Thomas, 1991.

3. LOCALIZACIÓN

La zona de estudio esta comprendida por cuatro comunidades que son las siguientes: Choquenaira, Copalacaya, Canaviri y Copalacaya

3.1. Ubicación geográfica

La zona de estudio está comprendida entre los 16°41'35.58" Latitud Sur, 68°17'14.41" Longitud Oeste; y 16°45'31.95" Latitud Sur, 68°14'34.48" Longitud Oeste. La altura de la zona esta sobre los 3 876 msnm.



Figura N° 14 Zona de estudio

3.2. Fisiografía

El aspecto fisiográfico de la zona, está dada en un 21% por serranías y 79% de planicies; la vegetación corresponde a Bosque Húmedo Montano Subtropical, donde la vegetación primaria dominante son las plantas xerofíticas y mesofíticas; las especies más representativas que componen la comunidad vegetal son de tipo herbáceos, arbustos y anuales.

Las plantas que predominan en las praderas nativas son las gramíneas y la condición de las mismas van de regular a pobre, producto del uso irracional de los sitios, principalmente está relacionado con el sobre pastoreo de vacunos y ovinos.

3.3. Clima

Los elementos climáticos en la región son muy variables y contrastantes, siendo la temperatura media de 8.4 °C y las extremas fluctúan desde -15 °C a 22 °C; en tanto, el régimen de lluvias resulta estacional, concentrándose las mayores precipitaciones en los meses de Enero a Marzo. En algunos años los pluviómetros suelen registrar hasta 590 mm. y en el resto de los meses suelen ser más reducidas.

La cambios climáticos son frecuentes en determinados épocas del año, como son las granizadas, heladas y sequías; los efectos sobre los cultivos son determinantes, llegando a ocasionar pérdidas económicas cuantiosas a nivel productor; la evaporación aproximada llega los 1350 mm/año, lo cual hace su condición de árido (seco), sobre todo en los meses secos del año.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materiales de laboratorio y equipo

- Butirómetro calibrado de 0 a 8%.
- Centrifugadora de 18 pulgadas de diámetro y 800 rpm, o equivalente
- Mechero
- Termómetro
- Pinza para bureta
- Buretas de 25ml
- Soporte
- Pinzas nuez para buretas
- Matraz volumétrico de 2000 ml
- Tasa de porcelana
- Crisoles
- Pipetas de 20ml, 10ml, 1ml
- Gotero
- Balanza Analítica
- Cápsulas de 10ml.
- Horno eléctrico con regulación de temperatura
- Refrigerador de 2 -5 °C
- Vasos de precipitado de 50ml
- Lactodensímetro
- Algodón
- Frascos de 500 y 100cc para la toma de muestras
- Refractómetro
- Equipo Kjeldahl para determinar nitrógeno
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica.

4.1.2. Reactivos

- Agua
- Agua destilada
- Acido sulfúrico
- Solución de 0.1 normal de NaOH
- Solución de 40% de formaldehído (37% de formaldehído y 3% de alcohol metílico)

4.1.3. Material biológico

- Leche

4.1.4. Material de gabinete

- Cámara fotográfica
- Conservador de plastofomo para trasladar muestras a laboratorio
- Computadora e impresora

4.2. Metodología

Para el presente trabajo de investigación se realizó la siguiente metodología, utilizada para todas las muestras en estudio:

4.2.1. Determinación del tamaño de muestra

El tamaño de muestra se determinó usando la fórmula la siguiente:

$$n = \frac{z^2 \times p \times q \times N}{(N \times e^2) + (z^2 \times p \times q)}$$

Donde: n = Tamaño de la muestra (13 productores)

z = Nivel de confianza al 95% (1.96)

N = Población de estudio (40 productores)

e = Error de estimación (0.10)

p = Probabilidad de éxito (0.95)

q = Probabilidad de fracaso (0.05)

El tamaño de la muestra obtenido con los datos anteriores fue 13, con el cual se determinó el número reproductores a trabajar y donde se realizó un muestreo aleatorio simple para realizar el estudio con las familias productoras de leche de la zona

4.2.2. Toma de muestra

Para muestras líquidas se sigue la NB 199/77, que consiste en:

Los recipientes fueron de vidrio neutro de buena calidad que resistieron el proceso de esterilización (esterilización que puede ser mediante autoclavado del material de vidrio o someter el mismo a 4 minutos en un microondas), con un cierre hermético por medio de una tapa de metal, no absorbente para soportar el ataque de las grasas y sin alterar la composición de la leche a analizar. La leche contenida en baldes de ordeño completo, se mezclaron uniformemente con un cucharón, teniendo cuidado que la mezcla sea uniforme y que la composición no varíe en el momento del análisis, la leche tuvo una temperatura de 0-5°C.

Las muestras se tomaron cada 60 días durante la época húmeda, para realizar los estudios correspondientes.

4.2.3. Transporte de muestras

Las muestras se llevaron a laboratorios de análisis, inmediatamente después de haber sido recogidas de las comunidades en estudio, para ser ensayadas en el día en que fueron tomadas. La temperatura durante el transporte no sobrepasó de 5°C, ya que se utilizó perros de conservación, y esto hizo que la temperatura se mantenga en ese rango. Se las puso en un conservador tratando en lo posible de no ser agitadas ya que podrían modificar la consistencia del producto.

4.2.4. Determinación de propiedades fisicoquímicas

4.2.4.1. Determinación de la Densidad

Para esta medición se utilizó un lactodensímetro cuyo principio se basa en usar un lactodensímetro graduado adecuadamente o un densímetro con la escala apropiada. Esta técnica está reglamentada bajo norma IBNORCA NB-230

El Procedimiento es el siguiente:

- Mantener inclinada la probeta para evitar la formación de espuma, verter la muestra hasta llenar completamente la probeta.
- Introducir la probeta en el baño de agua, en tal forma que el nivel de agua queda de 1 ml a 3 ml por debajo del borde de la probeta.
- Se homogenizó la muestra con ayuda de una varilla. Colocando la leche en una probeta de 250 ml se colocó 240 ml de la muestra a una temperatura de 20°C.
- Se tomó el densímetro por el vástago y se introduce en la probeta.
- Girando el instrumento sin rozar las paredes de la misma.
- Cuando el densímetro se estabilizó, se tomó la lectura a la altura de la flecha. Luego, se midió la temperatura del líquido. La lectura se corrigió cuando era necesario. El lactodensímetro mide el intervalo de 1.020 hasta 1.040, pero en la escala aparece sólo el 20 y el 40, o sea, la segunda y tercera cifras a la derecha del punto decimal. Si la escala marca 30.1, la densidad de la leche será de 1.0301. Por cada 0,5°C por encima de los 20 °C se suma 0.0001 a la lectura. Por cada 0 5°C menos de los 20°C, se resta la misma cantidad a la lectura (Anexo N°1).

4.2.4.2. Determinación de la Acidez titulable

El principio de este método se basa en la titulación de la acidez con una solución normalizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador. Esta técnica está reglamentada bajo norma IBNORCA NB-229

Para realizar la titulación se utilizó como reactivos NaOH (Hidróxido de Sodio) y fenolftaleína como indicador (Anexo N° 2).

El Procedimiento es el siguiente:

- Preparar la fenolftaleína, añadiendo 0.5 g de la misma en 100 cm³ de alcohol etílico al 95 – 96 % neutro.
- Se llevo la muestra a una temperatura de aproximadamente 20 °C, agitando suavemente hasta que esté homogénea, se midió rápidamente la cantidad que se va utilizar en el ensayo.
- Posteriormente se tomó 9 ml de muestra en un matraz erlenmeyer de 100 ml, agregando 4 gotas de solución alcohólica de 1.00% de fenolftaleína. Añadiendo cuidadosamente y con agitación continua el hidróxido de sodio 0,1N de la bureta graduada, hasta que tomo un color ligeramente rosado y este no se desvanezca durante 30 segundos por lo menos. Se registró la cantidad de hidróxido de sodio agregado, multiplicando los ml de hidróxido de sodio por 0.10 para convertirlos en porcentaje. Este porcentaje es expresado como ácido láctico presente en la muestra.

$$\text{Grados Dornic (°D)} = V \times 10$$

Donde

V = ml de la solución de NaOH (1/9) N, necesarios para neutralizar 10 ml de leche.

$$\% \text{ de ácido láctico} = 1/10 \times V$$

4.2.4.3. Determinación del pH

Para la realización se siguió los siguientes pasos:

- Se tomo una cantidad de 250 ml de muestra en un erlenmeyer de 500 ml.
- Se llevo la muestra a una temperatura de aproximadamente 20 °C, agitando suavemente hasta que esté homogénea, se midió rápidamente la cantidad que se va utilizar en el ensayo.

- Luego se procedió a lavar el electrodo del pHmetro (peachimetro) con agua destilada para evitar que exista cualquier tipo de suciedad que afecte en la medición y posteriormente secarlo de manera muy suave con un papel absorbente.
- Se metió el electrodo del pHmetro a una profundidad aproximada de un centímetro en la muestra homogenizada y se procedió a la lectura.

4.2.4.4. Determinación de Proteína

El método se basa en el principio de la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador formándose sulfato de amonio, que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco. Este se combina con ácido sulfúrico y se transforma nuevamente en sulfato de amonio que es estable en las condiciones de ensayo. Esta técnica está reglamentada bajo norma IBNORCA NB-232

El Procedimiento es el siguiente:

a) Digestión:

- Se pipeteo 10 ml de muestra (leche) y se introdujo en los tubos de digestión.
- Añadió el catalizador, y luego 15 ml de H₂SO₄ concentrado.
- Para el ensayo en blanco, se opero de la misma manera sin añadir muestra.
- Se coloco los tubos de digestión en el bloque digestor bajo campana de extracción de gases, conectando la trompa de vacío y el extractor. Se ajusto la temperatura del bloque digestor y se empezó a digerir durante 2 horas. Pasado este tiempo, se saco los tubos del digestor y se los enfrio.

b) Destilación:

- Se abrió la trampa frontal del destilador del equipo Kjeldahl y se introdujo el tubo de inyección de vapor en el tubo de digestión, ajustando a la boca de destilación. Se cerró la trampa frontal y se comprobó que se realiza la descarga de la cantidad de NaOH.
- Se adiciono 20 mL de NaOH al 32% y destilo por 2 minutos. Luego se adiciono 5 mL de H₃BO_a al 4% en un matraz erlenmeyer y 1 gota de indicador rojo de metilo-verde bromo cresol.
- Se procedió a titular con H₂SO₄ y a anotar el volumen utilizado en la titulación para su posterior cálculo.

El cálculo se hace usando la siguiente fórmula:

$$\% N = \frac{14.01 \times (V - b) \times N \times f}{m \times 1000} \times 100$$

$$\% \text{ Proteína Bruta} = \% N \times 6.38$$

Donde:

14.01 = Peso atómico del Nitrógeno.

V = Volumen de H₂SO₄ para la muestra en ml.

b = Volumen de H₂SO₄ para el blanco en ml.

N = Normalidad del H₂SO₄.

f = Factor de corrección de la normalidad del H₂SO₄.

6.38 = Factor Kjeldahl (15.67% de N en la proteína láctea).

m = Volumen de muestra (ml)

4.2.4.5. Determinación de Caseína

Según Revilla, A (1982), mencionado con anterioridad, el valor encontrado en la determinación del contenido de proteína se multiplica por 0.8335, obteniendo porcentaje de caseína presente en la muestra.

4.2.4.6. Determinación del porcentaje de Grasa (Método de Gerber)

El principio del método de Gerber (Anexo N° 3) se basa en separar mediante acidificación, centrifugación la materia grasa contenida en el producto analizado, y determinar el contenido de grasa mediante lectura directa en un butirómetro certificado. Dicho procedimiento se realizó basándose en la norma de IBNORCA NB 228

El procedimiento fue el siguiente:

- La muestra se preparó a una temperatura de 20 a 30°C, mezclando posteriormente para homogeneizarla sin provocar espuma o solidificación de la grasa.
- Primeramente se tomó 11 cm³ de muestra, transfiriéndola posteriormente al butirómetro, soplando hasta la última gota.
- Luego se agregó 10 cm de ácido sulfúrico a cada butirómetro, rotando el butirómetro para que el ácido arrastre la leche adherida al cuello. Se midió posteriormente 1 ml de alcohol amílico, sellando herméticamente. Se mezcló en forma lenta, con movimientos rotatorios, hasta disolver toda la leche, lo cual generalmente fue logrado en promedio de 30 segundos.
- Se colocaron los butirómetros en los depósitos externos de la centrifugadora, de tal manera que los butirómetros queden unos frente a otros para evitar exceso de vibración de la centrifugadora por unos minutos, sacando posteriormente los butirómetros a baño durante 5 minutos.

- Se midió la columna de grasa que abarca el espacio comprendido entre las bases de los meniscos y se procedió a la lectura a la altura del ojo, observando que la columna de grasa quede clara, cristalina y libre de partículas.

4.2.4.7. Determinación del porcentaje de Sólidos Totales

Los sólidos totales presentes se lo obtuvieron mediante el método de Refractometría (Anexo N° 4), que consistió en calentar la muestra de la leche a 20 grados centígrados luego colocar una gota de esta muestra en el refractómetro y finalmente la lectura correspondiente El porcentaje de sólidos totales en la leche se obtuvo directamente de la lectura del refractómetro.

4.2.4.8. Determinación del porcentaje de Cenizas

El método para determinar cenizas es el que recomienda Revilla (1985), y los pasos a seguir son los siguientes:

- Se peso la cápsula sin contenido
- Luego se peso la cápsula con 10 gramos de leche
- Se coloco en un horno a 550 °C durante 3-4horas
- Se enfrio la capsula y se procedió a pesar la capsula con la muestra carbonizada

Se calculo el % de ceniza con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{C_c - C_v}{C_m - C_v} \times 100$$

Donde:

C_c = Peso de capsula con cenizas

C_m = Peso de capsula con muestra

C_v = Peso de capsula vacia

4.2.4.9. Determinación de Na, K, Ca y Mg Total en leche por espectrofotometría de absorción atómica.

- **Preparación de reactivos.**

Solución estándar primaria de potasio de 1000mg/L. Se disolvió 1.907 g de KCl en 1 L de agua desionizada.

Solución estándar primaria de sodio de 1000mg/L. Se disolvió 2.542 g de NaCl en 1 L de agua desionizada.

Solución estándar primaria de calcio de 1000mg/L. Se disolvió 1.249 g de $CaCO_3$ en 1 L de agua desionizada.

Solución estándar primaria de magnesio de 1000mg/L. Se disolvió 1.000 g de óxido de magnesio y diluir en 1 L de agua desionizada.

Solución estándar secundaria (Curva de calibración). Se realizó diluciones de las soluciones primarias de 1000 mg/L de K, Na, Ca y Mg de acuerdo a instrucciones del equipo de absorción atómica en mg/L de K, Na, Ca y Mg

Se preparo una solución de cloruro de cesio al 1%.

Se preparo una solución de óxido de lantano al 1%

- **Preparación de la muestra**

Se calcino en una mufla a 550°C por dos horas una cantidad conocida de muestra. Se dejó enfriar, luego se pesó y se disolvió en HCl en una relación 1:1.

- **Procedimiento de análisis de la muestra de leche**

Se aforo las cenizas a un volumen conocido en un matraz volumétrico

Luego se procedió a transferir una alícuota de la solución problema a un matraz volumétrico de volumen conocido, se añadió CsCl y HCl (c) al 1% y se aforo para Na y K.

Se transfirió una alícuota de la solución problema a un matraz volumétrico de volumen conocido, se añadió La_2O_3 y HCl al 1% y se aforo para Ca y Mg.

- **Lectura**

Se siguió las indicaciones del manual de instrucciones para el uso del espectrómetro, ajustando el instrumento con los estándares secundarios y realizando la lectura para la solución problema.

4.2.5. Análisis Bacteriológico

El análisis bacteriológico se realizara en un laboratorio especializado y que las mismas cumplan las normas establecidas por IBNORCA en su norma NB – 33013.

El laboratorio MOLLINEDO se encargo de realizar los análisis microbiológicos en los siguientes parámetros.

- Recuento de bacterias coliformes
- Recuento de mohos y levaduras
- Presencia y recuento de *Staphylococcus aureus*

El laboratorio de INLASA realizo el análisis de:

- Recuento total de bacterias mesófilas
- Recuento de células somáticas

5. RESULTADOS y DISCUSIONES

Para el análisis de los resultados se hará una comparación entre el valor promedio de todas las variables estudiadas en la zona de estudio, con una mezcla formulada en base a la proporción de leche aportada (Anexo N° 13) de acuerdo a la producción lechera de las cuatro comunidades y la Estación Experimental de Choquenaira, siendo esta última la que mayor cantidad aportara a mezcla que ingresara a la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira.

También se tomó en cuenta la época en la que se tomaron las muestras y esta se realizó entre los meses de octubre y enero, siendo la época húmeda en el calendario agrícola.

5.1. Propiedades Organolépticas

El análisis organoléptico se incluyó dentro de los resultados debido a que IBNORCA en la Norma NB-33013 incluye estos parámetros ya que la misma indica que la leche no debe poseer olores ni sabores ajenos.

