

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Tesis previa a la obtención del Título de: INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

**PREVALENCIA DE MASTITIS BOVINA MEDIANTE LA PRUEBA DE CALIFORNIA MASTITIS TEST CON IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE ETIOLÓGICO, EN EL CENTRO DE ACOPIO DE LECHE DE LA COMUNIDAD EL CHAUPI, CAYAMBE – ECUADOR, 2014**

**AUTOR:**

**LUIS SEBASTIÁN FONSECA SÁNCHEZ**

**DIRECTORA:**

**Dra. Nancy Bonifaz MVZ MsC**

**Quito, Mayo del 2015**

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados, conclusiones y recomendaciones de la presente investigación, son de exclusiva responsabilidad del autor.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento, sin autorización previa.

Quito, Mayo del 2015.

(f) \_\_\_\_\_

Luis Sebastián Fonseca Sánchez

## DEDICATORIA

*A mi familia por ser ejemplo en esfuerzo, sacrificio, comprensión, amor, en el apoyo de toda mi vida profesional, como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos, este logro es tanto suyo como mío.*

*A mis hermanos por su amor incondicional y estar siempre a mi lado. Gracias a esas personas importantes en mi vida, a mis tíos que sin pedir nada a cambio me apoyaron y brindaron toda su ayuda.*

*A mis maestros que en este andar de la vida, influyeron con sus conocimientos y experiencias en formar una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.*

*Luis Sebastián*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios, a mis padres, a mis abuelitos, a mis hermanos, por todo el cariño que me brindaron, me alentaron a culminar mi profesión.*

*Agradezco a la **Universidad Politécnica Salesiana** por abrirme las puertas y brindarme las enseñanzas necesarias para poder tener una herramienta necesaria en mi vida profesional.*

*Agradezco de la manera muy especial a la **Dra. Nancy Bonifaz**, directora de tesis, quien con su conocimiento, paciencia y dedicación, pude culminar el trabajo final de tesis.*

*Agradezco a mis tíos: **Pablo, Roberti, Patricio**, compañeros de clases **Juan Carlos y Francisco** quienes estuvieron en los momentos más complicados de mi carrera.*

*Luis Sebastián*

## ÍNDICE GENERAL

| CONTENIDO  | PAG. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCIÓN .....  | 15   |
| 2. OBJETIVOS.....  | 17   |
| 2.1. Objetivo General.....   | 17   |
| 2.2. Objetivos Específicos.....  | 17   |
| 3. MARCO TEÓRICO .....   | 18   |
| 3.1. La mastitis.....  | 18   |
| 3.1.1. Definición .....  | 18   |
| 3.2. Fisiología de la lactación .....  | 19   |
| 3.3. El desarrollo de la glándula mamaria.....                                     | 19   |
| 3.4. Mamogénesis .....   | 20   |
| 3.5. Lactogénesis y Galactopoyesis .....   | 21   |
| 3.6. Flujo sanguíneo mamario.....  | 21   |
| 3.7. Tipo de mastitis.....   | 22   |
| 3.8. Clasificación de la mastitis de acuerdo al origen.....                        | 22   |
| 3.8.1. Microorganismos causantes de mastitis contagiosa.....                       | 22   |
| 3.8.2. Microorganismos causantes de la mastitis ambiental .....                    | 24   |
| 3.9. Clasificación de la mastitis de acuerdo a la intensidad de la infección ..... | 28   |
| 3.9.1. La mastitis sub-clínica .....   | 28   |
| 3.9.2. La mastitis clínica .....   | 28   |
| 3.10. Diagnóstico .....  | 29   |
| 3.11. California Mastitis Test (CMT). .....  | 29   |
| 3.12. Método fluoro-opto-electrónico (Fossomatic) y CounterCoulter .....           | 32   |
| 3.13. Conteo de Células Somáticas y Unidad Formadora de Colonias. ....             | 32   |
| 3.14. Epidemiología de la enfermedad. ....   | 33   |
| 3.14.1. La prevalencia aparente de la enfermedad.....                              | 33   |
| 3.14.2. Sensibilidad.....  | 34   |
| 3.14.3. Especificidad.....   | 34   |
| 3.14.4. Riesgo relativo .....  | 34   |
| 3.14.5. Determinación de la tasa reproductiva base (Ro) .....                      | 36   |
| 4. UBICACIÓN.....  | 37   |
| 4.1. Ubicación geográfica .....  | 37   |
| 4.2. Ubicación política territorial .....  | 37   |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 4.3.    | Condiciones climáticas .....                                | 37 |
| 5.      | MATERIALES Y MÉTODOS .....                                  | 38 |
| 5.1.    | Materiales.....   | 38 |
| 5.2.    | Métodos.....  | 39 |
| 5.2.2.  | Método de campo.....  | 40 |
| 5.2.3.  | Toma de muestras de leche .....                             | 40 |
| 5.2.4.  | Método de laboratorio.....                                  | 41 |
| 5.2.5.  | Encuesta epidemiológica .....                               | 42 |
| 5.2.6.  | Principales indicadores epidemiológicos.....                | 42 |
| 5.2.7.  | Factores de riesgo .....                                    | 42 |
| 6.      | MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO .....                     | 45 |
| 6.1.    | Fase de socialización.....                                  | 45 |
| 6.2.    | Fase de campo.....  | 45 |
| 6.3.    | Fase de laboratorio.....                                    | 46 |
| 7.      | RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                 | 47 |
| 7.1.    | Resultados del CMT en la fase de campo.....                 | 48 |
| 7.2.    | Resultados de vacas infectadas de mastitis por cuartos..... | 48 |
| 7.2.1.  | Grado de infección del cuarto posterior izquierdo.....      | 48 |
| 7.2.2.  | Grado de infección del cuarto posterior derecho .....       | 49 |
| 7.2.3.  | Grado de infección del cuarto anterior izquierdo .....      | 50 |
| 7.2.4.  | Grado de infección del cuarto anterior derecho.....         | 50 |
| 7.2.5.  | Grado de mastitis .....                                     | 51 |
| 7.2.6.  | Prevalencia aparente de la enfermedad.....                  | 52 |
| 7.2.7.  | Sensibilidad.....   | 53 |
| 7.2.8.  | Especificidad.....  | 53 |
| 7.2.9.  | Riesgo relativo (RR) .....                                  | 54 |
| 7.2.10. | Determinación de la tasa reproductiva base (Ro) .....       | 55 |
| 7.3.    | Identificación del agente etiológico .....                  | 55 |
| 7.4.    | Conteo de células somáticas .....                           | 56 |
| 7.5.    | Unidad formadora de colonias .....                          | 57 |
| 7.6.    | Factores de riesgo .....                                    | 58 |
| 7.7.    | Edad del ganado .....                                       | 59 |
| 7.8.    | Lavado de ubres .....                                       | 59 |
| 7.9.    | Lesiones en los pezones .....                               | 60 |
| 7.10.   | Estaciones del Año.....                                     | 60 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 7.11. | Número de partos .....                              | 61 |
| 7.12. | Periodo de lactancia .....                          | 62 |
| 7.13. | Estimación de pérdidas económicas por mastitis..... | 64 |
| 8.    | CONCLUSIONES .....                                  | 66 |
| 9.    | RECOMENDACIONES .....                               | 68 |
| 10.   | BIBLIOGRAFÍA.....                                   | 69 |
| 11.   | ANEXOS.....   | 71 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO  | PÁG. |
|---|------|
| Cuadro 1. Resultados de CMT en bidón de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....                        | 47   |
| Cuadro 2. Resultados al CMT, del total de vacas de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....             | 48   |
| Cuadro 3. Condición epidemiológica de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....                          | 53   |
| Cuadro 4. Número de partos de vacas investigadas de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....            | 61   |
| Cuadro 5. Porcentajes de periodo de lactancia de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....               | 62   |
| Cuadro 6. Pérdidas económicas según el grado de infección, en la investigación, “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”..... | 64   |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

| GRAFICO   | PÁG. |
|---|------|
| <b>Gráfico 1.</b> Porcentaje total de negativos y positivos de la prueba de CMT en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”..... | 47   |
| <b>Gráfico 2.</b> Resultados del CMT por el cuarto posterior izquierdo en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....          | 49   |
| <b>Gráfico 3.</b> Resultados del CMT por el cuarto posterior derecho en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....            | 49   |
| <b>Gráfico 4.</b> Resultados del CMT por el cuarto anterior izquierdo en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....           | 50   |
| <b>Gráfico 5.</b> Resultados del CMT por el cuarto anterior derecho en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....             | 50   |
| <b>Gráfico 6.</b> Grado de mastitis clínica y subclínica y confirmación por CMT en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”..... | 51   |
| <b>Gráfico 7.</b> Agentes etiológicos identificados en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....                             | 55   |
| <b>Gráfico 8.</b> Conteo de células somáticas en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....                                   | 56   |
| <b>Gráfico 9.</b> Unidad Formadora de Colonia en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....                                   | 57   |
| <b>Gráfico 10.</b> Porcentajes factores de riesgo de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.....                               | 58   |

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfico 11.</b> Porcentaje de preñez del ganado de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....                            | 59 |
| <b>Gráfico 12.</b> Porcentaje de lavado de las ubres en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....                          | 59 |
| <b>Gráfico 13.</b> Porcentaje de lesiones en los pezones por vaca en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....             | 60 |
| <b>Gráfico 14.</b> Porcentaje de vacas propensas en las estaciones climáticas en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” ..... | 60 |
| <b>Gráfico 15.</b> Número de partos de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....   | 62 |
| <b>Gráfico 16.</b> Porcentajes de periodo de lactancia de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....                        | 63 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| FOTOGRAFÍA N°   | PAG. |
|---|------|
| <b>Fotografía 1.</b> Toma de muestras de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....                                  | 39   |
| <b>Fotografía 2 y 3.</b> Toma de muestras en campo y centro de acopio de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”. ..... | 41   |
| <b>Fotografía 4.-</b> Socialización con la comunidad en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....                   | 45   |
| <b>Fotografías 5 y 6.</b> Muestras enviadas para el análisis, en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014” .....          | 46   |
| <b>Fotografía 7.</b> Formato de encuesta realizada a los productores de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”. .....  | 73   |
| <b>Fotografía 8 y 9.</b> Lavado y esterilizado de frascos para toma de muestras en la investigación. ....   | 73   |
| <b>Fotografías 10 y 11.</b> Centro de acopio de la investigación. ....  | 74   |
| <b>Fotografías 12 y 13.</b> Análisis de CCS y UFC de las muestras tomadas en la investigación. ....   | 74   |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO N°   | PÁG. |
|--|------|
| <b>Anexo 1.</b> Resultados de análisis del cultivo bacteriológico..... | 71   |
| <b>Anexo 2.</b> Resultados de análisis de CCS, UFC .....               | 72   |

## RESUMEN

La investigación fue realizada en el Cantón Cayambe, Parroquia Olmedo, Comunidad de El Chaupi, teniendo como objetivo determinar la prevalencia de Mastitis bovina, mediante la prueba de California Mastitis Test. Se tomó 266 muestras de leche, de un total de 1064 cuartos, de las cuales 105 presentaron algún grado de infección y 161 no presentaron los signos de enfermedad. De las muestras enviadas al laboratorio de calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana, se obtuvo un Conteo de Células Somáticas (CCS) con valores  $<100$  el 30% y  $>700$  con porcentajes del 9%, en Unidad formadora de Colonias (UFC) con valores  $<100$  el 86% y con valores  $>200$  con un porcentaje del 4,55%. El análisis bacteriológico arrojó el siguiente resultado; 59% de *Streptococo agalactiae*, 45% de *Streptococo aereus*, 22% de *Streptococo dysgalactiae* y 13% de *Escherichia coli*. La alta frecuencia de la enfermedad está asociada con algunos factores como: la falta de buenas prácticas de ordeño, desconocimiento de la enfermedad, mal uso de antibióticos hacen de la Mastitis una infección recurrente. Con una prevalencia de la enfermedad de 8,3%.

**Palabras Clave:** células somáticas, bacteria, Mastitis, prevalencia

## **ABSTRACT**

The research was conducted in the Canton Cayambe, Olmedo parish, community of El Chaupi, aiming to determine the prevalence of bovine mastitis by the California Mastitis Test. 266 milk samples from a total of 1064/4, of which 105 showed some degree of infection and 161 showed no signs of disease were noted. Of the samples sent to the laboratory quality milk Salesian University a somatic cell count (SCC) with values <100 30% and > 700 with shares of 9%, colony forming unit (CFU) it was obtained with values <86% and 100 with values > 200 with a rate of 4.55%. The bacteriological analysis yielded the following results; 59% of *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus aureus* 45%, 22% and 13% *Streptococcus dysgalactiae* *Escherichia coli*. The high frequency of the disease is associated with several factors including: a lack of good milking practices, ignorance of the disease, and misuse of antibiotics make the Mastitis a recurrent infection. A disease prevalence of 8.3%.

**Keywords:** somatic cells, bacteria, Mastitis, prevalence

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS

**CBT.-** Conteo Bacteriológico Total

**CCS.-** Conteo Células Somáticas

**CMT.** - California Mastitis Test

**Cultivo.-** Método para la multiplicación de microorganismos

**Es.-** Especificidad

**Etiológico.-** Estudio sobre las causas de las cosas y enfermedades

**HC.-** Hormona de Crecimiento

**I.-** Incidencia

**Infeción.-** Invasión y desarrollo de un microorganismo, generalmente parásito

**INEN.-** Instituto Ecuatoriano de Normalización

**LAB – VET.-** Laboratorio Clínico Veterinario

**Pa.-** Prevalencia Aparente

**PRL.-** Prolactina

**Ro.-** Tasa Reproductiva base

**RR.-** Riesgo relativo

**UFC.-** Unidad Formadora de Colonias

**UPAs.-** Unidades Productivas Agropecuarias

## 1. INTRODUCCIÓN

En Cayambe, Provincia de Pichincha se encuentra ubicada la parroquia de Olmedo, la cual está conformada por 9 comunidades entre ellas EL CHAUPI donde la principal actividad económica es la ganadería para producción de leche, actividad que se ve afectada por la presencia de mastitis en sus hatos.

