



**Evaluación de la calidad de leche en el hato bovino de la hacienda “El Prado” a través del seguimiento longitudinal en el diagnóstico y tratamiento de mastitis clínica y subclínica**

Alomoto Muzo, Isaac Andrés y Crisanto Gualotuña, Priscila Abigail

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Dr. Ron Román, Jorge Washington, MSc.

02 de agosto del 2023



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Certificación:**

Certifico que el trabajo de titulación: **Evaluación de la calidad de leche en el hato bovino de la hacienda “El Prado” a través del seguimiento longitudinal en el diagnóstico y tratamiento de mastitis clínica y subclínica**, fue realizado por los señores: **Alomoto Muzo, Isaac Andrés y Crisanto Gualotuña, Pryscila Abigail**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 2 de agosto del 2023



**Dr. Ron Román, Jorge Washington, MSc.**

C. C 1709505125

## Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos



### Tesis Mastitis Crisanto - Alomoto 202...

#### Scan details

Scan time:  
August 2th, 2023 at 19:39 UTC

Total Pages:  
66

Total Words:  
16293

#### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	7.7%	1251
Minor Changes	0%	0
Paraphrased	0%	0
Omitted Words	12.4%	2025

#### AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text



17095051125  
JORGE WASHINGTON  
RON ROMAN

**Dr. Ron Román, Jorge Washington, MSc.**

C. C 17095051125



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Responsabilidad de Autoría:**

Nosotros, **Alomoto Muzo, Isaac Andrés** y **Crisanto Gualotuña, Priscila Abigail**, con cédula de ciudadanía No. 1724211154 y 1723761282 respectivamente, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo titulación: **Evaluación de la calidad de leche en el hato bovino de la hacienda “El Prado” a través del seguimiento longitudinal en el diagnóstico y tratamiento de mastitis clínica y subclínica**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 2 de agosto del 2023

.....  
**Alomoto Muzo, Isaac Andrés**

C.C.: 1724211154

.....  
**Crisanto Gualotuña, Priscila Abigail**

C.C.: 1723761282



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Autorización de Publicación:**

Nosotros, **Alomoto Muzo, Isaac Andrés y Crisanto Gualotuña, Priscila Abigail**, con cédula de ciudadanía No. 1724211154 y 1723761282 respectivamente, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación de la calidad de leche en el hato bovino de la hacienda “El Prado” a través del seguimiento longitudinal en el diagnóstico y tratamiento de mastitis clínica y subclínica** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 2 de agosto del 2023

.....  
**Alomoto Muzo, Isaac Andrés**

C.C.: 1724211154

.....  
**Crisanto Gualotuña, Priscila Abigail**

C.C.: 1723761282

## Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación:

A mi Dios, por haber trazado mi camino y darme las fuerzas, sabiduría e inteligencia para poder llegar al final de esta etapa y conseguir esta meta.

A mi padre Joe, mi madre Gladys y mi hermana Saira por ser mi soporte por ayudarme a seguir tras cada caída y también por estar ahí tras cada logro. Gracias por todo el amor, paciencia y dedicación, por ser mis guías y mis pilares fundamentales.

A mi pequeña hija Zoe por ser mi inspiración y el motor de mi vida. Gracias por tu ternura y por todas las sonrisas que me regalas día a día.

A mis tías Isabel y Guadalupe por ser mis segundas madres y estar siempre para mí, gracias por cuidarme y ser un gran apoyo en mi vida y la de mi hija.

A mi compañero de tesis Isaac gracias por su amistad y por el gran equipo que hemos formado para cumplir este objetivo.

A toda mi hermosa familia por siempre estar presentes a lo largo de mi vida por creer en mí a pesar de mis equivocaciones y por ser un apoyo incondicional en todo momento.

Abigail

Dedico este trabajo de investigación:

A toda mi familia. Principalmente a mis padres y hermanos por ser mi apoyo fundamental, mi motivación e inspiración para poder superarme cada día, por su esfuerzo y sacrificio. Gracias por enseñarme a superar las dificultades, por los buenos consejos y por corregirme cuando lo necesitaba.

A mi compañera de tesis Abigail gracias por tu amistad, por tu paciencia, por tu comprensión y por tu empeño.

A mis amigos quienes compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas, y a todas aquellas personas que estuvieron presentes apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Isaac Andrés

## **Agradecimientos**

A la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por ponernos a disposición materiales y reactivos, además de proporcionarnos el uso de las instalaciones y equipos.

Al Dr. Jorge Ron Román PhD., por apoyarnos y ser el guía de nuestro proyecto de investigación, siendo nuestro mentor e impartiendo todos sus conocimientos para concluir con éxito de este proyecto.

Al Ing. Diego Vela, por ayudarnos en la realización de la presente investigación e impartirnos sus conocimientos.

A la Ing. Jennifer Cuenca por impartirnos todos sus conocimientos y creer en nuestras capacidades en todo momento.

Al personal del área de ganadería, en especial a Don Marquito y a las Sras. María y Adriana, por brindarnos su apoyo que fundamental para la realización de este trabajo de investigación, colaborándonos con mucha paciencia y cariño a lo largo de este proceso.

A nuestros amigos Michelle, Nikole, Erika, Lucho, Migue, Mauricio, Procel, por su compañía, ánimos y sobre todo por alegrar nuestros días en los momentos más difíciles.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, quienes a lo largo de la carrera nos prepararon para llegar a ser unos excelentes profesionales y personas.



## Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación .....	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoria.....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimientos .....	8
Índice de contenidos.....	9
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	15
Resumen.....	17
Abstract.....	18
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>19</b>
Antecedentes .....	19
Justificación e importancia del tema.....	20
Objetivos.....	21
Objetivo general .....	21
Objetivos específicos.....	21
Hipótesis.....	22
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>23</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>23</b>
Etiología.....	23
Importancia de la mastitis .....	23
Factores relacionados a la mastitis .....	24

Factores físicos.....	24
Susceptibilidad genética.....	24
Signos y síntomas.....	25
Tipos de mastitis .....	25
Mastitis Clínica.....	25
Mastitis Subclínica.....	26
Etapas infecciosas de la mastitis .....	26
Invasión.....	26
Infección.....	26
Inflamación del área dañada.....	27
Mecanismos de defensa físicos, químicos y biológicos de la glándula mamaria.....	27
Defensa física o anatómica.....	27
Defensa química.....	27
Defensa celular o biológica .....	27
Diagnóstico de Mastitis .....	28
Conductividad eléctrica.....	29
CMT (California Mastitis Test) .....	29
Recuento de células somáticas .....	31
Prueba de fondo oscuro.....	32
Calidad de leche.....	32
Calidad de leche según las normas NTE INEN 9:2012 .....	33
Calidad de leche con Ekomilk Bond .....	35
Cantidad de células somáticas con Ekomilk Scan .....	36
Tratamientos para mastitis.....	36
Vacunación contra mastitis .....	37
Uso de antiinflamatorios.....	37
Criterios de selección de un antibiótico .....	38
Tratamientos .....	38

Tratamiento Blitz.....	38
Tratamiento de la vaca seca (TVS).....	39
Alfa sellador de ubres.....	39
CLAVAMOX LC .....	40
Orbenin Extra (DRY COW) .....	41
Mamin .....	42
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>43</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>43</b>
Ubicación y características del área de estudio .....	43
Descripción general del hato .....	43
Tratamientos a evaluar .....	44
Evaluación de la ubre.....	46
Prueba de fondo oscuro.....	46
Toma de muestras de leche .....	46
Prueba CMT .....	47
Prevalencia de mastitis .....	47
Agrupación según el grado de mastitis .....	48
Aplicación del protocolo .....	48
Seguimiento .....	49
VARIABLES A MEDIR .....	49
Análisis de la información .....	50
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>51</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>51</b>
Prevalencia.....	51
Correlación .....	54
Seguimiento .....	58
Seguimiento de las vacas en producción .....	58
Seguimiento de las vacas en periodo seco .....	68

Conclusiones .....	76
Recomendaciones .....	77
Bibliografía.....	79

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Rangos de recuento de células somáticas según en grado de reacción de CMT. .....	30
<b>Tabla 2</b> Diagnóstico de cada cuarto de la ubre según el conteo de células somáticas. ...	31
<b>Tabla 3</b> Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda.....	34
<b>Tabla 4</b> Parámetros de medición del Ekomilk Bond.....	35
<b>Tabla 5</b> Tratamientos .....	45
<b>Tabla 6</b> Protocolos.....	45
<b>Tabla 7</b> Prevalencia por vaca.....	51
<b>Tabla 8</b> Prevalencia por cuarto .....	52
<b>Tabla 9</b> Prevalencia por cuartos individuales .....	53
<b>Tabla 10</b> Correlación simple de Pearson de los métodos CCS y CMT .....	55
<b>Tabla 11</b> Análisis de varianza de los factores en el CCS de la leche de la Hacienda "El Prado" .....	58
<b>Tabla 12</b> Test de comparación de medias de Duncan sobre el CCS.....	58
<b>Tabla 13</b> Análisis de varianza de los factores en el porcentaje de proteína de la leche de la Hacienda "El Prado" .....	62
<b>Tabla 14</b> Test de comparación de medias de Duncan sobre el nivel de proteína de la leche.....	62
<b>Tabla 15</b> Análisis de varianza de los factores en la producción de leche de la Hacienda "El Prado".....	65
<b>Tabla 16</b> Test de comparación de medias de Duncan sobre el nivel de la producción de la leche.....	65
<b>Tabla 17</b> Análisis de varianza de los factores en el porcentaje de proteína de la leche de la Hacienda "El Prado" en las vacas del periodo seco.....	68
<b>Tabla 18</b> Test de comparación de medias de Duncan sobre el CCS en las vacas del periodo seco .....	68

<b>Tabla 19</b> <i>Análisis de varianza de los factores en el porcentaje de proteína de la leche de la Hacienda "El Prado" en las vacas del periodo seco</i> .....	71
<b>Tabla 20</b> <i>Análisis de varianza de los factores en la producción de leche de la Hacienda "El Prado" en las vacas del periodo seco</i> .....	72
<b>Tabla 21</b> <i>Test de comparación de medias de Dunckan sobre el nivel de la producción de la leche en las vacas del periodo seco</i> .....	73

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Prueba de fondo oscuro</i> .....	32
<b>Figura 2</b> <i>Ekomilk Bond</i> .....	35
<b>Figura 3</b> <i>Ekomilk Scan</i> .....	36
<b>Figura 4</b> <i>Alfa sellador</i> .....	40
<b>Figura 5</b> <i>Clavamox LC</i> .....	41
<b>Figura 6</b> <i>Orbenin Extra</i> .....	42
<b>Figura 7</b> <i>Mamín – Sec</i> .....	42
<b>Figura 8</b> <i>Ubicación geográfica de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I</i> .....	43
<b>Figura 9</b> <i>Distribución del experimento en la fase de campo</i> .....	46
<b>Figura 10</b> <i>Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto anterior derecho</i> .....	56
<b>Figura 11</b> <i>Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto anterior izquierdo</i> .....	56
<b>Figura 12</b> <i>Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto posterior derecho</i> .....	57
<b>Figura 13</b> <i>Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto posterior izquierdo</i> .....	57
<b>Figura 14</b> <i>Conteo de células somáticas en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo</i> .....	59
<b>Figura 15</b> <i>Conteo de células somáticas en vacas viejas con y sin aplicación del protocolo</i> .....	60
<b>Figura 16</b> <i>Conteo de células somáticas de vacas con y sin aplicación del protocolo</i> .....	60
<b>Figura 17</b> <i>Porcentaje de proteína en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo</i> .....	63
<b>Figura 18</b> <i>Porcentaje de proteína de vacas viejas con y sin aplicación de protocolo</i> .....	63
<b>Figura 19</b> <i>Producción de leche en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo</i> .....	66
<b>Figura 20</b> <i>Producción de leche en vacas viejas con y sin aplicación del protocolo</i> .....	67

<b>Figura 21</b> <i>Conteo de células somáticas en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo.....</i>	69
<b>Figura 22</b> <i>Conteo de células somáticas en vacas viejas con y sin aplicación de protocolo ..</i>	70
<b>Figura 23</b> <i>Porcentaje de proteína en vacas con y sin aplicación de protocolo .....</i>	72
<b>Figura 24</b> <i>Producción de leche en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo.....</i>	74
<b>Figura 25</b> <i>Producción de leche en vacas viejas con y sin aplicación del protocolo .....</i>	74



## Resumen

La mastitis es una enfermedad que afecta la producción y calidad de la leche, incrementando costos. Esta investigación evaluó en la Hacienda “El Prado” la calidad de la leche de su hato bovino. El objetivo fue analizar la mastitis clínica y subclínica, utilizando un enfoque longitudinal. Con 1240 muestras de leche en la investigación, se analizaron 78 vacas en producción con variaciones en lactancia, edad y raza para determinar la prevalencia inicial, eligiendo luego 8 vacas de ordeño y 8 secas para el seguimiento. Se utilizaron pruebas de fondo oscuro y el California Mastitis Test (CMT) para diagnóstico en campo. Las muestras se analizaron con el equipo Ekomilk Bond para calidad de la leche y el Ekomilk Scan para el conteo de células somáticas. El umbral de 200,000 células somáticas/ml marcó mastitis subclínica. No se encontraron casos clínicos; prevalencia de mastitis subclínica por vaca fue de 40%, y por cuarto de 27%. Las pruebas CMT y recuento de células somáticas (CCS) con Ekomilk Scan tuvieron un alto grado de correlación ( $r = 0.83$ ). El protocolo Blitz redujo CCS en vacas jóvenes (1-3 partos) y aumentó la producción lechera. El protocolo de Tratamiento de Vaca Seca (TVS) redujo CCS y mejoró la producción lechera en vacas secas. En resumen, el estudio longitudinal en Hacienda “El Prado” evidenció la prevalencia de mastitis subclínica, validando pruebas de diagnóstico y demostrando la eficacia de protocolos para disminuir CCS y mejorar producción de leche.

**Palabras clave:** MASTITIS BOVINA, CÉLULAS SOMÁTICAS, CALIDAD DE LECHE.

## **Abstract**

Mastitis is a disease that affects milk production and quality, increasing costs. This research evaluated the milk quality of the cattle at Hacienda "El Prado". The objective was to analyze clinical and subclinical mastitis, using a longitudinal approach. With 1240 milk samples in the investigation, 78 cows in production with variations in lactation, age and breed were analyzed to determine the initial prevalence, then 8 milking cows and 8 dry cows were chosen for follow-up. Dark background tests and the California Mastitis Test (CMT) were used for field diagnosis. Samples were analyzed with the Ekomilk Bond kit for milk quality and the Ekomilk Scan for somatic cell count. The threshold of 200,000 somatic cells/ml marked subclinical mastitis. No clinical cases were found; prevalence of subclinical mastitis per cow was 40%, and per quarter 27%. CMT and somatic cell count (SCC) tests with Ekomilk Scan had a high degree of correlation ( $r = 0.83$ ). The Blitz protocol reduced SCC in young cows (1-3 calvings) and increased milk production. The Dry Cow Treatment (DVT) protocol reduced SCC and improved milk production in dry cows. In summary, the longitudinal study at Hacienda "El Prado" showed the prevalence of subclinical mastitis, validating diagnostic tests and demonstrating the efficacy of protocols to reduce SCC and improve milk production.

**Keywords:** BOVINE MASTITIS, SOMATIC CELLS, MILK QUALITY.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

La mastitis es una enfermedad compleja que puede definirse simplemente como una condición inflamatoria que ocurre en las glándulas mamarias. La causa más común es la infección por patógenos, pero también puede ser causada por lesiones (heridas) y, con menor frecuencia por alergias y tumores. Es una enfermedad muy común en vacas lecheras y se clasifica en mastitis clínica y subclínica, dicha enfermedad es una de las más importantes que afecta a la industria lechera a nivel mundial ya que provoca importantes pérdidas económicas para todos los productores de leche.

La mastitis subclínica se define como la presencia de un microorganismo asociado con alto número de células somáticas en la leche difícil de detectar y corregir, las vacas parecen sanas, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal no obstante se tiene un número alto de células somáticas en la leche lo que es indicativo de una respuesta inflamatoria lo cual se asocia con una disminución en el nivel de producción y de la composición de la secreción láctea (Reyes *et al.*, 2015).