Este análisis se realizó a simple vista y en el momento de la toma de la muestra. Debido a que las características organolépticas son de carácter cualitativo, no se realizó un estudio netamente estadístico, pero sí se tomó en cuenta; ya que se puede ver *in situ* la calidad de la leche en lo que respecta a color, aspecto, olor y sabor. Los resultados fueron los siguientes:

- De todas las leches que se muestrearon, todas cumplen con los requisitos propuestos por IBNORCA:

Aspecto	: Líquido homogéneo
Color	: Blanco opaco o blanco cremoso
Olor	: Característico
Sabor	: Poco dulce, agradable

Las propiedades organolépticas, nos indican que la leche producida dentro de la zona de estudio, no presenta ninguna diferencia entre las mismas; pudiendo ser una gran fuente de acopio de leche por la proximidad a la planta y además por cumplir con las normas establecidas por IBNORCA.

5.2. Propiedades físicos químicas

La tabla N° 16 muestra los resultados del análisis físico químicos de la leche de los productores de la zona de estudio.

Tabla N° 16 Valores de las propiedades físicas y químicas de la zona de estudio.

Productor	Productor N°.	Acidez Titulable (%)	densidad	Grasa (%)	Proteína (%)	Ceniza (%)	Solidos Totales (° Brix)
Gil Rojas	1	0.16	1.032	3.3	2.90	0.69	9.50
paulino canaviri	2	0.19	1.028	3.3	2.80	0.65	10.00
julio canaviri	3	0.18	1.031	3.4	3.30	0.65	10.60
silveria canaviri	4	0.16	1.029	3.3	3.10	0.47	9.60
martha condori	5	0.16	1.030	3.3	2.90	0.55	10.25
epifania canaviri	6	0.19	1.030	2.8	2.60	0.63	10.25
hugo canaviri	7	0.17	1.031	3.5	3.50	0.66	11.00
Don Cirilo	8	0.17	1.032	3.2	2.80	0.55	10.50
Sixto Limachi	9	0.16	1.032	3.3	3.10	0.56	10.50
Lidia Mendoza de callisaya	10	0.16	1.031	3.0	2.30	0.50	10.55
Rosmery mendoza	11	0.18	1.028	3.0	2.40	0.48	9.50
Granja San Gabriel	12	0.16	1.027	2.9	2.60	0.52	9.75
EE. Choquenaira	13	0.18	1.029	3.3	3.30	0.60	11.00
	promedio	0.17	1.03	3.20	2.89	0.58	10.23
	Mezcla	0.164	1.029	3.30	2.90	0.54	11.00

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N° 17 muestra los promedios de las propiedades físicas y químicas de la zona de estudio comparándolas con las normas de IBNORCA y con la mezcla obtenida. Estos promedios se presentan a continuación:

Tabla N° 17 Propiedades físicas y químicas de la leche cruda

Características FIS-QMC	Norma IBNORCA	Zona de estudio	Mezcla
Acidez titulable %	0.15 a 0.18	0.170	0.164
Densidad a 20°C en g/cm ³	1,028 a 1,034	1.030	1.029
pH	6.6 a 6.8	6.57	6.58
Materia grasa mínimo en %	2.6	3.20	3.20
Proteínas mínimo en %	3	2.89	2.80
cenizas en %	0.7	0.58	0.6
Solidos Totales en %	10.8	10.23	11.00

Fuente: Elaboración Propia

La representación grafica nos muestra una comparación entre de los parámetros mencionados anteriormente y la Norma IBNORCA

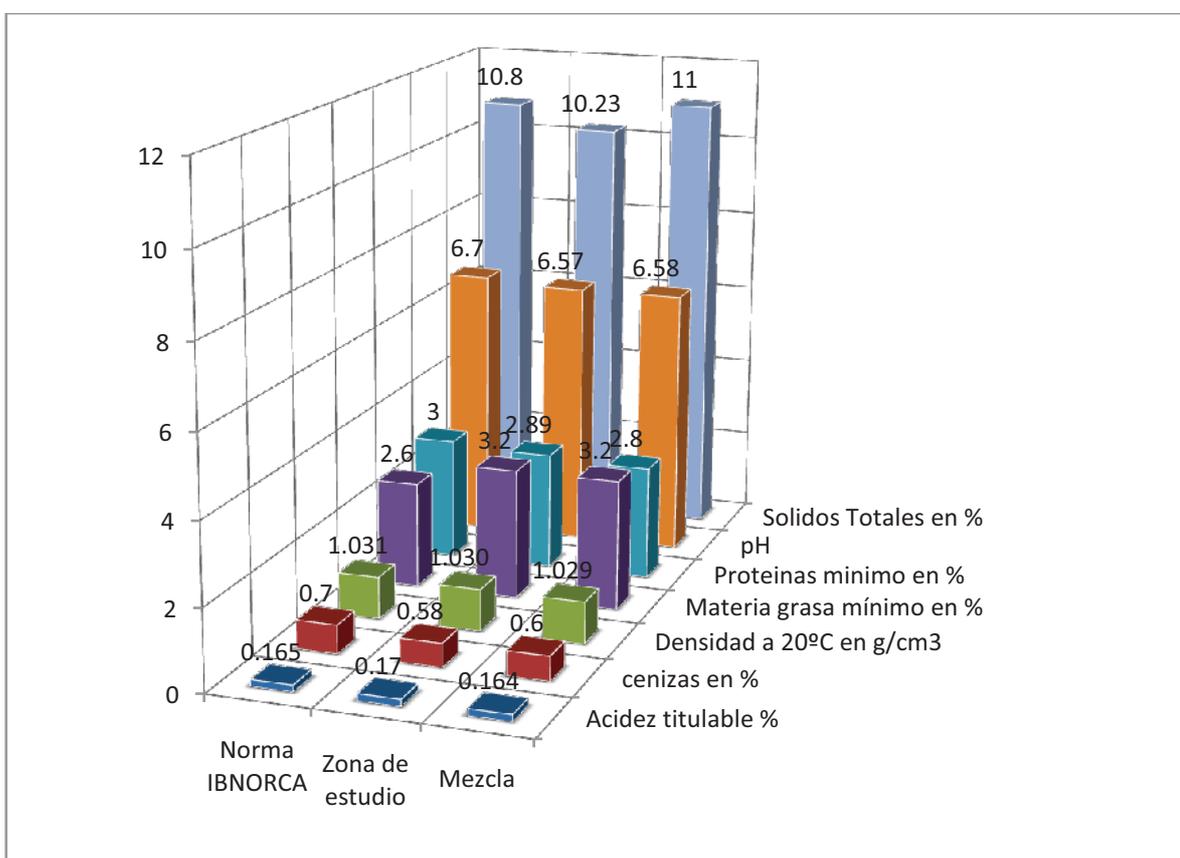


Figura N° 15 Comparación de las propiedades físicas y químicas

Como se puede apreciar en la figura N° 15 vemos que, tanto en la zona de estudio como en la mezcla, las propiedades físicas y químicas se acercan bastante a las normas establecidas por IBNORCA para que esta sea una leche de consumo que

cumplen con los estándares de calidad, a excepción de la Acidez Titulable que presenta para ambos casos un incremento mayor.

Los resultados que se presentan a continuación fueron analizados con un modelo estadístico de Análisis multivariado, usando el paquete SPSS Versión 11.0; del cual se extrajo con los datos, una matriz de correlación entre todas las variables de estudio (Anexo N° 10) para poder determinar una relación entre los mismos, usando el método de correlación de Pearson.

5.2.1. Densidad de la leche

Durante la realización del estudio se muestra que la densidad estuvo en un rango de 1.027 y 1.032 g/cm³, teniendo una media de 1.029 g/cm³. El 92.31 % de las muestras analizadas en el estudio están dentro del rango que establece IBNORCA. Como este porcentaje es alto, entonces podemos indicar que las comunidades de Choquenaira, Copalacaya, Callisaya y Canaviri cumplen con la norma establecida en nuestro país.

Tabla N° 18 Promedio densidad

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
DENSIDAD	1.027	1.032	1.030	0.001683

Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 16 se puede apreciar la diferencia que existe en la densidad de la leche de la zona y de la EE. Choquenaira respecto a la Norma que propone IBNORCA.

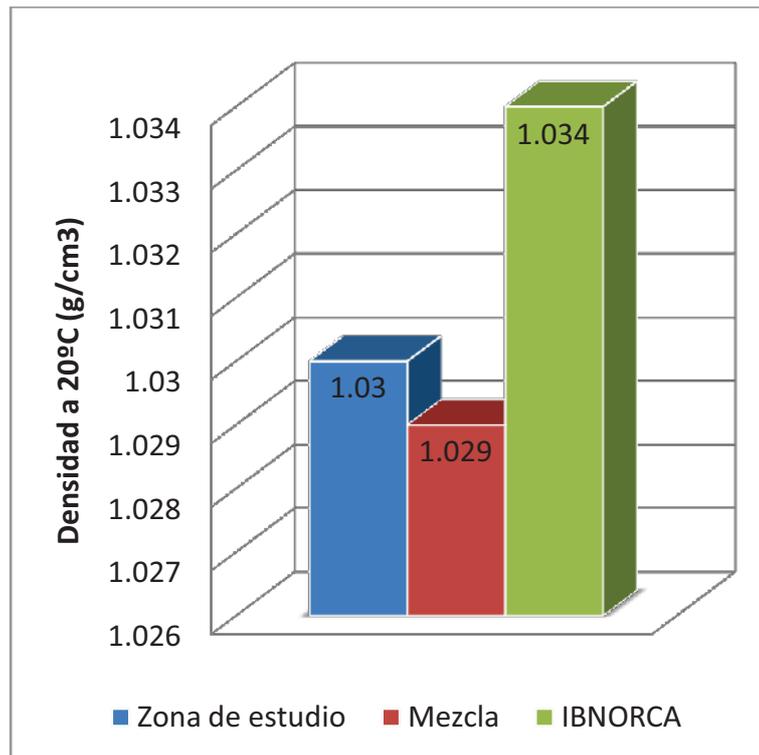


Figura N° 16 **Densidad de la leche**

Diferentes componentes de la leche como ser proteínas, grasas, minerales, etc. Pueden afectar a la densidad de la leche, debido a que cada uno de estos, presenta densidades distintas, por lo tanto un cambio en la composición de los componentes de la leche, hace que la densidad se incremente o disminuya, esto es afirmado por Alais (1985) que indica que la densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/cm³ a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es de 0.0002 g/cm³ por cada grado de temperatura. Este componente varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues esta dependerá de la combinación de densidades de sus componentes.

Otro factor importante para que variara la densidad son los rangos de ordeño, ya que los lapsos de toma de una muestra con respecto a otra eran distintas y esto hace que la densidad sufra ligeros cambios a la hora de medir la densidad en laboratorio. Es así que Alais (1985) denota que, en cuanto a densidad se refiere, la densidad de la leche recién ordeñada es inestable y se eleva un poco con el tiempo. El aumento es del orden de 0.001 g/cm³, pero en este caso debe tener

también su parte el desprendimiento de los gases contenidos al llevar al laboratorio.

La variación de densidad de la leche en el estudio, puede deberse también a que en la zona realizan un intenso ordeño, otra principal causa puede ser un deficiente consumo de fibra efectiva procedente de forraje y como pudimos observar la zona de estudio no presenta mucho cultivo forrajero. Por último podemos indicar que un factor importante, en la densidad de la leche, es la edad de las vacas y la zona de estudio mantiene vacas productoras de 6 años de edad, siendo que una vaca productora de leche no debe pasar los 7 años de edad.

Cabrera (1987), indica que hay modificación de la densidad cuando menciona que la misma depende básicamente de dos factores importantes que son; el extracto seco y los sólidos totales de la leche. Estos incrementan la densidad de la leche, y la grasa que por ser más ligera que el resto de los componentes de la leche, provoca la disminución de la densidad.

5.2.2. Sólidos totales de la leche

La cantidad de sólidos totales, en el estudio, varía entre el 9.5 y 11%, siendo la media de 10.23%. Este análisis se torna cada vez más relevante y se atribuye a las medidas de manejo y alimentación que pueden promover mejores y mayores respuestas del ganado en términos de sólidos de leche. Los contenidos de sólidos totales en la leche son importantes dentro de la industria lechera. La norma IBNORCA nos indica que la leche debe poseer una cantidad mínima de 10.8%.

De la zona de estudio, solo el 61.54% de las muestras están dentro de la norma establecida por IBNORCA, en lo que se refiere a la cantidad mínima de sólidos totales que debe contener la leche y este parámetro es importante ya que indica el contenido mínimo de azúcar que debe contener la leche para hacerla de buena calidad.

Tabla N° 19 Promedio de sólidos totales

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
SÓLIDOS TOTALES	9.5	11	10.23	0.525808

Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 17 nos muestra la diferencia que existe entre la Zona de Estudio, la mezcla y la Norma IBNORCA.

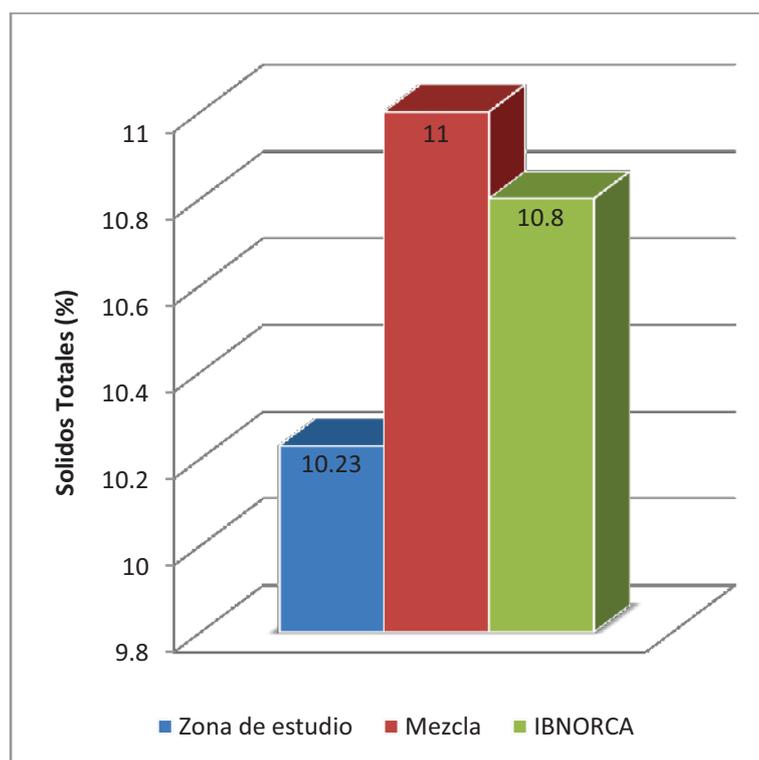


Figura N° 17 Sólidos totales de la leche

Esta diferencia entre la zona con lo que respecta a la Norma IBNORCA, puede deberse al manejo y al tipo de ganado lechero de las comunidades que comprenden la zona de estudio. Las razas que utilizan las comunidades son del tipo Criollo y Holstein. Se puede observar que la mezcla, presenta un incremento en los valores de sólidos totales ya que esta es influenciada por el aporte de la Estación Experimental de Choquenaira

Wiggans (1996) indica que la raza influye mucho en la producción de sólidos totales. La raza pardo suizo es una alternativa importante por sus altos contenidos de sólidos en la leche. Al igual que la grasa, el contenido de sólidos totales es elevado; cuando la producción de leche es reducida, y el porcentaje de sólidos totales disminuye a producciones altas de leche. Así mismo esto es ratificado por Cabrera (1987) que señala de igual manera que, el contenido de sólidos totales se comporta inversamente proporcional al volumen de producción total de leche, esto demuestra que el contenido de sólidos es mayor en la raza pardo suizo.

Por otro lado podemos indicar que la alimentación influye en la cantidad de sólidos totales en la leche y marque una diferencia en su contenido. Así coincide con Roque (2002), quien indica que en el estudio realizado en la calidad de la leche en la provincia Aroma de la zona del altiplano, el porcentaje de sólidos totales de la leche es 10.49 como mínimo y 13.13 como máximo en época húmeda. Es muy posible que la alimentación en dicha región no sea similar a la que se suministra en las 4 comunidades donde se realizó este trabajo.

Este análisis es importante como parámetro medible, ya que de esta manera se puede establecer que la leche en cuanto a contenido de sólidos totales son o no aceptables para la elaboración de diferentes productos lácteos. Este parámetro también puede servir para ver si la leche ha sido adulterada o no, ya que si se sale del rango establecido por IBNORCA, se puede deducir que ha existido la alteración de la misma.

5.2.3. Acidez Titulable de la leche

El incremento de ácido láctico en la leche se debe al tiempo de exposición al medio que es un factor importante, siendo la leche un excelente medio de cultivo llegando a contaminarse con mucha facilidad. La siguiente tabla muestra la tendencia de la zona respecto a esta variable de análisis.

Tabla N° 20 Promedio de Acidez Titulable

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Acidez Titulable	0.15	0.18	0.174	1.237157

Fuente: Elaboración Propia

Dentro del estudio realizado en la zona, el 71.42 % de la población estudiada está dentro del rango establecido por las normas del Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), dicho rango comprende entre 0.15% como mínimo y 0.18% como máximo.

Tomando en cuenta 0.18% como el rango para indicar si las muestras sufrieron o no contaminación, se observa que el 69.23% de las muestras, se encuentran dentro del rango, asumiendo que no presentaron contaminación microbiológica, haciendo que la leche sea de buena calidad.