Tomando en cuenta que la mastitis causa una disminución en la producción de leche, y contribuye a la disminución en el precio por deficiencias de calidad de la misma, gastos en medicamentos, servicio veterinario, descarte de los animales, descarte en la leche, problemas de residuos de antibióticos; con esta investigación se pretendió ayudar a mejorar y corregir este problema.

Una de las causas más importantes para la degradación de la leche son las enzimas producidas por distintos microorganismos causantes de la mastitis bovina y también las enzimas de origen celular, que continúan con su acción de degradación de las proteínas, lactosa y grasa butirosa en la leche fluida y productos lácteos, aún después de la pasteurización, disminuyendo la vida útil de los mismos y provocando cambios organolépticos.

Por este motivo, los programas preventivos de mastitis y de calidad de leche se deben llevar a cabo en todas las fincas y haciendas dedicadas a esta actividad y deben tener por objetivo la producción de leche de óptima calidad en su composición, provenir de vacas sanas y bien alimentadas, con la máxima calidad higiénica posible, y sin la presencia de sustancias adulterantes de ningún tipo. (Glauber, 2013)

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad identificar la prevalencia de mastitis bovina en vacas lecheras de los productores de la Comunidad de El Chaupi en donde se ha tenido problemas de calidad de leche a causa de microorganismos. De ahí que nace la necesidad de investigar sobre esta enfermedad tanto por razones de salud pública como salud animal, además los costos que este padecimiento representa en la economía del sistema de producción, justifican la trascendencia del

estudio para la pronta y acelerada identificación de la mastitis, ya que estudios locales y nacionales demuestran que existe una alta prevalencia de la enfermedad.

Además, (Bonifaz, 2011) en la investigación de la calidad sanitaria de la leche en el Ecuador, menciona que, mediante una encuesta preguntó a los productores si tenían conocimiento de la enfermedad de la glándula mamaria, Mastitis, si tenían conocimiento y si practicaban el CMT como práctica de campo para detectarla teniendo como resultados 90% si conocen de la enfermedad, 85% conoce la prueba de CMT pero solo un 65% de los productores encuestados de las 7 provincias no la aplican.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Determinación de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de El Chaupi.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la prevalencia de la mastitis bovina mediante las pruebas de campo CMT y de laboratorio CCS y UFC.
- Determinar las posibles relaciones entre la prueba de campo CMT y las pruebas de laboratorio CCS y UFC para la determinación de mastitis bovina.
- Identificar los agentes patológicos causantes de la mastitis bovina mediante pruebas de cultivo en laboratorio.
- Identificar los factores de riesgo causantes de la mastitis bovina a través de encuestas y observaciones de campo.
- Estimar las pérdidas económicas por prevalencia causadas por la mastitis bovina según el grado de infección.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. La mastitis**

“La mastitis constituye la enfermedad que mayores pérdidas económicas ocasionan a los productores de leche. Estas pérdidas derivan de menor producción de leche por el daño al tejido secretor, eliminación de las vacas por no responder al tratamiento o por la pérdida de uno o más cuartos a causa de esta enfermedad, imposibilidad de comercializar la leche de vacas bajo tratamiento, costo de los medicamentos y la interferencia con el comportamiento reproductivo. La mastitis se refiere a la inflamación de la glándula mamaria, la cual puede deberse a lesiones físicas (mastitis no infecciosa) o microorganismos patógenos. En la vaca, la mastitis no infecciosa es rara, aunque cuando se presenta puede predisponer a la ubre a infecciones microbianas; 99% de las infecciones de la ubre se deben a bacterias y a la vía de la infección en prácticamente todos los casos es el conducto de la teta”. (Mellado M. , 2010)

##### **3.1.1. Definición**

“El termino mastitis se refiere a la inflamación de la glándula mamaria sea cual sea su causa. Se caracteriza por alteraciones físicas, químicas y casi siempre bacteriológicas de la leche, y por modificaciones patológicas del tejido glandular. Entre las anomalías más importantes de la leche cabe mencionar cambios de color, y presencia de coágulos y de gran número de leucocito. Aunque en muchos casos hay tumefacción, color, dolor e induración de la glándula mamaria, una gran proporción de glándulas con mastitis no se identifican fácilmente por palpación manual ni por examen visual de la leche utilizando copa de ordeño. Debido al elevado número de tales casos sub-clínicos el diagnóstico de mastitis depende actualmente en gran medida de pruebas indirectas basadas en el recuento de leucocitos en la leche”. (Edifarm, 2000)

Según (Acosta, 2002) “En el estado actual de nuestros conocimientos es sin duda lógico y práctico definir la mastitis como una enfermedad caracterizada por la presencia de una cantidad significativamente aumentada de leucocitos en la leche

procedente de las glándulas enfermas. Como el aumento de leucocitos es una reacción tisular al traumatismo, va dado por cambios en la leche como resultado directo de la lesión al tejido, queda la posibilidad de que la definición de mastitis cambie. Pero mientras, y en vista de que el uso común define la enfermedad según el contenido de cloro o sodio en la leche, la conductividad eléctrica o la cantidad de cero albúminas, nos vemos en la necesidad de tal cambio. Una definición más exacta que incluya el tipo de mastitis depende del agente causal, ya sea éste físico o infeccioso”.

### **3.2. Fisiología de la lactación**

“La fisiología de la lactación abarca el desarrollo la glándula mamaria desde la etapa fetal hasta la edad adulta, el desarrollo futuro durante la preñez y el inicio de la lactancia con los consecuentes sucesos adaptativos metabólicos y de comportamiento. Al inicio de la preñez el sistema endocrino sufre dramáticos cambios. El crecimiento de la glándula mamaria es estimulado por la hormona de crecimiento (HC) y la prolactina (PRL), esteroides adrenocorticales, estrógeno y progesterona, gastrina y secretina del sistema gastrointestinal”. (Glauber, 2013)

Según (Glauber, 2013) Debido a los sistemas de selección y reproductivos, las vacas lecheras producen mucha más leche que la necesaria para criar a su cría. A pesar del aumento de la producción lechera, la composición de la leche se mantiene y no reproduce los cambios reproductivos.

### **3.3. El desarrollo de la glándula mamaria**

(Glauber, 2013)“El desarrollo de la glándula mamaria se inicia en el feto en todas las especies mamíferas. En el feto bovino, desde el ectodermo, las líneas mamarias son visibles desde el día 35. Alrededor del tercer mes los canales mamarios y se forman los conductos excretorios y luego se forman los alvéolos. El sistema excretorio es completado al final del segundo trimestre de la vida fetal”.

(Albeitar, 2014) “Durante el primer estadio postnatal, el proceso de crecimiento es a una tasa igual que el resto del cuerpo (crecimiento isométrico). Al comienzo del tercer mes la glándula mamaria comienza a crecer 2-4 veces más rápido que el resto del cuerpo hasta la pubertad (crecimiento alométrico). Previo a la pubertad el tejido mamario es influenciado por factores de crecimiento y hormonas”.

(Edifarm, 2000) “A edad adulta el ciclo de la lactación puede dividirse en periodos consecutivos: mamogénesis, lactogénesis, galactopoyesis y flujo sanguíneo mamario. Cada fase caracterizada por un estricto control hormonal. Tres categorías de hormonas están involucradas: hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona, lactógeno, placentaria, prolactina y oxitocina) actúan directamente sobre la glándula mamaria. Hormonas del metabolismo (hormona crecimiento, corticosteroides, tiroides, insulina) que funcionan en distintas partes del cuerpo y a menudo tienen efecto sobre la glándula”.

“Finalmente hormonas de producción local que incluyen la hormona de crecimiento, prolactina, paratiroideapéptida (PTHrp) y leptina (recientemente descrita, hormona con síntesis en el tejido adiposo pero también en la glándula mamaria)”. (Correa J, 2009)

“La PTHrp se expresa en células del epitelio mamario durante la lactación y recientes experimentos en cobayos informan que su secreción puede relacionarse con las concentraciones de calcio extracelular y su importancia en el transporte de calcio desde la sangre a la leche”. (Albeitar, 2014).

### **3.4. Mamogénesis**

(Arévalo, 2007) Menciona que hormonas del metabolismo, factores de crecimiento y prolactina son necesarios para el normal desarrollo de la glándula mamaria con especial referencia a las hormonas sexuales esteroideas. A través de la gestación, la proliferación del epitelio mamario es dependiente de estrógenos y progesterona. Los receptores específicos para esas hormonas se expresan en niveles muy bajos durante la mamogénesis o lactogénesis. Los estrógenos también estimulan la secreción de IGF-I (Factor crecimiento-insulina) a partir de las células del estroma de la glándula

mamaria y causa el crecimiento de células epiteliales. La mamogénesis no ocurre en ausencia de prolactina y hormona de crecimiento.

### **3.5. Lactogénesis y Galactopoyesis**

Para (Arévalo, 2007) La producción de leche es controlada por las hormonas lactogénicas Prolactina y Hormona de Crecimiento (HC) durante la lactogénesis y lactopoiesis. Prolactina y HC son esenciales para la transición de proliferativo a glándula mamaria lactando a través del dominio de HC sobre la prolactina durante la galactopoyesis en rumiantes a diferencia de humanos y cobayos. En el mantenimiento de la producción lechera o galactopoyesis la prolactina (PRL) en la vaca lechera reviste importancia. La acción de la prolactina es a través del epitelio mamario en forma directa o factores de transcripción, semejante a la HC que actúa en forma directa en la glándula o indirectamente con producción de IGF-I local o producida en el hígado. Las células mamarias bovinas presentan receptores IGF-I y II, receptores de insulina y proteínas de unión IGF”.

### **3.6. Flujo sanguíneo mamario**

“El parénquima mamario y su red de capilares se desarrollan en paralelo y comparativamente en una tasa más lenta desde la preñez. El desarrollo de conductos y bifurcaciones del parénquima mamario madura a lo largo con el crecimiento mamario. El volumen sanguíneo se expande en el animal preñado y alrededor del 15 % de la producción cardíaca está directamente relacionada con la unión placentofetal hasta el fin de la preñez. Al parto la mayoría del flujo es removido del útero a la glándula mamaria. Un óptimo flujo sanguíneo de la glándula es esencial para la producción de leche para proveer los precursores en la síntesis necesaria de los elementos de la leche”. (Arévalo, 2007)

“Asimismo otros órganos como el tracto gastrointestinal y el hígado también usan parte de ese elevado volumen sanguíneo. La producción de CO<sub>2</sub> ha sido directamente correlacionada con el flujo sanguíneo mamario. Aunque el flujo sanguíneo mamario aumenta tremendamente al parto, el completo desarrollo de la red capilar y actividad metabólica a juzgar por la actividad de la anhidrasa carbónica en el endotelio capilar no se alcanza hasta varios días después del parto en la cabra.

El flujo sanguíneo de la glándula mamaria es luego correlacionado con la producción de leche y disminuye luego del pico de lactancia cuando comienza a declinar la producción”. (Arévalo, 2007)

### **3.7. Tipo de mastitis**

### **3.8. Clasificación de la mastitis de acuerdo al origen**

#### **3.8.1. Microorganismos causantes de mastitis contagiosa**

(Correa J, 2009) Los patógenos causantes de la mastitis contagiosa de primera importancia incluyen al *Staphylococcus aureus*, *Streptococo agalactiae*, *Corynebacterium bovis*, y al *Mycoplasma spp*. Son organismos transmitidos de vaca a vaca a través de los paños utilizados para limpiar las ubres, la leche residual en las pezoneras y un equipo de ordeño inadecuado donde el reservorio primario que alberga los patógenos es el animal infectado o el cuarto de la ubre y la exposición de los cuartos mamarios no infectados se restringe al proceso del ordeño.

**El *Corynebacterium bovis*.**- “Frecuentemente se aísla de la leche de glándulas mamarias de vacas infectadas de mastitis y es asociado con la reducción en la producción de leche. Está relacionado con formas muy apacibles de inflamación mamaria. La única manifestación de esta infección, es un ligero aumento de la cuenta de células somáticas”. (Correa J, 2009)

***Mycoplasma spp*.**- “La mastitis causada por *Mycoplasma* se caracteriza por comienzo brusco, partición frecuente de todos los cuartos glandulares, descenso súbito de la producción, tumefacción intensa de la ubre y anormalidades manifiestas de la leche sin signos evidentes de enfermedad general. Una característica notable de los micoplasmas es que al parecer son capaces de sobrevivir, o incluso prosperar, en presencia de un gran número de leucocitos en la leche. No se han podido detectar anticuerpos contra las bacterias en sueros sanguíneos o en suero de leche de animales infectados con algunas cepas, pero existen anticuerpos de fijación del

complemento en suero de animales que han sido recuperados de la infección por otras cepas”. (Correa J, 2009)

***Streptococcus agalactiae***.- “Antes de la era de los antibióticos, *Streptococcus agalactiae*, era uno de los principales microorganismos causantes de mastitis. Dado que este microorganismo es un patógeno obligado que además es susceptible a los antibióticos, ahora es posible erradicar esta bacteria de las explotaciones lecheras. (Calvino, 2012) *Streptococcus agalactiae* no es una bacteria invasora activa del tejido mamario, si no que se adhiere al epitelio de las cisternas y de los grandes ductos mamarios. Los productos de desechos resultantes del crecimiento y multiplicación de esta bacteria causan la filtración de proteínas del suero sanguíneo y de polimorfonucleares (PMN), lo cual resulta en la formación de coágulos de fibrina, que a su vez bloquean los ductos mamarios, obstaculizando así el drenaje de la leche en el área afectada. Los productos de desecho de esta bacteria se sigue acumulando y esto intensifica la inflamación también se necrosa el tejido secretor, lo cual finalmente resulta en la suspensión de la secreción de la leche en el tejido afectado”. (Arévalo, 2007)

***Staphylococcus aureus***.- “Suele actuar como causa frecuente de este tipo de mastitis *Staphylococcus aureus* hemolítico coagulasa positivo, aunque puede ser difícil demostrar su prevalencia en casos peragudos sobre todo cuando es invadido el tejido necrótico por *Escherichia coli* y *Clostridium*. La mayoría de las cepas patógenas aisladas de bovinos producen toxinas beta, o una combinación de toxinas alfa y beta, pero es dudosa su importancia patógena. Los mecanismos de virulencia en las infecciones por *Staphylococcus* parecen guardar relación con la capacidad de este microorganismo para invadir tejidos y no con la excreción de sustancias. La coagulasa es una excepción pero parece ayudar a la invasión”. (Correa J, 2009)

(Correa J, 2009) “La mastitis estafilocócica en bovinos tiene importancia idéntica a la causada por *Streptococcus agalactiae* u otros *Streptococcus* en la mayor parte de las encuestas al respecto. Como en otras formas de mastitis, el descenso de la producción es la causa más importante de pérdidas económicas, pero en algunas vacadas puede haber cifras de mortalidad importantes. La respuesta al tratamiento no es satisfactoria, y no se han ideado todavía métodos adecuados para la erradicación de la mastitis estafilocócica en las vacadas infectadas. La presencia de

*Staphylococcus aureus* en la leche destinada al consumo humano debe considerarse un riesgo para el consumidor”.