Los muestreos periódicos a los animales en producción aplicando pruebas diagnósticas como la prueba de CMT (California Mastitis Test) pueden detectar a tiempo la mastitis subclínica y evitar que progrese la enfermedad a casos clínicos los cuales representan pérdidas económicas por el tratamiento y disminución de la producción por causa de la enfermedad (Farinango, 2015).

La mastitis subclínica puede representar pérdidas económicas incluso mayores que en la mastitis clínica debido a que esta puede ser tratada de manera inmediata al ser detectada, mientras que la mastitis subclínica puede afectar a una mayor cantidad de animales sin ser detectada implicando grandes pérdidas de producción diarias. Se tiene como referencia que en vacas detectadas con mastitis y que fueron inseminadas

artificialmente se produce una pérdida económica debido al atraso de la preñez se estima que la pérdida es de 75 dólares por vaca, esta cantidad representa sólo el 46% de las pérdidas económicas totales debido a la mastitis, que, si se suma a las correspondientes por la disminución del volumen y calidad de la leche, descarte de animales es alrededor de 87 dólares por vaca al año (Ganchou y Stagnaro, 2018).

### **Justificación e importancia del tema**

La mastitis bovina es uno de los principales problemas de salud que enfrentan los pequeños y medianos ganaderos lecheros debido a las condiciones y ambiente en el que se desarrolla esta labor, así como la falta de conocimientos para realizar esta actividad. La mastitis es una enfermedad de origen multifactorial, causada por una variedad de microorganismos en constante cambio de dinámica ecológica debido a la continua mutación de los microorganismos patógenos, además del desarrollo de resistencia a fármacos debido a su mal uso, lo que dificulta su tratamiento y erradicación. Los antibióticos se usan en exceso para tratar esta enfermedad (Bonifaz y Conlago, 2016).

Disminuyendo los porcentajes de sólidos totales, proteínas, grasa y calcio en la leche, se debe tomar en cuenta también las pérdidas económicas que se producen gracias al tiempo de retiro, las pérdidas por descartes prematuros y pérdidas de cuartos en vacas muy graves. Las enfermedades además de reducir la producción y la calidad de la leche también conducen a un aumento de los costos de producción debido al tratamiento (medicamentos y apoyo profesional), porque la leche enferma cambia la composición. Química, Física y Bacteriología. presentando un menor porcentaje de sólidos totales, proteínas, grasa y calcio, tomando en cuenta también que si el productor realiza tratamientos con antibiótico la leche tendrá residuos de ellos además de pérdidas por descartes prematuros (Bonifaz y Conlago, 2016).

En el hato lechero de la hacienda "El Prado" existen problemas de mastitis lo que es un punto clave en cuanto a cantidad y calidad de leche se refiere, tomando en cuenta que no existe un debido diagnóstico de la enfermedad ni tampoco un seguimiento de los

tratamientos para verificar la eficacia de los mismos, en el presente estudio se realizó el seguimiento longitudinal correspondiente al diagnóstico de mastitis en el hato lechero mediante las pruebas de CMT, fondo oscuro y conteo de células somáticas las cuales nos permitieron clasificar el rejo en función del tipo de mastitis para posteriormente realizar el tratamiento y seguimiento respectivo, y así obtener resultados positivos mejorando la calidad de la producción del hato mediante la evaluación de la calidad de leche usando el equipo Ekomilk Scan.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Evaluar la calidad de leche en el hato bovino de la hacienda “El Prado”, a través del seguimiento longitudinal del diagnóstico y tratamiento de mastitis clínica y subclínica.

### ***Objetivos específicos***

1. Determinar la prevalencia de mastitis clínica y subclínica en el hato bovino de la hacienda “El Prado” mediante las pruebas de fondo oscuro, CMT y conteo de células somáticas utilizando el equipo EkoScan.
2. Realizar el seguimiento de la calidad de leche de la hacienda “El Prado” a través del sistema Ekomilk.
3. Realizar el tratamiento y seguimiento de las vacas con diferente grado de mastitis.
4. Comparar la prueba CMT y el conteo de células somáticas en vacas con diferente grado de mastitis.

## **Hipótesis**

**H0:** Las vacas tratadas con el protocolo presentan similar número de células somáticas en la leche que las vacas no tratadas.

**H1:** Las vacas tratadas con el protocolo presentan distinto número de células somáticas en la leche que las vacas no tratadas.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### **Etiología**

Este proceso generalmente se debe a la entrada de bacterias patógenas en las glándulas a través del conducto del pezón, lo que lleva a la infección de los conductos y tejidos secretores, desarrollados debido a la presencia de leucocitos; una respuesta del sistema inmunológico de la vaca es aumentar la cantidad de células somáticas especialmente neutrófilos, polimorfonucleares y aumentar el contenido de proteasa de la leche para combatir la inflamación de las mamas (Kerr y Wellnitz, 2003).

Su transmisión puede ocurrir en el momento del ordeño a través de comportamientos como compartir toallas para lavar y secar las ubres, así como a través de las manos contaminadas del ordeñador o mediante el uso de pezoneras no esterilizadas entre vacas durante el ordeño mecánico, por otro lado se conoce como mastitis ambiental a la que es causada por bacterias Gram negativas que viven normalmente en el ambiente como: *Escherichia coli*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*, *Serratia spp*, *Pseudomonas spp* y *Proteus spp* y algunas bacterias Gram positivas como: *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae* (Becerra *et al.*, 2014).

#### **Importancia de la mastitis**

La mastitis es considerada la enfermedad más importante y costosa para la salud de las vacas lecheras, es considerada el problema de salud más común, las pérdidas representan la mitad de los costos médicos totales en las unidades de producción agrícola UPAS (Eulogio *et al.*, 2019).

Se ha demostrado que la presencia de mastitis está asociada a grupos de vacas de alta producción de leche, provocando importantes pérdidas monetarias a los productores lecheros que sufren pérdidas por el descarte de leche de los animales tratados, disminución en la producción lechera, aumentó en mano de obra y servicios veterinarios para su

tratamiento; además, disminuye la vida productiva de las vacas en las UPAS, cuya consecuencia es el aumento de costos por reemplazos (Sewalem *et al.*, 2006).

La enfermedad es un importante problema de salud pública porque la leche contaminada con bacterias puede provocar la transmisión de enfermedades zoonóticas como la tuberculosis, la brucelosis bovina y la faringitis estreptocócica. La presentación clínica de esta enfermedad puede diferir de la inflamación hiperaguda; con toxemia y muerte del animal (mastitis clínica), por otro lado, la mastitis subclínica no se puede ver y solo se pueden detectar mediante pruebas de diagnóstico, por estas razones la enfermedad se presenta con mayor incidencia en la actualidad (Salas y Río, 2021).

### **Factores relacionados a la mastitis**

Dentro de los factores de riesgo que influyen en la prevalencia de la infección y la incidencia de mastitis se encuentran:

#### ***Factores físicos***

Existen vacas que tienen ubres muy caídas y son vulnerables a traumatismos por pezones pisoteados, cortados y magullados, lo que aumenta el riesgo de mastitis. El desarrollo de la mastitis también está influenciado por el entorno de vida del animal, como las prácticas de ordeño inadecuadas, la ubicación del pastoreo, las áreas de alimentación, el diseño, la calidad y el manejo del establo. El medio ambiente puede ser una fuente importante de contaminación, y la limpieza inadecuada de las instalaciones del hato, así como el equipo y los materiales utilizados para ordeñar en condiciones de limpieza deficientes o contaminadas, puede significar un aumento de bacterias, creando una fuente de contaminación. Las prácticas de manejo que facilitan el desarrollo de mastitis incluyen pezones sin sellar o limpieza mamaria inadecuada,

#### ***Susceptibilidad genética***

La heredabilidad de conteo de células somáticas puede ser un factor condicionante en la mastitis debido a que existen razas que tienen mayor predisposición a la mastitis.



Entre los factores raciales Berry *et al.*, (2007), reportaron una diferencia significativa entre el conteo de células somáticas (RCS) de las vacas Holstein-Friesian (RCS=84.965 CS.ml-1) y Jersey (RCS=100.709 CS.ml-1). Al seleccionar variedades con bajo RCS en la leche, es posible mejorar genéticamente de las vacas lecheras para reducir la incidencia de mastitis (Schutz, 1994). La correlación genética entre la aparición de la mastitis clínica y RCS oscila entre 0,50 y 0,80, con un promedio de 0,70 (Rupp y Boichard, 2003).

### **Signos y síntomas**

Los signos clínicos de esta enfermedad se ven reflejados por las anomalías en la leche y la ubre. Los síntomas clínicos incluyen una disminución en la producción de leche, aumento en el número de glóbulos blancos, cambio de composición y apariencia de la leche (grumos), fiebre, cuartos mamarios enrojecidos, hinchados e hipertérmicos. Las vacas con mastitis subclínica no muestran ninguna señal de la enfermedad (Kerr y Wellnitz, 2003), y suele presentarse una menor producción de leche, incluido un aumento del conteo elevado de glóbulos blancos y un aumento en el contenido de bacterias en la leche (Hillerton y Berry, 2005).

### **Tipos de mastitis**

#### ***Mastitis Clínica***

La mastitis clínica se define como una anomalía en la glándula mamaria de la vaca y en la leche que se puede percibir a simple vista (Tollersrud *et al.*, 2000). Se caracteriza por la hinchazón o dolor en la ubre, ubre roja, leche anormal y en algunos casos, aumento de la temperatura rectal, letargo, pérdida de apetito e incluso la muerte. Además, hay bacterias en la leche que reducen significativamente el rendimiento y la calidad (Heringstad *et al.*, 2000). En los casos en que la inflamación de la ubre es acompañada de signos clínicos se denomina como mastitis clínica.

La mastitis clínica puede presentarse de forma aguda y se caracteriza por un inicio repentino. En la forma crónica, hay una infección prolongada, apariencia anormal de la leche y/o cambios palpables en el tejido mamario (Schrick *et al.*, 2001).

### ***Mastitis Subclínica***

La mastitis subclínica se caracteriza por la presencia de microorganismos en la leche con altos recuentos de células somáticas, que fácilmente pueden resultar en inflamación y convertirse en mastitis clínica. Este tipo de mastitis no presenta cambios significativos en la leche ni en las mamas, pero sí se puede sentir una reducción en la producción de leche, y su composición puede verse alterada por la presencia de componentes inflamatorios y bacterias provocando pérdidas económicas no solo por una caída en la producción, sino también por la gran cantidad de células somáticas en el tanque de leche (Ariznabarreta *et al.*, 2002).

En la práctica, los casos de mastitis subclínica muchas veces no se detectan rápidamente, o incluso el personal en la sala de ordeño puede no darse cuenta, por lo que es importante identificar estos casos de mastitis mediante técnicas de laboratorio como el recuento de células somáticas con equipos especializados y cultivo bacteriano (Wellenberg *et al.*, 2002).

### **Etapas infecciosas de la mastitis**

#### ***Invasión***

Las bacterias causantes de la mastitis ingresan a la glándula mamaria por el canal del pezón, que es la primera y más importante barrera de defensa, por ello es importante reducir la carga microbiana de la piel del pezón y preservar la funcionalidad del canal y del esfínter, ya que las ingresar las bacterias y colonizar el parénquima se da una respuesta inflamatoria y con ella el daño del epitelio secretor y por ende daño a la calidad de la leche.

#### ***Infección***

Al invadir los gérmenes el tejido mamario se disemina rápidamente por toda la glándula, dependiendo del tipo de acción del microorganismo, los cuales pueden multiplicarse y adherirse al epitelio mamario. La infección se produce con mayor facilidad en el período de secado, debido a la ausencia de flujo.

### ***Inflamación del área dañada***

El proceso inflamatorio comienza con la respuesta de los capilares cercanos a las células alveolares que son atacadas por bacterias. Durante esta fase subaguda, los macrófagos y las células polimorfonucleares migran de la sangre a los alvéolos y la leche infectados. Al final del proceso inflamatorio, se produce la degeneración y lisis de las células alveolares, que son reemplazadas por tejido conjuntivo no funcional, lo que provoca una pérdida de producción (Ruegg, 2001).

### **Mecanismos de defensa físicos, químicos y biológicos de la glándula mamaria**

#### ***Defensa física o anatómica***

Este mecanismo de defensa se encuentra en el esfínter del pezón, que es la primera barrera que enfrentan los microorganismos para ingresar al reservorio del pezón y de allí a la glándula mamaria. Las funciones del esfínter son principalmente dos, por un lado, evitar las fugas de leche y por otro lado proteger la ubre de la entrada de microorganismos que pueden causar mastitis, este se cierra durante el día para evitar la entrada de microorganismos infecciosos en la mama, sin embargo, el esfínter permanece abierto de treinta a cuarenta minutos después del ordeño, período crítico en el que aumenta el riesgo de mastitis (Galán y Márquez, 2013).

#### ***Defensa química***

La estructura microscópica y bioquímica del conducto del pezón es eficaz para bloquear la colonización bacteriana, las proteínas catiónicas y algunos ácidos grasos de cadena larga con actividad bactericida se han caracterizado en la estructura de la queratina y en el epitelio del conducto del pezón el cual secreta una mucoproteína rica en zinc que también tiene una acción bactericida (Corbellini, 1998).

#### ***Defensa celular o biológica***

Una vez que las bacterias (o sus toxinas) atraviesan las defensas del conducto del pezón y alcanzan los tejidos superiores, se inicia una respuesta inmunitaria contra el agente infeccioso, que implica complejas interacciones entre los diferentes tipos de células y sus

productos, ligadas finalmente a la eliminación del agente infeccioso o muerte de la vaca. La glándula mamaria está protegida por múltiples mecanismos de defensa que forman parte tanto de la inmunidad innata como de la específica (Montoya *et al.*, 2019).

La cantidad de células somáticas presentes en la ubre es de vital importancia, ya que son la principal defensa contra la invasión microbiana y determinan la gravedad y duración de las infecciones de la ubre. Estas células somáticas son neutrófilos, macrófagos y linfocitos que son capaces de producir una respuesta inmune innata o adquirida. Los neutrófilos son glóbulos blancos inespecíficos que se activan en el sitio exacto de la infección y son el tipo de células que se encuentran principalmente en el tejido mamario en secreciones de las primeras etapas del proceso inflamatorio (Persson *et al.*, 1993).

### **Diagnóstico de Mastitis**

La implementación del plan de vigilancia ayuda al control de la enfermedad, es decir, implementar un manejo adecuado de los animales, especialmente durante el ordeño, condiciones ambientales adecuadas, operación adecuada de los equipos de ordeño, nivel de capacitación del personal del ordeño, es decir, factores que predisponen al rejo al contagio de mastitis (Badillo, 2009). Un completo plan de diagnóstico de mastitis de rebaño incluye seguimiento periódico con pruebas de campo, laboratorio y tanque, entre los métodos más utilizados y comunes podemos citar:

**Pruebas de campo.** prueba de mastitis de California (CMT), prueba de palpación, prueba de Wisconsin, prueba de papel indicador, prueba de fondo oscuro.

**Pruebas de laboratorio.** Recuento de células somáticas (RCS), cultivos microbiológicos, caracterización del microorganismo, pruebas de sensibilidad antimicrobiana.

**Pruebas en tanque.** Recuento de Células somáticas del tanque (RCS-T). Para el diagnóstico de la mastitis subclínica a nivel de campo se utilizan la prueba de Mastitis California y las pruebas de conductividad Eléctrica (Hernández y Bedolla, 2008).

## **Conductividad eléctrica**

La prueba de conductividad eléctrica (ECP) durante la última década se ha utilizado como un indicador eficaz de la mastitis, se basa en el aumento de la conductividad eléctrica de la leche porque cuando se ve afectada, muestra el contenido de electrolitos más altos, especialmente iones de sodio y cloro y se ha desarrollado como un método para el seguimiento de la mastitis bovina (Bedolla *et al.*, 2007).






Esta prueba permite un diagnóstico preciso de la mastitis clínica, pero con la mastitis subclínica, la precisión es solo del 50 % en comparación con los métodos estándar, aunque a veces se obtienen resultados falsos positivos o falsos negativos, no obstante, representa una alternativa a la prueba y California Mastitis Test (CMT) (Cepero *et al.*, 2005).