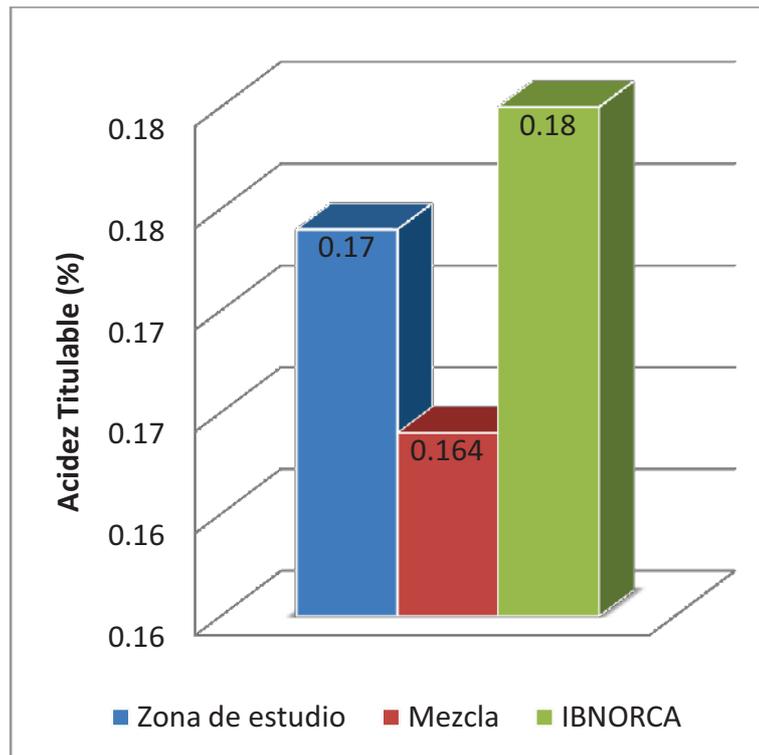


Figura N° 18 **Acidez Titulable de la leche**

Se puede notar que los resultados encontrados en las muestras en la etapa de estudio, la acidez cumple con lo requerido por IBNORCA. Es por ello que podemos decir que en cuanto a acidez se refiere, las comunidades de Choquenaira, Copalacaya, Canaviri, Callisaya y la mezcla contienen un contenido de ácido admisible para cumplir con una buena calidad en cuanto a porcentaje de Acidez Titulable.

Podemos indicar que esta variable de análisis está relacionada con la cantidad de microorganismos que contiene la leche. Durante la etapa de muestreo se tomó en cuenta la época, que fue la húmeda, y dicha época facilita mucho la proliferación de microorganismos acidificantes por sus características de humedad y temperatura. Dichas características influyen en el crecimiento de microorganismos, entonces por los datos observados en la tabla N° 16 se puede ver que el manejo en la recolección de la leche no es igual entre familias, siendo que algunas de ellas tienen mucho más cuidado a la hora del ordeño; para que las bacterias no contaminen la leche producida en la región de estudio.

Al establecer la acidez como variable que afecta a la composición de la leche y la relación que tiene la misma con la cantidad de microorganismos, hace suponer que la presencia de ácido láctico en la leche se ve afectado por la cantidad de microorganismos contenidos en la misma y que esta sufra transformaciones, ocasionando la proliferación de bacterias anaerobias del género *Clostridium*, que hacen que se modifique el porcentaje de ácido láctico de la leche. Nava (1992), reconoce esta influencia cuando indica que un valor alto de acidez en la leche es indicativo de que la leche contiene muchos microorganismos y que no está fresca.

El Programa de Desarrollo Lechero en el Altiplano (PDLA) 2003 ratifica lo anteriormente mencionado, donde indica que la cantidad de ácido láctico contenido en un volumen de leche, es producido como producto de la acción bacteriana, que degrada la lactosa (azúcar en la leche) en ácido láctico.

El incremento de esta variable, como ya se lo menciono con anterioridad, es debido a las altas concentraciones de microorganismos presentes en la leche que, por la reproducción realizada en la misma alcanza valores que no son permitidos por muchas instituciones dedicadas a este rubro. Wagner (1980) reconoce este hecho cuando presenta que un incremento en microorganismos en la leche puede incrementar la acidez valorable de la leche hasta 2.25%.

Muchas instituciones lecheras indican que, una leche con 0.18% de acidez titulable, es aceptable para determinar el contenido de microorganismos en la leche cruda, pero se observa que la temperatura tiene estrecha relación con la cantidad de concentración de ácido láctico, incrementándose a valores que establecerían un rechazo a la leche, apoyando a este hecho se indica que no son reglas exigidas ya que existen otros factores que influyen en el aumento de la acidez en la leche.

Alais (1985) indica que, la escala de clasificación del porcentaje de ácido láctico realizado por el control de calidad de Pil Andina del Departamento de La Paz es de 0.14 a 0.18% y que no acepta porcentajes menores o mayores a lo establecido.

No se coincide con dicha empresa ya que elevados porcentajes de ácido láctico, no indican que sea una leche de mala calidad. Esto está ratificado por Revilla (1982) que dice que, la leche con alto contenido graso y por ende contenido de sólidos no grasos puede mostrar una acidez aparentemente alta, así mismo indica que la acidez no es una prueba aproximada y no se le debe dar mucha importancia como indicio de contaminación bacteriana, ya que siempre un alto grado de acidez no corresponde a un alto número de microorganismos.

5.2.4. Proteína de la leche

La proteína es uno de los componentes esenciales de la leche. Dichas proteínas son las que poseen mayor importancia desde el punto de vista de la nutrición. Al ser las proteínas componentes esenciales de la leche para la fabricación de quesos, el IBNORCA indica que el porcentaje presente en la misma deberá tener como mínimo un 3% en la leche cruda y fresca.

La siguiente tabla muestra la tendencia de la zona de estudio respecto a esta variable de análisis

Tabla N° 21 Promedio de % Proteína

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Proteína	2.3	3.5	2,8923	0,361620

Fuente: Elaboración Propia

Dentro del estudio realizado en la zona, el 38.46 % de la población estudiada está dentro del rango establecido por las normas del Instituto Boliviano de Normalización (IBNORCA) y esto afecta a la calidad de la leche de la zona de estudio, ya que la mayoría de la zona de estudio está por debajo del rango establecido por IBNORCA

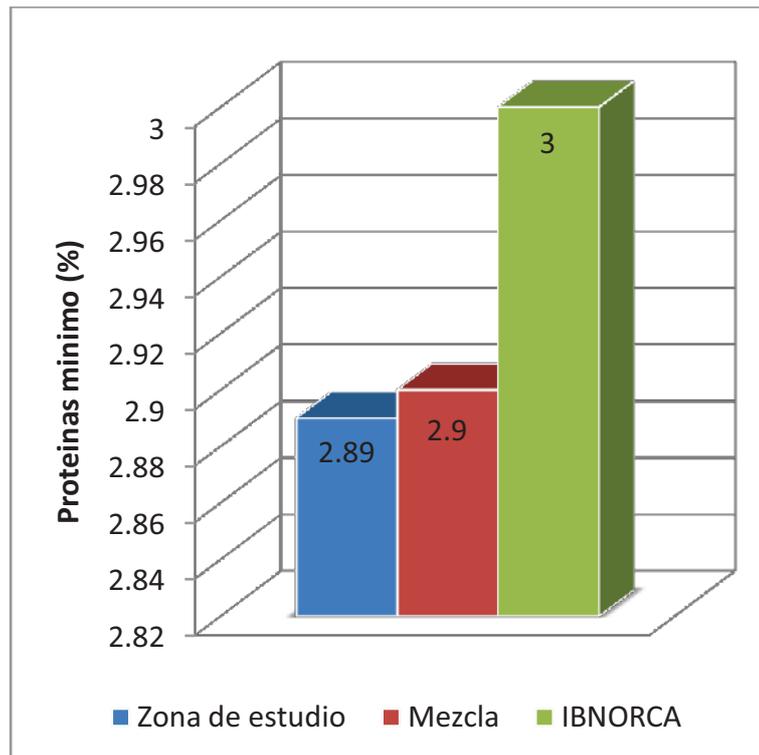


Figura N° 19 **Porcentaje de proteína de la leche**

Dentro de los factores que pueden influir el porcentaje de proteína en la leche, esta el periodo de lactancia ya que tiende a disminuir las primeras semanas y posteriormente sufre un incremento paulatino hasta el final de la misma. Es así que se coincide con Leroy (1973) quien señala que, una vez terminado el periodo calostrado, la proteína disminuye durante 70 días en cuanto a la proporción de las materias nitrogenadas, después que transcurre este lapso de tiempo vuelve a aumentar lenta y progresivamente hasta el secado de la ubre, sin embargo que el cambio del porcentaje de proteína pueda presentar cambios bruscos.

La concentración de proteína también se ve afectada por la alimentación; debido a que en distintas épocas agrícolas la alimentación no llega a ser similar para todas las vacas sujetas al análisis, existiendo familias que le ponen mayor interés a sus vacas, sin descuidar la alimentación y así sus vacas tengan las mejores condiciones de producción y la leche cuente con elevados porcentajes de proteína. Leroy (1973) plantea que, las variaciones del tenor en materias nitrogenadas (proteína de la leche), para las mezclas de leche destinadas a la

producción, dependerá ampliamente de la época del año incluyendo el tipo de suministro de alimento, siendo importantes porque la alimentación en días cortos es menor.

Urech (1999) de igual manera nos indica que, el reemplazo del ensilaje de pradera por melaza en raciones completas, resulta un incremento de 3.1 a 3.5 de proteína en la leche de vaca.

Otro factor determinante es la salud de la vaca. La proteína de la leche llega a ser modificada por conteos altos de células somáticas y obviamente la presencia de mastitis en la leche, esto es apoyado por McDonald (1999), quien indica que un factor influyente en la composición proteínica, es la salud del animal.

Por otro lado, la edad de la vaca también puede influenciar en el contenido de proteína de la leche. Es por eso que a edades mayores el contenido de proteína disminuye, entonces la variación de edad fue determinante ya que se encontró vacas de 3 a 8 años de edad, proporcionando porcentajes de proteína variables; esto es corroborado por McDonald (1999) quien dice que, como importante fuente de variación en la proteína de la leche, es la edad del animal. Indica que la calidad de la leche disminuye con la edad teniendo lugar a un descenso de la proteína.

Otro punto que cabe mencionar es la raza de vacas. En su mayoría las vacas utilizadas en la zona, son del tipo Holstein. Respecto a este punto, McDonald (1999) indica que las diferentes razas en especial la Parda produce mejor calidad de leche en cuanto a proteínas, en tanto que la raza Holstein sería la causante de que las concentraciones lleguen a ser bajas.

Por último la concentración de proteína en la leche es de gran importancia en la industria láctea; esta tiene importantes efectos en la calidad de la coagulación para la fabricación de queso y yogurt, siendo mejor con una cantidad mayor de concentración de caseína, además su efecto en el rendimiento de la leche en queso, obteniéndose mayor cantidad de queso por litro de leche a medida que aumenta la concentración de proteína.

5.2.5. Grasa de la leche

La grasa de la leche es el factor importante a la hora de determinar la calidad de la misma, ya que esta hace que los productores comercialicen la leche según el porcentaje de grasa presente en el producto.

La siguiente tabla muestra la tendencia de la zona respecto a esta variable de análisis.

Tabla N° 22 Promedio de % de grasa

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Grasa (%)	2.8	3.5	3.20	0.208167

Fuente: Elaboración Propia

IBNORCA nos indica que la cantidad de grasa en la leche debe estar por encima del 2.6% en la leche cruda y fresca. En los resultados obtenidos en el estudio se puede ver que el 100% de la población estudiada está por encima de la norma requerida, haciendo que la zona estudiada sea apta para calificar de buena calidad en lo que respecta a cantidad o tenor graso de la leche.

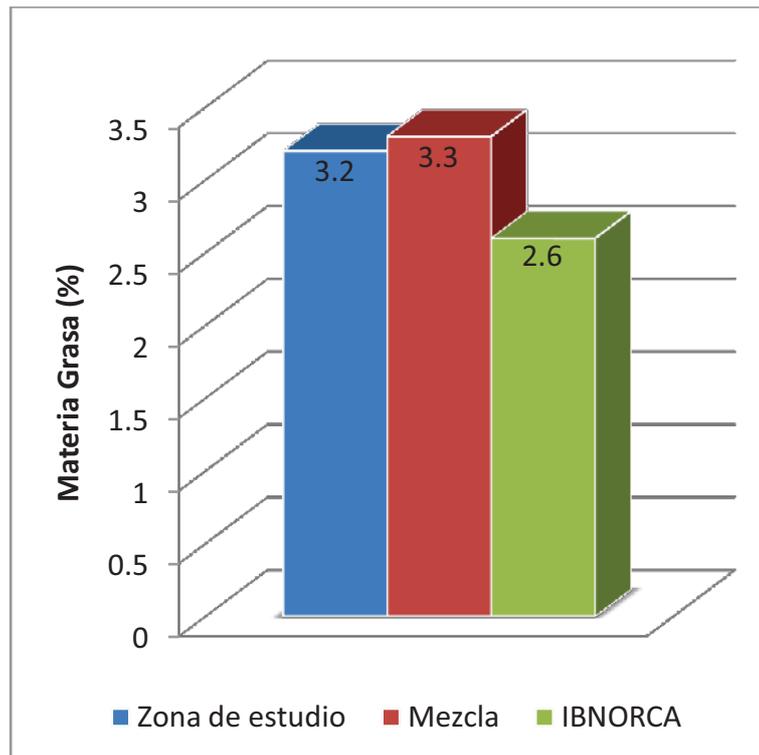


Figura N° 20 **Porcentaje de grasa de la leche**

Existen muchos estudios realizados para establecer el contenido graso de la leche, esta situación se da porque es de gran importancia económica. Debido a que altos contenidos de grasa serán fuentes de remuneración elevadas, esto es conveniente para los productores de las comunidades estudiadas, ya que el estudio demuestra que la leche que producen está por encima de la norma requerida.

Al observar el comportamiento de la zona estudiada, nos encontramos que la variable grasa no presenta ningún tipo de problema respecto a las Normas de IBNORCA. Pero esta se puede ver afectada por la raza de vacas utilizadas en la producción, ya que este es un factor directamente relacionado con el contenido de grasa de la leche y hace que exista una variabilidad en el contenido de grasa en la misma. Si bien la zona de estudio no presenta mucha variabilidad por poseer vacas del tipo Holstein, Davis (1988) nos dice que, la cantidad de grasa total en la leche llega a ser de carácter hereditario, incluso entre individuos de la misma raza.

Otro factor importante y fundamental es el periodo entre ordeños. Se pudo evidenciar en la región de estudio que la tarea de ordeñar las vacas en la mañana y en la tarde es fundamental. Pocas familias realizan el ordeño de la tarde y esto se da porque no existe un interés comercial en la zona y es por eso que a menos cantidad de ordeños la producción es baja pero el contenido graso es mayor. Esto lo corrobora el PDLA (2003) que explica que, la raza Holstein produce mayores volúmenes de leche por día y en la lactancia pero con menor porcentaje de grasa. Mientras que las razas parda y criolla, producen menores volúmenes de leche por día y lactancia pero con altos contenidos de grasa que en muchas ocasiones sobrepasan el 4.0%.

Si bien la época puede afectar al contenido graso de la leche, esta no hace que exista una marcada diferencia en la misma. Tintaya (2006) menciona que, si bien entre épocas (húmeda y seca), no existe una influencia marcada en el porcentaje de grasa, la época seca puede presentar una ligera elevación en cuanto a los niveles de grasa.

Esto corrobora Cabrera (1987) que nos dice que los cambios de estación del año, clima (temperatura fundamentalmente) son causantes de la alteración de la concentración de grasa, si la temperatura aumenta el porcentaje de grasa disminuye.

5.2.6. Caseína de la leche

La caseína de la leche es la fracción nitrogenada más característica, y es uno de los componentes que difícilmente se lo encontrara en la sangre o en el tejido de otros animales. La caseína entera representa el 81% aproximadamente de las proteínas totales de la leche de vaca. Mezcladas, constituyen entre si complejos que en ausencia de calcio reúnen un escaso número de moléculas.

Este componente no es realmente estudiado en la calidad de la leche cruda por la Norma IBNORCA, pero al tener una estrecha relación con el contenido de proteína en la leche, quisimos ponerlo como un resultado en el presente trabajo.

Esta estrecha relación entre la caseína y la proteína de la leche también es ratificado por la matriz de correlaciones del análisis estadístico realizado y esto nos indica que es directamente proporcional a la cantidad de proteína en la leche.

Para poder tener una relación de la importancia de esta variable, tomaremos los parámetros utilizados por el Instituto Babcock de la universidad de Winsconsin - E.E.U.U. (2003), que indica que la caseína debe estar por encima del 2.7%. Este parámetro nos servirá como referencia para el análisis de los resultados.

La siguiente tabla muestra la tendencia de la zona respecto a esta variable de análisis.

Tabla N° 23 Promedio de caseína

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Caseína	2.167	3.232	2.60115	0.346780

Fuente: Elaboración Propia

El 38.46% del total de los datos analizados, entrarían en el rango de referencia que usamos para comparar la leche. Pero esto no quiere decir que la leche sea de mala calidad, ya que este parámetro no es analizado por IBNORCA pero para fines demostrativos se tomo en cuenta.