### **3.8.2. Microorganismos causantes de la mastitis ambiental**

*Klebsiella spp*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, y *Enterococcus spp*. Otros microorganismos patógenos se incluyen en la clase ambiental de este tipo de infecciones. (Calvino, 2012) “Se trata generalmente de oportunistas que invaden la glándula mamaria cuando los mecanismos de defensa están disminuidos o cuando se introducen inadvertidamente en la glándula mamaria al realizar un tratamiento intramamario. Este grupo de microorganismos oportunistas incluyen a *Pseudomona spp.*, levaduras, *Prototheca spp.*, *Serratiamarcescens* y *Nocardia spp*. Cada uno de estos agentes posee características de cultivo, mecanismos patógenos y consecuencias clínicas singulares”.

(Correa J, 2009) “La fuente de estos agentes patógenos es el entorno de la vaca. La forma de transmisión principal es del ambiente a la vaca a través de un manejo inadecuado del primero. Algunos ejemplos incluyen la cama húmeda, terrenos sucios, ubres mojadas por la leche, preparación inadecuada de la ubre y los pezones antes del ordeño y sistemas de estabulación que favorecen las lesiones en los pezones. Y la exposición de los cuartos no infectados a los patógenos ambientales que puede ocurrir en cualquier momento durante la vida de una vaca”.

(Correa J, 2009) “Estas infecciones generalmente ocurren de forma esporádica. Sin embargo, se pueden producir brotes en los rebaños o en una región entera, normalmente como consecuencia de problemas con la higiene o el tratamiento. Por ejemplo, se ha producido mastitis causada por *Pseudomaaeruginosa* en brotes relacionados con la contaminación de las conducciones de goma en las salas de ordeño”.

Según (Conlago, 2013) “La mastitis ocasionada por patógenos ambientales es el principal problema que afecta a muchos hatos lecheros bien manejados, que aplican un programa de control de los patógenos contagiosos de la mastitis”.

“Debido a que en la actualidad estos patógenos no han sido bien controlados por los métodos arriba mencionados, ahora están surgiendo como la causa más frecuente de mastitis en muchos hatos, particularmente bien manejados, hatos con bajo conteo de células somáticas (<200,000 cs/ml)”(Conlago, 2013)

Tradicionalmente, los agentes más comunes causantes de la mastitis también han sido clasificados como patógenos principales (mayores) y menores según el grado de inflamación que estos producen en la glándula mamaria.

Los patógenos principales son definidos como los patógenos responsables, la mayoría de las veces, de las mastitis clínicas o de fuertes respuestas inflamatorias (conteos elevados de células somáticas en la leche) y comprenden al *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* (*S. uberis*, *S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*) y coliformes. (Calvino, 2012)

Los patógenos menores son definidos como los patógenos que infectan la glándula mamaria, causando conteos moderados de células somáticas, pero en lo general no causan signos clínicos. Estas infecciones, son especialmente frecuentes, debidas sobre todo a otros estafilococos (principalmente *S. chromogenes*, *S. hyicus*, *S. epidermidis*, y *S. xylosus*) o por *Corynebacterium bovis* y *Micrococcaceae* coagulasa-negativos. (Calvino, 2012)

### ***Streptococcus dysgalactiae***

(Correa J, 2009) La mastitis causada por patógenos medioambientales es un gran problema que afecta a los hatos lecheros. De entre los patógenos medioambientales, el *Streptococcus dysgalactiae* ha sido frecuentemente aislado de las infecciones intramamarias durante la lactación y el período seco.

El *Streptococcus dysgalactiae* es una de las especies bacterianas más importantes aislada en la mastitis bovina. El de la especie hemolítica, es un patógeno muy común en la mastitis clínica y subclínica.

La prueba serológica de Lancefield a la bacteria *Streptococcus dysgalactiae*, del grupo C, la identifica como uno de los patógenos más comunes de mastitis bovina, que causa pérdidas económicas más grandes en la industria de la leche.

Este patógeno es muy capaz de sobrevivir en la boca, vagina y piel de los animales saludables que pastan. Debido a su situación medioambiental, los métodos de higiene normales y la terapia del antibiótico son menos eficaces previniendo las infecciones por *Streptococcus dysgalactiae* que las infecciones por otro patógeno contagioso.

### ***Streptococcus uberis***

El *Streptococcus uberis* es una bacteria patógena medioambiental que induce, en una proporción significativa, la mastitis clínica bovina en todo el mundo (Calvino, 2012); Por consiguiente la mastitis medioambiental se ha vuelto un gran problema.

El *Streptococcus uberis* es un importante patógeno medioambiental involucrado en los casos de mastitis subclínica y clínica durante el periodo de lactación temprana y el periodo seco (Calvino, 2012); y es responsable del 12 al 14% de la mastitis clínica en vacas lactantes.

**Coliformes.-** (REDVET, 2012) El 5% de la mastitis se debe a bacterias gramnegativas en forma de bastón de la familia Enterobacteriae, entre las que se destacan *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *enterobacteria glomerans*. Estos organismos reciben el nombre de coliformes porque habitan en el tracto intestinal de los humanos y otros animales, sin causar ninguna enfermedad. De los microorganismos antes señalados, *Escherichiacolies* el germen más abundante en los corrales de las vacas lecheras y, por lo mismo, es el principal coliforme causante de mastitis. Debido a que los coliformes son microorganismos “ambientales”, la infección de la ubre por estas bacterias ocurre de manera fundamental entre las ordeñas. En la mayoría de casos, el número de microorganismos coliformes en la punta de las tetas es inferior a los esfilococos y estreptococos, debido a que los coliformes no colonizan la piel de la teta. Una característica de la mastitis causada por coliformes es lo transitorio de la enfermedad.

Por lo común la mastitis se manifiesta muy rápidamente, esto es, de una ordeña a otra, una vaca aparentemente normal aparece severamente enferma, lo cual se debe a la rápida multiplicación de estas bacterias con la consecuente liberación y desmanación de endotoxinas. Sin embargo, la mayoría de estas infecciones dura menos de 28 días. La mastitis causada por coliformes puede variar desde las infecciones subclínicas detectables solo con cultivos de microorganismos, hasta casos mortales. Sin embargo, la más común de las infecciones por coliformes es la mastitis aguda, donde tanto los signos sistémicos y la respuesta inflamatoria de la ubre es de corta duración y la recuperación de las vacas es rápida. Relativamente pocas infecciones por coliformes se vuelven crónicas. (Calvino, 2012)

### ***Escherichia coli***

La mastitis medioambiental es causada por bacterias coliformes. La mayoría de las bacterias coliformes son clasificadas como *Escherichia coli* (*E. coli*). La mastitis ocasionada por la *E. coli* normalmente esporádica y las señales clínicas varían desde muy severa, incluso formas fatales, a mastitis apacible, donde las vacas tienen solo señales locales en la ubre. La mastitis es un problema importante en la industria lechera y la mastitis producida por *E. coli* sobre todo la principal enfermedad en las vacas

La razón para la importancia de la mastitis por *Escherichia coli* su creciente incidencia y los síntomas severos. Este aumento puede ser debido al uso rutinario de la terapia de la vaca seca, la cual es eficaz contra el organismo contagioso Gram positivo, pero no contra el patógeno medioambiental como *E. coli*. La infección de la ubre por este patógeno probablemente es resultado de contaminación fecal.

De la gran variedad de patógenos microbianos que pueden causar la mastitis bovina, la *E. coli* la *Klebsiella pneumoniae* son los patógenos medioambientales más frecuentemente aislados de las infecciones intramamarias y son los principales causantes de la mastitis clínica. La *E. coli* ha sido clasificada como un agente patógeno medioambiental que induce la mastitis clínica, que es caracterizada por una intensa concentración de neutrófilos, que lleva a la eliminación de las bacterias.

Diversos factores de virulencia detectados a partir de bacterias *E. coli* patogénicas ocasionan infecciones del tracto urinario, diarrea, septicemia y meningitis en animales y humanos. La mastitis bovina es semejante a la infección del tracto urinario en que la infección es ascendente, causada por bacterias del ambiente. (Albeitar, 2014)

### **3.9. Clasificación de la mastitis de acuerdo a la intensidad de la infección**

#### **3.9.1. La mastitis sub-clínica**

Según (Mellado M. , 2010) En la mastitis subclínica, no se observan signos de la infección en la vaca, ni anormalidades en la leche, aunque esta última muestra cambios en su composición (pH, número de células somáticas y concentración de iones).

#### **3.9.2. La mastitis clínica**

(Mellado M. , 2010) La mastitis clínica se manifiesta con la presencia de coágulos en la leche, además de que la ubre está inflamada, caliente, enrojecida y dura. Al tratar de ordeñar a la vaca, muestra signos de dolor en la glándula infectada. Dependiendo de la severidad, la mastitis clínica se clasifica como subaguda, aguda y per aguda, esto es, los signos de la infección pueden ir desde cambios, mínimos en la composición de la leche, hasta signos sistémicos como la fiebre, depresión y pérdidas de apetito. La mastitis clínica detectada en pocas vacas en el hato representa solo la “punta del iceberg”, ya que por unos cuantos casos de mastitis clínicas en el hato, existen muchos casos de mastitis subclínica.

### **3.10. Diagnóstico**

El rápido diagnóstico de la mastitis bovina es de vital importancia para la aplicación inmediata de medidas de control y tratamiento. Impidiendo que la infección se agudice en la glándula afectada y se propague a otros animales, se espera reducir al máximo el costo económico de la enfermedad. En el caso de la mastitis clínica, cuyos signos son evidentes, el diagnóstico es realizado directamente por el personal del establecimiento. (Albeitar, 2014)

(Calvino, 2012) En cambio, el diagnóstico de la mastitis subclínica presenta desafíos únicos, ya que depende de la evaluación de ciertos parámetros en la leche cuyos valores se alteran producto de la infección. La evaluación del estatus sanitario puede realizarse sobre muestras de leche provenientes de cada una de las glándulas o cuartos individuales (muestra de cuarto individual), sobre la mezcla de leche de los cuatro cuartos (muestras compuestas) o sobre la mezcla de toda la leche ordeñada en un tambo (muestra de tanque). En este último caso no se obtiene información sobre vacas o glándulas individuales sino sobre el estatus sanitario general del tambo.

(Calvino, 2012) El método más directo para realizar el diagnóstico de una infección subclínica es el análisis microbiológico de la leche. Aquí se evalúa la presencia de microorganismos causantes de mastitis mediante pruebas bioquímicas y cultivo en medios selectivos y diferenciales. Pese a ser muy utilizado y dar información relevante sobre la situación infecto lógica de la mama, el análisis microbiológico es laborioso y de costo elevado. Autores han reportado una baja sensibilidad para este método.

### **3.11. California Mastitis Test (CMT).**

(Calvino, 2012) Una prueba de uso extensivo es el Test de mastitis de California, conocida generalmente por su sigla en inglés "CMT" (California Mastitis Test). Esta prueba mide en forma indirecta la cantidad de células somáticas suspendidas en la leche del cuarto mamario. Es muy práctica para utilizar al pie de la vaca, aunque la interpretación de los resultados tiene cierto grado de subjetividad.

(Calvino, 2012) Esta prueba se realiza después que la ubre ha sido preparada para el ordeño y se ha desechado dos o tres chorros de leche inicial de cada cuarto. De cada uno se hace fluir dos o tres chorros hacia el compartimiento apropiado en la paleta CMT, luego se inclina la paleta a una posición casi vertical para dejar que escurra casi toda la leche. Lo siguiente es añadir el reactivo de prueba (en igual cantidad que la leche) directamente a la leche en cada compartimiento; entonces se observan las reacciones entre el reactivo y el material nuclear de las células somáticas cuando se hace rotar la paleta suavemente. Cuando hay un elevado número de células presente, se desarrolla una sustancia gelatinosa. Mientras mayor sea el número de células, mayor será la cantidad de gel que se forme. Las reacciones se pueden medir utilizando un método que tiene cinco calificaciones, a saber: 0, traza, 1, 2 y 3. Hay una estrecha relación entre las calificaciones CMT y los niveles celulares somáticos en la leche.

| <b>CATEGORÍA</b> | <b>INTERPRETACIÓN</b> | <b>CRITERIOS</b>  |
|------------------|-----------------------|---|
| Negativo         | <200.000              | El estado de la solución permanece Inalterado. La mezcla sigue en estado Líquido. El 25% de las células son leucocitos polimorfonucleares |
| Trazas           | 150.000 – 500.000     | Se forma un precipitado en el piso de la paleta que desaparece pronto. De un 25% a 30% son leucocitos polimorfonucleares.                 |
| Grado 1 (+)      | 400.000 – 1.500.000   | Hay mayor precipitado pero no se forma gel. De un 30 a 40% son leucocitos polimorfonucleares.   |
| Grado 2 (++)     | 800.000 – 5.000.000   | El precipitado se torna denso y se concentra en el centro. De un 40 a 70% son leucocitos polimorfonucleares.                              |
| Grado 3(+++)     | >5.000.000            | Se forma un gel muy denso que se adhiere a la paleta. De un 70 al 80% son leucocitos polimorfonucleares.                                  |

Fuente: REDVET. Revista electrónica de veterinaria, 2007

## **Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT)**

(Albeitar, 2014) La Prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT), fue diseñada para el uso en el laboratorio, y es utilizada para estimar el contenido de células somáticas de muestras de leche fresca mezclada o leche de tanques de enfriamiento, así como para muestreo de vacas individuales. Se utiliza una solución similar a la que se emplea con la prueba de California (CMT), pero en contraste con esta última, los resultados se miden cuantitativamente dependiendo de la viscosidad, no cualitativamente o de estimarla a ojo de buen cubero como en la CMT.