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

La prueba CMT es una prueba diagnóstica simple que sirve para detectar mastitis subclínica la cual no proporciona un resultado numérico exacto, pero nos indica si el recuento de células somáticas en la leche es elevado o bajo. La prueba consiste en agregar el alquilarilsulfonato de sodio (detergente) a la muestra de leche, de esta manera obligar la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre convirtiéndose la muestra de leche en una combinación con los agentes proteicos dando un aspecto gelatinoso por lo tanto a mayor presencia de células somáticas se libera un mayor contenido de ADN mayor será el material precipitado o gelatinoso en la muestra que se puede interpretar como un grado de inflamación elevado. La paleta de la prueba CMT cuenta con cuatro pozos cada uno sirve para evaluar cada cuarto independiente, la misma permitirá evaluar la respuesta inflamatoria fundamentándose en la viscosidad del gel que se forma al combinarse el reactivo y la muestra de leche de cada cuarto (Bhutto *et al.*, 2012).

**Tabla 1**

*Rangos de recuento de células somáticas según en grado de reacción de CMT*

Reacción al CMT	Lectura CMT	Grado CMT	Interpretación	SCC/ml (en miles)
No hay espesamiento de la mezcla, ni alteración en la consistencia.	Negativo	0	Cuarto sano 	0 a 200
Ligero espesamiento de la mezcla. Parece desvanecerse con la rotación continua de la raqueta.	Trazas	Trazas	Infección sospechosa 	200 a 400
Definido espesamiento de la mezcla, pero sin tendencia a formar gel. Si la raqueta se rota por más de 20 segundos, el espesamiento puede desaparecer.	Positivo débil	1	Infectado 	400 a 1200
Inmediato espesamiento de la mezcla con ligera formación del gel. Mientras la mezcla se agita, esta se mueve hasta el centro de la copa, exponiendo en fondo del borde externo. Cuando el movimiento se detiene, la mezcla se nivela y cubre todo el fondo de la copa.	Positivo evidente	2	Evidente infectado 	1200 a 5000
Hay formación del gel y la superficie de la mezcla se eleva (como un huevo frito). Esta elevación central permanece aún después de detener el movimiento de rotación de la raqueta de CMT.	Positivo fuerte	3	Seria infección 	> 5000

*Nota:* CMT: California mastitis test - SCC: Conteo de células somáticas. Recuperado de (Badillo, 2009).

## Recuento de células somáticas

Las células somáticas son simplemente células en el cuerpo (diferentes tipos de glóbulos blancos) y generalmente están presentes en niveles bajos en la leche (Tabla 2). La presencia de un mayor número de estas células en los alvéolos es un signo de respuesta a la infección; siempre y cuando no se detectan durante la observación de la leche de vaca (como por ejemplo en mastitis subclínica).

**Tabla 2**

*Diagnóstico de cada cuarto de la ubre según el conteo de células somáticas*

<b>Células / ml de leche</b>	<b>Estado de la ubre</b>
Hasta 100000	Sana, leche normal
De 100000 a 200000	Sospechoso
Más de 200000	Mastitis

*Nota:* Adaptado de: (Wolter *et al.*, 2004).

El conteo de células somáticas es un procedimiento común, especialmente en la industria láctea, para evaluar la calidad de la leche. En las haciendas se utiliza como indicador de infección. Cuando el número de células somáticas es alto ya sea de vacas o del tanque, esto indica un problema de mastitis (Hernández y Bedolla, 2008).

Cuando la leche de todas las vacas del ordeño se mezcla en el tanque recolector, el número de células somáticas en una muestra general es un buen indicador de la prevalencia de mastitis en el rebaño. Un recuento de células somáticas superior a 200.000 células/ml de leche indica la presencia de mastitis subclínica. Los conteos de células somáticas por debajo de 200.000 células/ml son habituales en rebaños con buenas prácticas de manejo y de ordeño, pero sin un énfasis particular en el control de la mastitis. Los rebaños con programas efectivos de control de mastitis tienen consistentemente recuentos de células por debajo de 100.000 células/ml.

Los recuentos de células somáticas superiores a 500.000 células/ml indican que un tercio de los cuartos de las vacas están infectados y la incidencia de pérdida de leche por mastitis subclínica es superior al 10% (García, 2004).

### **Prueba de fondo oscuro**

El examen físico se utiliza en el campo para evaluar la presencia de mastitis clínica. ± 5 ml de leche colocados en un pocillo oscuro e inclinándolo hacia un lado y otro permite evaluar: color y claridad, consistencia, olor y pH (este último con papel indicador). En caso de mastitis, la leche puede volverse turbia o amarillenta, viscosa o purulenta con presencia de grumos, tiene un olor fuerte y un pH superior a 6,9.

### **Figura 1**

*Prueba de fondo oscuro*



*Nota: Autoría propia.*

### **Calidad de leche**

La leche puede definirse como: Producto fresco, totalmente extraído de una o más vacas sanas, bien alimentadas, en reposo y con las condiciones físicas, microbiológicas y de saneamiento e higiene establecidas. Estas características son densidad, índice de congelación, índice de refracción, acidez titulable, grasa, sólidos no grasos, recuento de glóbulos blancos, microorganismos patógenos, presencia de sustancias inhibidoras y similares. Estas características determinan su calidad, que se puede medir con técnicas específicas y equipos profesionales.

Por otro lado, la adquisición y almacenamiento de leche cruda está directamente relacionada con la calidad microbiológica del producto e incluso determina su vida útil,



debido a que la presencia de mastitis provoca la disminución del valor nutricional de los productos lácteos (Santiago, 2007).

La calidad microbiológica de la leche cruda puede verse afectada por la presencia de mastitis provocada por los patógenos causantes de la enfermedad y que a su vez aumentan el recuento de células somáticas (RCS) de la leche que se envía a la industria. Esto es especialmente importante en las haciendas lecheras con alta prevalencia de mastitis, enfermedad que es causada por más de 140 microorganismos que pueden producir toxinas resistentes al calor y que representan un riesgo significativo para la salud pública (Reneau y Packard, 1991).

### **Calidad de leche según las normas NTE INEN 9:2012**

La norma INEN 2012 implanta los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca destinada al procesamiento. La denominación de leche cruda se aplica a la leche que no ha sido tratada térmicamente, excepto la refrigeración para su conservación y que no ha sufrido ningún cambio en su composición.

**Tabla 3**

*Requisitos fisicoquímicos de la leche cruda*

REQUISITOS	UNIDAD	MIN	MAX	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: 15°C a 20°C		1,029 1,028	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	% (fracción de masa)	3	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	% (fracción de masa)	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	% (fracción de masa)	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	% (fracción de masa)	8,2	-	*
Cenizas	% (fracción de masa)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico)**	°C	-0,536	-0,512	NTE INEN 15
	°H	-0,555	-0,530	
Proteínas	% (fracción de masa)	2,9	*	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)***	H	3	-	NTE INEN 018
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)		Para leche destinada a pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en peso o 75 % en volumen; y para la leche destinada a ultra pasteurización: No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en peso o 78 % en volumen.		NTE INEN 1500
Presencia de conservantes	-	Negativ o		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes	-	Negativ o		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes	-	Negativ o		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativ o		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativ o		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativ o		Prueba de anillo PAL (RingTest)
RESIDUOS DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS	ug/l	---	NRL, establecidos en el CODEX Alimentarius CAC/MRL 2	Los establecidos en el compendio de métodos de análisis identificados como idóneos para espaldar los LMR del codex.

\* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.

\*\* °C= °H f, donde f= 0,9656

\*\*\* Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento

1. Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.
2. Neutralizantes: orina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.
3. Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero de leche, grasas vegetales.
4. "Fracción de masa de B, WB: Esta cantidad se expresa frecuentemente en por ciento, %. La notación "(m/m)" no deberá usarse".
5. Se refiere a aquellos medicamentos veterinarios aprobados para uso en ganado de producción lechera.
6. Establecidos por el comité del Codex sobre residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos.

Nota: Recuperado de: NTE INEN 9:2012.

## Calidad de leche con Ekomilk Bond

Ekomilk Bond es un analizador de leche multiparamétrico robusto, confiable y automatizado que proporciona resultados de prueba rápidos para: grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, punto de congelación, agua agregada, pH, temperatura y conductividad en leche fresca y pasteurizada. Este analizador es ideal para realizar pruebas o mediciones y saber si nuestra leche tiene agua, así como conocer en cuantas cantidades (hablando en porcentajes), aunque también para la medición del pH.

**Tabla 4**

*Parámetros de medición del Ekomilk Bond*

Parámetros de medición	
<b>Grasa</b>	0,5% - 12% $\pm$ 0,1%
<b>Sólidos no Grasos</b>	6% - 12% $\pm$ 0,2%
<b>Densidad</b>	1.0260 g/cm <sup>3</sup> - 1.0330 g/cm <sup>3</sup> $\pm$ 0,0005 g/cm <sup>3</sup>
<b>Proteína</b>	2% - 6% $\pm$ 0,2%
<b>Punto de congelación</b>	Desde 0 hasta - 1.000°C $\pm$ 0,015°C
<b>Agua añadida</b>	0% - 60% $\pm$ 5%
<b>Lactosa</b>	0,5% hasta 7% $\pm$ 0,2%
<b>Conductividad</b>	2 - 10 mS/cm $\pm$ 0,2% mS/cm (18°C)
<b>pH</b>	0,00 - 10 pH $\pm$ 0,02
<b>t°C+</b>	0 - 50°C $\pm$ 0,1°C
<b>Acidez</b>	°Th, % La, °SH, °D

*Nota:* Recuperado de: (EKOMILK BOND | Ekomilk Americas, n.d.)

**Figura 2**

*Ekomilk Bond*



*Nota:* Autoría propia.

### **Cantidad de células somáticas con Ekomilk Scan**

El contador de células somáticas Ekomilk Scan está diseñado para un control económico y rápido de la calidad de la leche en granjas y plantas lecheras. El monitoreo regular de la leche en las granjas lecheras es una parte clave de la prevención, detección y tratamiento médico de la mastitis. El control adecuado la leche brinda productos de alta calidad garantizada.

### **Figura 3**

*Ekomilk Scan*



*Nota: Autoría propia.*

### **Tratamientos para mastitis**

Para los casos de mastitis clínica el tratamiento debe ser inmediato, por otro lado en la mayoría de producciones lecheras la mastitis subclínica no es tratada en el periodo de lactancia, sino al momento del secado; si existiesen casos en donde el hato presente una alta prevalencia de mastitis subclínica se procederá a realizar el aislamiento y la tipificación de los agentes causales para en base a los resultados tomar la decisión de tratar el hato debido a que la alta prevalencia de infecciones por algunos microorganismo como *Streptococcus agalactiae* si tiene justificación económica para hacerlo (Andresen, 2001).

La aplicación estricta de un programa de control de mastitis puede reducir gradualmente el nivel de control de RCS o CMT. El objetivo de cualquier operación ganadera eficiente es alcanzar un nivel de 100.000 células somáticas por mililitro de leche. Bajar por debajo de este nivel puede no ser deseable porque la presencia de un cierto

número de células en la leche (y la ubre) es necesaria para proteger a las vacas de la mastitis (Andresen, 2001).

### **Vacunación contra mastitis**

Las vacunas que han sido desarrolladas contra la mastitis no han tenido mucho éxito. Hace décadas, se desarrolló un toxoide a base de *Staphylococcus aureus* para inmunizar a las vacas contra la mastitis causada por esta bacteria, pero lamentablemente con poco éxito. La vacuna J-5 es la única vacuna que ha demostrado un éxito razonable (basado en una mutante de *E. coli*) en el control de la mastitis aguda causada por coliformes (*E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Serratia*), con una reducción del 70 al 80 % en la casuística clínica, con un programa de vacunación en 3 tiempos: (60 y 30 días antes del nacimiento y al parto) (Perulactea, 2022).

La base de las nuevas vacunas es potenciar la respuesta inmunogénica de los exopolisacáridos en el mecanismo de defensa de la ubre, como es el caso de la vacuna contra *Staphylococcus aureus*, que conduce a la opsonización y fagocitosis bacterianas. Sin embargo, queda por resolver la caracterización de todos los serotipos capsulares causantes de mastitis para obtener una vacuna más eficaz.

### **Uso de antiinflamatorios**

El uso de medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE) ha demostrado ser efectivo en vacas con mastitis clínica tipos 3 y 4, ya que reduce los síntomas inflamatorios, especialmente el dolor, y hace que los antibióticos actúen eficazmente sobre las bacterias.

La mayoría de los AINE no promueven la fagocitosis, es decir, la inmunidad innata, pero pueden reducirla como la dexametasona, ya que tiene un efecto inmunosupresor muy pronunciado que reduce el efecto de los neutrófilos. Se realizaron estudios que demuestran que el uso concomitante de antibióticos con antiinflamatorios aumenta la tasa de recuperación.

## **Criterios de selección de un antibiótico**

Las propiedades farmacocinéticas consideradas para la selección de antibióticos son: liposolubilidad, grado de ionización, afinidad de unión a proteínas y tamaño molecular, que determinan la capacidad del fármaco para penetrar en los tejidos, su distribución en el torrente sanguíneo y en la leche y la proporción de ingredientes activos de la droga no está relacionada con proteínas in vivo.

En nuestro país y en la mayoría de los países del mundo, el método más utilizado para el tratamiento de la mastitis bovina es la terapia intramamaria. Sin embargo, no existe un criterio único para determinar qué ruta utilizar. La terapia intramamaria se considera eficaz para la mastitis estreptocócica y algunos tipos de mastitis estafilocócica. Así mismo, en el marco de la mastitis aguda, algunos fracasos de la terapia intramamaria se deben a la mala o irregular distribución del fármaco en el parénquima gravemente inflamado, así como a la compresión u obstrucción del conducto por los productos de la inflamación (Calvinho, 2010).

## **Tratamientos**

### ***Tratamiento Blitz***

En algunas ocasiones en los hatos lecheros existen problemas derivados de una alta prevalencia de infecciones ocasionadas por mastitis subclínica en estos casos se recurre a un tratamiento conocido como “terapia blitz” (“blitz” significa relámpago) el cual es utilizado al comienzo de un programa de control o en rodeos donde se desea erradicar rápidamente a *Streptococcus agalactiae*. Una de sus principales ventajas es que todas las infecciones son tratadas al mismo tiempo y como resultado se obtienen bajos CCS y por ende una reducción inmediata de los niveles de infección y de contagio.

Las desventajas de este tratamiento son que los CCS se mantienen bajos de manera temporal, el tiempo de retiro de los medicamentos aplicados implican una pérdida de leche para la venta por contaminación antibiótica, alto costo de laboratorio para efectuar diagnósticos precisos previo al tratamiento, no es efectivo en infecciones causadas por *S.*

*aureus*, *Streptococcus uberis* y gérmenes Gram negativos, por estas razones es recomendable realizar este protocolo con la supervisión de un profesional veterinario. Esta práctica sirve para bajar bruscamente el CCS, los efectos negativos de la mastitis subclínica y la cantidad de animales afectados por *S. agalactiae* (Rampone *et al.*, 2013).

### **Tratamiento de la vaca seca (TVS)**

En los sistemas de producción donde el objetivo principal es la obtención de leche o la obtención de leche y carne (doble propósito) es necesario tener un periodo seco el cual consisten en parar la producción de la vaca antes de la próxima lactancia esto con el fin de regenerar el epitelio secretor de las glándulas mamarias, de esta manera obtener un buen rendimiento y producción de leche (Calderón *et al.*, 2010).

Se recomienda que el periodo seco deber ser de aproximadamente 66 días para vacas de primer parto y de 45 días para vacas multíparas, períodos que duren menos de 45 días y más de 70 posiblemente provocarán una disminución del volumen de leche producida en la siguiente lactancia (Salazar, 2007).

El tratamiento de la vaca seca consiste en la aplicación por vía intramamaria de un antibiótico de liberación lenta el cual durante varias semanas mantendrá una concentración mínima inhibitoria de microorganismos patógenos que causan las infecciones de la glándula mamaria de esta manera reducir infecciones intramamarias existentes y prevenir las nuevas durante el periodo de secado (Bradley y Green, 2001).

El TVS es un elemento eficaz en los programas de control de mastitis bovina ya que las tasas de curación son altas, especialmente en la erradicación de *Staphylococcus aureus* siempre y cuando se sigan correctamente las recomendaciones de los fabricantes de los productos a aplicar (Ruegg, 2001).