Tomando como referencia los parámetros del instituto Babcock (2003) tenemos gráficamente los siguientes resultados:

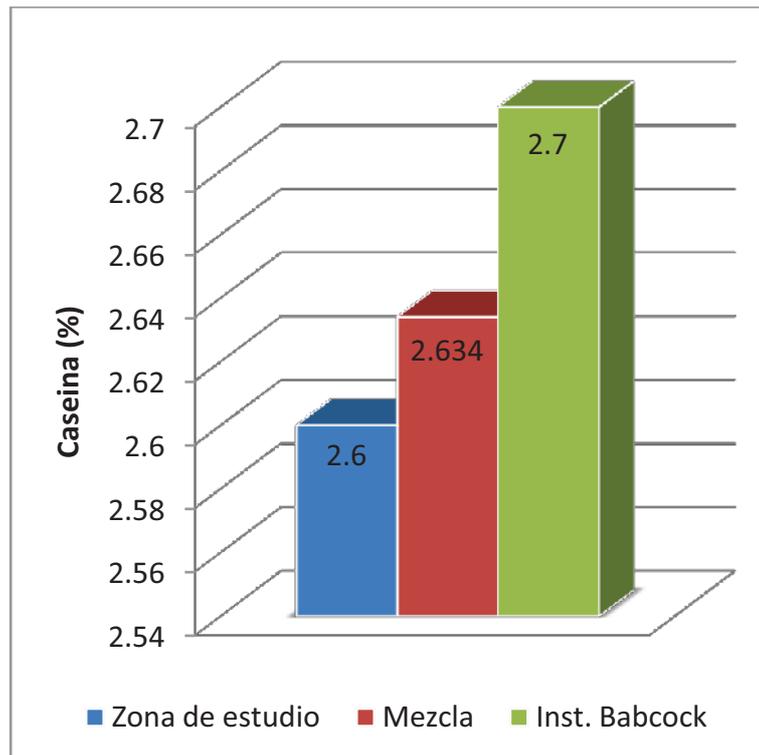


Figura N° 21 **Porcentaje de Caseína**

Siendo la caseína un componente importante de las proteínas, sufre diferentes cambios en épocas estacionales así como sucede con la proteína láctea, debido a la alimentación, que juega un papel importante en la composición de las concentraciones de caseína. En la época húmeda las concentraciones de caseína se incrementan y se presume que los animales pueden sintetizar con mucha eficiencia los alimentos suministrados en época seca. Esto lo ratifica Tintaya (2006) que nos indica que, los cambios causados por la época, hacen notar que la concentración de la caseína aumenta en forma progresiva produciendo un enriquecimiento evidente en la época húmeda de la zona.

5.2.7. Cenizas de la leche

Las Normas Bolivianas da un rango de aceptación de 0.70 % de cenizas o sales minerales, por lo que la media del estudio realizado se encuentra por debajo de las normas exigidas por IBNORCA, como se puede observar en la tabla siguiente.

Tabla N° 24 Promedio de cenizas

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Cenizas	0.47	0.69	0.57	0.073841

Fuente: Elaboración Propia

El 100% de las muestras evaluadas está por debajo de la norma establecida por IBNORCA.

Gráficamente la representación de este resultado es el siguiente:

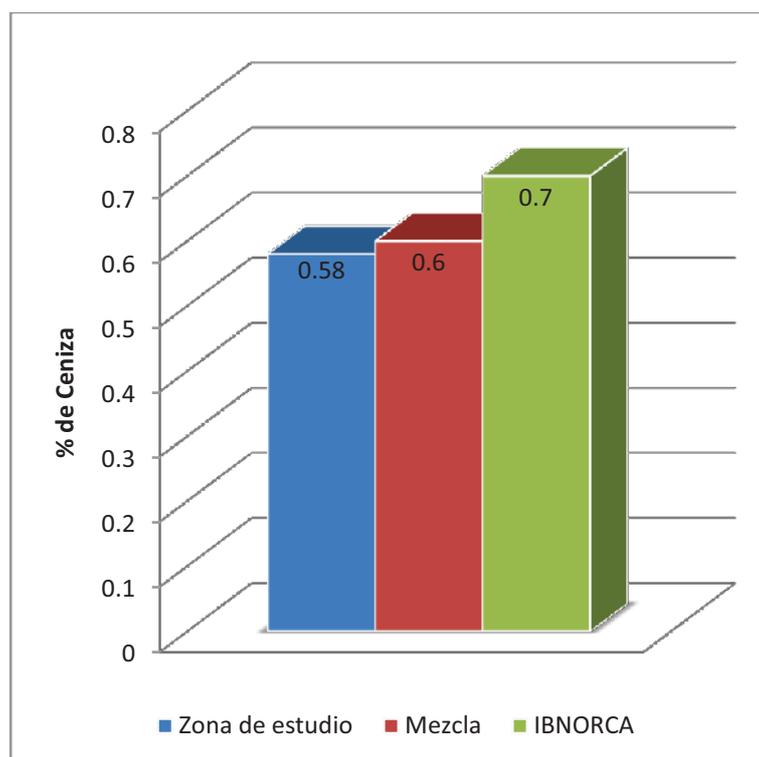


Figura N° 22 Porcentaje de Ceniza

La subalimentación a la que está sometido el ganado lechero en la zona y la pobreza de los suelos en donde se cultiva forraje, hace que no se alcance lo que indican autores como Cabrera et al. (1987) que indica que, el ganado moviliza sus reservas corporales para cubrir mínimamente el porcentaje de minerales en la leche. Respecto a este punto Davis (1988), afirma que la carencia de los minerales en la ración alimenticia imposibilita que el animal exprese su potencia

productiva, por otra parte el mismo autor afirma que la materia mineral de la leche esta instituida por cierto número de elementos diferentes, los cuales son incorporados directamente a la leche desde la sangre de la vaca, por lo tanto se evidencia que la alimentación juega un papel muy importante en el porcentaje de minerales que presenta la leche, ya que cosechas producidas en suelos muy arenosos o muy lavados pueden ser deficientes en un cierto número de minerales.

5.2.7.1. Porcentaje de calcio, potasio, sodio y magnesio en la ceniza de la leche

La concentración de minerales es muy importante debido a que el sector que consume leche debe estar enterado de que cantidad de estos introduce en su cuerpo al tomar leche.

Dentro del estudio realizado se considero 4 parámetros, los cuales fueron la cantidad de calcio, potasio, sodio y magnesio en la leche. El primer parámetro lo consideramos el más importante debido a que la leche es una fuente para obtener calcio para el organismo.

Debido a que el Instituto de Normalización Boliviana (IBNORCA) no analiza estos parámetros, tomaremos en cuenta nuevamente los parámetros establecidos por el Instituto Babcock (2003) para realizar la comparación de los mismos con los datos obtenidos en la zona de estudio y la mezcla.

La siguiente tabla muestra el comportamiento estadístico de la zona respecto a los parámetros estudiados en este punto.

Tabla N° 25 Promedios de minerales

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Calcio	0.068	0.094	0.086	0.008
% Potasio	0.034	0.101	0.057	0.020
% Sodio	0.027	0.07	0.047	0.013
% Magnesio	0.01	0.013	0.011	0.001

Fuente: Elaboración Propia

La interpretación grafica de los resultados, comparando con las normas del Instituto Babcock y la EE. Choquenaira, nos brindaran un mejor análisis de los parámetros analizados.

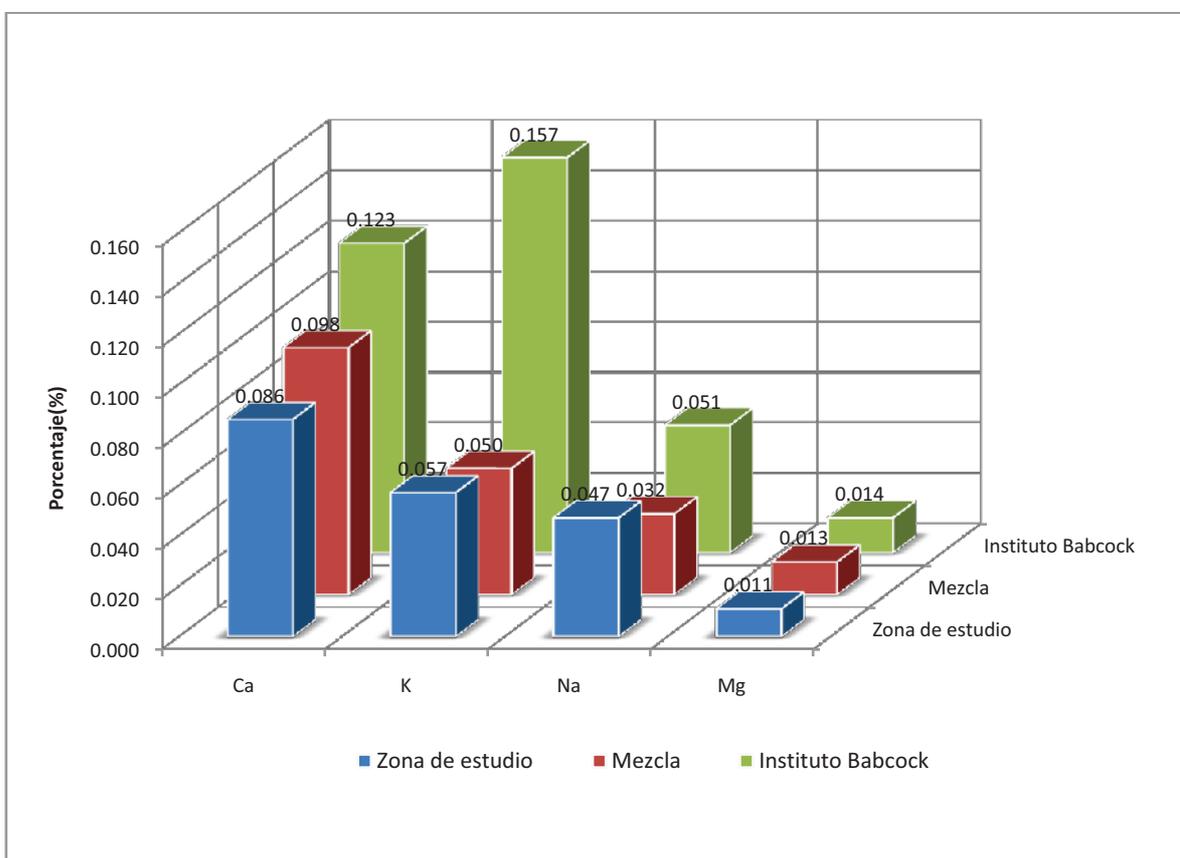


Figura N° 23 Comparación de la cantidad minerales de la leche

Al distinguir que las concentraciones de los minerales son bajas, se considera que el tipo de alimentación suministrado por las comunidades estudiadas es deficiente.

Este comportamiento se relaciona con la cantidad de cenizas, y de esta manera se demuestra que por ser bajo el contenido de minerales en la leche la cantidad de cenizas también va a ser baja.

Entonces podemos deducir que la cantidad baja de minerales se debe también al bajo consumo de los mismos en la ración y al déficit de estos en los suelos destinados al cultivo de forrajes.

Respecto a este punto Davis (1988), dice que la falta de los minerales en la ración alimenticia hace que el animal no pueda llegar al tope de su productividad. El mismo autor afirma que la materia mineral de la leche está constituida por cierta cantidad de elementos distintos, los cuales son incorporados en la leche desde el torrente sanguíneo de las vacas, por lo tanto se evidencia que la alimentación juega un papel muy importante en el porcentaje de minerales que presenta la leche, ya que cosechas de forraje producidas en suelos que contienen poca cantidad de estos minerales, hacen que la asimilación de los mismos sea baja en las vacas.

5.2.8. Relación Nitrógeno con Proteína, Grasa y Caseína en la leche

Tomando en cuenta el análisis de la matriz correlaciones de Pearson (Anexo N° 9), se tomo los siguientes resultados que se considero más importantes para su análisis, debido a la significancia que mostro la matriz de correlaciones. Estos resultados son:

- Relación cantidad de nitrógeno - % de proteína
- Relación cantidad de nitrógeno - % de caseína
- Relación cantidad de nitrógeno - % de tenor graso.

Para todos los casos se vio que la cantidad de nitrógeno juega un papel importante en la composición de estas tres variables, debido a que el mismo se encuentra directa o indirectamente como componentes de la proteína, caseína y la cantidad de grasa. Si Observamos la matriz de Correlaciones de Pearson, podemos observar que la cantidad de nitrógeno está altamente relacionada con

las variables de % de proteína y % de tenor graso (debido a su alta significancia) y muy poco con caseína, por su bajo nivel de significancia

Este comportamiento se debe a que existe una relación directa entre el porcentaje de caseína y el tenor graso, al igual que el porcentaje de proteína con la cantidad de nitrógeno en la leche. Dado que este último es un importante componente para la producción de proteínas que contiene la leche, se tomo en cuenta para poder demostrar que la cantidad de nitrógeno afectara de forma directa al porcentaje de proteína en la leche.

El contenido de nitrógeno también está relacionado con la cantidad de grasa que contiene la leche, ya que el tenor graso de la leche está conformada por lípidos y estos a su vez están formados por sustancias proteicas que tienen su origen en compuestos nitrogenados.

Por último observamos que la cantidad de caseína en la leche también se ve influenciada por la cantidad de nitrógeno presente en la misma. La caseína es la proteína más abundante en la leche; es por eso que, como ya mencionamos anteriormente, al ser una proteína su origen también estará basado en compuestos nitrogenados.

Wattiaux (2005) nos dice que la mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína. Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas. El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica como ser la formación de lípidos.

5.3. Propiedades Microbiológicas

Dentro de lo que fue el análisis Microbiológico, se tomo en cuenta los siguientes parámetros para el análisis:

- Recuento de células somáticas
- Recuento total de bacterias mesófilas
- Recuento de bacterias coliformes
- Recuento de mohos y levaduras
- Presencia y recuento de *Staphylococcus aureus*

Dichos parámetros son establecidos por IBNORCA en su norma NB – 33013, en la parte que se refiere al análisis microbiológico.

Dentro del análisis estadístico, se pudo ver que ninguna de estas variables de estudio se encuentran relacionadas, según el método de correlación de Pearson.

5.3.1. Recuento de Células Somáticas (RCS)

El recuento de células somáticas debe ser realizado con frecuencia, ya que es un indicador de enfermedades presentes en la ubre de la vaca.

IBNORCA en la Norma NB – 33103, indica que existen dos tipos de clasificación para la leche por la presencia de células somáticas, la de Clase “A” que es la que está por debajo de las 500 000 cel/ml; y las de Clase “B” que está por encima de 1 000 000 cel/ml.

La siguiente tabla nos indica el comportamiento de la zona, en lo que se refiere a este parámetro microbiológico.

Tabla N° 26 Promedio de Recuento de células somáticas (RCS)

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Recuento total de células somáticas (cel/ml)	80000	250000	151538.462	173890.51

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de lo que fue el análisis, podemos indicar que el 14.28% de la población estudiada esta dentro de la Clase “B”, dejando el restante 85.72% dentro de la Clase “A”.

El promedio de la zona de estudio nos indica que la misma esta dentro del rango de clasificación del tipo “A”, haciendo que la leche producida en la zona es de alta calidad.

La representación grafica nos explica el comportamiento del parámetro estudiado.

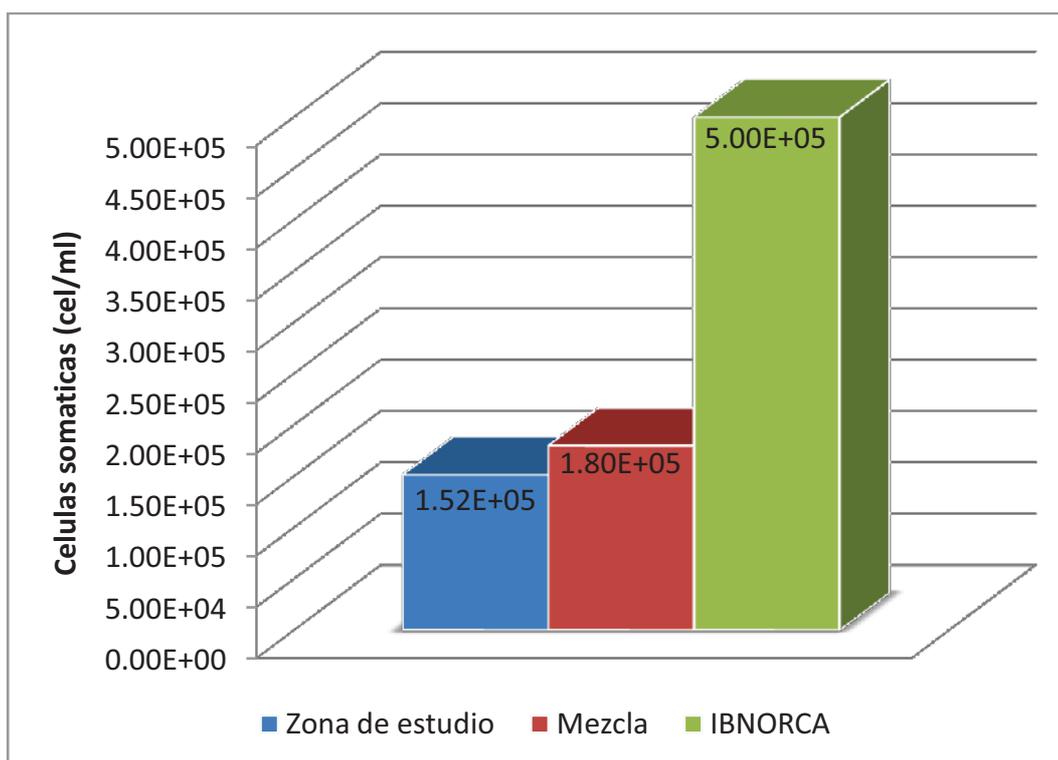


Figura N° 24 Comparación de la cantidad células somáticas en la leche

Como se puede observar tanto en la zona de estudio y como en la mezcla, están por debajo de la norma establecida, haciendo que la leche producida por las 4 comunidades sea de Clase "A", haciéndola apta para el consumo y de buena calidad.