## **Pruebas bacteriológicas**

(Mellado M. , 2010) Los cultivos en laboratorio son necesarios para identificar los organismos específicos que se encuentran comprendidos en un caso clínico de mastitis y para distinguir los animales sanos de aquellos que presentan un caso sub-clínico. La fidelidad de los resultados de laboratorio depende de los cuidados sanitarios que se tengan durante la toma de muestras y su manipulación posterior.

## **Método Somaticell**

El somaticell puede ser utilizado para analizar la leche proveniente de una o muchas vacas, se puede utilizar para el diagnóstico de la mastitis sub-clínica, o para realizar el programa de manejo de todo el hato durante un mes.

En el caso de las muestras individuales de leche, se determina la probabilidad de la presencia de mastitis, también se analiza en la leche de tanque, la calidad de leche del hato, con ello se puede estimar el porcentaje de animales con infección de la glándula mamaria. Se utiliza un Kit con un procedimiento similar al de la prueba de Wisconsin. (Mellado M. , 2010)

### **Método de conteo celular**

(Mellado M. , 2010) Los métodos electrónicos tienen en la actualidad una aplicación universal, sobre todo en laboratorios de control lechero o dedicados al diagnóstico o investigación de la mastitis, utilizándose aparatos de recuentos celulares como el Bactoscan, Fossomatic (Foss Electric, Dinamarca) y el CounterCoulter (Coulter, Inglaterra).

### **3.12. Método fluoro-opto-electrónico (Fossomatic) y CounterCoulter**

(Mellado M. , 2010) Estos dos aparatos poseen alta correlación con la microscopía óptica, por lo que proporcionan una medida segura en el recuento de células somáticas. Sin embargo, se pueden presentar variaciones en el recuento en las mismas muestras cuando se realizan con los dos aparatos debido a la diferencia de operación de cada uno de ellos. El Fossomatic basa su cálculo en la tinción fluorométrica del material nuclear, mientras que el CounterCoulter cuenta el número de impulsos eléctricos resultantes de las partículas que pasan entre dos electrodos. Es decir, cuenta partículas de un diámetro determinado, que para el caso serían las células, pero en el rango de recuento entrarían otras partículas, aumentando ligeramente el valor en comparación con el Fossomatic.

El Fossomatic consiste en el filtrado de una solución de leche mezclada con detergente (TritonX-100 EDTA) a través de una membrana con poros finos. Un procedimiento colorimétrico basado en la reacción con el ADN de las células es entonces utilizado para determinar el contenido de ADN que está relacionado directamente con el número de células presentes en la muestra inicial.

### **3.13. Conteo de Células Somáticas y Unidad Formadora de Colonias.**

Las células somáticas (CCS) son, entre otras, células blancas propias del organismo que le sirven como defensa a la glándula mamaria de la vaca contra organismos patógenos. La determinación del contenido de células somáticas de la leche del tanque, o de los cuartos de la glándula mamaria de las vacas, es el medio auxiliar de diagnóstico más importante para juzgar el estado de salud de la ubre de un hato. Con

los resultados de las células somáticas se corrobora la calidad de la leche, lo que le garantiza a la población consumir productos de buena calidad y de buena presentación, y al ganadero obtener una mayor producción al tener su hato sano y por lo tanto, mayores ingresos por venta de la leche.(REDVET, 2012)

Cuando una célula aislada comienza a crecer sobre un substrato sólido, el resultado del crecimiento al cabo del tiempo es una colonia. Se denomina unidad formadora de colonia (UFC) a una célula viva y aislada que se encuentra en un substrato y en condiciones ambientales adecuadas y produce una colonia en un breve lapso de tiempo Una UFC también puede corresponder a más de una célula cuando éstas forman parte de grupos unidos fuertemente (estreptococos o diplococos, por ejemplo) ya que cada grupo formará una sola colonia.(UNAVARRA, 2005)

### **3.14. Epidemiología de la enfermedad.**

#### **3.14.1. La prevalencia aparente de la enfermedad**

La prevalencia aparente (Pa) de una enfermedad, es la proporción de casos, diagnosticados por medio de una prueba de laboratorio, en un momento determinado en una población, y se basa en la siguiente formula:

$$\sum (Pa) = VP + FP$$

Dónde:

$\sum m$  son los casos afectados

Vp son los verdaderos positivos

Fp son los falsos positivos

### 3.14.2. Sensibilidad

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP+FN}$$

Dónde:

VP = verdaderos positivos

FN = Falsos negativos

### 3.14.3. Especificidad

En cambio, medimos el grado de capacidad de la prueba para detectar el mayor número de animales sanos y el menor número de “falsos positivos”. Una prueba altamente específica será la que de menos reacciones de “falsos positivos”. Si de 100 animales no infectados, la prueba da reacciones en 5 animales, decimos que la misma tiene una especificidad del 95%. Una prueba poco específica es una causa por consiguiente del sacrificio de animales sanos y de pérdidas económicas innecesarias. Ninguna prueba serológica sin embargo es 100% específica. Si nosotros quisiéramos dar a una prueba mayor sensibilidad, disminuiría a la vez la especificidad.

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{VN+FP}$$

Dónde:

VN = Verdaderos negativos

FP = Falsos positivos

### 3.14.4. Riesgo relativo

A mayor riesgo relativo RR, mayor asociación entre factor de riesgo (exposición) y la enfermedad.

Compara la frecuencia con que ocurre el evento en los afectivos expuestos y no expuestos:

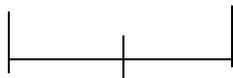
Dónde:

$RR = I_e / I_{ne}$ :

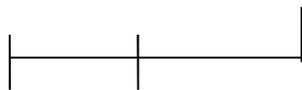
Riesgo en grupo expuesto  $RR = (a/a + b) / (c/c + d) a/a + b$

Riesgo en grupo no expuesto  $RR = (a(c+d)/c(a+b))$

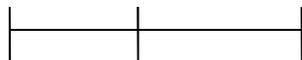
**Interpretación en la escala del Riesgo Relativo de la población en la investigación:** Prevalencia e Incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test en la Comunidad Paquiestancia, Ayora – Cayambe – Ecuador, 2012.



$RR < 1$  factor protector



$RR = >$  Ausencia de riesgo



$RR > 1$  Factor de riesgo

Fuente: J. Ron Epidemiología aplicada a las Ciencias Veterinarias. Módulo de Sanidad animal. ESPE 2011

### 3.14.5. Determinación de la tasa reproductiva base (Ro)

Es el número de nuevos casos infectados, que un individuo infectado puede producir, cuando este es introducido en una población susceptible. Es la magnitud de esta tasa, que determina si una enfermedad introducida, puede esperar proporciones epidémicas, por lo tanto:

**El Ro inferior a 1:** La enfermedad desaparecerá eventualmente.

**El Ro igual a 1:** La enfermedad tendrá un estado de equilibrio, con una proporción constante de población infectada.

**El Ro superior a 1:** La enfermedad tendrá proporciones epidémicas en la población.

El Ro nos permite calcular la proporción de población, que debe ser protegida preventivamente para que la enfermedad no se pueda establecer en una población.

$$Ro = \frac{1}{1-P}$$

**Dónde:**

Ro = Tasa reproductiva base.

1 = Constante.

P = Prevalencia

## **4. UBICACIÓN**

La presente investigación se realizó en la Comunidad de El Chaupi en las fincas ganaderas pertenecientes al Centro de Acopio de leche.

### **4.1. Ubicación geográfica**

**Longitud:** 00°2'6''

**Latitud:** 78° 78'12'' N

**Altitud:** 2850 a 3100 m.s.n.m.

### **4.2. Ubicación política territorial**

**Sector:** Centro de Acopio El Chaupi

**Comunidad:** El Chaupi

**Parroquia:** Olmedo

**Cantón:** Cayambe

**Provincia:** Pichincha

### **4.3. Condiciones climáticas**

**Clima:** El clima de la zona es frío templado con una T° entre 8 a 22 grados centígrados

**Precipitación:** La precipitación del sector es de 12,3 mm/mensuales

**Heliofanía:** Norte: 8.5 Km/h.

**Heladas:** Incidencia moderada.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Materiales**

#### **5.1.1. Materiales de campo**

- Hielera
- Hielo
- Guantes
- Overol
- Botas de caucho
- Paleta para CMT
- Reactivos CMT
- Balde
- Cucharon de hierro inoxidable
- Agua limpia

#### **5.1.2. Materiales de oficina**

- Cuaderno de apuntes
- Calculadora científica
- Computador
- Hojas de campo

#### **5.1.3. Centro de referencia**

- Laboratorio clínico veterinario “LAB-VET”
- Laboratorio de calidad de leche “CILEC”
- Referencias bibliográficas

#### **5.1.4. Recursos biológicos**

- Vacas
- 14 ml de leche por vaca

## 5.2. Métodos

La investigación se realizó con un estudio no paramétrico epidemiológico transversal y causal ya que se determinó la prevalencia de la mastitis clínica y sub-clínica en un momento establecido.

### 5.2.1. Población

Para determinar la prevalencia de mastitis clínica como sub-clínica, se trabajó con todas las hembras bovinas lactantes de las fincas que dieron positivo a la prueba del CMT (California Mastitis Test), el tamizaje de la leche se realizó a nivel de productores activos en el centro de acopio El Chaupi, donde se tomó una muestra de cada recipiente que llega al tanque de enfriamiento.



Fuente: La Investigación

**Fotografía 1.** Toma de muestras de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

### **5.2.2. Método de campo**

La investigación se realizó previa visita a las fincas en diferentes sectores de la comunidad de El Chaupi, con previa autorización de los propietarios. La prueba de CMT, se realizó en el momento del ordeño, se identificó: casos negativos (-), trazas (T), positivos (+), positivos (++) y positivos (+++), para lo cual se realizó la prueba a cada cuarto de todas las vacas lactantes, también se registró algunos datos productivos como; período de lactancia, raza, edad, número de litros de leche, número de partos, datos de manejo en el ordeño. Este procedimiento se hizo de igual manera tanto en la primera etapa, como en la segunda etapa de la investigación.

### **5.2.3. Toma de muestras de leche**

La toma de la muestra se realizó según el protocolo (L.C.L. 001) del Laboratorio de Calidad de Leche.

- Lavar, enjuagar y secar la ubre.
- Con una solución de alcohol al 70% desinfectarse las manos.
- Con la misma solución y utilizando algodón desinfectar los pezones.
- Dejar secar por dos minutos.
- Eliminar los primeros dos chorros de leche antes de tomar la muestra.
- Extraer de cada cuarto dos ml de leche aproximadamente, depositándola en cada una de las copas de la paleta.
- Anadir igual volumen de CMT a cada una de las copas.
- Mezclar durante 20 segundos mediante una ligera rotación circular de la paleta manteniendo una posición horizontal.



Fuente: La Investigación

**Fotografía 2 y 3.** Toma de muestras en campo y centro de acopio de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

### **Interpretación de la prueba de CMT.**

- Trazas forma un ligero precipitado que se disuelve mezclándolo.
- + forma un Gel mucoso
- ++ el Gel es denso
- +++ el Gel se vuelve viscoso y pegajoso

#### **5.2.4. Método de laboratorio**

Las muestras se recolectaron en frascos estériles de 40 ml, luego fueron identificadas y puestas en termos a 4 °C para su posterior traslado al laboratorio de Calidad de leche para el análisis de CCS y CBT y al laboratorio “LAB-VET” en la ciudad de Quito, para el análisis bacteriológico e identificación del agente etiológico.

### **5.2.5. Encuesta epidemiológica**

Con el propósito de recopilar información se elaboró una encuesta epidemiológica cuantitativa y cualitativa mediante la cual se obtuvo datos generales del manejo del sistema de las unidades productivas bovinas de la comunidad.

### **5.2.6. Principales indicadores epidemiológicos**

En esta investigación, se analizó los indicadores de acuerdo al número de animales muestreados en las diferentes fincas del sector.

Para esta investigación se estableció una relación entre la presencia de la enfermedad con los siguientes indicadores en estudio:

#### **Indicadores epidemiológicos:**

- Prevalencia aparente (Pa)
- Riesgo relativo (RR)
- Tasa reproductiva base (Ro)

#### **Medidas de evaluación de la prueba:**

- Sensibilidad (Se)
- Especificidad (Es)

### **5.2.7. Factores de riesgo**

Son fenómenos de naturaleza física, química, orgánica, psicológica o social, en el genotipo o en el fenotipo, o alguna enfermedad anterior al efecto que se está estudiando, que por la variabilidad de su presencia o de su ausencia está relacionada con la enfermedad investigada, o puede ser la causa de su aparición. (Arévalo, 2007)

Cuando un factor es conocido como tal, se llama causa, cuando se sospecha que este evento puede tener alguna relación con el evento, se llama factor de riesgo o factor de exposición. Cuando el factor de riesgo deja el nivel de sospecha de que se produce el efecto y se comprueba efectivamente su acción en la producción del mismo, dicho factor pasa a ser causal. (Arévalo, 2007)

- **Lavado de las manos:** este método se emplea para la eliminación de impurezas como el lodo, estiércol entre otros y estimular a la ubre para su posterior ordeño.
  
- **Sellado de la Ubre:** este método es de gran importancia ya que se utiliza el sellado para evitar el ingreso de bacterias al pezón.
  
- **Edad:** A mayor edad existe mayor predisposición, debido a una menor tendencia de curación en las alteraciones de pezones, el canal del pezón se va alterando con la edad, facilitando la entrada a microorganismos.
  
- **Lesiones en el pezón:** Las lesiones o llagas que pueden llegar a sufrir un animal en lactación, pueden ser traumáticas resultado de un mal manejo, cortaduras, infecciosas causadas por colonización bacteriana o viral en los pezones, químicas debidas a daños ocasionados por la solución para lavar ubres, o los productos de sellado de los pezones que se formulan o se mezclan de forma indebida, ambientales por problemas que resultan del congelamiento de los pezones en el invierno, genéticas estas son por defectos en el pezón o callosidades.
  
- **Mal lavado de la ubre:** El método que se emplea para preparar las ubres para el ordeño es muy importante porque de no ejecutarse correctamente, se presenta la enfermedad.