### **Alfa sellador de ubres**

Alfa sellador de ubres es un desinfectante a base de yodo que tiene una acción rápida, actúa sobre la piel en segundos y ha demostrado ser un excelente bactericida y

germicida ya que forma un antiséptico contra gran variedad de virus, una barrera protectora contra hongos, bacterias y esporas, gracias a su efecto hidratante, mantiene suave la piel de los pezones de los animales y ayuda a que la superficie del pezón regenere rápidamente las células epiteliales, ayudando a los tejidos de la zona o zonas donde se utiliza a mantener su textura y flexibilidad evitando así la sequedad o la descamación que a menudo provocan lesiones o heridas menores. Es un líquido adhesivo que forma un bloqueo resistente en el conducto de la leche, proporciona una película protectora en la superficie del pezón, destruye todos los microorganismos que se encuentran en el área tratada y evita cualquier contaminación después del ordeño.

#### **Figura 4**

*Alfa sellador*



*Nota: Autoría propia.*

#### **CLAVAMOX LC**

Es una suspensión oleosa de color tiza que contiene: Amoxicilina (como Amoxicilina Trihidratada) 200 mg, Ácido Clavulánico (como Clavulanato de potasio) 50 mg y Prednisolona 10 mg en una base no irritante desarrollada para su rápida difusión en la leche. El ácido clavulánico en Clavamox® LC contrarresta los mecanismos de defensa bacterianos, lo que genera resistencia a muchos antibióticos que es causada por la  $\beta$ -lactamasa, una enzima que destruye los antibióticos antes de que funcionen al inactivar la  $\beta$ -lactamasa y permitir que las bacterias funcionen estas son sensibles a la amoxicilina y tiene un rápido efecto bactericida; por otro lado, la prednisolona tiene un efecto antiinflamatorio local y no afecta la respuesta de los glóbulos blancos (células de defensa animal) a la infección. Clavamox® LC in vitro es activo contra una variedad de bacterias



clínicamente importantes comúnmente asociadas con la mastitis bovina como:

*Staphylococcus spp* (incluyendo cepas productoras de  $\beta$ -lactamasas), *Streptococcus spp* (incluyendo *S. uberis*, *S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*), *Arcanobacterium spp* (incluyendo *pyogenes*), *Escherichia. coli* (incluyendo cepas productoras de  $\beta$ -lactamasas). Su tiempo de retiro es en vacas de leche 48 horas y vacas de carne 7 días (Zoetis, 2014).

## Figura 5

### Clavamox LC



*Nota:* Adaptado de Clavamox LC por Zoetis AR,  
<https://ar.zoetis.com/products/bovinos/clavamox-lc.aspx>

### **Orbenin Extra (DRY COW)**

Orbenin Extra Dry Cow es recomendado para uso rutinario durante el secado de vacas para tratar infecciones intramamarias existentes y brindar protección a largo plazo contra nuevas infecciones durante el secado. Consta de 0,6 g de cloxacilina (Benzatina) y una cantidad suficiente de excipientes oleosos de 3,6 g. La cloxacilina contenida en Orbenin Extra es una penicilina con propiedades bactericidas y anti- $\beta$ -lactamasa, que ejerce su actividad antibacteriana actuando sobre la síntesis de la pared bacteriana, al tiempo que reduce la pared celular bacteriana al interferir con el desarrollo de la transpeptidasa, la enzima responsable de la formación de enlaces entre las cadenas de peptidoglicano, lo que resulta en la escisión osmótica de la pared celular, por lo que es activa contra los microorganismos grampositivos asociados con la mastitis. Estos incluyen: *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, estafilococos resistentes y sensibles a la penicilina y *Actinomyces pyogenes* (Zoetis, 2014b).

## Figura 6

### Orbenin Extra



*Nota:* Adaptado de Orbenin Extra por Zoetis AR,  
<https://ar.zoetis.com/products/bovinos/orbenin-extra.aspx>

### **Mamin**

Mamin es un antimastítico intramamario que se utiliza para tratar mastitis clínica y subclínica, principalmente si existe resistencia de los agentes patógenos, este producto está compuesto de sulfato de kanamicina 50 mg, benzil penicilina-procaína 200000 UI y acetato de prednisolona 40 mg. La leche de las vacas tratadas puede ocuparse para el consumo solo a partir de 72 horas después de la última administración (Técnicos Agropecuarios del Ecuador TADEC, 2012).

## Figura 7

### Mamín - Sec



*Nota:* Adaptado de MAMIN por TADEC,  
[http://www.tadec.com.ec/producto.php?id\\_cat=4&id\\_prod=31](http://www.tadec.com.ec/producto.php?id_cat=4&id_prod=31)

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### Ubicación y características del área de estudio

La fase de campo se desarrolló en la provincia de Pichicha, cantón Rumiñahui, parroquia San Fernando, hacienda El Prado, en el taller de ganadería de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. La fase de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Mejoramiento Genético y Sanidad Animal de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I (Figura 8).

El área de estudio corresponde al piso altitudinal montano bajo, región altitudinal: bosque húmedo montano bajo, clasificación bioclimática: templado húmedo y piso zoogeográfico: templado - alto andino, temperatura media anual 13.96°C, precipitación anual 1332 mm (Carriel y Rivera, 2015).

#### Figura 8

*Ubicación geográfica de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I*



*Nota: Adaptado de (IASA - Google Maps, n.d.).*

<https://www.google.com.ec/maps/search/IASA/@-0.3858676,-78.4167133,392m/data=!3m1!1e3>

#### Descripción general del hato

El hato lechero de la hacienda El Prado a la fecha de la realización del estudio estuvo conformado por 209 animales del cruce Holstein/Montbeliarde: 77 en rejo, 27 preñadas, 16 inseminadas y 34 vacías. Del 100% de vacas en producción el 36,6% estaban

en su primer parto y el 20,7% se encontraban en su segundo parto. Además, el 42,8% de las vacas en producción tenían de 2 a 4 años (2036,2 kg de leche por lactancia), el 40,2% tenían una edad de 5 a 7 años (3013,63 kg de leche por lactancia) y el 16,8% se encontraban en una edad de 8 a 10 años (3004,30 kg de leche por lactancia).

La hacienda posee 29,8 hectáreas disponibles para el pastoreo del rejo, las cuales están distribuidas en 22 potreros con una combinación forrajera compuesta de 80% Kikuyo, 10% de Ray Grass y 5% de Trébol Rojo. El promedio de producción por vaca es de 11,8 litros de leche al día tomando en cuenta que en la hacienda se realizan 2 ordeños al día, el primero en la mañana a las 04:00 am y el segundo en la tarde a las 2:00 pm.

Para la detección de Mastitis se utilizó la prueba CMT. La cual se realizó en la hacienda con una frecuencia de 3 meses.

El equipo de ordeño consta de una sala de ordeño mecánica de la marca WESTFALIA SURGE, una sala de ordeño en forma de espiga para 16 vacas, esta sala de ordeño está diseñada para un fácil acceso y una posición cómoda para las ordeñadoras. El enfriador de leche pertenece a la marca WESTFALIA SURGE, tiene una capacidad de 2000 litros y mantiene la leche a 4°C. Los animales ingresan a la sala de ordeño, 8 por cada lado para posteriormente proporcionar aproximadamente 400 gramos de alimento balanceado con melaza en cada comedero para estimular a las vacas para el ordeño, luego se enjuagan las ubres con agua y se seca la ubre con papel industrial, se realiza la prueba de fondo oscuro a cada vaca y luego se colocan pezoneras y se inicia el ordeño (Morales, 2021).

### **Tratamientos a evaluar**

Se evaluaron dos factores: la aplicación o no del protocolo (Tabla 6) y el número de partos (vacas de 1 a 3 partos y vacas de 4 a 6 partos), que dan un total de 4 tratamientos (Tabla 5). Los tratamientos fueron aplicados a vacas en lactancia y a vacas secas. La unidad experimental fue una vaca, se utilizaron 8 unidades experimentales para el grupo de las vacas de lactancia y 8 unidades experimentales para el grupo de las vacas del seco,

dando un total de 16 unidades experimentales El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con 2 repeticiones: la distribución del experimento en el campo se puede apreciar en la Figura 9.

**Tabla 5**

*Tratamientos*

Nº	Descripción
T1	Vacas con mastitis subclínica con aplicación del protocolo (1-3 partos)
T2	Vacas con mastitis subclínica con aplicación del protocolo (4-6 partos)
T3	Vacas con mastitis subclínica sin aplicación del protocolo (1-3 partos)
T4	Vacas con mastitis subclínica sin aplicación del protocolo (4-6 partos)

*Nota:* Autoría propia.

**Tabla 6**

*Protocolos*

		Protocolo Blitz		Protocolo TVS	
M. Clínica		Mastitis subclínica	Mastitis clínica		Mastitis subclínica
Alfa Sellador de ubres	Trazas	Alfa Sellador de ubres	Orbenin Extra (Dry cow)	Trazas	-
	1	Alfa Sellador de ubres + ordeño a fondo		1	Secado brusco
Clavamox LC	2	Alfa Sellador de ubres + ordeño a fondo + Clavamox LC	Mamin	2	Secado brusco + ClavamoxLC.
Ordeño a fondo	3	Alfa Sellador de ubres + ordeño a fondo + Clavamox LC	Clavamox LC	3	Secado brusco + ClavamoxLC.

**Alfa Sellador de ubres:** Es un desinfectante a base de yodo.

**Clavamox LC:** Contiene amoxicilina (como Amoxicilina Trihidratada) 200 mg, Ácido Clavulánico (como Clavulanato de potasio) 50 mg y Prednisolona 10 mg en una base no irritante.

**Orbenin Extra (Dry cow):** Consta de 0,6 g de cloxacilina (Benzatina).

**Mamin:** Tiene compuesto de sulfato de kanamicina 50 mg, benzil penicilina-procaína 200000 UI y acetato de prednisolona 40 mg.

*Nota:* Autoría propia.

## Figura 9

*Distribución del experimento en la fase de campo*

A1B1(L)	A1B2(L)	A2B1(L)	A2B2 (L)
A2B2(L)	A1B1(L)	A2B1(L)	A1B2(L)

A1B1(S)	A1B2(S)	A2B1(S)	A2B2 (S)
A2B2(S)	A1B1(S)	A2B1(S)	A1B2(S)

Nota: Autoría propia.

### Evaluación de la ubre

El procedimiento se realizó mediante evaluación visual y palpación de la ubre previo a la toma de muestras, primero la visualización de cada cuarto incluyó la observación de parámetros básicos como anomalías en el color del pezón o enrojecimiento, además si presenta rugosidades o grietas y dolor al tacto se diagnosticará mastitis clínica (Pinzón Trujillo *et al.*, 2009).

### Prueba de fondo oscuro

Esta actividad se realizó durante el ordeño para detectar anomalías en la leche como formación de grumos, coloración, descamación, coágulos y pus es decir los síntomas clínicos de la mastitis. Para realizar esta prueba se limpió y secó la ubre con papel industrial, luego se obtuvo la leche manualmente, desechando el primer chorro y colectando los próximos tres chorros de leche en la paleta de fondo oscuro (Wattiaux *et al.*, 1995).

### Toma de muestras de leche

Se tomaron muestras de leche de todas las vacas en producción en el ordeño de la tarde para evaluar la prevalencia de mastitis clínica y subclínica en el hato, se recolectó aproximadamente 60 ml de leche en botellas de muestra estériles, se identificó con marcador permanente a las muestras colocando el número de arete del animal y luego se enviaron en una cooler al laboratorio de sanidad animal. Además, durante el proceso de

muestreo, se contó con un formulario de registro con información complementaria como: fecha, hora, número de arete, litros producidos por animal y producción total.

### **Prueba CMT**

La prueba se realizó en el laboratorio de Sanidad Animal previo al análisis de calidad de leche y conteo de células somáticas, mediante esta prueba se pudo detectar la mastitis subclínica por una valoración aproximada del recuento de células somáticas presentes en la leche. Los pasos para realizar la prueba de CMT para Mastitis fueron los siguientes:

1. Se colocó la leche de cada cuarto en cada una de las placas de la paleta CMT.
2. Se inclina la paleta de modo que se deseche la mayor parte de la leche, para igualar la cantidad de cada muestra.
3. Se añadió a la leche un volumen igual de reactivo.
4. Se mezcló el reactivo y la leche mediante movimientos ondulatorios para homogeneizar la muestra y posteriormente se analizó en cuanto a la presencia de una reacción de gelificación. Antes de continuar con las muestras de la vaca siguiente se enjuagó la placa (Bonifaz y Conlago, 2016).

### **Prevalencia de mastitis**

Para realizar la prevalencia de mastitis clínica y subclínica del hato se tomaron 312 muestras de leche obtenidas en el ordeño de la hacienda El Prado, de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE de 78 vacas en producción en diferente estado de lactancia, edad y raza, donde se realizó un tamizaje cualitativo mediante la prueba de fondo oscuro y un tamizaje semi cuantitativo mediante la prueba de CMT (California Mastitis Test), posteriormente se realizó el conteo de células somáticas mediante el equipo Ekomilk Scan. Una vez detectados los casos positivos a la enfermedad se procedió a aplicar la fórmula de la prevalencia por vacas y por cuartos.

$$\text{Prevalencia por vaca} = \frac{N^{\circ} \text{ de vacas positivas}}{N^{\circ} \text{ vacas muestreadas}} * 100$$

$$\text{Prevalencia por cuartos} = \frac{N^{\circ} \text{ cuartos positivos}}{N^{\circ} \text{ cuartos muestreados}} * 100$$

*Nota:* Recuperado de (Gómez *et al.*, 2015).

### **Agrupación según el grado de mastitis**

Una vez realizadas y analizadas las pruebas de CMT, fondo oscuro y conteo de células somáticas se agrupó a las vacas por el tipo de mastitis, en el rejo solo se encontró casos de mastitis subclínica de las cuales se escogió a las vacas con el conteo de células somáticas más alto para formar los grupos para los tratamientos.

### **Aplicación del protocolo**

Con las vacas seleccionadas del periodo seco se realizó el protocolo de TVS (Tratamiento de la vaca seca) que consistió en:

1. Lavar la ubre con agua y jabón previo a la desinfección con alcohol al 70%.
2. Una vez limpia y desinfectada la ubre y los pezones se procedió a preparar las jeringas para la aplicación del antibiótico intramamario a utilizarse (Orbenin).
3. Se retiró el capuchón de la cánula y se insertó en el canal del pezón.
4. Se presionó el émbolo de la jeringa para introducir todo el medicamento en la cisterna de la ubre.
5. Finalmente damos un masaje desde la parte inferior a la superior del pezón para asegurar que el medicamento se encuentre bien aplicado.
6. Una vez aplicado el medicamento las vacas entrar al periodo seco por aproximadamente dos meses.

Con las vacas seleccionadas del rejo se realizó la terapia blitz que consistió en:

1. Se separó a las vacas seleccionadas del rejo para la aplicación del protocolo.
2. Lavamos la ubre con agua y jabón previo a la desinfección con alcohol al 70%.



3. Una vez limpia y desinfectada la ubre y los pezones se procedió a preparar las jeringas para la aplicación del antibiótico intramamario a utilizarse (Clavamox).
4. Se retiró el capuchón de la cánula y se insertó en el canal del pezón. Se presionó el émbolo de la jeringa para introducir todo el medicamento en la cisterna de la ubre.
5. Finalmente damos un masaje desde la parte inferior a la superior del pezón para asegurar que el medicamento se encuentre bien aplicado.
6. Una vez aplicado el medicamento se respetó el tiempo de retiro (76 horas) de la leche y se verificó que la misma no llegue al tanque recolector de leche.

### **Seguimiento**

Las muestras de leche fueron tomadas los días martes en el horario del segundo ordeño del día, una vez que se tomó la muestra de cada cuarto de las vacas seleccionadas en frascos limpios y secos se identificó con el código correspondiente al número de la vaca y el cuarto respectivo, las muestras se almacenaron en un cooler para ser transportadas al laboratorio.

Se realizaron pruebas de calidad de leche con el equipo Ekomilk Bond y el conteo de células somáticas con el equipo Ekomilk Scan, las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Sanidad animal de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I durante 5 meses.