De acuerdo a los datos obtenidos, podemos ver que la mezcla demuestra un incremento respecto a la Zona de estudio. Esto puede deberse a que en la zona de estudio, hubo productores que presentaban un número mayor en el contenido de células somáticas, haciendo que este valor se incremente a la hora de mezclar la leche para el análisis. En este caso la leche de la EE. Choquenaira no hizo ninguna diferencia, debido a que la misma presentaba un bajo contenido de células somáticas.

La presencia de células somáticas en la leche son signos de incremento de la actividad inmunológica debido a invasiones de microorganismos, los cuales pueden resultar en mastitis subclínica, o peor aun una mastitis clínica. Alais (1985) menciona que el contenido de células somáticas es solo un buen indicador referente al diagnóstico de las enfermedades de la mama, y solo tiene una reducida significación en cuanto a la apreciación de la calidad de leche, salvo cuando la cifra es elevada, donde el conteo de células somáticas rebasa el millo/ml puede esperarse la presencia de una microflora patógena muy importante.

A pesar que el presellado y la eliminación de los primeros chorros son prácticas uniformemente recomendadas, pudimos evidenciar que el número de productores en la zona no realizan esta práctica, ya que la mayoría de los productores no cuentan con elementos necesarios para proporcionar a sus vacas todas las condiciones para que la cantidad de células somáticas sean menores.

La cantidad de células somáticas en la leche, se atribuye a la higiene del animal; ya que si la leche tiene un buen manejo, presentara baja cantidad de células somáticas. Es de esta manera que Ruegg (2003), plantea que las vacas con ubres y patas sucias tienen una mayor prevalencia de contar con mayores cantidades de

células somáticas en la leche. El presente estudio resalta la importancia de la limpieza de las áreas que puedan estar en contacto con la ubre.

5.3.2. Presencia de contaminantes microbianos en la leche

El análisis de RCS, mencionado anteriormente, no establece si en la ubre del ganado exista algún tipo de infección específica, el análisis de microorganismos muestra realmente si está infectada o no y qué tipo de microorganismos específico llega a afectar la salud de la ubre. Por lo cual los exámenes de laboratorio son muy importantes para establecer qué tipo de microorganismos existe en la leche, para así iniciar un tratamiento y realizar medidas adecuadas en la vaca infectada.

La exposición de la leche al medio, involucra una contaminación del medio ambiente al producto, existiendo cambios en componentes como: densidad, acidez proteína, grasa, cenizas, minerales, incremento de células somáticas. Es así que el manejo del hato lechero debe ser importante para que la leche no llegue a ser de baja calidad, en cuanto al recuento de microorganismos.

5.3.3. Presencia de Mesófilos Aerobios en la leche.

Los resultados muestran que la leche de la zona cumple con los rangos establecidos por IBNORCA cuyo parámetro máximo es de 5×10^5 UFC/ml, que dice que leche por debajo de este rango son consideradas leches del tipo A. Las muestras sujetas a análisis no presentan rangos elevados para llegar a considerar una leche de mala calidad.

Como podemos observar en la tabla siguiente, el comportamiento de la zona en lo que respecta al contenido de mesófilos en la leche no presenta rangos por encima de la norma IBNORCA.

Tabla N° 27 Mesófilos Aerobios en la leche.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Mesofilos aerobios en la leche (UCF/ml)	100	96000	16025	0.913144

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta este comportamiento, podemos indicar que la leche de la zona está dentro de la clasificación del tipo A.

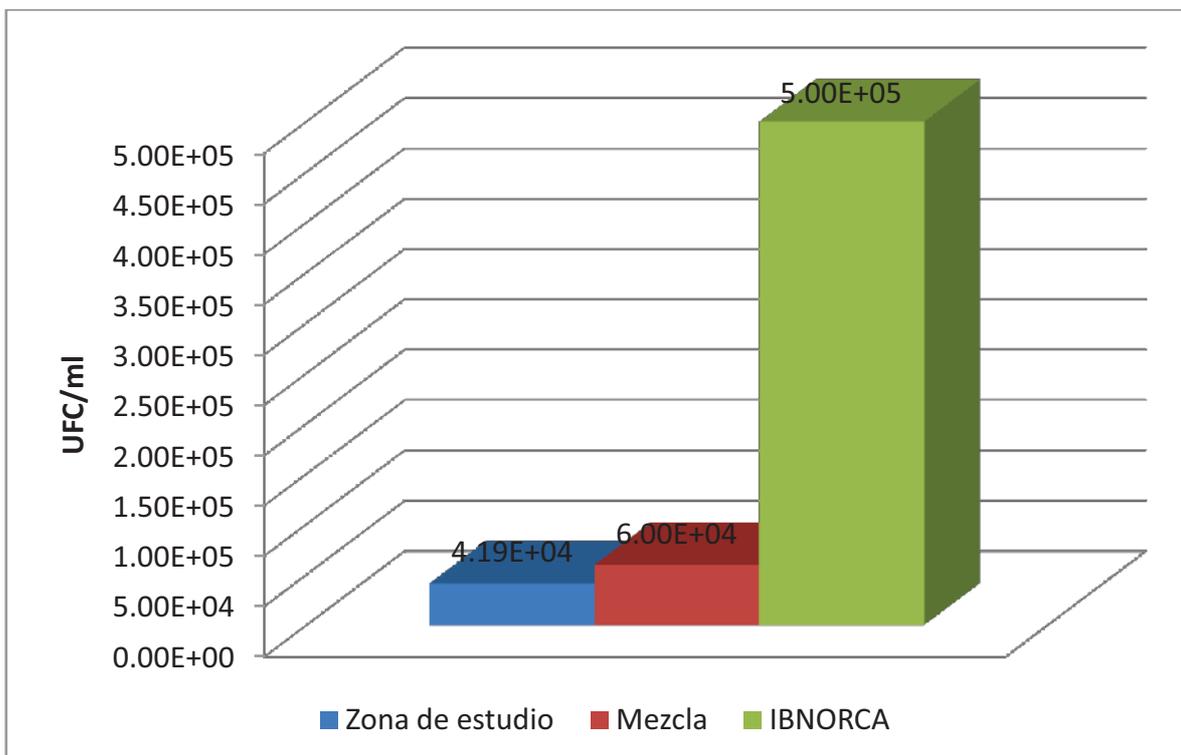


Figura N° 25 **Comparación de la cantidad bacterias mesófilas en la leche**

El gráfico anterior muestra el contenido de bacterias mesófilas en la zona de estudio.

Tanto en la zona de estudio como en la mezcla, la cantidad de bacterias son bajas. Se puede observar que la mezcla presenta un leve incremento y este tal vez se deba a que a la hora de realizar la mezcla, las diferentes cantidades de leche que entran en la misma hizo que este número se eleve, ya que la leche es un medio de cultivo de bacterias por excelencia debido a las propiedades que presenta la misma.

Deducimos también que este incremento existe debido a la velocidad de reproducción de las bacterias, ya que esta es rápida y la leche les da las condiciones para su reproducción.

Para ambos casos, podemos indicar que el factor de ordeño es importante en las concentraciones de mesófilos debido a que si las vacas no son ordeñadas completamente y son sometidas a secado en una forma drástica, la influencia de que los microorganismos presentes infecten la ubre es inevitable. Copa (1997), describe que en el altiplano la mayoría de las vacas producen leche por un periodo de 7 a 8 meses. Muchas familias dejan de ordeñar cuando las vacas tienen poca leche que se junta en la ubre y favorece a que las bacterias se reproduzcan y generen una mastitis subclínica.

Diferentes tipos de daños pueden causar infecciones en el tejido mamario dentro de la ubre incluyendo toxinas producidas por bacterias, químicos que irriten el pezón, o cualquier trauma recibido por el pezón o la ubre. En vacas lactantes, la mastitis es casi exclusivamente causada por bacterias que llegan a invadir la ubre, se multiplican dentro del tejido mamario y generan toxinas que son las causantes de lesiones. Loo (2003), menciona que cualquier trauma que recibiera el pezón también puede afectar su grado de susceptibilidad hacia invasiones bacterianas, colonización, y eventualmente infecciones.

5.3.4. Presencia de *Staphylococcus aureus*, Coliformes Totales, Mohos y levaduras.

En el siguiente cuadro se observa el comportamiento de los tres parámetros estudiados en la zona de estudio y la comparación con la mezcla.

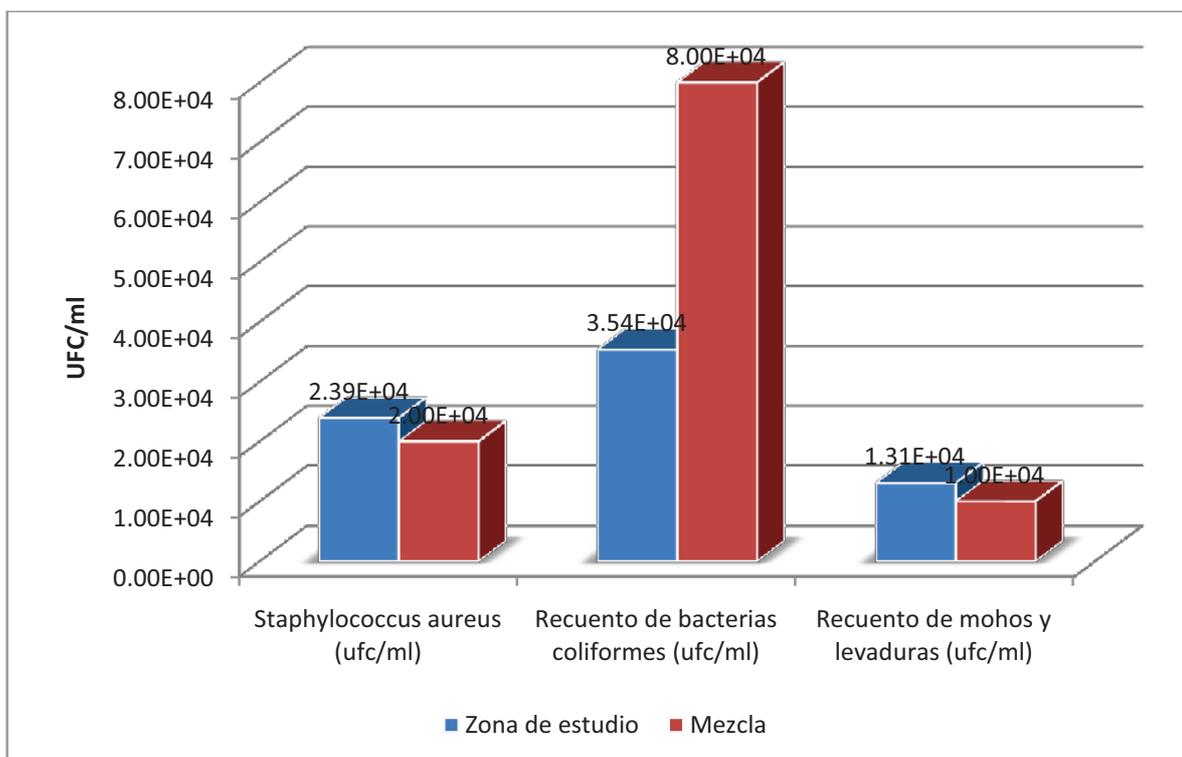


Figura N° 26 Cantidad de *S. aureus*, Bacterias coliformes, mohos y levaduras

5.3.4.1. Presencia de *Staphylococcus aureus*.

Considerando que IBNORCA, indica que la cantidad de estos microorganismos deben estar por debajo de 5×10^5 UFC/ml, indicamos que la leche de la zona estudiada es apta para la utilización de la misma, en la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira.

Uno de los microorganismos más frecuentemente causante de mastitis es el *Staphylococcus aureus*, el cual además es resistente al tratamiento del antibiótico común y es capaz de producir una enterotoxina, que por su termo-resistencia no

es destruida en la pasteurización, pudiendo llegar a causar enfermedad en el consumidor.

Coincidiendo con Larrañaga (1999), los *Staphylococcus aureus* coagulasa +, están difundidos en la naturaleza, y son capaces de multiplicarse en los conductos externos de la ubre, por lo que constituyen la flora original de la leche. Estos son responsables de infecciones en la glándula mamaria, agente productor de abscesos, puede igualmente producir intoxicaciones alimentarias debido a que posee una enterotoxina muy termoresistente que soporta los 100°C durante 30 minutos.

Muchos autores señalan que la presencia de *Staphylococcus aureus* está influenciada por el medio ambiente y el manejo de las vacas. Esto coincide con Rueeg (2004), quien señala que, la temperatura ambiental que genera el sol es una temperatura crítica, es decir ideal para el desarrollo y multiplicación de los microorganismos y acelera el proceso de descomposición de los alimentos.

Los microorganismos que pueden alcanzar la ubre, igualmente pueden llegar a contaminar la leche antes o después del ordeño. Estos microorganismos pueden alcanzar la leche por vía mamaria ascendente o mamaria descendente. Por vía ascendente lo hacen bacterias que se adhieren a la piel de la ubre y posterior al ordeño entran a través del esfínter del pezón.

FAO (2009), coincide al afirmar que las toxinas segregadas por *Staphylococcus áureas* son causantes de muchas enfermedades en los humanos, en si no es la bacteria, sino las toxinas que estas segregan, por lo que es posible un envenenamiento, provocado por alimentos que contiene la toxina, que ha resistido al proceso de pasteurización, aunque las propias bacterias hayan muerto a causa del calor producido en la pasteurización de la leche.

5.3.4.2. Presencia de Coliformes Totales

El número de coliformes totales en la leche puede depender, hasta cierto punto de la raza. La cantidad de coliformes es una variable que está unida más al manejo sanitario de la vaca y a la alimentación y por decirlo así a la calidad de agua que esta pueda consumir.

Como se menciona anteriormente, las fuentes de contaminación son la alimentación y la calidad del agua suministrada a cada animal. Se puede percibir que este factor influyo en el contenido de coliformes totales en la leche en las cuatro comunidades en estudio.

Se concuerda con Davis (1991) que indica que, los alimentos suministrados a las vacas lecheras muchas veces son causantes de elevar las concentraciones de coliformes. Debido a que estas bacterias se encuentran presentes en el agua, suelo, polvo, etc., su recuento es uno de los medios más significativos para la apreciación de la calidad higiénica de la leche cruda.

De igual manera, Rueeg (2003) nos dice que los alimentos son fuentes responsables, muchas veces, de la presencia de coliformes totales en la leche cruda, al igual que el agua. La presencia elevada de concentraciones de coliformes puede elevarse hasta el punto de llegar a ser letal para el animal productor de leche.

La contaminación ambiental durante el ordeño es otra causa, para que los niveles de contaminación debido a coliformes se encuentren presentes. Otro factor también importante es el producto de deficientes prácticas de manejo, permitiendo que los microorganismos de la piel de los pezones, manos del ordeñador, baldes y todo el entorno del ordeño, lleguen a la leche. Esta es la fuente de contaminación más importante y variable, debido a que aporta un gran número de microorganismos, esencialmente el de coliformes totales. Cotrino (2002) confirma este hecho, al plantear que la contaminación ambiental, es la que se produce alrededor del ordeño por microorganismos que provienen de la piel de los pezones, manos del ordeñador, pezoneras, agua, aire y en general de todo el

ambiente que rodea el sitio de ordeño. Esta es la fuente de contaminación más importante, tanto por el número como por la variedad de bacterias que puede llegar a la leche; es también muy susceptible a modificarse ya sea en forma positiva o negativa y por esto es muy fácil tener un buen recuento de bacterias en un ordeño y al siguiente uno muy alto o viceversa.

5.3.4.3. Presencia de Mohos y levaduras.

La presencia de mohos y levaduras en la mezcla y la zona de estudio tampoco muestra un alto contenido en la leche. Esto son importantes a la hora del análisis porque se puede saber que tipos de hongos está afectando a la producción de leche de la zona.

El hallazgo de numerosos microorganismos distintos a las bacterias formadoras de esporas es señal de un mal procesamiento o contaminación posterior.

FAO (2009), indica que, los hongos y las levaduras, rara vez su presencia es manifiesta, las levaduras pueden ser perjudiciales, y algunos hongos llegan a ser nocivos, por ejemplo cuando el crecimiento excesivo de *Geoihchum* sobre la superficie de los quesos blandos.

Los hongos y las levaduras no tienen importancia en leche fluida, sino más bien en los productos ya elaborados. Algunas especies son utilizadas como cultivos lácteos para el afinado de los quesos madurados como el *Penicillium candidum* y *Penicillium camemberti* en los quesos de corteza blanca como el *Camembert* y el *Penicillium roqueforti* en los quesos de pasta azul (Roquefort). Coincidiendo con Cabrera (1987) quien reporta que, los hongos y levaduras forman parte de la microflora de la leche, pero debido a que son acidófilos, solo alcanzan pleno desarrollo en medios ácidos su crecimiento en la leche cruda es pobre.

5.4. Comparación entre las comunidades productoras de leche.

Tomando en cuenta el análisis de conglomerados de k medias (Anexo N° 11), se vio que la comunidad más representativa en cuanto se refiere a las propiedades físicas y químicas de la leche fue la localidad de Choquenaira.

Deducimos que esto se debe a que en la zona existe la presencia de la Estación Experimental de Choquenaira y La Granja "San Gabriel". Ambas cuentan con asistencia técnica calificada por lo que la calidad de su leche es alta, en comparación de las otras comunidades estudiadas.

También pudimos observar que con una adecuada asistencia técnica en las zonas estudiadas, se puede incrementar la producción de leche.

Esto lo ratifica Franqueville (1990), que indica que en la zona de Achocalla se logro mejorar la producción y calidad de la leche debido a la asistencia técnica adecuada que se dio en la cuenca lechera de La Paz.

6. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- Podemos concluir que la leche de la zona de estudio es de buena calidad , en lo que se refiere a las propiedades organolépticas, no presenta ningún tipo de problema y es apta para la utilización de la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira.
- Tomando en cuenta todas las propiedades físicas y químicas analizadas, podemos indicar que la leche de las 4 comunidades estudiadas cumplen con los requisitos propuestos por IBNORCA, a excepción de la cantidad de proteína, cenizas y cantidad de minerales, pero podemos indicar que la leche de la zona de estudio es de buena calidad.
- Los análisis microbiológicos indican que la leche de la zona de estudio pertenece a la clasificación del tipo “A”, según lo requerido por IBNORCA en su Norma NB-33013; haciéndola apta y de buena calidad para la utilización de la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira.
- Se llegó a la conclusión de que se debe realizar un mejor manejo, del hato lechero de la zona de estudio, tomando en cuenta los puntos como producción de forrajes, manejo y fertilización de suelos para cultivo; y así también como la manipulación adecuada de la leche a la hora del ordeño.
- Tomando en cuenta todos los puntos anteriormente mencionados, podemos concluir que las cuatro comunidades estudiadas en el presente trabajo, son un gran potencial de acopio lechero para la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira
- Por último, se recomienda realizar una mejor asistencia técnica en la zona estudiada, para elevar la producción y la calidad de la leche en lo que se refiere a la cantidad de proteína, ceniza y minerales.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ABOPROLE. 1995. Memoria Desarrollo De La Lechería. La Paz – Bolivia.
2. Alais, Ch. 1985. Ciencia De La Leche. Ed. Reverdete, S.A. Barcelona – Espana
3. Babcock, Institute. 2003. Parametros Físico – Químicos De La Leche Cruda. Universidad de Winsconsin. Winsconsin – USA.
4. Basaez, L. 2009. ¿Qué es el ph?: Formas De Medirlo. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Concepción – Chile. Disponible en: <http://www.ciencia-ahora.cl/Revista23/11BASAEZ.pdf>
5. Brock, T. D.; Madigon, M. T. 1997. Biología de los Microorganismos. 6 ed. Ed. Limusa. México D.F.
6. Canedo, A. 2007. Proyecto “Desarrollo De La Producción Lechera En El Altiplano Norte Del Departamento De La Paz. Disponible en: http://www.nuevonorte.org/documentos/Desarrollo_de_la_Produccion_Lechera_en_el_Altiplano_Norte_de_La_Paz.pdf
7. Cabrera, G.; Alvarez, C.; Hidalgo, P. 1987. Manual de Higiene de Alimentos II. Ministerio de educación superior. San Jose de la Lajas. La Habana – Cuba
8. Cotrino, B. Consejo Nacional de la Leche y Prevención de la Mastitis. Laboratorio medico veterinario.
9. CEDLA (Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario). 1997. Producción Campesina y Mercados, Ganadería Lechera en el Altiplano de La Paz. La Paz Bolivia
10. Davis, R. 1988. La Vaca Lechera, su Cuidado y su Explotación. Ed. Limusa. Mexico, DF.
11. DGPA (Dirección General de Promoción Agraria). 2005. Aspectos Nutricionales y Tecnológicos de la leche. Ministerio de agricultura del Perú - Dirección de crianzas. Perú

12. Early, R. 2000. Tecnología de los Productos Lácteos: Leche y Nata. Traducido por Oria, R. 2da. ed. Editorial Acribia, S.A. España.
13. Ellner, R. 2000. Microbiología de la Leche y de los Productos Lácteos. Trad. Schluter-Ellner, C. y Schulz, R. Editorial Díaz de Santos S. A. Madrid - España.
14. Etgen, W. M.; Reaves, P.M. 1989. Ganado Lechero. México, DF. Limusa. Pag. 259 - 285. (Enciclopedia Práctica de Ganadería)
15. FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2009. Anuario de Producción. Roma - Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/economic/ess/publicaciones-estudios/statistical-yearbook/anuario-estadistico-de-la-fao-2009/prologo/es/>
16. Franqueville, A. 1990. La Cuenca Lechera de La Paz – Bolivia. Ministerio de planificación y coordinación. La Paz - Bolivia
17. Frazier, C. 1962. Microbiología de la leche. 1ra. ed. Editorial Acribia. Zaragoza - España.
18. Frazier, W. y Westhoff, D., 1988. Microbiología de los Alimentos. 3ra. ed. Editorial Acribia SA. Zaragoza – España
19. Gómez, D.; Bedoya, O. 2005. Composición Nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, enero-junio, año/vol. 2, número 001. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia, Colombia
20. Hennenberg, W. 1971. Elementos de Microbiología lactotógica. 6ta Ed. Ed. Acribia. Zaragoza - España
21. IBNORCA. 2004. Instituto Boliviano de Normalizaron Y Calidad. Bolivia
 - a. ____ Norma Boliviana NB 33013. Productos Lácteos. Leche Cruda y Fresca. Requisitos.
 - b. ____ Norma Boliviana NB 199. Productos Lácteos. Toma de Muestras.

- c. ____ Norma Boliviana NB 228. Productos Lácteos. Determinación de Contenido Graso en Leche por los Métodos Gerber y Rose Gottlieb
- d. ____ Norma Boliviana NB 229. Productos Lácteos. Determinación de la Acidez Titulable.
- e. ____ Norma Boliviana NB 230. Productos Lácteos. Determinación de la Densidad Relativa.
- f. ____ Norma Boliviana NB 232. Productos Lácteos. Determinación de Proteínas.

22. Infoagro. 2009. Refractómetro. Disponible en:

http://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_refractometria_refraccion.asp?k=20

23. Judkins, H. y Keener, H. 1984. La Leche, su Producción y Procesos industriales. 11va. ed. Editorial Continental S.A. México

24. Keating, P; Rodríguez, G. 1992. Introducción a la Lactología. México DF. Ed. Limusa. Mexico - DF

25. Lerche, M. 1969. Inspección Veterinaria de la Leche. Ed Acribia. Zaragoza España, p 188.)

26. Leroy. 1973. La Vaca Lechera. 2da ed. Editorial GEA. Barcelona – España

27. Loor, J. 2003. Aspectos Básicos sobre el Desarrollo de la Mastitis. Disponible en: <http://www.a-campo.com.ar/espanol/bovinos/bovinos13.htm>

28. McDonald, P. 1999. Nutrición Animal. 5ta ed. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

29. Madrid, A. 1996. Curso de industrias lácteas. Editorial Mundo-Prensa Libros, S.A. Madrid - España.

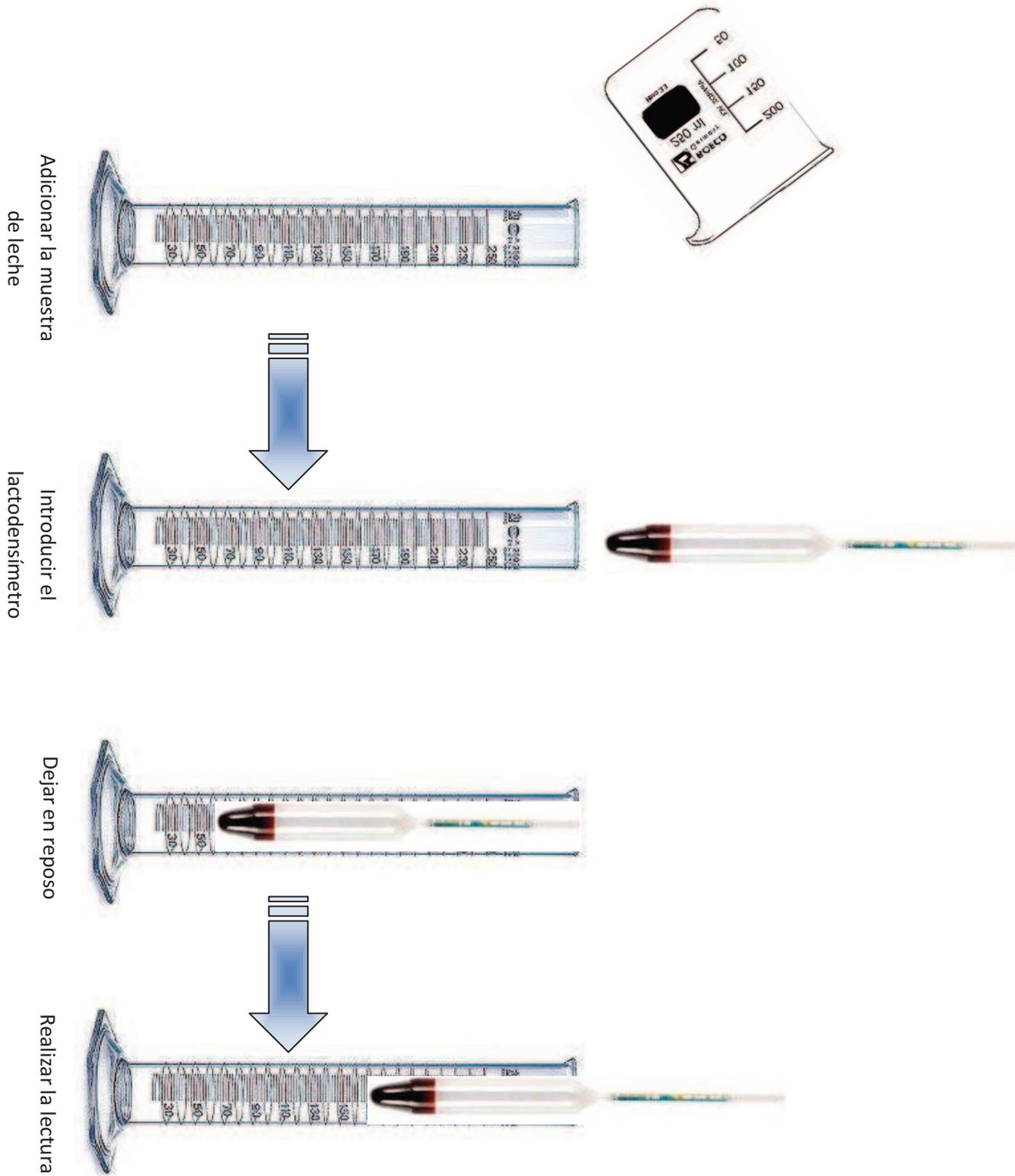
30. Mendoza, F. 2002. Sistematización del ganado lechero en el Altiplano. PROCADÉ, UNITAS.

31. Meyer, M. 1990. Elaboración de Productos Lácteos 6 ed. México. DF. Ed. Trillas
32. Morales, M. 2009. Ganadería Bovina de Leche en el Altiplano de La Paz. Situación Actual y Proyecciones. CIPCA, Ayuda en acción. La Paz – Bolivia.
33. Nasanovsky, M. et. al. 2001. Lechería. Publicaciones de lechería. Disponible en: <http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>
34. Nava, J. 1992. Curso sobre Manejo del Ganado. Proyecto de las Organizaciones Agrícolas Privadas. La Paz - Bolivia
35. OMS (Organización Mundial de la Salud). 1960. Normas para el Examen de los Productos Lácteos. 11va. ed.
36. Pearson, D. 1998. Laboratorio de Análisis de Alimentos. Ed. Butterworth. Londres– Inglaterra.
37. Pinzon, A. 2004. Montaje de una Planta Piloto para la Producción y Comercialización de Leche Pasteurizada en Empaque Biodegradable en la meseta de Popayán. Trabajo para optar el Título de Tecnólogo en Producción Animal. UNAD
38. Reaves, M. 1981. El ganado Leche y las Industrias Lácteas en la granja. Ed. Limusa. Mexico - DF
39. Revilla, A. 1985. Tecnología de leche: Procesamiento, Manufacturación y Análisis. Ed. Levantex S.A. San Jose – Costa Rica
40. Robinson, R. .1997. Microbiología Lactológica. Vol I. Editorial Acribia. Zaragoza - España.
41. Roque, S. 2000. Comportamiento productivo y Reproductivo del Bovino Lechero en la Provincia Avaroa del Departamento de Oruro: Tesis, Oruro – Bolivia

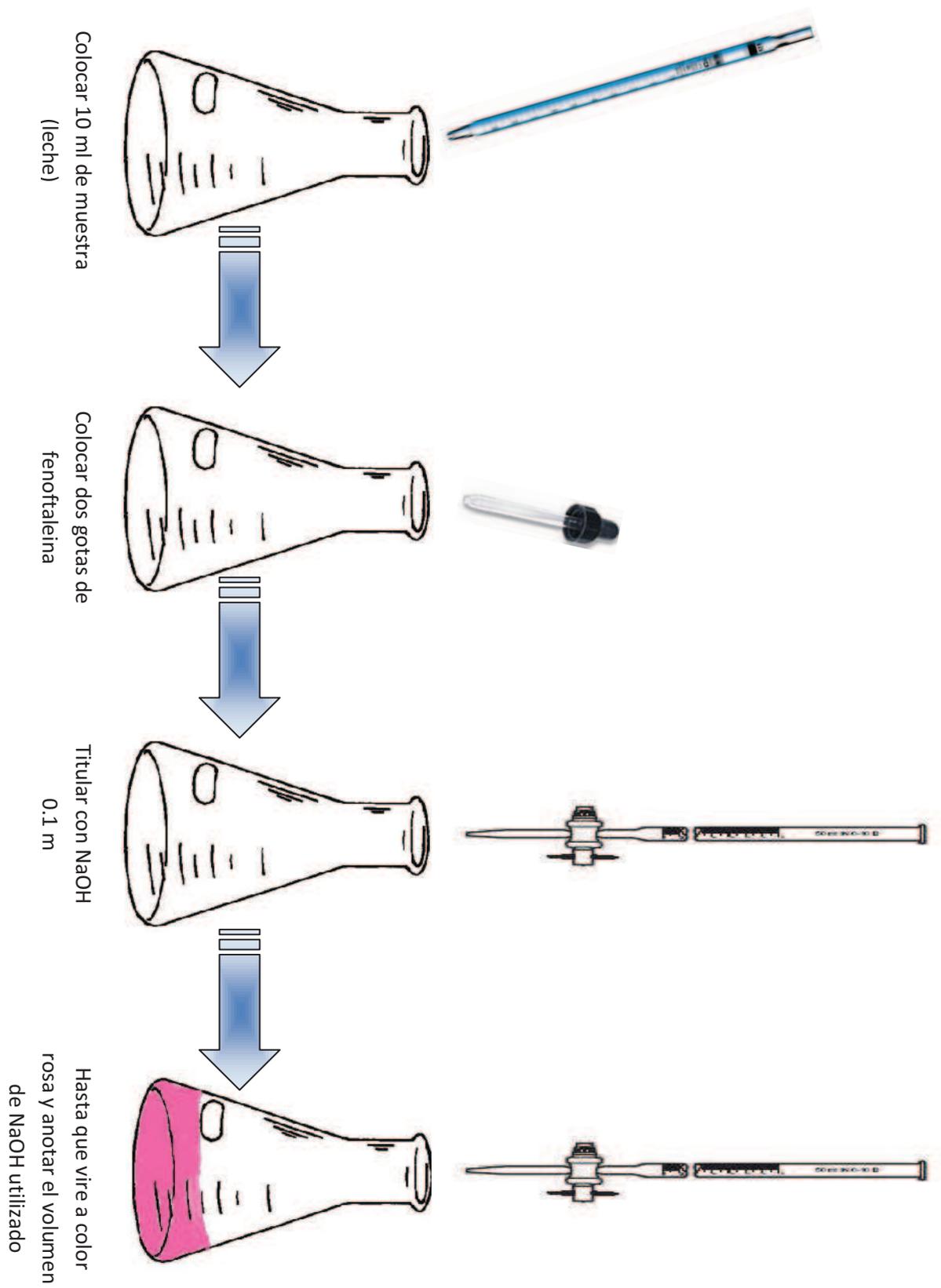
42. Ruegg. 2003. El papel de la Higiene en el Ordeño Eficiente. Disponible en:
http://72.14.209.104/search?q=cache:Ah-qePvNd9YJ:babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_406.es.pdf+El+papel+de+la+higiene+en+el+orde%C3%B1o+eficiente%2BRuegg&hl=es&gl=co&ct=clnk&cd=1&lr=lang_es
43. Ruegg. 2004. Microbiología de la Leche. Disponible en:
<http://www.solomamitis.com/actualidad/articul09.htm>
44. SOBOCE. 2009. “Ingavi, 2020. Estrategia Decenal de Desarrollo”.
 Publicación de SOBOCEy el Gobierno Municipal de Viacha. Viacha –
 Bolivia.
45. Soto, E. 1987. Tecnología de la Leche y sus Derivados. I.S.C.A.H. La
 Habana Cuba.
46. Thomas S. 1991. Técnicas Bacteriológicas para el Control Bacteriológico.
 Ed. Acribia. Zaragoza – España
47. Urech, E. 1999. Changes in milk protein fraction as affected by subclinical matitis.
 Journal Dairy Science. Disponible en:
<http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/82/11/2402>
48. Valbuena, E., Castro, G., Lima Keidy *et al.* 2004. Calidad Microbiológica de las
 Principales Marcas de Leche Pasteurizada Distribuida en la Ciudad de Maracaibo,
 Venezuela. RC. Vol. 14. Nº 1.
49. Walstra, P. 2004. Ciencia de la Leche y Tecnología de los Productos Lácteos.
 Ed. Acribia. Zaragoza–España.
50. Wattiaux Michel. 2005. Composición de la Leche y Valor Nutricional. Instituto
 Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera
 Universidad de Wisconsin- Madison. Disponible en:
<http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/de/19.es.pdf>
51. Walstra, P. y Jannes, R. 1997. Química y Física Lactologica. Ed. Acribia.
 Zaragoza - España.
52. Warner, J. 1980. Principios de la Tecnología de Lácteos. Ed. AGT Editos.
 Mexico DF - Mexico