- **Etapa de lactancia:** Se ha registrado mayor susceptibilidad en la primera y última semana de la lactancia, así como, en la primera semana del secado o periodo en que el animal no produce leche.
- **Estación del año:** Una observación común en los informes mensuales en hatos lecheros es que aumenta la incidencia de mastitis clínica en los meses cálidos, debido al estrés derivado de las altas temperaturas.

## 6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

### 6.1. Fase de socialización

A finales del mes de Octubre del año 2014, se procedió a realizar una charla técnica con los 62 productores de leche de la comunidad El Chaupi para darles a conocer el objetivo de esta investigación y que tipo de procedimiento se realizaría en su hato ganadero, esto con la finalidad de obtener una colaboración positiva de parte de los productores de leche.



Fuente: La Investigación

**Fotografía 4.-** Socialización con la comunidad en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”

### 6.2. Fase de campo

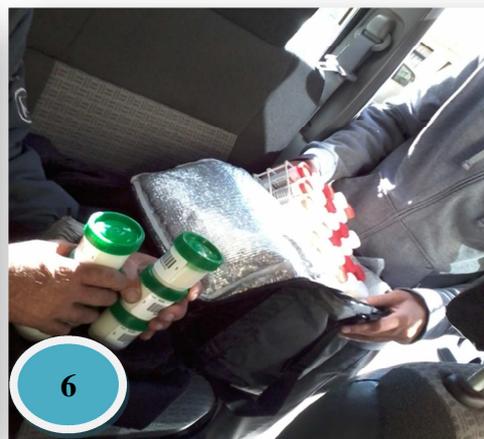
Para la toma de las muestras por vaca, se utilizó el protocolo del Laboratorio de calidad de leche (L.C.L. 001), los pasos a seguir son los siguientes:

1. Utilización de guantes, mascarilla, y cofia para evitar contaminación alguna.
2. Sujetar las patas con una sogá para el ordeño.
3. Lavar los pezones con agua limpia

4. Secar los pezones con papel absorbente
5. Realizar el despunte de los primeros chorros de leche
6. Tomar 2 ml de leche de cada uno de los cuartos en la paleta de CMT
7. Añadir 2ml de reactivo en cada una de las muestras en la paleta
8. Realizar una mezcla homogénea del reactivo con la leche
9. Proceder a la lectura de los resultados arrojado

### 6.3. Fase de laboratorio

Una vez tomada la muestra de cada animal positivo, se subdividió en dos submuestras de leche. Para conservar la muestra de CCS y UFC se utilizó el reactivo Azidiol. Posteriormente fueron enviadas al laboratorio para el respectivo análisis de CCS, UFC y determinación del agente etiológico (Fotografías 5 y 6)



Fuente: La Investigación

**Fotografías 5 y 6.** Muestras enviadas para el análisis, en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad El Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”

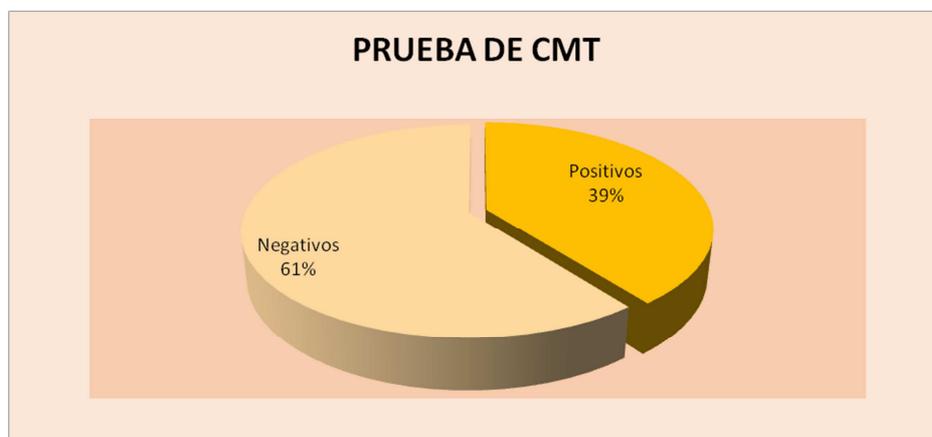
## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Cuadro 1.** Resultados de CMT en bidón de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

| Número de vacas muestreadas | PRUEBA DE CMT |     |            |
|-----------------------------|---------------|-----|------------|
|                             | CASOS         | N°  | PORCENTAJE |
| 266                         | Positivos     | 105 | 39,47%     |
|                             | Negativos     | 161 | 60,53%     |
| SUMA                        |               | 266 | 100%       |

Fuente: La Investigación

En el cuadro 1 se puede observar que en el muestreo en leche de un total de 266 vacas que corresponde a las muestras tomadas en bidón, de las cuales 105 dieron positivo (39,47%) para mastitis, 161 negativos (60,53%); siendo estos valores tomados en la primer muestreo, tomando en cuenta el número total de vacas.



Fuente: La Investigación

**Gráfico 1.** Porcentaje total de negativos y positivos de la prueba de CMT en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

## 7.1. Resultados del CMT en la fase de campo.

**Cuadro 2.** Resultados al CMT, del total de vacas de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

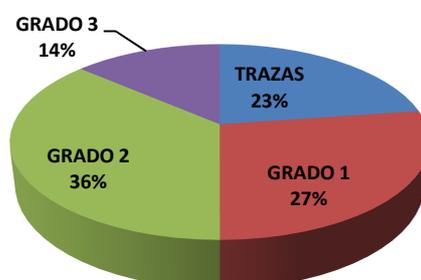
| RESULTADOS DEL CMT DE LA INVESTIGACIÓN |                     |                   |                    |                  |              |
|--|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------|
| GRADO DE INFECCIÓN                     | POSTERIOR IZQUIERDO | POSTERIOR DERECHO | ANTERIOR IZQUIERDO | ANTERIOR DERECHO | PORCENTAJE % |
| TRAZAS                                 | 5                   | 3                 | 4                  | 1                | 14,77        |
| GRADO 1                                | 6                   | 8                 | 7                  | 8                | 32,95        |
| GRADO 2                                | 8                   | 7                 | 9                  | 10               | 38,64        |
| GRADO 3                                | 3                   | 4                 | 2                  | 3                | 13,64        |
| SUMATORIA                              | 22                  | 22                | 22                 | 22               | 100,00       |

Fuente: La Investigación

El cuadro 2 representa el porcentaje según el grado de infección: teniendo que, el 14,77% fue trazas, el 32,95% en grado 1, 38,64% en grado 2, 13,64% en grado 3; teniendo un alto porcentaje en grados de infección 1 y 2, como se observa existe la presencia de un mayor porcentaje de mastitis subclínica.

## 7.2. Resultados de vacas infectadas de mastitis por cuartos.

### 7.2.1. Grado de infección del cuarto posterior izquierdo

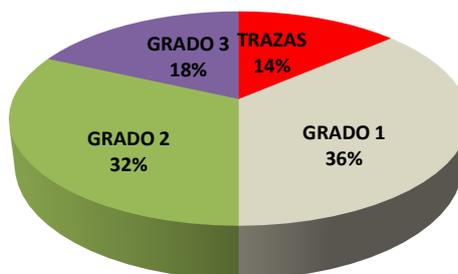


Fuente: La Investigación

**Gráfico 2.** Resultados del CMT por el cuarto posterior izquierdo en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

Según el grado de infección, de 22 vacas que corresponde 88 cuartos muestreados dan como resultado trazas (23%), grado 1 (27%), grado 2 (36%) y grado 3 (14%). Teniendo una mastitis sub-clínica en el grado 2. En el grado 2 tenemos una mastitis subclínica.

### 7.2.2. Grado de infección del cuarto posterior derecho

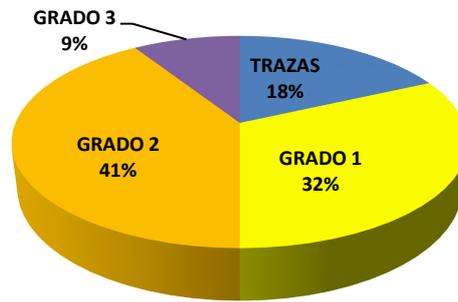


Fuente: La Investigación

**Gráfico 3.** Resultados del CMT por el cuarto posterior derecho en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”

Según el grado de infección mediante la prueba de CMT, 22 vacas que corresponde a 88 cuartos muestreados dan como resultado: trazas con (14%), grado 1 (36%), grado 2 con (32%), y grado 3 con (18%). En este caso en el grado 1 y 2 encontramos una mastitis sub-clínica.

### 7.2.3. Grado de infección del cuarto anterior izquierdo

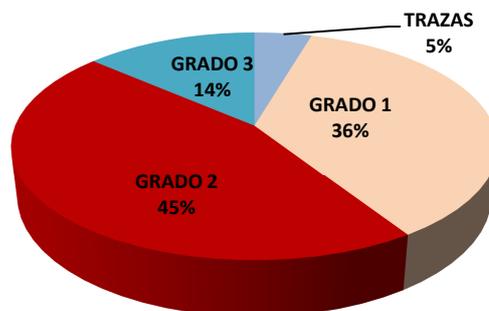


Fuente: La Investigación

**Gráfico 4.** Resultados del CMT por el cuarto anterior izquierdo en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

Según el grado de infección mediante la prueba de CMT, 22 vacas que corresponde a 88 cuartos muestreados da como resultado: trazas con (18%), grado 1 (32%), grado 2 con (41%), y grado 3 con (9%). En el grado 2 hay una excesiva mastitis sub-clínica.

### 7.2.4. Grado de infección del cuarto anterior derecho



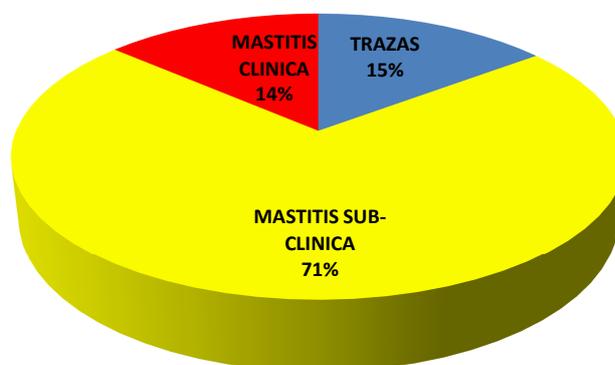
Fuente: La Investigación.

**Gráfico 5.** Resultados del CMT por el cuarto anterior derecho en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

Según el grado de infección mediante la prueba de CMT, 22 vacas que corresponde a 88 cuartos muestreados da como resultado: trazas con (5%), grado 1 (36%), grado 2 con (45%), y grado 3 con (14%).

Estos resultados coinciden con el estudio realizado por (Conlago, 2013) quien manifiesta, que mediante el análisis de CMT por cuarto de glándula mamaria se obtuvo los siguientes resultados; casos negativos (47,61%), trazas (19,32%), grado 1 (25,11%), grado 2 (6,59%), grado 3 (1,36%), determinando que el 47,61% de las muestras resultaron negativas y el 52,39% presentaron algún grado de mastitis.

### 7.2.5. Grado de mastitis



Fuente: La Investigación

**Gráfico 6.** Grado de mastitis clínica y subclínica y confirmación por CMT en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

Los resultados expuestos muestran: casos de mastitis clínica 14%, casos de mastitis subclínica 71%, trazas 15%. Estos valores fueron tomados de los resultados del CMT.

Según (Mellado M. , 2010) la mastitis subclínica es el 15 a 40 veces más prevalente que la mastitis clínica, por lo que la forma subclínica de esta infección representa entre 60 y 75 % de las pérdidas económicas por esta enfermedad. La mastitis subclínica cobra importancia también porque la infección no se detecta con facilidad y puede persistir por largos periodos, lo que a su vez constituye una fuente constante de microorganismos que finalmente infectan a otras vacas.

### 7.2.6. Prevalencia aparente de la enfermedad

La prevalencia de una enfermedad es el número total de individuos que presentan síntomas o padecen una enfermedad durante un periodo de tiempo, dividido con la población con posibilidad de llegar a padecer de dicha enfermedad. Proporciona una estimación de riesgo o probabilidad de que un individuo de esta población pueda llegar a padecer de esta enfermedad referida.

La prevalencia es un concepto estadístico usado en epidemiología, sobre todo para planificar la política sanitaria de un país, o comunidad.

#### **Cálculo:**

Se trabajó con una población de 22 individuos.

$$P = \frac{c}{N} = P = \frac{22}{62} = 0,3548$$

$$P = 0,3548 * 100 = 35,48\%$$

$P$ = prevalencia

$c$ = casos afectados

$N$ = población muestral

En la comunidad de El Chaupi, de un total de 22 casos afectados de animales sometidos a investigación son positivos en algún grado de mastitis, determinando un prevalencia 35,48%; y según los resultados se debe tomar medidas de protección, para los animales sanos y medidas profilácticas para los infectados.

De las 1321 vacas en ordeño fueron muestreadas 141, lo que corresponde al 10,67% de vacas con mastitis en las 20 haciendas visitadas. Para determinar el porcentaje de prevalencia se consideró el número de vacas en ordeño versus las vacas muestreadas de cada hacienda. Las haciendas con menor prevalencia de mastitis fueron: Gamboa, Aychapicho, Los Cedros, La Gitanilla, Sigsicunga, El Relicario y El Consuelo las mismas que presentaron menos del 3% de vacas con mastitis. (Molina, 2008)

**Cuadro 3.** Condición epidemiológica de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

| CONDICIÓN     | ENFERMOS |    | SANOS |    | TOTAL |
|---------------|----------|----|-------|----|-------|
| TEST POSITIVO | VP       | 75 | FP    | 0  | 75    |
| TEST NEGATIVO | FN       | 0  | VN    | 13 | 13    |
| TOTAL         |          | 75 |       | 13 | 88    |
|               |          |    |       |    |       |

Fuente: La Investigación

### 7.2.7. Sensibilidad

La sensibilidad mide la capacidad de un test de poder identificar correctamente los enfermos en una población, nos da una proporción de individuos con la enfermedad que son identificados correctamente por la prueba en uso, es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo enfermo; es decir, la probabilidad de que para un sujeto enfermo se obtenga en la prueba un resultado positivo. La sensibilidad, por lo tanto, la capacidad del test para detectar la enfermedad.