### **Variables a medir**

El número de células somáticas se determinó utilizando un dispositivo analizador de leche Ekomilk Scan modelo EON TRADING USA en donde se analizó una muestra de diez mililitros de leche por cada vaca, para evaluar la calidad de leche se utilizó el equipo Ekomilk Bond Cal 6-6-14, modelo EON TRADING USA en donde se utilizó de diez a quince mililitros de muestra de leche de cada vaca con el equipo se midió el porcentaje de proteína. Finalmente se midió la producción de litros de leche por vaca al día utilizando los datos proporcionados por el personal de la unidad de ganadería.

## Análisis de la información

Las variables número de células somáticas, porcentaje de proteína y producción de leche se analizaron mediante estadística descriptiva (media, desviación estándar y coeficiente de variación). Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables mencionadas se realizó un análisis de varianza (ANAVA), usando un Diseño Completamente al Azar en parcela dividida bajo el siguiente modelo matemático:

Se aplicó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + \delta_k(i) + T_j + FT_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta para la eficacia del protocolo  $i$ , semana  $j$  y repetición  $k$

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta

$F_i$  = El efecto principal de la eficacia de la aplicación o no del protocolo  $i$

$\delta_k(i)$  = El error para la eficacia de la aplicación o no del protocolo

$T_j$  = El efecto principal del tiempo (cada semana)  $j$

$FT_{ij}$  = La interacción de la eficacia del protocolo  $i$  con el tiempo  $j$

$e_{ijk}$  = El error para el tiempo

Para evaluar el nivel de asociación entre el número de células somáticas de las pruebas CMT y conteo de células somáticas se utilizó un análisis de correlación de Pearson. Todos los análisis fueron realizados en el software estadístico INFOSTAT.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Prevalencia

**Tabla 7**

*Prevalencia por vaca*

<b>Total de vacas muestreadas</b>	<b>Positivas a mastitis subclínica</b>	<b>%</b>	<b>Negativas para mastitis subclínica</b>	<b>%</b>	<b>Prevalencia %</b>
78	31	39,74	47	60,26	40

*Nota:* Autoría propia.

En la tabla 7 se pudo apreciar que la prevalencia de mastitis subclínica por vaca en el hato lechero de la Hacienda “ El Prado” fue de 40 %, es decir que de las 78 vacas muestreadas pertenecientes al rejo de las vacas en producción, 31 vacas resultaron positivas para mastitis subclínica cabe aclarar que para considerar a una vaca positiva para mastitis subclínica debía tener un conteo mayor a 200.000 células/ml de leche en al menos uno de sus cuatro cuartos, el porcentaje de prevalencia obtenido en el presente ensayo se consideró alto en comparación con los resultados del estudio de Farinango Navas (2015) en la comunidad de Pulisa en Cayambe en la provincia de Pichincha donde se encontró con una prevalencia por vaca del 22% la cual el autor consideró un valor alto y un riesgo para las producciones.

Los datos obtenidos de la prevalencia de mastitis subclínica por vaca son mayores a los reportados por Cuenca *et al.* (2021) quienes señalan que la prevalencia de mastitis subclínica por vaca en su estudio realizado en las lecherías de la comunidad de Biblián en la provincia de Cañar es de 9,1 % un porcentaje bajo en comparación a los resultados obtenidos en el presente estudio.

La prevalencia encontrada en el presente estudio fue similar a la prevalencia de la Hacienda San Juan reportada por Acuña Molina y Rivadeneira Espinosa (2008) la misma fue la hacienda con mayor prevalencia de mastitis subclínica reportada en su hato con el 44,68% la misma fue calificada como una hacienda tipo B es decir que generalmente tienen algunas falencias en lo referente a higiene de materiales y equipos, o incumplimiento de normas dentro de los procesos del ordeño, en dicho estudio se analizaron muestras de 20 haciendas de la provincia de Pichincha las cuales eran proveedores directos de la fábrica de quesos “La Holandesa”.

No hay un estándar internacional específico que defina qué porcentaje de prevalencia de mastitis bovina se considera alta. La interpretación de si una prevalencia es alta o no dependerá del contexto y de los criterios establecidos por las autoridades sanitarias o investigadores en cada situación específica. Sin embargo, según los estudios encontrados, se puede observar que la prevalencia de mastitis bovina puede variar ampliamente según la región, la época del año, la raza y otros factores.

**Tabla 8**

*Prevalencia por cuarto*

<b>Total de cuartos muestreados</b>	<b>Positivos a mastitis subclínica</b>	<b>%</b>	<b>Negativos para mastitis subclínica</b>	<b>%</b>	<b>Prevalencia %</b>
312	85	27,24	227	72,76	27

*Nota:* Autoría propia.

En la tabla 8 se puede apreciar que la prevalencia de mastitis subclínica por cuarto muestreado en el hato lechero de la Hacienda “ El Prado” fue de 27 %, es decir que de los 312 cuartos muestreados pertenecientes al rejo de las vacas en producción 85 cuartos resultaron positivos para mastitis subclínica cabe aclarar que para considerar a un cuarto positivo para mastitis subclínica debía tener un conteo mayor a 200.000 células/ml de leche, la prevalencia encontrada en los cuartos fue menor a la prevalencia determinada para las

vacas muestreadas, esto debido a que la enfermedad no se presenta en los cuatro cuartos de las vacas detectadas como enfermas .

Los resultados de prevelecia por cuartos del presente estudio se mostraron altos en comparación con los resultados reportados por Farinango Navas (2015) en su estudio realizado en la comunidad de Pulisa en Cayambe que de 396 cuartos muestreados 34 fueron positivos para mastitis es decir una prevalencia de 8,59 %.

Sin embargo, en relación con el estudio de prevalencia de mastitis bovina realizado por Bonifaz y Conlago (2016) en la comunidad de Paquiestancia donde la prevalencia es del 64% podemos asumir que la prevalencia de mastitis subclínica por cuartos es baja.

Se consideró el número de animales positivos para mastitis subclínica y el peligro que estos representan para los animales sanos, tomando en cuenta que esta enfermedad es altamente contagiosa si no se cuenta con una correcta implementación y desarrollo de protocolos de sellado y pre sellado de pezones, limpieza del sistema de ordeño , correcto manejo de los animales e incluso el orden de ordeño de las vacas del rejo, el presente porcentaje de prevalencia puede representar un peligro epidemiológico.

## **Tabla 9**

### *Prevalencia por cuartos individuales*

<b>Cuartos individuales</b>	<b>Positivos a mastitis subclínica</b>	<b>Prevalencia %</b>
AD	20	26
AI	22	28
PD	21	27
PI	22	28

Nota: Autoría propia.

En la tabla 9, se observa las prevalencias de cuartos individuales. Las prevalencias para los cuartos anterior derecho (AD) es del 26%, para el anterior izquierdo (AI) es del 28%, para el posterior derecho (PD) es del 27% y para el posterior izquierdo (PI) es del

28%, encontrándose que los cuartos anterior y posterior izquierdos tienen porcentajes de prevalencia más altos que los demás cuartos y el menos afectado fue el cuarto anterior derecho, difiriendo con lo que afirman Bonifaz y Conlago (2016) en su estudio donde se encontró que los cuartos posteriores resultaron más afectados que los anteriores y afirmaron que los cuartos anteriores son menos propensos a presentar la enfermedad.

Por otro lado estos datos no coinciden con lo reportado por Escobar y Mercado (2008) en su estudio realizado en el municipio de Since Sucre Colombia, donde el cuarto más afectado fue el (AD) con un 28,9% y el menor fue el (PI) con 21,8% de cuartos afectados por mastitis subclínica, siendo superado por el primero en un 7,1% concluyendo que para este estudio existió una mayor prevalencia de mastitis subclínica en los cuartos anteriores con un 53,6% estando por encima de los posteriores en un 7% ya que estos presentaron una prevalencia del 46,4%, estos resultados son similares a los reportados por Farinango (2015) en la comunidad de Pulisa en Cayambe donde se encontró que el cuarto anterior derecho obtuvo la prevalencia más alta de mastitis subclínica.

### **Correlación**

Se puede observar que el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) para los métodos CCS y CMT es de 0.83 y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) es de 0.69, obteniendo una asociación del 69% para este ensayo es decir que la correlación es alta (0.83). Esto indica que estas dos variables están asociadas cuantitativamente y que a medida que aumenta la reacción de manera categórica de la prueba CMT se incrementa los valores del CCS de manera numérica tal como mencionan Cepero *et al.* (2005) en su trabajo.

En el estudio realizado por González *et al.* (2012) la correlación de los métodos california mastitis test (CMT), conductividad eléctrica (CE) y conteo de células somáticas (CCS) en hatos lecheros de Cayambe determinó un coeficiente de correlación de Pearson( $r$ ) = 0,7 para los métodos de CMT y CCS valor inferior al coeficiente de correlación obtenido en el presente ensayo.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) = 0,87 se considera fuerte en la escala (Tabachnick & Fidell, 2019), cabe señalar que la prueba CMT no es una buena medida para inferir CCS. La prueba CMT, aunque no es un buen indicador del conteo de células somáticas es un buen indicador de la salud de la ubre en el campo porque muestra un rango de conteo de glóbulos blancos en lugar del conteo verídico de células somáticas dando lugar a reacciones falsas positivas en el caso de vacas multíparas, vacas al inicio o final de la lactancia (Santivañez *et al.*, 2003).

La prueba de CMT resulta ser una herramienta barata, accesible y útil para los ganaderos y a pesar de su simplicidad y ser una prueba subjetiva, su interpretación necesita de entrenamiento y no pasar por alto que dicha prueba consiste en la evaluación de la viscosidad producida por la mezcla de la leche con el reactivo y este puede variar por varios factores como la cantidad de reactivo utilizado o por el pH de la leche (Ruiz y Sandoval, 2018).

**Tabla 10**

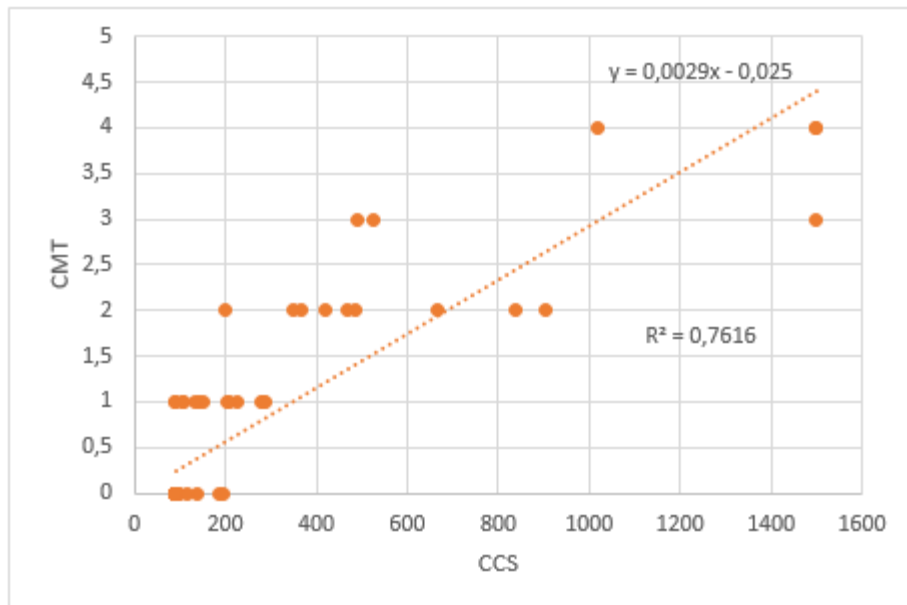
*Correlación simple de Pearson de los métodos CCS y CMT*

	<b>PI</b>	<b>PD</b>	<b>AI</b>	<b>AD</b>	<b>Promedio</b>
<b>R</b>	0,8559358	0,8126375	0,7892387	0,8726866	0,8326246
<b>r<sup>2</sup> (%)</b>	0,732626	0,6603797	0,6228977	0,761582	0,6943713
<b>Error típico</b>	0,4489631	0,5396914	0,6274089	0,5293824	0,5363615

*Nota:* Autoría propia.

**Figura 10**

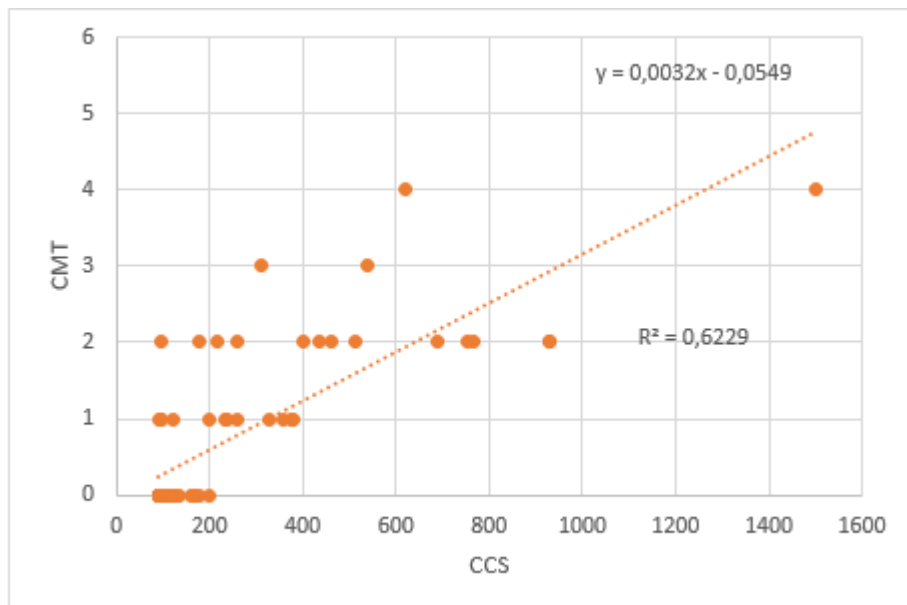
*Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto anterior derecho*



*Nota: Autoría propia.*

**Figura 11**

*Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto anterior izquierdo*

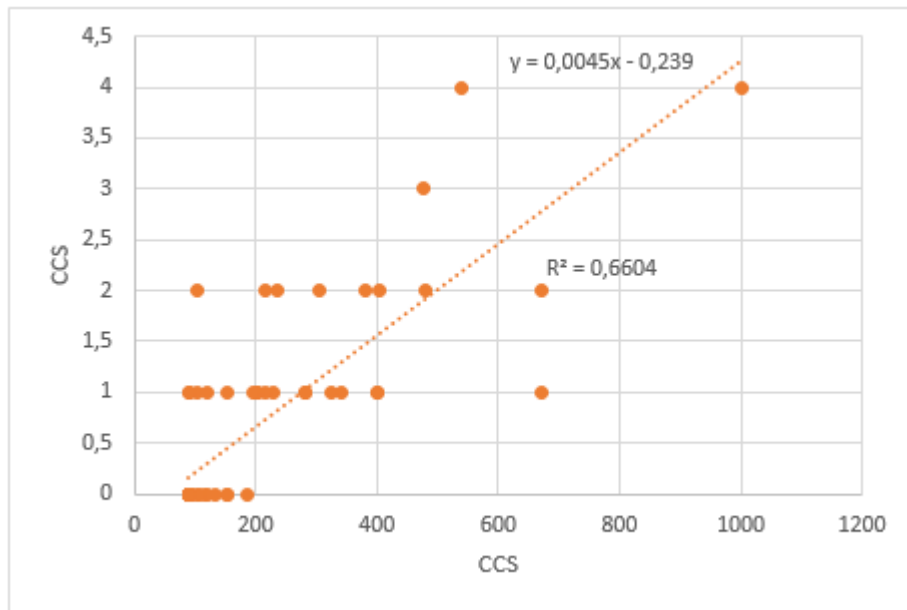


*Nota: Autoría propia.*



**Figura 12**

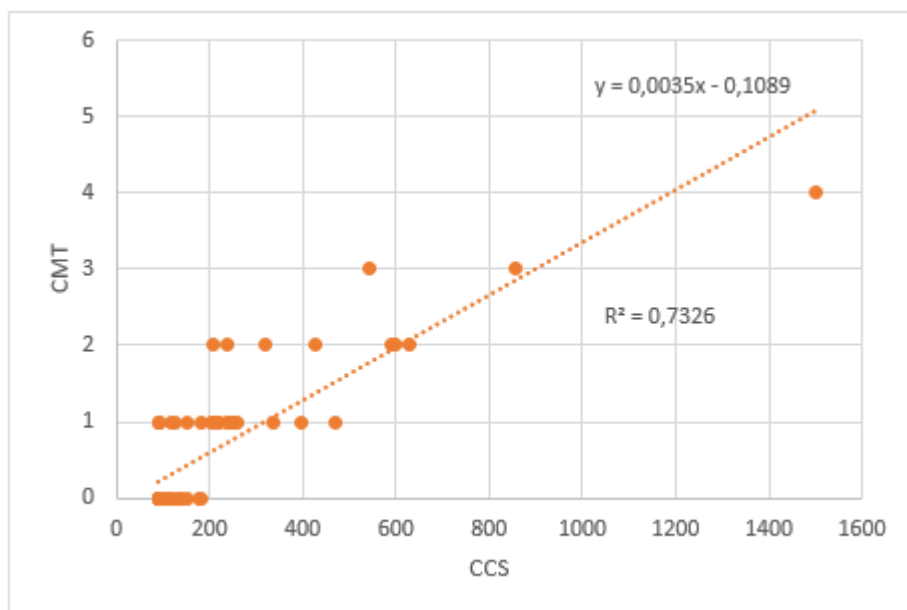
*Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto posterior derecho*



*Nota: Autoría propia.*

**Figura 13**

*Ecuación de la recta para los métodos CCS y CMT en el cuarto posterior izquierdo*



*Nota: Autoría propia.*

## Seguimiento

### *Seguimiento de las vacas en producción*

**Tabla 11**

*Análisis de varianza de los factores en el CCS de la leche de la Hacienda "El Prado"*

<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>	
Nº de partos	1	< 0,0001	**
Aplicación del protocolo	1	0,0037	**
Nº de partos * Aplicación del protocolo	1	0,0068	**

*Nota:* FV: fuentes de variación, gl: grados de libertad, Pr (>F): Probabilidad de cometer un error; 0 (\*); 0,001 (\*); 0,01 (); 0,05 (.); 0,1 (); 1. Autoría propia.