ANEXOS

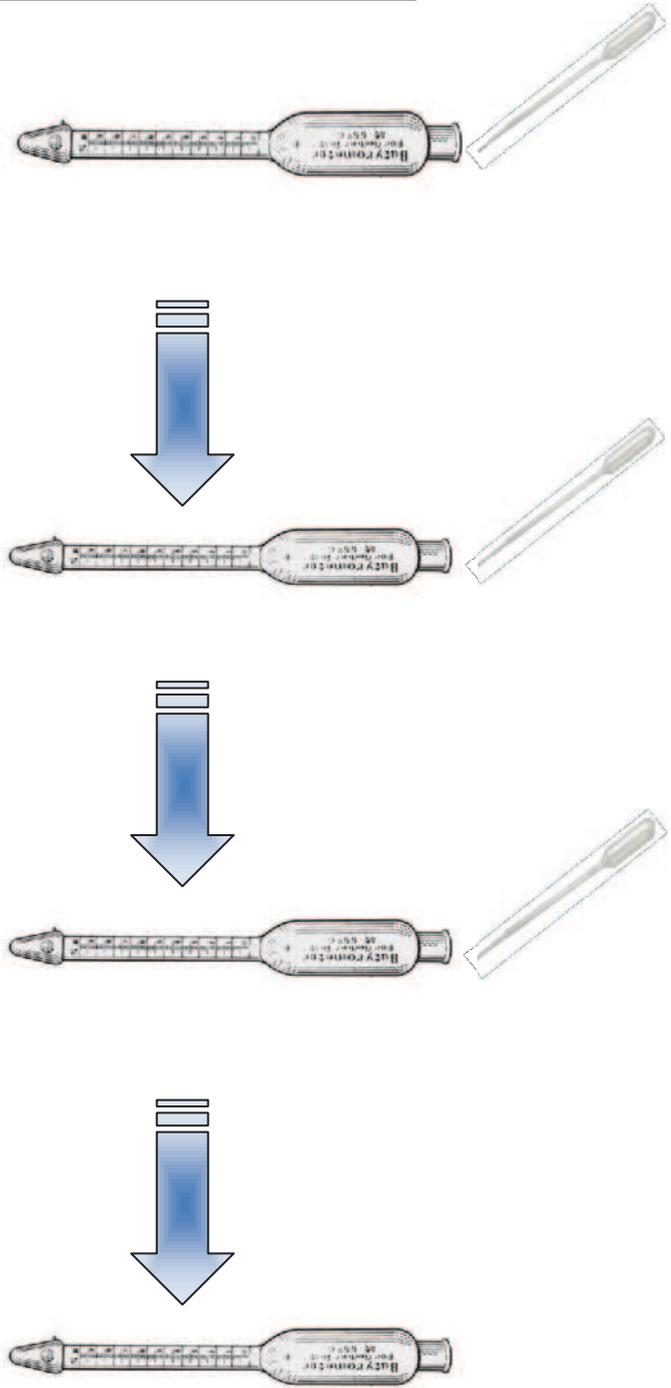
Anexo N° 1.-DETERMINACION DE LA DENSIDAD DE LA LECHE



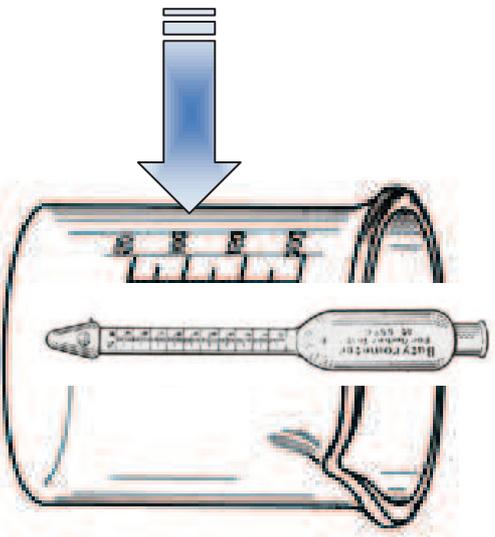
Anexo N° 2.- Determinación de la acidez Titulable



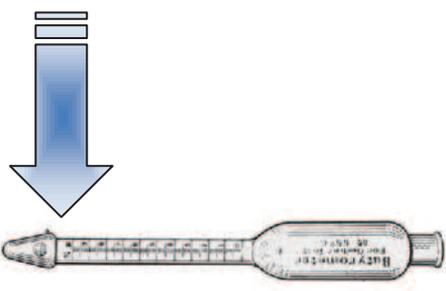
Anexo N° 3.- Determinación del contenido Graso por el método Gerber y Rose - Gottlieb



Centrifugar durante 5 minutos



Colocar en Baño maria

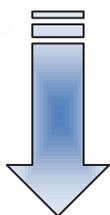


Cerrar herméticamente con un tapón de goma

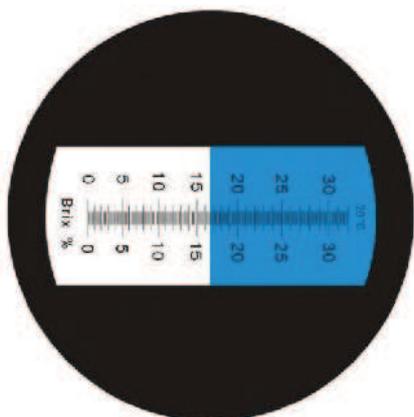
Realizar la lectura

Anexo N° 4.- Determinación de Sólidos totales por refractometría.

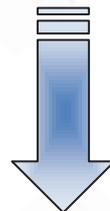
Esperar a q se estabilice la lectura



Leer



Refractómetro



Colocar unas gotas de leche



Anexo N° 5.-Norma NB – 33013 PRODUCTOS LÁCTEOS - LECHE CRUDA Y FRESCA - REQUISITOS

IBNORCA

NORMA BOLIVIANA

NB 33013

PRODUCTOS LÁCTEOS - LECHE CRUDA Y FRESCA - REQUISITOS

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda y fresca, para someterla al proceso de industrialización. Esta norma es aplicable para la leche de vaca.

2. REFERENCIAS

Las normas bolivianas contienen disposiciones que al ser citadas en el texto, constituyen requisitos de la norma. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda, a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas bolivianas citadas.

- NB 198 Productos lácteos - Definiciones
- NB 199 Productos lácteos - Toma de muestras
- NB 228 Productos lácteos - Determinación del contenido graso en leche por los métodos Gerber - Rose Gottlieb
- NB 229 Productos lácteos - Determinación de la acidez titulable
- NB 230 Productos lácteos - Determinación de la densidad relativa
- NB 231 Productos lácteos - Determinación de sólidos totales y cenizas
- NB 232 Productos lácteos - Determinación de proteínas
- NB 233 Productos lácteos - Ensayo de reductasa
- NB 706 Productos lácteos - Determinación de sólidos no grasos
- NB 829 Productos lácteos – Ensayos preliminares – Temperatura, ebullición, alcohol y alizarol
- NB 830 Productos lácteos - Determinación del punto crioscópico
- NB 913 Productos lácteos – Determinación de antibióticos

- NB 914 Productos lácteos - Recuento de células somáticas
- NB 32003 Ensayos microbiológicos - Recuento total de bacterias mesófilas aerobias viables
- NB 32004 Ensayos microbiológicos - Staphylococcus aureus
- NB 32005 Ensayos microbiológicos - Recuento de bacterias coliformes
- NB 32006 Ensayos microbiológicos - Recuento de mohos y levaduras

3. Definiciones

3.1. Leche cruda y fresca

La leche es un líquido limpio y fresco, producto del ordeño higiénico, obtenido de la segregación de las glándulas mamarias de vacas sanas, exenta de calostro y sustancias neutralizantes, conservantes y libres de inhibidores. Sin ningún tipo de adición .y extracción.

Leche que no ha sido sometida a ningún tratamiento térmico.

La leche de otros animales se denominará según la especie que proceda.

3.2. Calostro

Líquido producido por la glándula mamaria de las vacas desde 5 días antes del parto y después de él durante los primeros 5 a 8 días. Es de color amarillento, de olor fuerte y característico, de consistencia viscosa, de gusto ligeramente salado o amargo. Comparado con la leche presenta menor porcentaje de grasas y azúcares pero mayor porcentaje de proteínas y vitaminas siendo rico en anticuerpos.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE CRUDA

4.1. Requisitos de producción

- El hato lechero debe estar bajo atención regular de profesionales veterinarios.
- Las vacas deben estar “Libres” de tuberculosis y brucelosis y deben estar vacunadas contra fiebre aftosa.
- Los establos y lugares de ordeño, deben estar limpios, ventilados y bien iluminados.
- La leche debe ser enfriada inmediatamente después del ordeño y conservada a temperaturas menores a 10 °C por un tiempo máximo de 12 horas.

- Las instalaciones deben estar de acuerdo a la NB 855

NOTA

Debe llevarse un registro de todos los procesos de producción y atención veterinaria.

4.2. Características organolépticas

- Aspecto : Líquido homogéneo
- Color : Blanco opaco o blanco cremoso
- Olor : Característico
- Sabor : Poco dulce, agradable

El producto no debe tener olores ni sabores ajenos a la leche.

4.3. Requisitos físico-químicos

LECHE CRUDA Y FRESCA RANGO MÉTODO DE ENSAYO

LECHE CRUDA Y FRESCA	RANGO	METODO DE ENSAYO
Acidez titulable (ácido láctico) en %	0,15 a 0,18	NB 229
Densidad a 20°C en g/cm ^á	1,028 a 1,034	NB 230
Punto crioscópico °C	-0,520 a-0.570	NB 830
Prueba de alcohol	negativo	NB 829
PH	6,6 a 6,8	
Materia grasa mínimo en %	2,6	NB228
Sólidos no grasos mínimo en %	8,2	NB706

4.4. Características de composición

LECHE CRUDA Y FRESCA LÍMITE MÉTODO DE ENSAYO

LECHE CRUDA Y FRESCA	LÍMITE	MÉTODO DE ENSAYO
Materia grasa mínimo en %	2.60	NB228
Proteínas mínimo en %	3,00	NB232
Lactosa en %	4.50	
Cenizas en %	0.70	NB 231:2
Solidos Totales en %	10.8	NB 231:1

Los valores citados en la composición son referenciales que dependerán de varios factores, ambientales, fisiológicos y genéticos.

4.5. Características higiénico - sanitarias

- Ausencia de líquidos y secreciones anormales: pus, sangre, calostro.
- Ausencia de antibióticos, agrotóxicos y otros productos veterinarios.
- Debe ser libre de neutralizantes, conservantes, etc.
- Debe estar conservada a temperatura menor a 10 °C.
- Será transportada en recipientes completamente limpios y adecuados.

5. CLASIFICACIÓN

La leche cruda y fresca se clasificará en tres categorías de acuerdo a las características Microbiológicas:

5.1. Clase A

5.1.1. Características microbiológicas

Característica microbiológica	Límite	Método de ensayo
TRAM (Tiempo de reducción del azul de metileno)	> 3 horas	NB 32003 NB 914
Recuento total bacterias mesófilas	< 5 x 10 ⁵ UFC/ml	
Recuento de células somáticas	< 5 x 10 ⁵ UCF/ml	
Bacterias esporuladas	< 1 x 10 ² UFC/ml	

5.2. Clase B

La leche cruda y fresca se clasificará como leche de clase B, siempre y cuando cumpla con los siguientes requisitos y características:

5.2.1. Características microbiológicas

Característica microbiológica	Límite	Método de ensayo
TRAM (Tiempo de reducción del azul de metileno)	1 – 3 horas	NB 32003 NB 914
Recuento total bacterias mesófilas	5 x 10 ⁵ – 4 x 10 ⁶ UFC/ml	
Recuento de células somáticas	< 1 x 10 ⁶	
Bacterias esporuladas	< 1 x 10 ² UFC/ml	

5.3. Clase C

La leche cruda y fresca se clasificará como leche de clase C, siempre y cuando cumpla con

los siguientes requisitos y características:

5.3.1. Características microbiológicas

Característica microbiológica	Límite	Método de ensayo
TRAM (Tiempo de reducción del azul de metileno)	20 - 60 min	NB 32003 NB 914
Recuento total bacterias mesófilas	$> 4 \times 10^6$ ufc/ml	
Recuento de células somáticas	$1 \times 10^6 - 1 \times 10^7$ UFC/ml	
Bacterias esporuladas	$< 1 \times 10^2$ UFC/ml	

6. MUESTREO

El muestreo se realizará de acuerdo a la NB 199.

La inspección y control serán practicados por personal capacitado de organismos competentes para clasificar la leche para destinarla a la elaboración de los diferentes derivados lácteos, previo proceso de pasteurización y prohibiendo su distribución directa al consumidor.

7. RECIPIENTES DE TRANSPORTE E IDENTIFICACIÓN

7.1. Recipientes de transporte

La leche cruda y fresca debe ser transportada en recipientes limpios y asépticos con cierre hermético.

7.2. Identificación

El recipiente debe ser marcado de tal manera que pueda identificarse al productor.

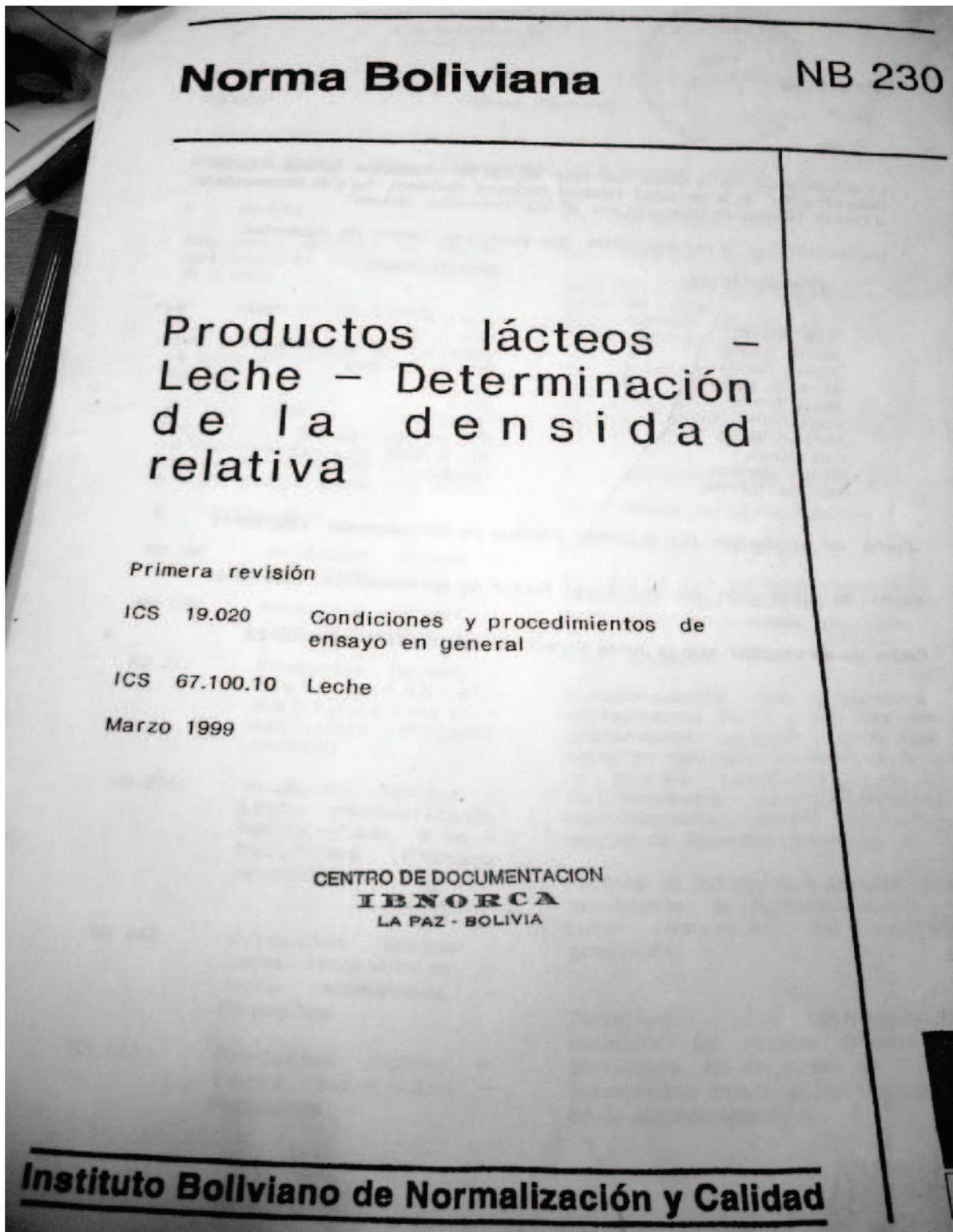
8. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de almacenamiento y transporte deben cumplir con las normas específicas de cada producto.