**Cálculo:**

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP + FN} = \frac{75}{75 + 0} = 1$$

**VP** = Verdaderos positivos

**FN** = Falsos negativos

### 7.2.8. Especificidad

Es clasificar a individuos sanos, es decir, la probabilidad de que para un sujeto sano se obtenga un resultado negativo también se puede definir la especificidad como la capacidad para detectar a los sanos.

**Cálculo:**

$$\text{Especificidad} = \frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{FP}} = \frac{13}{13 + 0} = 1$$

**VN**= verdaderos negativos

**FP**= falsos positivos

### **7.2.9. Riesgo relativo (RR)**

El riesgo relativo mide la fuerza de la asociación entre la exposición y la enfermedad, es decir la probabilidad de que se desarrolle la enfermedad en los expuestos a un factor de riesgo en relación al grupo de lo no expuestos.

$$RR = ((a/(a + b))/(c/(c+d)))$$

$$RR = ((13/(13+75))/(75/(75+13)))$$

$$RR = 0,18$$

Los resultados del RR en el muestreo, en el grupo de los expuestos, confirman que el grupo de animales susceptibles a la infección tiene 0,18 veces más de probabilidad de contagio de mastitis bovina.

En el muestreo el RR del grupo de lo no expuestos del total de la población en estudio dio como resultado: el RR es mayor a 0,18 esto significa que se debe tomar medidas de protección y prevención de los animales.

$$RR = (a/(c+d))/(c/(a+b))$$

$$RR = (75/(13+75))/(13/(75+13))$$

$$RR = 6$$

Los resultados del RR en el muestreo, en el grupo de lo no expuestos, confirman que el grupo de animales susceptibles a la infección tiene 6 veces menos de probabilidad de contagiarse de mastitis bovina.

### 7.2.10. Determinación de la tasa reproductiva base (Ro)

Es el número de nuevos casos que producirá un individuo infectado durante su periodo de contagio en una población con individuos susceptibles. No incluye los casos producidos por casos secundarios. Tampoco a los casos secundarios que no son contagiosos.

Número reproductivo básico (Ro) = tasa de contagio / tasa de recuperación.

$$Ro = \frac{1}{1 - P} \qquad P = 1 - \frac{1}{Ro}$$

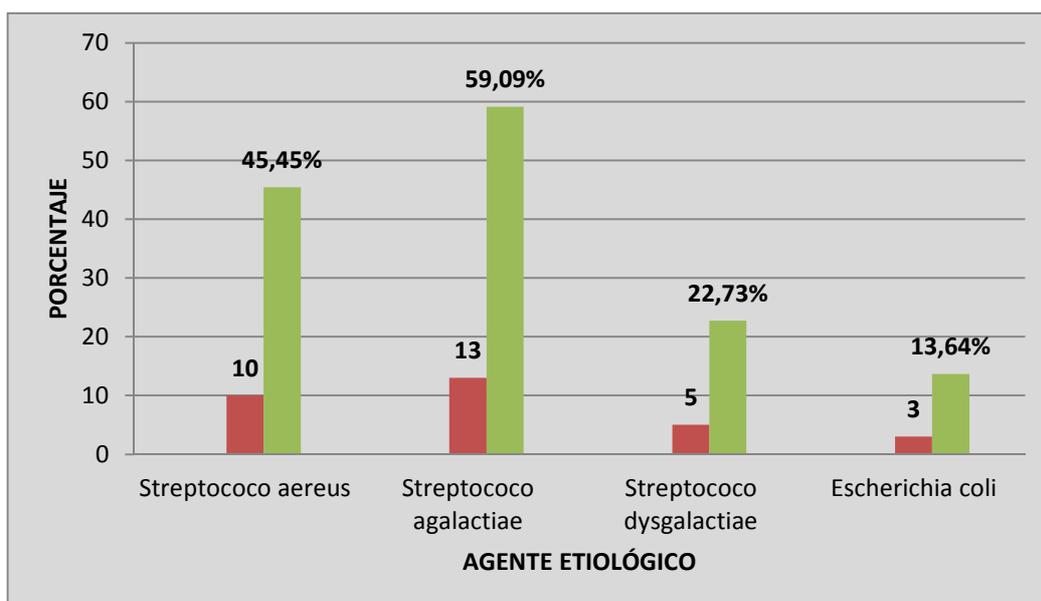
$$Ro = \frac{1}{1 - 0,083} \qquad P = 1 - \frac{1}{1,09}$$

$$Ro = 1,09 \qquad P = 0,08$$

El resultado obtenido en el muestreo por medio de la medida epidemiológica Tasa Reproductiva Base (Ro), de toda la población en estudio dio un valor de 1,09 del 100% de la población bovina en estudio.

En este caso el Ro es superior a uno y según estos datos la enfermedad tendrá proporciones epidémicas en la población bovina en estudio.

### 7.3. Identificación del agente etiológico

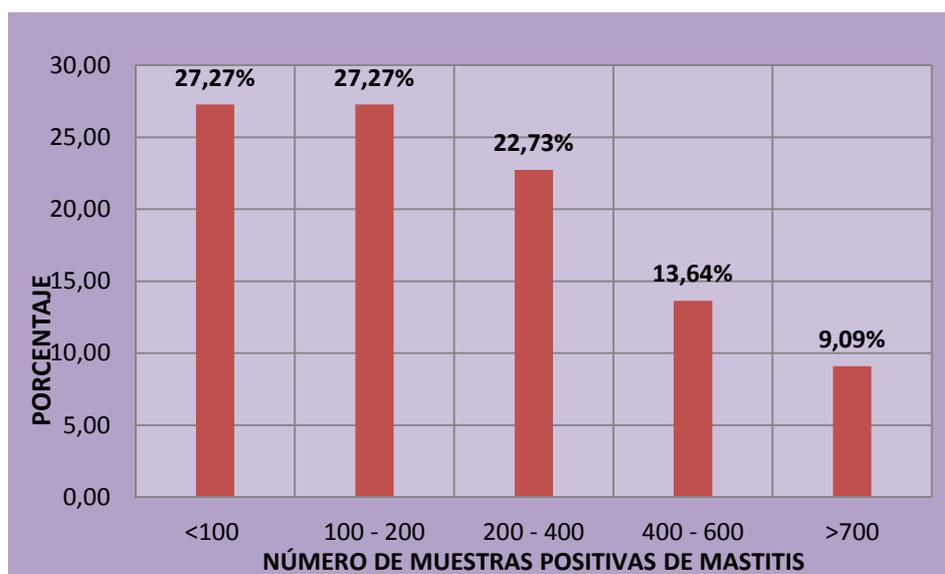


Fuente: La Investigación

**Gráfico 7.** Agentes etiológicos identificados en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

La identificación de los agentes etiológicos encontrados se realizó por medio de cultivo bacteriológico, de 22 muestras positivas se encontraron: *Streptococo aereus* (45,45%), *streptococo agalactiae* (59,09%), *Streptococo dysgalactiae* (22,73%), *Escherichia coli* (13,64%). En la investigación realizada en la provincia de Pichincha se dio a conocer que el *Staphylococcus aureus* es el principal agente causal de la mastitis con un 34,64%; 20,92%, *Corynebacterium*, 16,34% *Streptococcus spp.*, 2,13% *Pseudomonas spp.*, 1,42% *Escherichia coli*. (Espinoza, 2013)

#### 7.4. Conteo de células somáticas

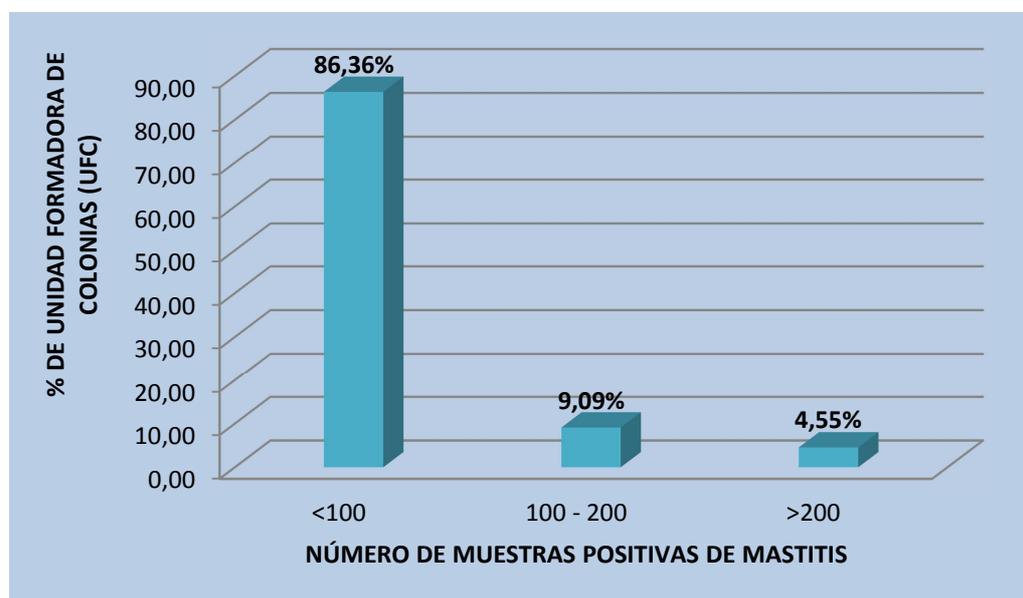


Fuente: La Investigación

**Gráfico 8.** Conteo de células somáticas en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

En el gráfico 8 podemos observar, que entre unidades menores a 100 tenemos 27,27% de conteo de células somáticas, entre 100 y 200 observamos 27,27% de CCS, entre 200 – 400 observamos un 22,73% de CCS, entre 400 – 600 hay el 13,64% de CCS y mayores a 700 tenemos el 9,09% de CCS. Un hato con un recuento de menos de 200,000 tendrá poca mastitis contagiosa en comparación con un hato con un recuento de más de 500,000 que tendrá un problema grave, probablemente significan que el 50% del ganado en producción está enfermo de mastitis subclínica, elevando considerablemente las pérdidas económicas. No obstante, los recuentos de células no se relacionan necesariamente con el número de casos clínicos, ya que el problema podría ser debido a un nivel elevado de mastitis ambiental que repercutirá en el recuento de células. (Bradley, 2005)

## 7.5. Unidad formadora de colonias

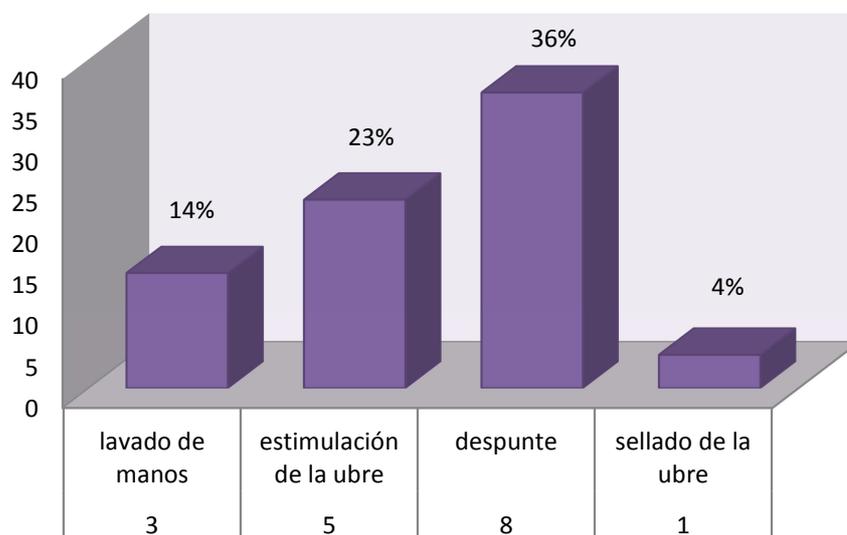


Fuente: La Investigación

**Gráfico 9.** Unidad Formadora de Colonia en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

En el gráfico 9 podemos observar que entre unidades menores a 100 tenemos un 86,36% de UFC, entre 100 – 200 observamos el 9,09% de UFC y mayores a 200 tenemos un 4,55% de UFC. En la investigación realizada por el Laboratorio de calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana en el Noroccidente ecuatoriano indica que, el 60% de la calidad higiénica de las leches recogidas en finca tiene una calidad buena y el 40% restante es de mala calidad bacteriológica por el elevado conteo de células somática de UFC/ml fuera de la norma INEN (CILEC, 2015)

## 7.6. Factores de riesgo

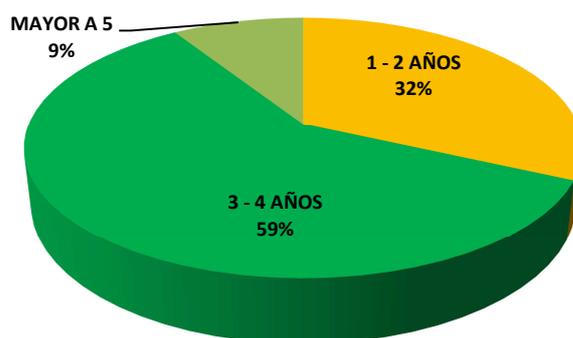


Fuente: La investigación

**Gráfico 10.** Porcentajes factores de riesgo de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

En el gráfico 10, se puede observar que en el lavado de manos solo 3 productores lo practican, siendo el 14% del total encuestado: con respecto a la estimulación de la ubre solo 5 productores lo hacen, con el 23%: para el despunte 8 productores, lo cual es el 36%: y por último se observó que solo un productor realiza el sellado de la ubre lo que corresponde al 4%.

## 7.7. Edad del ganado

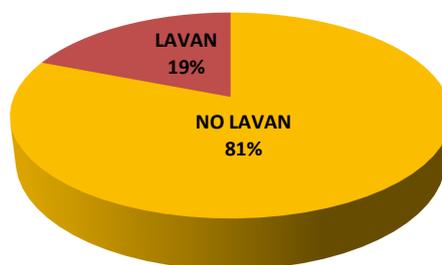


Fuente: La Investigación.

**Gráfico 11.** Porcentaje de preñez del ganado de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

En el gráfico 11 podemos visualizar que el mayor número de años por vaca está entre los 3 y 4 años, con un porcentaje del 59%.