**Tabla 12**

*Test de comparación de medias de Dunckan sobre el CCS*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Error estándar</b>	
Vacas (1-3) partos con protocolo	162,15	21,60	A
Vacas (1-3) partos sin protocolo	284,96	21,60	B
Vacas (4-6) partos con protocolo	455,87	21,60	C
Vacas (4-6) partos sin protocolo	460,32	21,60	C

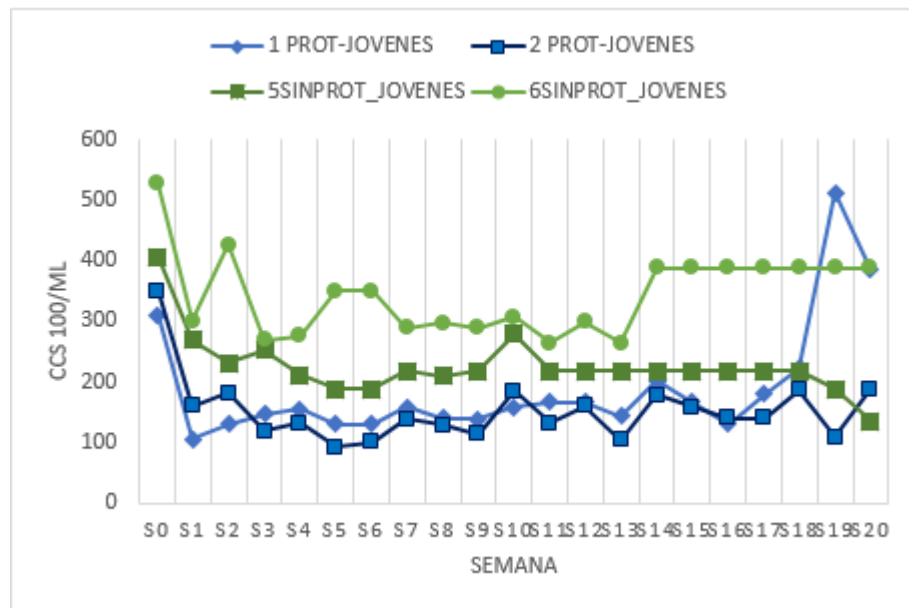
*Nota:* Autoría propia.

Se encontró que el número de partos o edad, la aplicación o no del protocolo y la interacción protocolo\*edad de la vaca es decir el tratamiento tuvieron efectos significativos en el CCS con  $F=117$ ;  $P= <0,0001$ ,  $F=8,68$ ;  $P=0,0037$  y  $F=7,51$ ;  $P=0,0068$  respectivamente.

Mediante un análisis comparativo de medias con el test de Duncan se pudo apreciar que las vacas jóvenes (1-3 partos) con aplicación del protocolo muestran el CCS más bajo seguidos por las vacas jóvenes sin aplicación del protocolo, mientras que las vacas viejas (4-6 partos) con y sin aplicación del protocolo se mantienen con un CCS alto como se muestra en los gráficos a continuación.

**Figura 14**

*Conteo de células somáticas en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo*



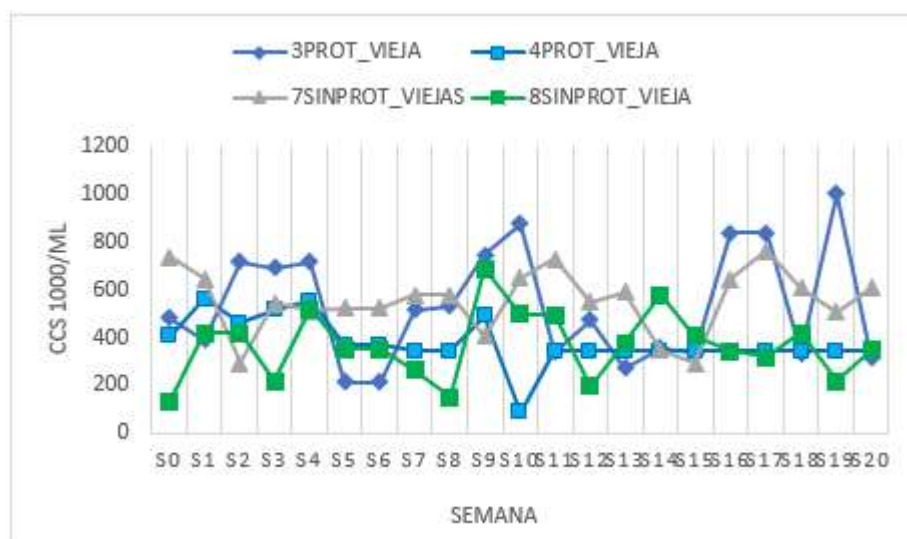
*Nota:* Autoría propia.

En la figura 14 se puede apreciar que las vacas jóvenes con aplicación del protocolo después de la semana 0 (S0) muestran un notable descenso del CCS y se mantienen en un rango de 100000 a 200000 células/ml de leche un rango que se considera bajo excepto la vaca uno (1519) la cual en la semana 19 presenta un CCS alto debido a una lesión externa al ensayo.

Las vacas jóvenes sin aplicación del protocolo también presentan un descenso del CCS pero no lo suficiente ya que se encuentran en un rango de 200000 a 500000 células/ml de leche rango que se considera alto e indica que la vaca tiene mastitis subclínica.

**Figura 15**

*Conteo de células somáticas en vacas viejas con y sin aplicación del protocolo*

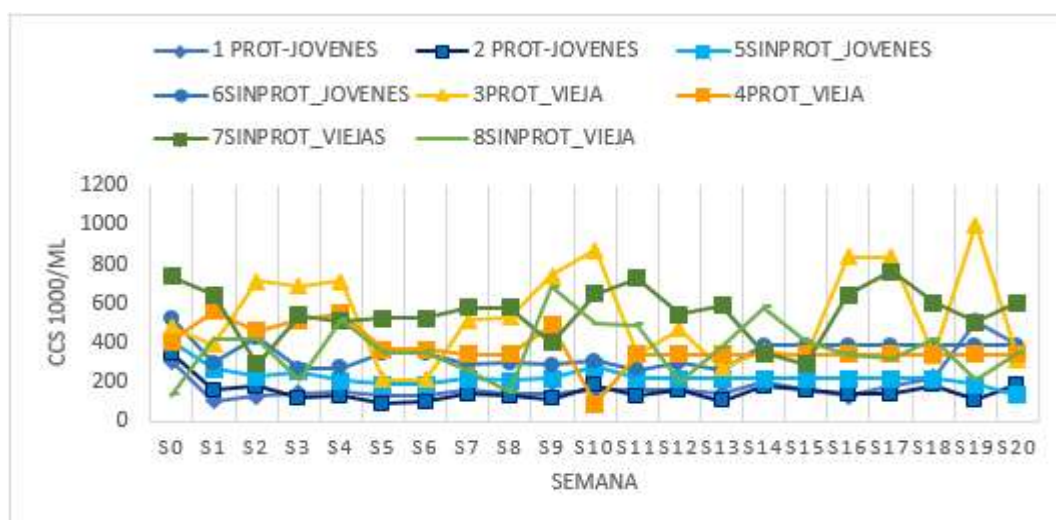


*Nota:* Autoría propia.

Las vacas viejas con y sin aplicación de protocolo presentaron CCS altos. Las vacas 4 y 7 presentaron un descenso del CCS después de la semana 0 por otro lado las vacas 3 y 8 las cuales después de la semana 0 presentaron un aumento de CCS manteniéndose en un rango de 200000 a 1000000 células/ml de leche considerándose un conteo celular alto correspondiente a una mastitis subclínica.

**Figura 16**

*Conteo de células somáticas de vacas con y sin aplicación del protocolo*



*Nota:* Autoría propia.

En la figura 16 se puede apreciar que las vacas multíparas con y sin tratamiento presentan CCS altos a lo largo del ensayo y las vacas primíparas presentan un bajo CCS a lo largo del ensayo, es decir las vacas multíparas con más de tres partos son más propensas a tener mastitis subclínicas y por ende CCS altos, tal como afirman Mora *et al.* (2015) en su estudio donde afirma que la probabilidad marginal de mastitis oscila entre 0,03 (primer parto) hasta 0,08 (partos 3,4 y 5), es decir que la probabilidad de contraer mastitis aumenta gradualmente hasta los partos 4 y 5, después de lo cual tiende a estabilizarse (Steenefeld *et al.*, 2008).

También reportaron una menor incidencia de mastitis en novillas de primer parto en comparación con vacas multíparas coincidiendo con Santivañez *et al.*, (2003) reportaron mayor incidencia de mastitis en vacas de mayor edad y mayor número de partos.

Con respecto al efecto del uso de antibióticos para reducir el CCS y mejorar la calidad de la leche y su higiene en el estudio de Martínez Estévez (2015) donde evaluó el efecto del uso de ozono versus el uso de antibióticos para tratar mastitis clínica y subclínica de vacas en producción en una hacienda de la parroquia de Uyumbicho, cantón Mejía en la provincia de Pichincha menciona que el uso de tratamientos convencionales como los antibióticos en este caso Ceftiofur brindan una mayor efectividad con respecto a una reducción de UFC (unidades formadoras de colonia) y por ende un menor CCS obteniendo en su investigación una efectividad del 97,53% con respecto a la reducción de UFC en siete días de evaluación.

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de los factores en el porcentaje de proteína de la leche de la Hacienda "El Prado"*

<b>FV</b>	<b>GI</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>	
Nº de partos	1	0,0001	**
Aplicación del protocolo	1	0,8316	
Nº de partos*Aplicación del protocolo	1	0,0025	**

*Nota:* FV: fuentes de variación, gl: grados de libertad, Pr (>F): Probabilidad de cometer un error; 0 (\*); 0,001 (\*); 0,01 (); 0,05 (.); 0,1 (); 1. Autoría propia.

**Tabla 14**

*Test de comparación de medias de Dunckan sobre el nivel de proteína de la leche*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Error estándar</b>	
Vacas (1-3) partos sin protocolo	3,47	0,05	A
Vacas (1-3) partos con protocolo	3,29	0,05	B
Vacas (4-6) partos con protocolo	3,24	0,05	B
Vacas (4-6) partos sin protocolo	3,09	0,05	C

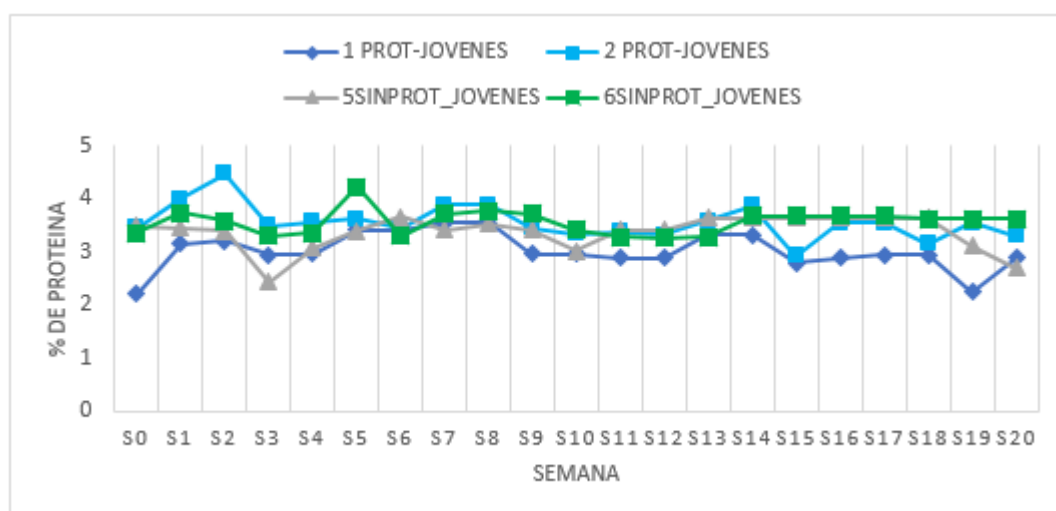
*Nota:* Diferente letra significa que existe una diferencia estadísticamente significativa. Autoría propia.

Se encontró que la edad o número de partos en las vacas tiene efectos significativos sobre el porcentaje de proteína en leche  $F=15,14$ ;  $P=0,0001$  al igual que la interacción edad de la vaca por aplicación del protocolo es decir el tratamiento si tuvo efectos significativos en el porcentaje de proteína en leche con  $F=9,40$ ;  $P=0,0025$ .

Mediante el análisis comparativo de medias con el test de Duncan se pudo apreciar que las vacas jóvenes (1-3 partos) sin la aplicación del protocolo tienen un mayor porcentaje de proteína en leche seguidas por las vacas jóvenes y viejas con aplicación de protocolo con el segundo porcentaje de proteína más alto, mientras que las vacas viejas sin aplicación del protocolo tienen el porcentaje de proteína más bajo.

**Figura 17**

*Porcentaje de proteína en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo*

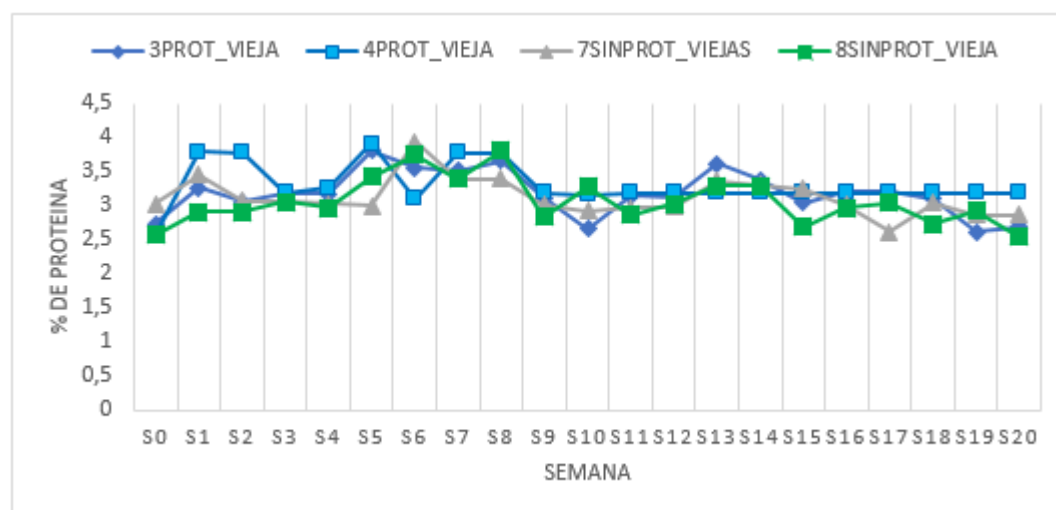


*Nota: Autoría propia.*

En las vacas jóvenes el porcentaje de proteína en la leche tuvo un aumento después de la aplicación del protocolo hasta la semana dos, después de esta semana se mantuvieron con un porcentaje de proteína considerablemente bueno ya que la mayoría presentaban un porcentaje de proteína superior al mínimo establecido en la norma NTE INEN 9:2012, el porcentaje de proteína en la leche de todas las vacas jóvenes se mantuvo en un rango de 2,20 a 4,46 por ciento.