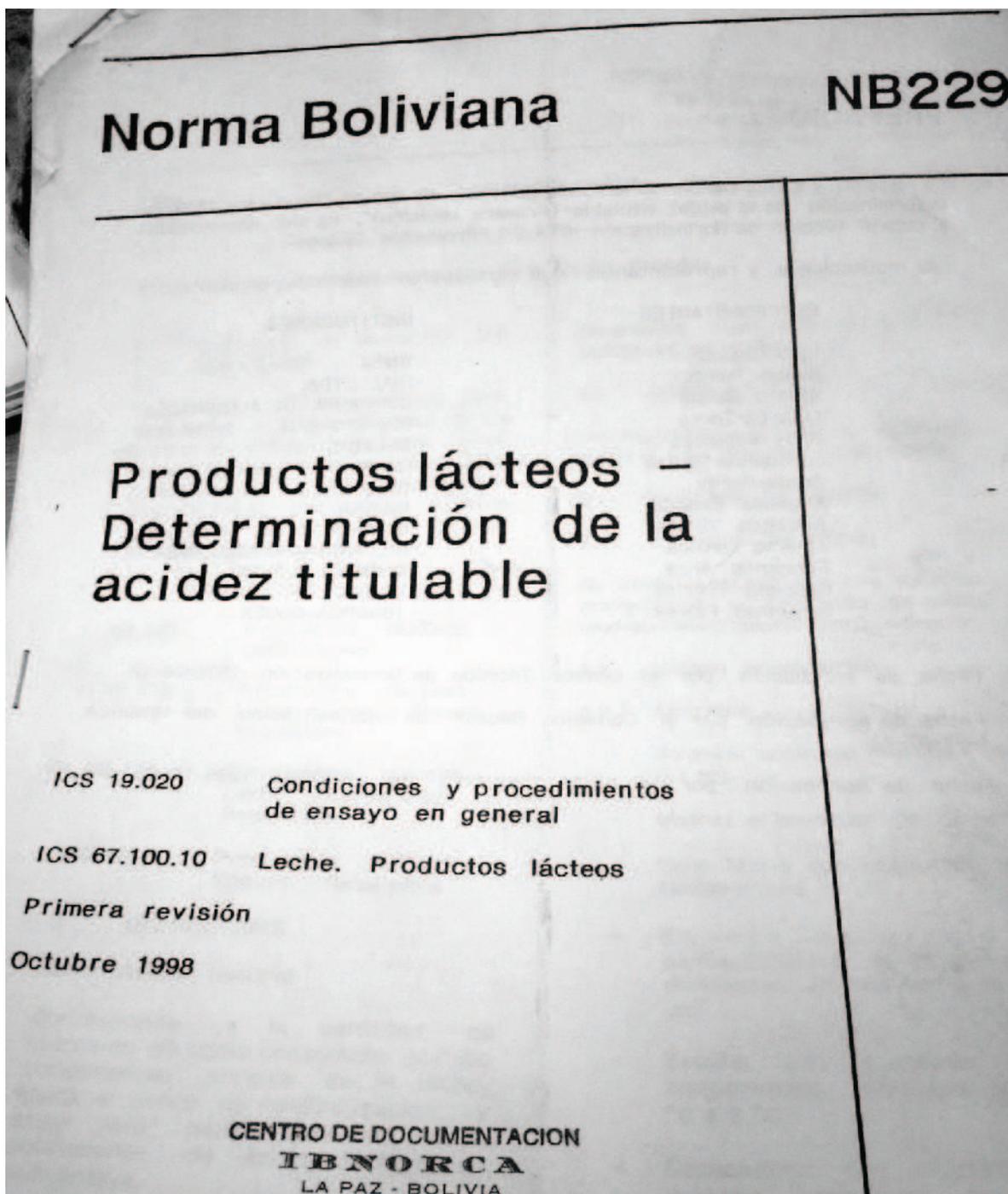
9. BIBLIOGRAFÍA

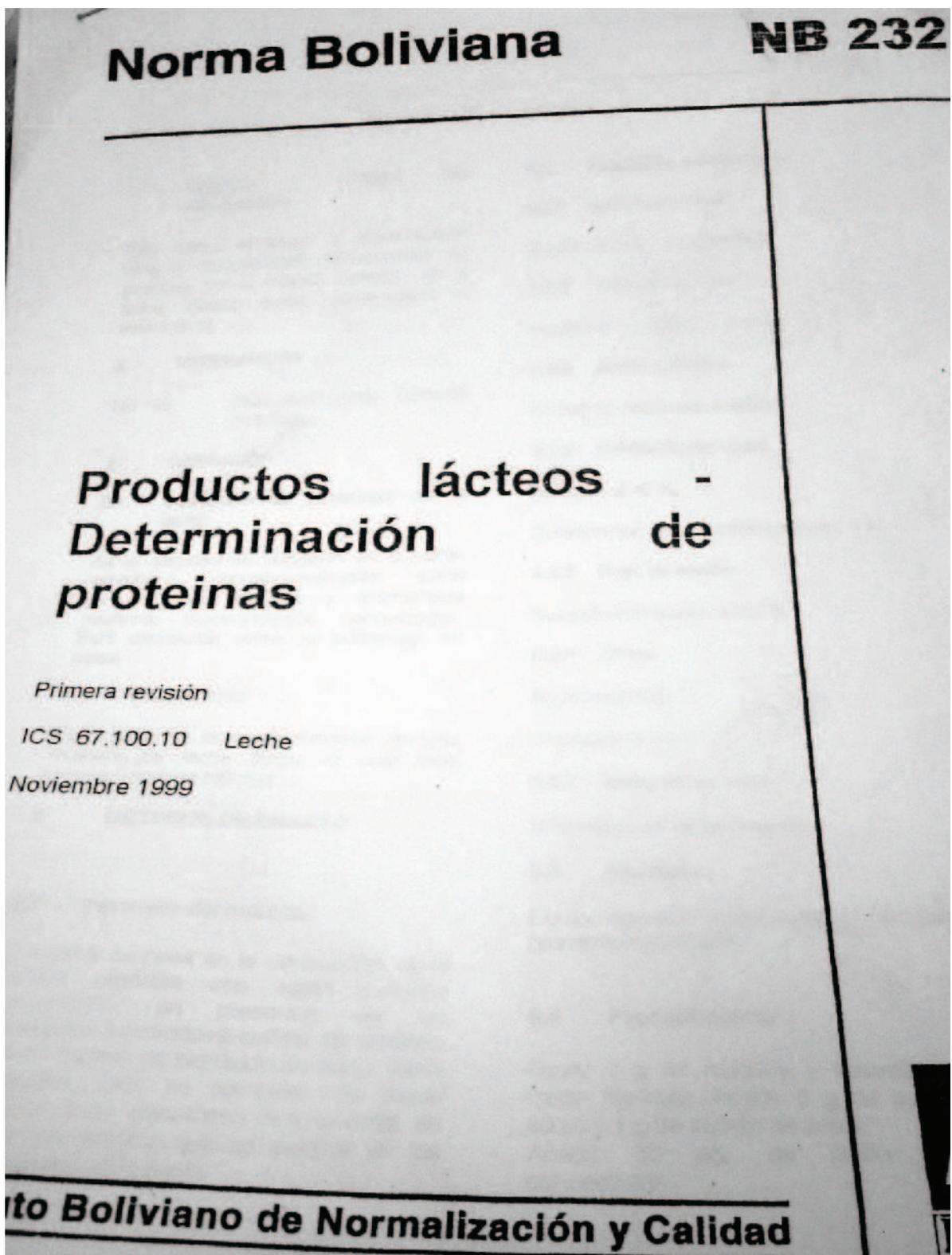
- INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL ICAITI 34 040 leche fresca de vaca
- INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMAS INEN 9 leche fresca - Requisitos
- COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES COVENIN 903 Leche cruda - Requisitos
- INSTITUTO NACIONAL DE RACIONALIZACION UNE 34 100 Leche de vaca - Clases, características y métodos de ensayo.

Anexo N° 6.-Norma NB – 230 Productos lácteos – Leche – Determinación de la densidad relativa



Anexo N° 7.-Norma NB – 229 Productos lácteos – Determinación de la acidez titulable





Norma Boliviana

Productos lácteos - Determinación de contenido graso en leche por los métodos Gerber y Rose-Gottlieb

ICS 19.020 Condiciones y procedimientos
de ensayo en general

ICS 67.100.10 Leche. Productos lácteos

Octubre 1998

CENTRO DE DOCUMENTACION
IBNORCA
LA PAZ - BOLIVIA

Anexo N° 10.- Matriz de correlaciones de Pearson

Correlaciones

	Puntua(A C.TITUL)	Puntua(DE NSIDAD)	Puntua(PH)	Puntua(T EMP)	Puntua(C NT.SOD)	Puntua(C NT.MAG)	Puntua(C NT.POTA)	Puntua(C NT.CAL)	Puntua(C ENIZA)	Puntua(S OL.TOT)	Puntua(C NITR)	Puntua(PR OTEINA)	Puntua(C ASEINA)	Puntua(TE N.GRAS)
Puntua(AC.TITUL) Correlación de Pearson	1													
Sig. (bilateral)														
N	13													13
Puntua(DENSIDAD) Correlación de Pearson	-.292	1												
Sig. (bilateral)	.333													
N	13	13												13
Puntua(PH) Correlación de Pearson	-.422	.104	1											
Sig. (bilateral)	.734	.095												
N	13	13	13											13
Puntua(TEMP) Correlación de Pearson	.070	.483	.010	1										
Sig. (bilateral)	.820	.095	.973											
N	13	13	13	13										13
Puntua(CNT.SOD) Correlación de Pearson	.558*	.053	-.393	.293	1									
Sig. (bilateral)	.048	.864	.184	.331										
N	13	13	13	13	13									13
Puntua(CNT.MAG) Correlación de Pearson	.033	-.051	.124	-.202	-.087	1								
Sig. (bilateral)	.914	.868	.687	.508	.777									
N	13	13	13	13	13	13								13
Puntua(CNT.POTA) Correlación de Pearson	.336	.012	-.114	.507	.528	.123	1							
Sig. (bilateral)	.262	.969	.710	.077	.063	.688								
N	13	13	13	13	13	13	13							13
Puntua(CNT.CAL) Correlación de Pearson	-.204	.018	-.182	.132	-.307	-.351	-.142	1						
Sig. (bilateral)	.503	.953	.552	.667	.308	.240	.644							
N	13	13	13	13	13	13	13	13						13
Puntua(CENIZA) Correlación de Pearson	.401	.349	-.252	.376	.613*	.031	-.031	-.031	1					
Sig. (bilateral)	.174	.243	.406	.205	.026	.921	.080	.921						
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13					13
Puntua(SOL.TOT) Correlación de Pearson	.163	.405	-.424	-.038	.333	.178	-.379	-.239	.298	1				
Sig. (bilateral)	.595	.170	.149	.902	.266	.561	.202	.431	.322					
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13				13
Puntua(CNT.NITR) Correlación de Pearson	.015	.239	.063	.434	.181	-.306	-.232	.141	.228	.488	1			
Sig. (bilateral)	.962	.431	.837	.138	.554	.309	.447	.645	.453	.091				
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13			13
Puntua(PROTEINA) Correlación de Pearson	.001	.287	-.011	.361	.392	-.321	-.159	.266	.483	.505	.813**	1		
Sig. (bilateral)	.996	.341	.972	.226	.185	.285	.603	.380	.095	.078	.001			
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13		13
Puntua(CASEINA) Correlación de Pearson	-.039	.076	.132	.181	-.206	.008	-.212	-.237	-.286	.209	.553*	-.023	1	
Sig. (bilateral)	.899	.806	.667	.553	.500	.979	.486	.436	.343	.492	.050	.941		
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Puntua(TEN.GRAS) Correlación de Pearson	-.135	.381	.235	.634*	.399	-.248	.110	-.024	.412	.358	.780**	.841**	.160	1
Sig. (bilateral)	.661	.200	.439	.020	.176	.413	.721	.937	.162	.230	.002	.000	.601	
N	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Anexo N° 11.- Análisis de conglomerados de k medias

Pertenencia a los conglomerados

Número de caso	VAR00001	Conglomerado	Distancia
1	Choquena ira	2	5.680
2	Copalacay a	2	5.538
3	Copalacay a	2	4.130
4	Copalacay a	1	5.264
5	Copalacay a	2	4.407
6	Cañaviri	2	5.054
7	Cañaviri	2	3.297
8	Cañaviri	2	4.081
9	Callisaya	2	5.048
10	Callisaya	1	5.318
11	Callisaya	1	5.351
12	Choquena ira	1	.000
13	Choquena ira	2	.000

Anexo N° 12.- Tabla de Datos

No.	Comunidad	Productor	qmc										fis					microbiologicos				
			Acidez titulable (%)	densidad	PH	Temp	Cantidad de Sodio	Cantidad de Magnesio	Cantidad de Potasio	Cantidad de Calcio	% Ceniza	Sólidos Totales (° Brix)	Cantidad de nitrógeno	Proteína (%)	Caséina	Tenor Graso (%)	Staphylococcus aureus (ufc/ml)	Recuento de bacterias coliformes (ufc/ml)	Recuento de levaduras (ufc/ml)	Recuento total de bacterias mesófilas aerobias (ufc/ml)	Recuento total de células somáticas (ce/ml)	
1	Choqueñata	Gil Rojas	0.16	1.082	6.57	18.0	0.051	0.011	0.001	0.094	0.69	9.50	0.455	2.90	2.417	3.3	4.00E+04	6.00E+04	4.00E+04	8.00E+02	9.00E+04	
2	Copacacaya	raulino canaviri	0.19	1.028	6.61	17.4	0.070	0.012	0.094	0.65	10.00	0.439	2.80	2.334	3.3	1.80E+04	2.00E+04	1.00E+04	2.20E+04	1.20E+05		
3	Copacacaya	julio canaviri	0.18	1.081	6.63	17.6	0.052	0.013	0.052	0.65	10.60	0.517	3.30	2.751	3.4	1.80E+04	1.60E+04	0.00E+00	3.40E+04	1.60E+05		
4	Copacacaya	silvia canaviri	0.16	1.029	6.65	17.1	0.047	0.010	0.042	0.47	9.60	0.486	3.10	2.584	3.3	4.00E+04	4.00E+04	0.00E+00	2.80E+04	1.50E+05		
5	Copacacaya	martha condori	0.16	1.080	6.60	17.0	0.043	0.011	0.067	0.55	10.25	0.455	2.90	2.417	3.3	2.00E+04	8.00E+04	5.00E+04	7.90E+04	1.80E+05		
6	Cañaviri	epifania canaviri	0.19	1.080	6.47	16.5	0.052	0.011	0.060	0.63	10.25	0.408	2.60	2.167	2.8	1.80E+04	2.00E+04	0.00E+00	8.60E+04	2.00E+05		
7	Cañaviri	hugo canaviri	0.17	1.081	6.55	17.3	0.049	0.011	0.040	0.66	11.00	0.549	3.50	2.917	3.5	1.50E+04	1.90E+04	0.00E+00	9.60E+04	2.40E+05		
8	Cañaviri	Don Cirilo	0.17	1.082	6.48	17.8	0.050	0.012	0.057	0.55	10.50	0.439	2.80	2.334	3.2	2.00E+04	3.00E+04	0.00E+00	1.00E+02	8.00E+04		
9	Calisapa	Sisto Jimachi	0.16	1.082	6.63	17.3	0.030	0.011	0.034	0.56	10.50	0.486	3.10	2.584	3.3	2.00E+04	1.80E+04	1.00E+04	1.50E+04	1.00E+05		
10	Calisapa	Lidia Mendoza de calisapa	0.16	1.081	6.59	16.7	0.041	0.013	0.046	0.50	10.55	0.437	2.30	3.160	3.0	1.70E+04	3.00E+04	4.00E+04	5.90E+04	1.70E+05		
11	Calisapa	Rosmary Mendoza	0.18	1.028	6.58	17.5	0.028	0.011	0.064	0.48	9.50	0.475	2.40	3.282	3.0	3.00E+04	4.70E+04	0.00E+00	2.70E+04	1.40E+05		
12	Choqueñata	Gracia San Gabriel	0.16	1.027	6.60	16.3	0.027	0.013	0.034	0.52	9.75	0.408	2.60	2.167	2.9	1.60E+04	6.00E+04	2.00E+04	9.60E+04	2.50E+05		
13	Choqueñata	EE Choqueñata	0.18	1.029	6.44	17.2	0.066	0.011	0.057	0.60	11.00	0.517	3.30	2.751	3.3	3.90E+04	2.00E+04	0.00E+00	1.30E+03	9.00E+04		
		Promedio zona de estudio	0.17	1.03	6.57	17.21	0.05	0.01	0.06	0.58	10.23	0.47	2.89	2.60	3.20	2.39E+04	3.54E+04	1.31E+04	4.19E+04	1.52E+05		
		media	0.164	1.029	6.58	16.8	0.032	0.013	0.050	0.66	11.00	0.489	2.90	2.634	3.3	2.00E+04	8.00E+04	9.00E+03	6.00E+04	1.80E+05		

Anexo N° 13.- Tabla de relación de aporte de leche a la planta lechera

N°	Comunidad	Productor	Aporte (litros)
1	Choquenaira	Gil Rojas	54.545
2	Copalacaya	paulino canaviri	54.545
3	Copalacaya	julio canaviri	54.545
4	Copalacaya	silveria canaviri	54.545
5	Copalacaya	martha condori	54.545
6	Cañaviri	epifania canaviri	54.545
7	Cañaviri	hugo canaviri	54.545
8	Cañaviri	Don Cirilo	54.545
9	Callisaya	Sixto Limachi	54.545
10	Callisaya	Lidia Mendoza de callisaya	54.545
11	Callisaya	Rosmery mendoza	54.545
12	Choquenaira	Granja San Gabriel	150
13	Choquenaira	EE. Choquenaira	250
Total de capacidad de la planta de leche			1000