## 7.8. Lavado de ubres

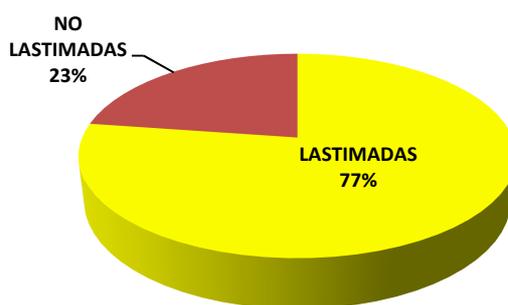


Fuente: La Investigación.

**Gráfico 12.** Porcentaje de lavado de las ubres en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

En el gráfico 12 se observa un porcentaje del 81% de productores que no realizan el lavado de ubres siendo esto un caso propenso para la enfermedad. Teniendo en cuenta que en la encuesta realizada solo 4 productores lavan las ubres de un total de 22 proveedores teniendo un porcentaje del 19%.

### 7.9. Lesiones en los pezones

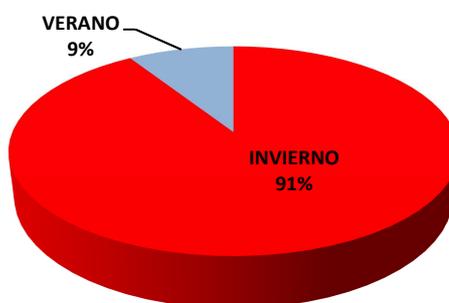


Fuente: La Investigación

**Gráfico 13.** Porcentaje de lesiones en los pezones por vaca en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

En el gráfico 13 se observa un alto porcentaje de pezones lastimados con un 77%. Esto se debe a problemas en el terreno o algún problema con los sistemas de pastoreo.

### 7.10. Estaciones del Año



Fuente: La Investigación

**Gráfico 14.** Porcentaje de vacas propensas en las estaciones climáticas en la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

En el gráfico 14 se observa el 91% de vacas propensas a la enfermedad en la época invernal.

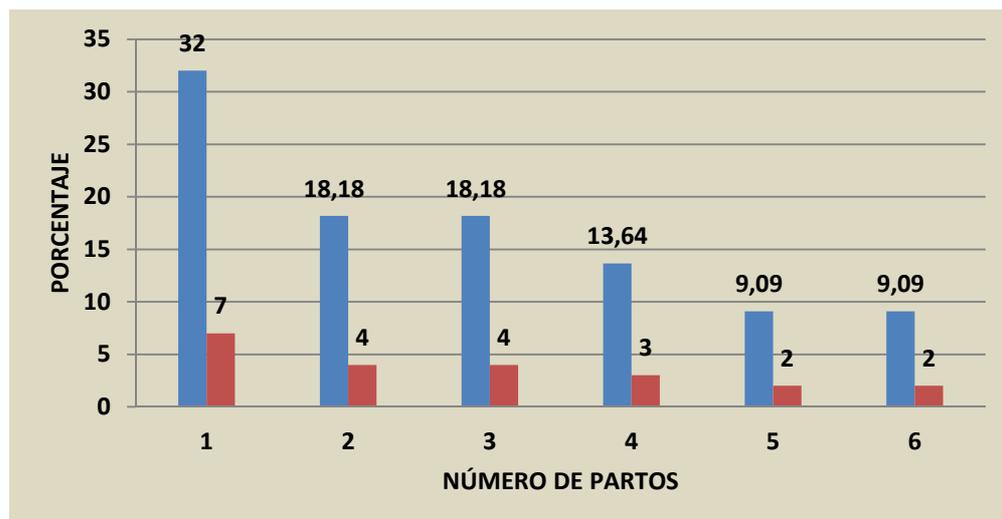
## 7.11. Número de partos

Cuadro 4. Número de partos de vacas investigadas de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

| Número de vacas muestreadas positivas | N° DE PARTOS |           |            |
|---------------------------------------|--------------|-----------|------------|
|                                       | PARTOS       | N°        | Porcentaje |
| 22                                    | 1            | 7         | 32         |
|                                       | 2            | 4         | 18,18      |
|                                       | 3            | 4         | 18,18      |
|                                       | 4            | 3         | 13,64      |
|                                       | 5            | 2         | 9,09       |
|                                       | 6            | 2         | 9,09       |
| <b>SUMA</b>                           |              | <b>22</b> | <b>100</b> |

Fuente: La Investigación

En el cuadro 4 los datos de la encuesta realizada en cuanto al número de partos en las vacas, se encontró que, el 32% son vacas que tienen un parto, el 18,18% pertenece a vacas con dos partos, de la misma manera encontramos vacas con el 13,64% que pertenecen a vacas de 4 partos, y el 9,09% pertenecen a vacas de 6 partos.



Fuente: La Investigación

**Gráfico 15.** Número de partos de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

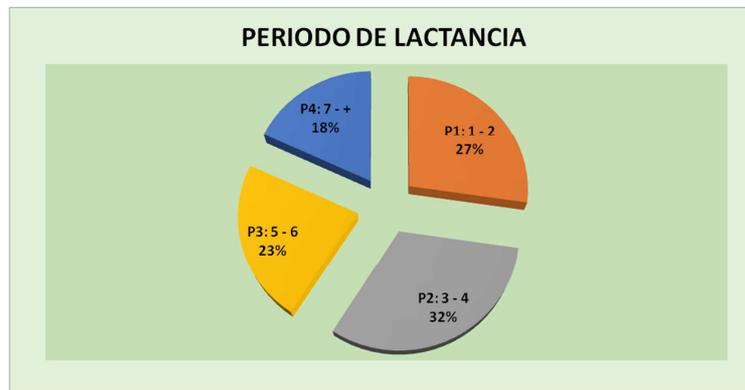
## 7.12. Periodo de lactancia

**Cuadro 5.** Porcentajes de periodo de lactancia de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

| Número de vacas muestreadas positivas | PERIODO DE LACTANCIA |           |             |
|---------------------------------------|----------------------|-----------|-------------|
|                                       | Periodos (meses)     | Nº        | Porcentaje  |
| 22                                    | P1: 1 – 2            | 6         | 27%         |
|                                       | P2: 3 – 4            | 7         | 32,00%      |
|                                       | P3: 5 – 6            | 5         | 22,73%      |
|                                       | P4: 7 - +            | 4         | 18,18%      |
| <b>SUMA</b>                           |                      | <b>22</b> | <b>100%</b> |

Fuente: La Investigación

Mediante este cuadro se puede observar, que existe un periodo de lactancia mayor en el periodo 2 (3 – 4 meses) con un 32% seguida por el P1 (1 – 2 meses) con 27%. A la vez teniendo un periodo bajo de lactancia de 18,18% en el periodo 4 (5 – 7 meses).



Fuente: La Investigación

**Gráfico 16.** Porcentajes de periodo de lactancia de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”

Según esta investigación los factores de riesgo más relevante son: no se lavan las manos y no realizan el sellado a finales del ordeño; que con la investigación de (Conlago, 2013) quien dice que la problemática de la prevalencia de la Mastitis está en que, los productores no realizan la prueba decampo CMT para detectar a tiempo la enfermedad y la infección pasa a una forma crónica y la Mastitis se hace recurrente en cualquier fase de la lactancia del animal, otro factor importante es el mal uso de medicamentos ya que no hacen pruebas de cultivo para detectar el agente etiológico causante de la Mastitis.

### 7.13. Estimación de pérdidas económicas por mastitis

Cuadro 6. Pérdidas económicas según el grado de infección, en la investigación, “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.

| CUARTOS                     | % DE PRODUCCION DE CUARTOS | APORTE/LECHE/TANQUE/DARIO | GRADO DE INFECCION | NUMERO DE VACAS INFECTADAS | PRODUCCION/DIA/TANQUE/LITROS | % PARTICIPACION VACAS | APORTE EN LITROS LECHE | % EN PERDIDAS | LITROS PERDIDOS | PRECIO/LECHE /USD | PERDIDAS ESTIMADAS/DIAS | PERDIDAS ESTIMADAS/MES |         |         |         |  |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-------------------------|------------------------|---------|---------|---------|--|
| CUARTO POSTERIOR IZQUIERDO  | 20                         | 500                       | TRAZAS             | 5                          | 2500                         | 22,72                 | 113,6                  | 0,06          | 6,82            | \$ 0,40           | 30,28                   | 908,28                 |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 1            | 6                          |                              | 27,27                 | 136,35                 | 0,12          | 16,36           |                   |                         |                        |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 2            | 8                          |                              | 36,36                 | 181,8                  | 0,18          | 32,72           |                   |                         |                        |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 3            | 3                          |                              | 13,65                 | 68,25                  | 0,29          | 19,79           |                   |                         |                        |         |         |         |  |
| SUMA                        |                            |                           |                    | 22                         |                              | 100                   | 500                    |               | 75,69           |                   |                         |                        |         |         |         |  |
| CUARTO POSTERIOR DERECHO    | 30                         | 750                       | TRAZAS             | 3                          |                              | 2500                  | 13,64                  | 102,3         | 0,06            | 6,14              | \$ 0,40                 | 46,22                  | 1386,72 |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 1            | 8                          |                              |                       | 36,36                  | 272,7         | 0,12            | 32,72             |                         |                        |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 2            | 7                          |                              |                       | 31,82                  | 238,65        | 0,18            | 42,96             |                         |                        |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 3            | 4                          |                              |                       | 18,18                  | 136,35        | 0,29            | 33,74             |                         |                        |         |         |         |  |
| SUMA                        |                            |                           |                    | 22                         |                              |                       | 100                    | 750           |                 | 115,56            |                         |                        |         |         |         |  |
| CUARTO ANTERIOR IZQUIERDO   | 30                         | 750                       | TRAZAS             | 4                          |                              |                       | 2500                   | 18,18         | 136,35          | 0,06              | 8,18                    | \$ 0,40                | 44,73   | 1341,84 |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 1            | 7                          |                              |                       |                        | 31,82         | 238,65          | 0,12              | 28,64                   |                        |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 2            | 9                          |                              |                       |                        | 40,91         | 306,8           | 0,18              | 55,22                   |                        |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 3            | 2                          |                              |                       |                        | 9,09          | 68,2            | 0,29              | 19,78                   |                        |         |         |         |  |
| SUMA                        |                            |                           |                    | 22                         |                              |                       |                        | 100           | 750             |                   | 111,82                  |                        |         |         |         |  |
| CUARTO ANTERIOR DERECHO     | 20                         | 500                       | TRAZAS             | 1                          |                              |                       |                        | 2500          | 4,54            | 22,7              | 0,06                    | 1,36                   | \$ 0,40 | 33,55   | 1006,44 |  |
|                             |                            |                           | GRADO 1            | 8                          |                              |                       |                        |               | 36,36           | 181,8             | 0,12                    | 21,82                  |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 2            | 10                         |                              |                       |                        |               | 45,45           | 227,3             | 0,18                    | 40,91                  |         |         |         |  |
|                             |                            |                           | GRADO 3            | 3                          |                              |                       |                        |               | 13,64           | 68,2              | 0,29                    | 19,78                  |         |         |         |  |
| SUMA                        | 100                        | 2500                      |                    | 22                         |                              |                       |                        |               | 100             | 500               |                         | 83,87                  |         |         |         |  |
| <b>PERDIDA TOTAL AL DIA</b> |                            |                           |                    |                            |                              |                       |                        |               | <b>386,94</b>   |                   | <b>154,48</b>           |                        |         |         |         |  |
| <b>PERDIDA TOTAL AL MES</b> |                            |                           |                    |                            |                              |                       |                        |               | <b>11608,2</b>  |                   |                         | <b>\$ 4.643,28</b>     |         |         |         |  |

Fuente: La Investigación

Como se puede observar en el cuadro 6, existen problemas considerables ocasionados por la presencia de la infección presentada en la Comunidad de El Chaupi, teniendo pérdidas económicas en la producción lechera. Las pérdidas económicas debido a la enfermedad en la producción general representan 386,94 litros de leche al día, sumando un total de 11608 litros al mes. Teniendo una pérdida total al mes de \$ 4643,28.

La presencia de Mastitis bovina en un hato lechero, conduce a graves consecuencias para la economía del productor. Normalmente, el productor se da cuenta de la

Mastitis Clínica porque esta se puede ver mediante los cambios de la leche. Desafortunadamente la vaca aparentemente sana, puede tener Mastitis subclínica, la cual puede crear cuantiosas pérdidas para la producción de leche.

## 8. CONCLUSIONES

- En la comunidad de El Chaupi, de un total de 62 productores; 22 animales sometidos a investigación son positivos en algún grado de mastitis, determinando una prevalencia del 35,48%; y según los resultados se debe tomar medidas de protección, para los animales sanos y medidas profilácticas para los infectados.
- El manejo de salubridad que se da en el centro de acopio es poco técnico conllevando a proliferar el contagio en dicha zona.
- Los agentes etiológicos identificados en la leche en común son: *Streptococo aereus* (45,45%), *Streptococo agalactiae* (59,09%), *Streptococo dysgalactiae* (22,73%), *Escherichia coli* (13,64%).
- Los resultados del RR en el muestreo, en el grupo de los expuestos, confirman que el grupo de animales susceptibles a la infección tiene 0,18 veces de probabilidad de contagio de mastitis bovina ya que no existe ningún bovino sano, ya que se encontraron al muestreo trazas de mastitis. En el muestreo el RR del grupo de los no expuestos del total de la población en estudio dio como resultado: el RR es mayor a 6, esto significa que se debe tomar medidas de protección y prevención de los animales.
- El resultado obtenido en el muestreo por medio de la medida epidemiológica Tasa Reproductiva Base ( $R_0$ ), de toda la población en estudio se detectó un valor de 1,09 del 100% de la población bovina en estudio. En este caso el  $R_0$  es superior a uno y según estos datos la enfermedad tendrá proporciones epidémicas en la población bovina en estudio.
- El resultado obtenido en la encuesta con respecto a los factores de riesgo permite identificar una falta de buenas prácticas de ordeño, e insalubridad

siendo estos los factores ocasionantes para que la enfermedad prolifere muy intensamente ocasionando problemas muy graves a los productores.

- Si los productores realizan CMT detectarían la enfermedad a tiempo cuando esta es subclínica.