**Figura 18**

*Porcentaje de proteína de vacas viejas con y sin aplicación de protocolo*



*Nota: Autoría propia.*

Con respecto a las vacas viejas después de la aplicación del protocolo Blitz en la semana cero se puede apreciar que hubo un aumento en el porcentaje de proteína para la semana uno después estuvo en constante variación a lo largo de 20 semanas de tratamiento, manteniéndose el porcentaje de proteína en un rango de 2,5 al 3,9 por ciento obteniendo medias más bajas que las vacas jóvenes como se muestra en las figura 6, esto debido a que la aplicación o no del protocolo no tiene influencia en el porcentaje de proteína (Tabla 13).

La edad y la interacción que contiene a la edad de las vacas\*protocolo es decir el tratamiento si influye en el porcentaje de proteína en la leche aseverando lo que afirma Morales (2021) en el estudio que se llevó a cabo en el mismo hato que el presente estudio, donde afirma que la edad influye en el porcentaje de proteína en la leche ( $F=6,21$ ,  $P=0,013599$ ), como se puede apreciar en el test de comparación de medias de Duncan donde muestra que las vacas jóvenes presentan un mayor porcentaje de proteína.

En el estudio de Artegoitia *et al.* (2008) donde estudia el efecto de la condición corporal sobre la proteína y caseína en vacas primíparas y multíparas en donde el porcentaje de proteína y de caseína fue mayor en vacas primíparas que en vacas multíparas 2,64 y 2,01 respectivamente y explica que esto se debe al efecto de dilución donde a mayor producción de leche menos contenido relativo de proteínas ya que las vacas con más partos llegan a producir más leche que las vacas jóvenes que aún no han llegado a su pico de producción, esto es corroborado por Egziabher *et al.*, (2011) donde mencionan que las menores concentraciones de proteína se registran a una mayor edad del animal.



**Tabla 15**

*Análisis de varianza de los factores en la producción de leche de la Hacienda "El Prado"*

<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>	
Nº de partos	1	0,7946	
Aplicación del protocolo	1	0,0001	**
Nº de partos*Aplicación del protocolo	1	0,0001	**

*Nota:* FV: fuentes de variación, gl: grados de libertad, Pr (>F): Probabilidad de cometer un error; 0 (\*); 0,001 (\*); 0,01 (); 0,05 (.); 0,1 (); 1. Autoría propia.

**Tabla 16**

*Test de comparación de medias de Duncan sobre el nivel de la producción de la leche*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Error estándar</b>	
Vacas (1-3) partos con protocolo	13,26	0,27	A
Vacas (4-6) partos sin protocolo	12	0,27	B
Vacas (4-6) partos con protocolo	11,35	0,27	B
Vacas (1-3) partos sin protocolo	9,94	0,27	C

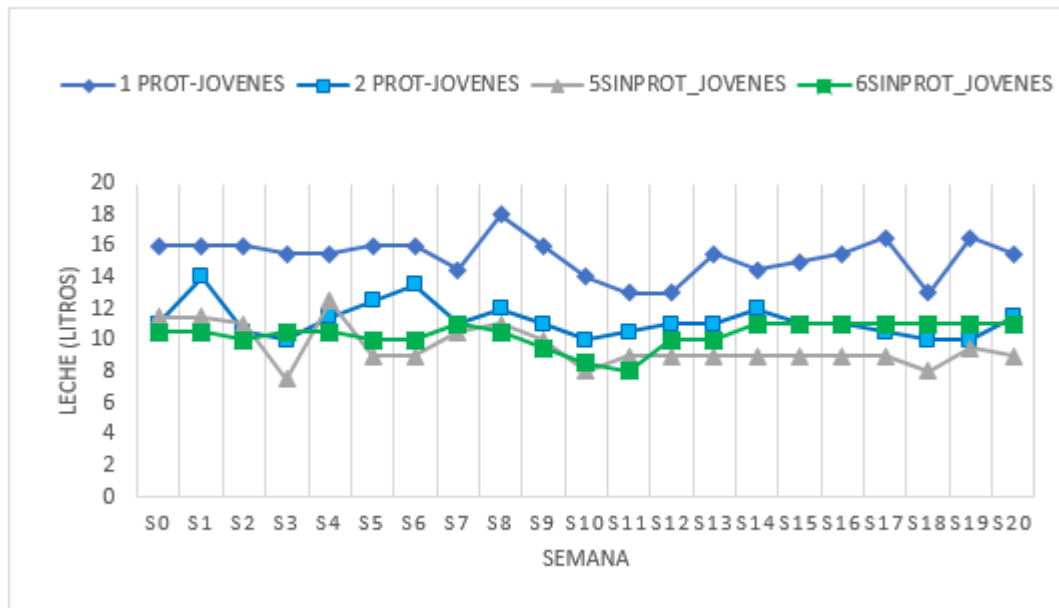
*Nota:* Autoría propia.

Se encontró que el número de partos o edad de la vaca en este ensayo no tiene efectos significativos en la producción de leche  $F=0,07$ ;  $P=0,79$  pero la interacción protocolo \* edad de la vaca es decir el tratamiento si muestra efectos significativos  $F=52,66$ ;  $P=0,0001$  y la aplicación o no del protocolo también influye en la producción de leche  $F=23,69$ ;  $P=0,0001$ .

Mediante el análisis comparativo de medias de Duncan se pudo apreciar que las vacas jóvenes con aplicación del protocolo tienen la producción más alta de leche seguidas por vacas viejas con y sin aplicación del protocolo mientras que las vacas jóvenes sin aplicación del protocolo obtuvieron la media de producción de leche más bajo en el ensayo.

**Figura 19**

*Producción de leche en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo*

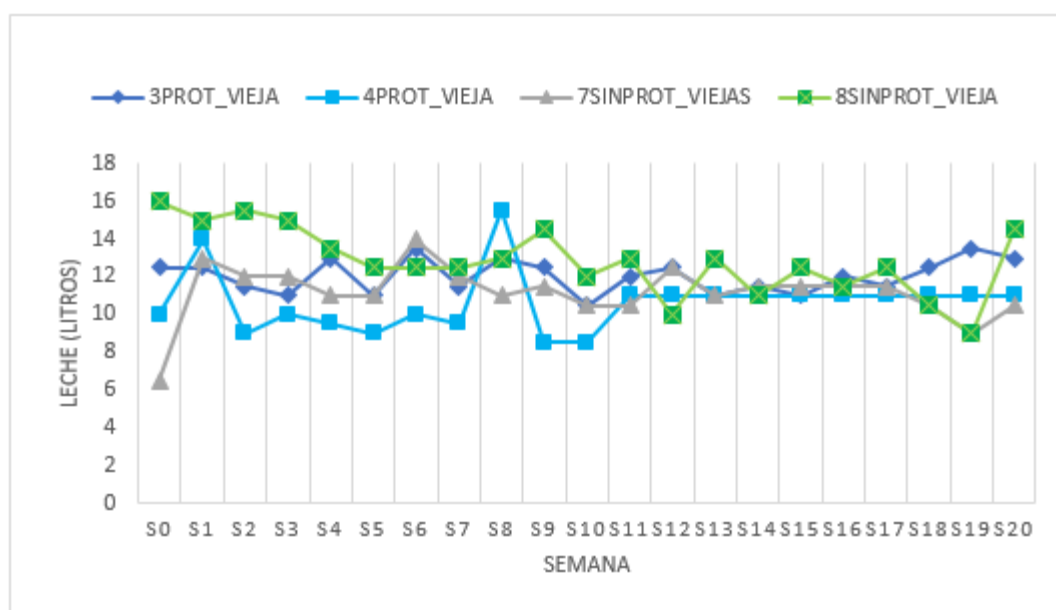


*Nota:* Autoría propia.

En la figura 19 se pudo apreciar que las vacas jóvenes con aplicación del protocolo se mantuvieron con una producción más alta que las vacas jóvenes sin protocolo a lo largo de las veinte semanas de ensayo llegando a tener un pico de producción de leche en la semana ocho de dieciocho litros con respecto a las vacas jóvenes sin protocolo se puede apreciar que no tuvieron un aumento o descenso significativo de la producción de leche a lo largo del ensayo sin embargo se mantuvieron con una producción baja de leche entre 7 a 12,5 litros/día a comparación de las vacas jóvenes que llegaron a producir hasta 18 litros/día.

**Figura 20**

*Producción de leche en vacas viejas con y sin aplicación del protocolo*



*Nota:* Autoría propia.

En el caso de las vacas viejas con y sin protocolo se puede apreciar que a lo largo de las veinte semanas de ensayo se mantuvieron en rangos similares de producción sin embargo las vacas viejas sin protocolo mostraron medias de producción más altas a lo largo del ensayo como se muestra en la figura 20.

Se puede apreciar que las medias de producción más altas le pertenecen a las vacas primíparas con aplicación de protocolo esto debido a que la aplicación o no del tratamiento influye de manera positiva en la producción de la leche sin embargo los segundas medias de producción más altas les pertenecen a las vacas múltiparas con y sin aplicación del protocolo esto se corrobora en los estudios realizados por (Ochoa, 1991) donde afirma que las vacas lecheras pueden aumentar su producción conforme aumenta la edad de la misma y aproximadamente a los 6 años su producción se estabiliza y empieza a decrecer, similar a lo que menciona Andrade *et al.* (2016) en su estudio donde se determinó el efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de vacas lecheras en lactancia en donde las vacas múltiparas ( con más de tres partos) tuvieron un 25,5% más en la

producción de leche , 36,7% mayor producción de grasa, y un 25,5% mayor producción de proteína y, por lo tanto, una mayor grasa corregida en leche y de energía corregida en leche que las vacas de primer parto. Los mayores rendimientos en componentes de la leche de vacas múltiparas concuerdan con las investigaciones previas (Klei *et al.*, 1997).

### **Seguimiento de las vacas en periodo seco**

**Tabla 17**

*Análisis de varianza de los factores en el porcentaje de proteína de la leche de la Hacienda "El Prado" en las vacas del periodo seco*

<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>	
<b>Nº de partos</b>	1	0,0005	**
<b>Aplicación del protocolo</b>	1	<0,0001	**
<b>Nº de partos*Aplicación del protocolo</b>	1	0,0096	**

*Nota:* FV: fuentes de variación, gl: grados de libertad, Pr (>F): Probabilidad de cometer un error; 0 (\*); 0,001 (\*\*); 0,01 (); 0,05 (.); 0,1 (); 1. Autoría propia.

**Tabla 18**

*Test de comparación de medias de Duncan sobre el CCS en las vacas del periodo seco*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Error estándar</b>	
Vacas (1-3) partos con protocolo	147,06	42,23	A
Vacas (4-6) partos con protocolo	189,28	42,23	A B
Vacas (1-3) partos sin protocolo	275	42,23	B
Vacas (4-6) partos sin protocolo	541,67	42,23	C

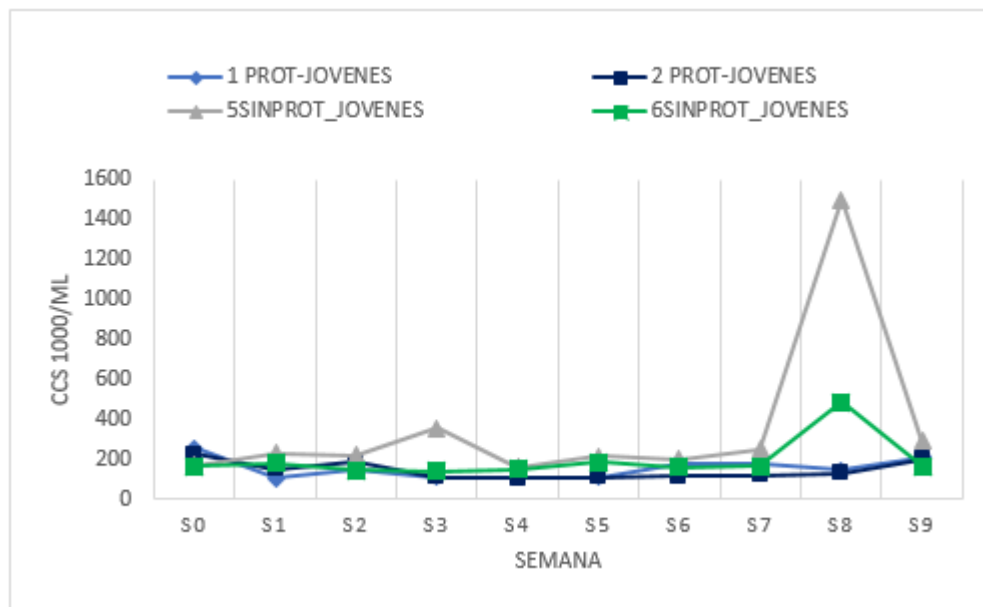
*Nota:* Autoría propia.

Se encontró que la edad o el número de partos de las vacas, la aplicación o no del protocolo y la interacción protocolo\*edad de la vaca es decir el tratamiento tienen efectos significativos en el CCS en las vacas del seco con F=13,37; P=0,0005, F=32,34; P=0,0001 y F=7,06; P=0,0096 respectivamente.

Mediante un análisis comparativo de medias con el test de Duncan se puede apreciar que las vacas jóvenes y viejas con aplicación del protocolo muestran el CCS bajo mientras que las vacas sin aplicación del protocolo mostraron un CCS mucho más alto.

### Figura 21

Conteo de células somáticas en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo

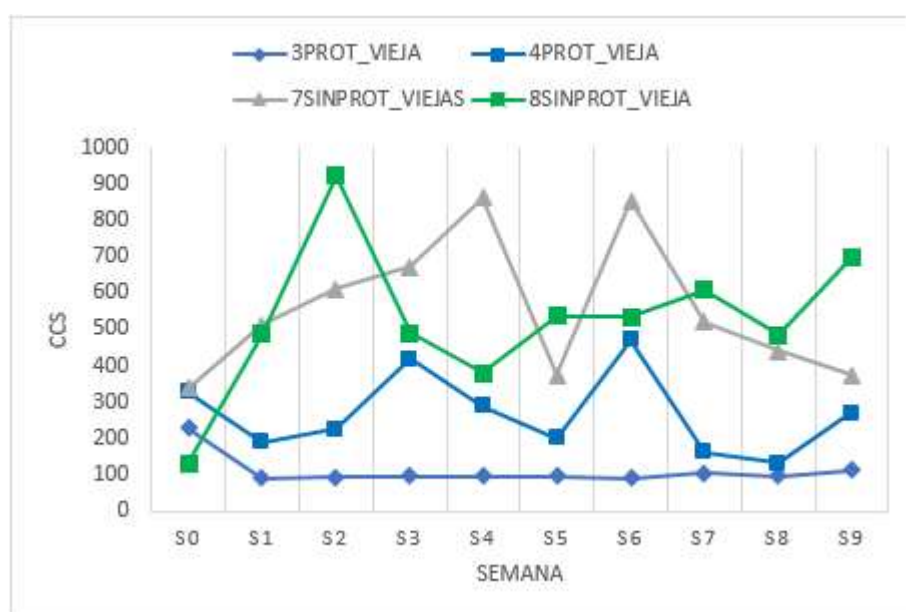


Nota: Autoría propia.