## 9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los pequeños y medianos productores de la comunidad del El Chaupi realicen muestreos periódicos a los animales en producción, aplicando la prueba de CMT (*California Mastitis Test*) para detectar a tiempo la mastitis subclínica y evitar que progrese la enfermedad a casos clínicos y evitar pérdidas económicas por el tratamiento y disminución de la producción por causa de la enfermedad.
- Es importante que los productores de leche cumplan de forma estricta el protocolo de buenas prácticas de ordeño (BPO), ya que no se puede corregir en ninguna parte de la cadena de valor de la leche cuando sale de finca con mala calidad higiénica y sanitaria.
- Se recomienda también que una vez identificado el agente etiológico, se realice el tratamiento adecuado y eficiente, tomando siempre en cuenta el reporte del antibiograma para evitar resistencia de los animales a la mayoría de antibióticos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Y. (2002). Programa nacional de leche. (Britanacol, Ed.) 12,22.
- Albeitar. (2014). *www.portalveterinaria.com*. Recuperado el 22 de abril de 2014, de [www.portalveterinaria.com](http://www.portalveterinaria.com)
- Albuja, p. (2010). *http://www.minerales.com*. Recuperado el 26 de 11 de 2013, de <http://www.minerales.com>.
- Arévalo, F. (2007). *manual de producción de leche*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Riobamba.
- Bonifaz, N. (2011). Buenas prácticas de Ordeño y Calidad de Leche en el Ecuador. *LA GRANJA*, 54-55.
- Bosque, M. M. (2010). *produccion de leche* (Vol. 1). Colombia: editorial: Vargas.
- Bradley. (2005). *Conteo Células Somáticas*. Obtenido de [www.monografía.com](http://www.monografía.com)
- Calvino. (2012). *Mastitis Bovina*. española.
- Cárdenas, C. y. (2010). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 26 de 11 de 2013, de Biblioteca virtual: <http://www.virtual.unal.edu.com>
- CILEC. (Marzo de 2015). Calidad de la leche en el Noroccidente ecuatoriano. *INFORTAMBO Andina*(77), 56-58.
- Clínica, M. (2005). Microbiología Clínica.
- Conlago, F. (septiembre de 2013). *repositorio de la Universidad Politecnica Salesiana*. Recuperado el 5 de Enero de 2015, de repositorio de la Universidad Politecnica Salesiana: [www.ups.edu.es](http://www.ups.edu.es)
- Correa J, C. J. (2009). *http://www.veterinaria.unal.edu.com*. Recuperado el 27 de 11 de 2013, de <http://www.veterinaria.unal.edu.com>.
- Ecológica, A. (2004). *Acción Ecológica*. Recuperado el 14 de abril de 2014, de [http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz\\_alimento%20sagrado.pdf.pdf](http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento%20sagrado.pdf.pdf)
- Edifarm. (2000). *Vademecum Veterinario*. Ecuador: Los Andes.
- Espinoza, S. (2013). *Determinación de la prevalencia a Mastitis mediante la prueba de CMT e identificación y antibiograma del agente causal en ganaderías lecheras del Cantón El Chaco, provincia del Napo*. Quito: Quito: UCE.
- FAO. (1988). *http://www.fao.org/*. Recuperado el 16 de octubre de 2014, de <http://www.fao.org/>: <http://www.fao.org>
- Fitzpatrick, R. (2004). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. Recuperado el 26 de 11 de 2013, de Universidad Nacional de Córdoba: <http://www.vaca.agro.uncor>

- Gazque, R. (2001). Zootecnia en bvinos productores de leche. 45,53.
- Glauber, C. (2013). *Veterinaria Argentina*.
- Infortambo. (2015). Infortambo. *Infortambo*, 64.
- J.Ron. (2011). Epidemiología. En J.Ron. Quito.
- Mac Loughlin, R. J. (03 de 08 de 2011). *todoagro.com.ar*. Recuperado el 28 de 10 de 2014, de [todoagro.com.ar](http://www.todoagro.com.ar): <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=16902>
- Mellado, M. (2010). Producción de leche.
- Mellado, M. (2010). *Produccion de leche en zonas Templadas y Tropicales*. Mexico: Trillas.
- Molina, A. (2008). *Aislamiento, Identificación y Antibiograma de patógenos presentes en leche ncon Mastitis en ganadería Bovina en las Provincias de Pichincha*. Quito.
- REDVET. (2012). Revista de veterinaria. *Revista Electrónica de Veterinaria*.
- Shimada, A. (2009). *Nutrición Animal* (2ª ed ed.). México: Trillas.
- UNAVARRA. (2005). Microbiología Clínica.

## 11. ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de análisis del cultivo bacteriológico



**LAB - VET**  
**LABORATORIO CLINICO VETERINARIO**  
**Dra. Gabriela M. Chávez R. DMVZ**  
**Patóloga Clínica - Especializada UNAM - México**

*Dirección: Pedregal Oe5-36 y Hernández de Girón - Telf: 244-2819 / 331-8725 / 09 9946 1859*

Paciente: Varios \_\_\_\_\_ Fecha: 19-01-2016 \_\_\_\_\_  
 Raza: Criollas \_\_\_\_\_ Caso No. : 0071534 \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Médico Veterinario: \_\_\_\_\_  
 Sexo: Hembra \_\_\_\_\_ Propietario: Sr. Luis Sebastián Fonseca \_\_\_\_\_

**CULTIVO BACTERIOLOGICO**

TIPO DE MUESTRA: Leche

| IDENTIFICACION: | RESULTADO:  |
|-----------------|---|
| SCH2            | STAPHYLOCOCO AUREUS<br>STREPTOCOCO AGALACTIAE                       |
| SCH3            | STREPTOCOCO AGALACTIAE<br>STREPTOCOCO DYSGALACTIAE                  |
| SCH4            | STAPHYLOCOCO AUREUS<br>STREPTOCOCO AGALACTIAE                       |
| SCH5            | STREPTOCOCO DYSGALACTIAE<br>STREPTOCOCO AGALACTIAE                  |
| SCH6            | STREPTOCOCO AGALACTIAE<br>STAPHYLOCOCO AUREUS<br>ESCHERICHIA COLI   |
| SCH7            | STAPHYLOCOCO AUREUS<br>ESCHERICHIA COLI<br>STREPTOCOCO DYSGALACTIAE |
| SCH8            | STREPTOCOCO AGALACTIAE  |
| SCH9            | STAPHYLOCOCO AUREUS   |
| SCH10           | STREPTOCOCO AGALACTIAE  |
| SCH11           | STREPTOCOCO DYSGALACTIAE  |
| SCH12           | STAPHYLOCOCO AUREUS   |
| SCH13           | STREPTOCOCO AGALACTIAE  |
| SCH14           | STREPTOCOCO AGALACTIAE  |
| SCH15           | STREPTOCOCO DYSGALACTIAE  |
| SCH16           | STREPTOCOCO AGALACTIAE  |
| SCH17           | STAPHYLOCOCO AUREUS   |
| SCH18           | STAPHYLOCOCO AUREUS   |
| SCH19           | STAPHYLOCOCO AUREUS<br>STREPTOCOCO AGALACTIAE                       |
| SCH20           | STREPTOCOCO AGALACTIAE  |
| SCH21           | STAPHYLOCOCO AUREUS   |
| SCH22           | STREPTOCOCO AGALACTIAE<br>ESCHERICHIA COLI                          |

Dra. GABRIELA CHAVEZ R. DMVZ  
 PATOLOGA CLINICA  
*Dra. Gabriela Chávez*  
 PATOLOGA CLINICA VETERINARIA  
 LAB - VET

## Anexo 2. Resultados de análisis de CCS, UFC



Página: 1 de 1  
Fecha: 15/01/2015 11:56 Ene 2015 11:50:28

### LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE

Cliente: Luis Sebastián Fonseca Sánchez

Dirección: Checa

Teléfono: 290004 / 0991394396

Contacto: Luis Sebastián Fonseca

E-mail: s.fonseca@hbtmail.com

#### INFORME DE RESULTADOS

COMP 0  
CCS 22  
UFC 22

Muestras con observaciones: 0

Lote: 15028

Temperatura: 13,6°C (Máx. permitido 7-20°C)

Fecha de colecta: 13-16.01.15

Fecha de recepción: 13-15.01.15

Fecha de análisis: 13-16.01.15

Fecha de emisión de resultados: 19.01.15

Total pag 1

| Muestra              | Código examinado | Grasa (%) | Prot. Total (%) | Lactosa (%) | EST (%) | ESM (%) | CC8 (cfu/100ml) | Observaciones | UFC (cfu/100ml) |
|----------------------|------------------|-----------|-----------------|-------------|---------|---------|-----------------|---------------|-----------------|
| 15859                | SCH1             | -         | -               | -           | -       | -       | 267             |               | 105             |
| 15858                | SCH10            | -         | -               | -           | -       | -       | 522             |               | 5               |
| 15859                | SCH11            | -         | -               | -           | -       | -       | 20              |               | 5               |
| 15900                | SCH12            | -         | -               | -           | -       | -       | 511             |               | 5               |
| 15901                | SCH13            | -         | -               | -           | -       | -       | 162             |               | 5               |
| 15902                | SCH14            | -         | -               | -           | -       | -       | 285             |               | 5               |
| 15903                | SCH15            | -         | -               | -           | -       | -       | 28              |               | 101             |
| 15904                | SCH16            | -         | -               | -           | -       | -       | 135             |               | 26              |
| 15905                | SCH17            | -         | -               | -           | -       | -       | 82              |               | 20              |
| 15906                | SCH18            | -         | -               | -           | -       | -       | 301             |               | 14              |
| 15907                | SCH19            | -         | -               | -           | -       | -       | 56              |               | 39              |
| 15908                | SCH2             | -         | -               | -           | -       | -       | 114             |               | 16              |
| 15909                | SCH20            | -         | -               | -           | -       | -       | 42              |               | 5               |
| 15910                | SCH21            | -         | -               | -           | -       | -       | 24              |               | 5               |
| 15910                | SCH22            | -         | -               | -           | -       | -       | 401             |               | 5               |
| 15951                | SCH3             | -         | -               | -           | -       | -       | 249             |               | 5               |
| 15952                | SCH4             | -         | -               | -           | -       | -       | 113             |               | 10              |
| 15953                | SCH5             | -         | -               | -           | -       | -       | 2.773           |               | 18              |
| 15954                | SCH6             | -         | -               | -           | -       | -       | 835             |               | 62              |
| 15955                | SCH7             | -         | -               | -           | -       | -       | 249             |               | 8               |
| 15956                | SCH8             | -         | -               | -           | -       | -       | 44              |               | 159             |
| 15957                | SCH9             | -         | -               | -           | -       | -       | 37              |               | 8               |
| Promedios resultados |                  | -         | -               | -           | -       | -       | 358             |               | 51              |
| Promedios            |                  | 3,0*      | 2,5*            | 4,2*        | 11,3*   | 6,2*    | 750*            |               | 300*            |

Legenda: CCS = Conteo Coliformo Sumario, UFC = Unidad Formadora de Colonias

\* VMP = Valor máximo permitido (Fuente de Datos INEN Leche pasteurizada M 83 0 2012)

\*\* VMP = Valor máximo permitido

Método Espectro: CCS y CST, técnica por Colorimetro de Integridad y Flujo

Composición Controlada: técnica por Espectrofotómetro IR

Método: LCU PEE 41 para CCS

Símbolos: - (N) No Conformante; (P) Poco Conformante; (C) Estado de control; (E) Probable de control; (O) Estratégico

(R) Trazado en blanco diferente (C) Volumen Leje

Nota 1: Muestra preparada por el cliente.

Nota 2: Este informe corresponde a la muestra que se entregó

*Luis Sebastián Fonseca*  
Luis Sebastián Fonseca  
Jefe de Laboratorio (a)

*Clara Echeverría*  
Clara Echeverría  
Responsable Técnica

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE

### LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE

Yumbato, Av. Natalio Jarrín 12-03 y 9 de Octubre • Teléfono: (593) 2 396 2943  
correo electrónico: hbt@lclab@ups.edu.ec

| Nombre                                     | Cuerpadas         |            | Albuz    |             | Mojón  |        |
|--|-------------------|------------|----------|-------------|--------|--------|
| No. vacas lactantes                        | Producción Diaria | litros     | Peso     | litros      | litros | No usa |
| Fuente de agua para uso en el ordeño       | Pozo              | vertiente  | Pozo     | Res. Urbana | Canal  | No usa |
| Piso del área de ordeño                    | Cemento           | Empedrado  | Tierra   | Piedra      |        |        |
| Cobertura de área de ordeño                | Eternit           | Taja       | Plástico | Intemperie  |        |        |
| Alojamiento Nocturno                       | Bajo Techo        | Intemperie |          |             |        |        |
| Desinfección de la sala de ordeño          | Diario            | Semanal    | Mensual  | Nunca       |        |        |
| Tipo de Ordeño                             | Manual            | Mecánico   |          |             |        |        |
| Material de recipiente (ordeño)            | Plástico          | Acero      | Aluminio | Madera      |        |        |
| Material Recipiente (almacenamiento)       | Plástico          | Acero      | Aluminio |             |        |        |
| Material para tamizar la leche             | Tela              | Nylon      | Acero    | No usa      |        |        |
| Almacenamiento de la leche en finca        |                   |            |          |             |        |        |
| Tiempo                                     |                   | Horas      |          |             |        |        |
| Temperatura                                |                   | °C         |          |             |        |        |
| Capacidad del recipiente                   |                   | litros     |          |             |        |        |
| Durante el Ordeño                          |                   |            |          |             |        |        |
| Proceso                                    | SI                | NO         | Insumo   |             |        |        |
| Lavado de la Ubre                          |                   |            |          |             |        |        |
| Sellado de la Ubre                         |                   |            |          |             |        |        |
| Lavado de recipiente                       |                   |            |          |             |        |        |
| Identificación de mastitis                 |                   |            |          |             |        |        |
| Reconoce la mastitis                       | SI                | NO         |          |             |        |        |
| Realiza pruebas para detección de mastitis |                   |            |          |             |        |        |
| Sabe tratar problemas de mastitis          |                   |            |          |             |        |        |

Fuente: La Investigación

**Fotografía 7.** Formato de encuesta realizada a los productores de la investigación “Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014”.



8

Fuente: La Investigación



9

**Fotografía 8 y 9.** Lavado y esterilizado de frascos para toma de muestras en la investigación.



Fotografías 10 y 11. Centro de acopio de la investigación.



Fotografías 12 y 13. Análisis de CCS y UFC de las muestras tomadas en la investigación.