La figura 21 muestra como las vacas jóvenes las cuales presentaban mastitis subclínica con CCS mayores a 200000 células/ml de leche con aplicación del protocolo TVS en la semana cero previo a la salida de las vacas a su periodo seco por aproximadamente dos meses y entrar de nuevo a producción en la semana uno presentaron un CCS bajo desde la semana uno hasta la semana ocho demostrando que el protocolo TVS si funciona ya que como muestra el grafico las vacas jóvenes sin aplicación del protocolo al entrar de su periodo de seco a partir de la semana uno muestran CCS más altos llegando a tener el CCS más alto en la semana ocho donde llegan a sobrepasar el millón de células/ml de leche es decir una mastitis subclínica de grado dos en escala de CMT.

**Figura 22**

*Conteo de células somáticas en vacas viejas con y sin aplicación de protocolo*



*Nota:* Autoría propia.

En el caso de las vacas viejas es más evidente el efecto de la aplicación del protocolo TVS ya que como muestra el gráfico las vacas viejas con aplicación del mismo presentaban un CCS mayor a 200000 células/ml de leche presentando una mastitis subclínica evidente en la semana cero, en la semana uno después de su periodo seco presentaron un notable descenso del CCS hasta la semana dos donde la vaca cuatro con aplicación de protocolo presenta variaciones del CCS mayores a 400000 célula/ml de leche, sin embargo, las vacas viejas sin aplicación del protocolo después de su periodo de seco en la semana uno presenta un notable ascenso del CCS subiendo el grado de la mastitis subclínica que ya presentaban, estas vacas presentan un CCS alto a lo largo de las nueve semanas.

Las vacas con aplicación del protocolo presentaron un CCS bajo al inicio de la nueva semana es decir desde la semana 1 y a lo largo de todo el experimento lo que concuerda con los hallazgos de Bramley y Dodd, (1984) donde se encontraron diferencias significativas en la incidencia de inflamaciones intramamarias y CCS altas durante el periodo seco y la prevalencia al parto en este experimento se utilizó una combinación de cloxacilina

más ampicilina intramamarias al finalizar la lactancia aproximadamente 60 días antes del parto.

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que el protocolo TVS es efectivo para la prevención y el control de la mastitis subclínica y corrobora lo reportado por Calderón *et al.* (2010) realizaron un ensayo en donde evaluaron el efecto de la aplicación de cloxacilina vía intramamaria al momento del secado sobre la presencia de microorganismos en la próxima lactancia sobre dos grupos de animales (experimental y control) en donde al inicio de la nueva lactancia en el grupo experimental se evidenció un 97% de cuartos sanos (97/100) (Scherpenzeel *et al.*, 2018).

### Tabla 19

*Análisis de varianza de los factores en el porcentaje de proteína de la leche de la Hacienda "El Prado" en las vacas del periodo seco*

FV	GI	Pr(>F)
Nº de partos	1	0,3756
Aplicación del protocolo	1	0,1815
Nº de partos*Aplicación del protocolo	1	0,5647

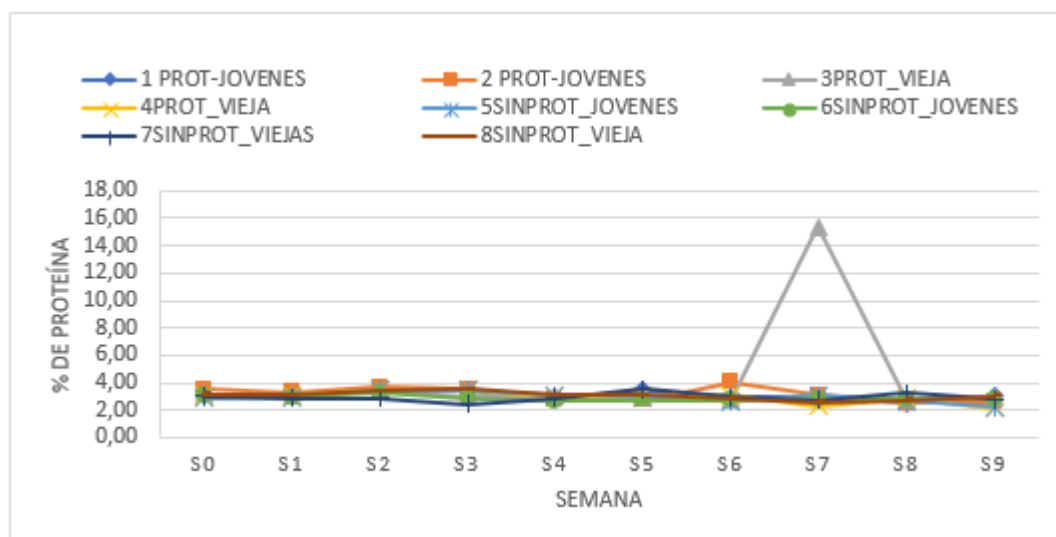
Nota: FV: fuentes de variación, gl: grados de libertad, Pr (>F): Probabilidad

de cometer un error; 0 (\*); 0,001 (\*); 0,01 (); 0,05 (.); 0,1 (); 1. Autoría propia.

No se encontraron efectos de la aplicación o no del protocolo TVS sobre el porcentaje de proteína en la leche  $F=1,82$ ;  $P=0,18$ , la interacción edad de la vaca\*aplicación o no del protocolo es decir el tratamiento tampoco tuvo influencia en el porcentaje de proteína en la leche  $F=0,33$ ;  $P=0,54$  en las vacas del seco.

**Figura 23**

*Porcentaje de proteína en vacas con y sin aplicación de protocolo*



*Nota:* Autoría propia.

En la figura 23 se pudo ver que el porcentaje de proteína en la leche se mantiene a lo largo de las nueve semanas y que no existió ninguna variación después del periodo de seco de ensayo desde la semana uno hasta la semana nueve en las vacas con y sin aplicación del protocolo TVS en la semana cero, es decir que el mismo no tuvo ninguna influencia significativa sobre el porcentaje de proteína en el ensayo en el caso de las vacas del seco.

**Tabla 20**

*Análisis de varianza de los factores en la producción de leche de la Hacienda "El Prado" en las vacas del periodo seco*

FV	gl	Pr(>F)	
Nº de partos	1	0,0442	*
Aplicación del protocolo	1	<0,0001	**
Nº de partos*Aplicación del protocolo	1	0,0577	

*Nota:* FV: fuentes de variación, gl: grados de libertad, Pr (>F): Probabilidad de cometer un error; 0 (\*); 0,001 (\*\*); 0,01 (); 0,05 (.); 0,1 (); 1. Autoría propia.



**Tabla 21**

*Test de comparación de medias de Duncan sobre el nivel de la producción de la leche en las vacas del periodo seco*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Error estándar</b>	
Vacas (4-6) partos con protocolo	16,73	0,63	A
Vacas (1-3) partos con protocolo	14,23	0,63	B
Vacas (4-6) partos sin protocolo	10,53	0,63	C
Vacas (1-3) partos sin protocolo	10,45	0,63	C

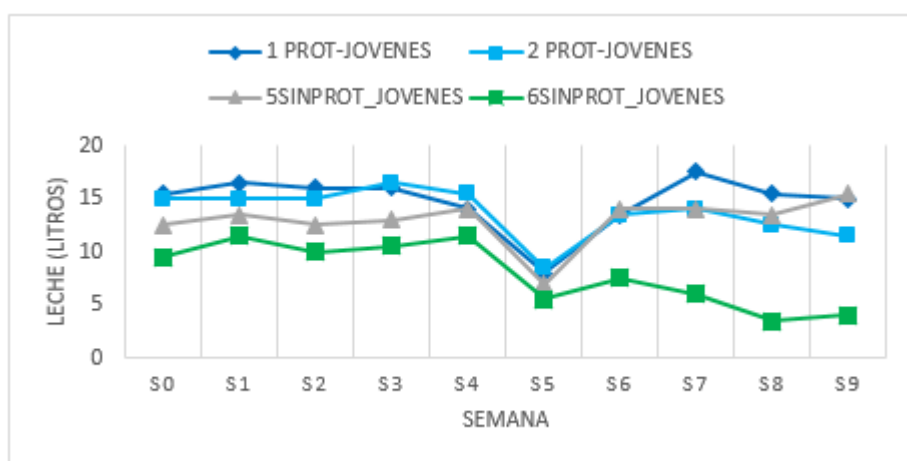
*Nota:* Autoría propia.

Se encontró que la edad de la vaca influye en la producción de leche  $F=4,19$ ;  $P=0,044$  y que la aplicación o no del protocolo tiene efectos significativos en la producción de leche con  $F=62,84$ ;  $P=0,0001$ .

Mediante el análisis comparativo de medias de Duncan podemos apreciar que las vacas viejas con aplicación del protocolo tienen la producción más alta de leche seguidas por vacas jóvenes con aplicación del protocolo y finalmente las viejas y jóvenes sin aplicación del protocolo obtuvieron la media de producción de leche más bajo en el ensayo. Es decir, la aplicación del protocolo tiene un efecto favorable en la producción de leche.

**Figura 24**

*Producción de leche en vacas jóvenes con y sin aplicación del protocolo*

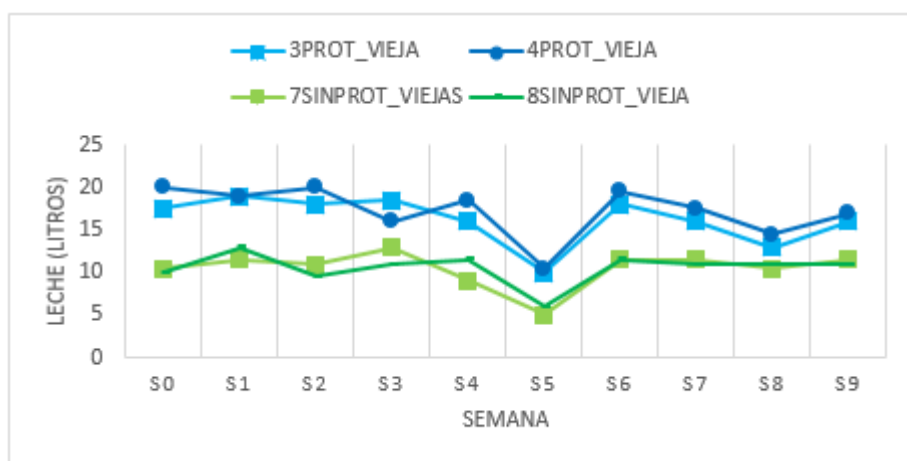


*Nota: Autoría propia.*

En la figura 24 se pudo observar que la producción de leche es mayor en las vacas jóvenes con aplicación del protocolo en comparación a las vacas jóvenes sin aplicación de protocolo. Las vacas con protocolo después de su periodo seco en la semana uno hasta la semana cuatro presentaron una producción alta de leche hasta la semana cinco donde se vio un descenso general en la producción de leche en todo el hato debido a las condiciones ambientales y la escasez de suplemento alimenticio.

**Figura 25**

*Producción de leche en vacas viejas con y sin aplicación del protocolo*



*Nota: Autoría propia.*

En la figura 25 se pudo observar que la producción de leche es mayor en las vacas viejas con aplicación del protocolo en comparación a las vacas viejas sin aplicación de protocolo. Las vacas con protocolo después de su periodo seco en la semana uno hasta la semana cuatro presentaron una producción alta de leche hasta la semana cinco donde se vio un descenso general en la producción de leche en todo el hato debido a las condiciones ambientales y la escasez de suplemento alimenticio.

Tal como afirma Morales (2021) en su trabajo realizado en el mismo hato del presente estudio en donde la producción de leche presenta una correlación positiva ( $T=2,061$ ;  $P=0,041$ ) es decir a medida que aumenta la edad o el número de partos de las vacas también incrementa la producción de leche esto debido a que en los tres primeros partos los nutrientes recibidos en la dieta son compartidos para cubrir los requerimientos de producción y crecimiento al mismo tiempo, en especial en el primer parto. Según (Arce & Correa, 2005) afirman que las vacas de primer parto no están totalmente desarrolladas en cuanto a su crecimiento corporal y el desarrollo de la ubre, por lo que primero satisfacen sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento y como consecuencia ocurre el detrimento de la producción de leche es decir las vacas viejas con la aplicación del protocolo TVS presentaron la media de producción más alta y las vacas jóvenes con y sin aplicación de los protocolos presentaron una menor producción de leche Ray *et al.*, (1992) indica que las vacas primíparas presentan hasta un 12% menos de producción de leche que las vacas multíparas.

## Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio en el hato bovino de la hacienda “El Prado” se pudo determinar que la prevalencia de mastitis subclínica por vaca fue del 40%, y por cuartos muestreados del 27%, se encontró que los cuartos con una mayor prevalencia de la enfermedad fueron los cuartos izquierdos.
- Al realizar el tratamiento y seguimiento en las vacas en producción donde se aplicó el protocolo Blitz, con respecto al CCS se obtuvo un resultado positivo al tratamiento solo en las vacas de menos de tres partos con aplicación del protocolo. Sin embargo, en las vacas con más de cuatro partos se obtuvieron resultados similares en el CCS entre las vacas con aplicación y sin aplicación del protocolo.
- Al realizar el tratamiento y seguimiento en las vacas del periodo seco, donde se aplicó el protocolo TVS, se obtuvo un resultado positivo al tratamiento en todas las vacas con aplicación del protocolo, ya que presentaron CCS más bajos que las vacas sin aplicación del protocolo.
- Con respecto a la calidad de leche en las vacas en producción para el porcentaje de proteína se obtuvo un resultado negativo al tratamiento en las vacas de menos de tres partos, sin embargo, se puede apreciar una mayor cantidad de proteína en las vacas jóvenes. Por otro lado, con respecto a la producción de leche se obtuvo una respuesta positiva al tratamiento en todas las vacas con aplicación del protocolo ya que existe una mayor producción de leche en comparación a las vacas sin aplicación del protocolo.
- Con respecto a la calidad de leche en las vacas en el periodo seco para el porcentaje de proteína en la leche se encontró que los factores analizados en el presente ensayo no tuvieron influencia sobre esta variable de respuesta. Sin embargo, para la producción de leche se obtuvo un resultado positivo al tratamiento ya que todas las vacas con aplicación del protocolo obtuvieron una mayor producción de leche.

- Se determinó un coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) para los métodos CCS y CMT de 0.83 es decir que estas pruebas tienen un alto grado de correlación y asociación.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda para futuros estudios aumentar el número de vacas para aumentar la precisión y reducir el margen de error del ensayo. Además de reducir la influencia de casos atípicos o casos de individuos extremos.
- Se recomienda segmentar a la población de estudio en intervalos de edad más cortos para reducir la posibilidad de obtener resultados sesgados o poco confiables.
- Se recomienda seguir realizando el seguimiento al CCS como medida de prevención y control de la mastitis en el hato.
- Se recomienda implementar nuevas medidas y prácticas en el sistema de ordeño para bajar los recuentos de células somáticas altas de la hacienda como la implementación de un protocolo de sellado durante el ordeño y evaluar nuevos tipos selladores para determinar cuál es el adecuado para el rejo.
- Se recomienda realizar la prueba de CMT únicamente para estimar el estado de la ubre en campo es decir como tamiz para posteriormente detectar a las vacas enfermas y realiza el respectivo muestreo para llevar a cabo recuento de células somáticas y analizar la calidad de leche de las mismas para finalmente en el laboratorio hallar los agentes causales de la mastitis, ejecutar los antibiogramas y determinar los antibióticos a utilizarse, de esta manera hacer un control eficaz de la enfermedad.
- Según la experiencia obtenida en la realización del presente estudio se recomienda realizar el protocolo TVS ya que el mismo ofrece más ventajas en todos los aspecto pues al realizarse al inicio del periodo seco no ocasiona pérdidas económicas debito al retiro de la leche y también se reduce la mano de obra ya que no hay que dejar que la leche de las vacas tratadas pase al tanque, no obstante si se encuentran

casos extremos donde las vacas deban ser tratadas durante la lactancia se recomienda utilizar la terapia Blitz .

## Bibliografía

- Acuña Molina, V. L., & Rivadeneira Espinosa, A. P. (2008). *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha* [Tesis, Escuela Politécnica del Ejercito]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/2553>
- Andrade, R., Caro, Z. E., & Porras, J. L. (2016). Efecto de la frecuencia de ordeño en la producción y comportamiento de vacas lecheras en lactancia. *Revista Científica*, 26(1), 33–40. <https://www.redalyc.org/journal/959/95944832007/html/>
- Andresen, H. (2001). Mastitis: prevención y Control. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 12(2), 55–64. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1609-91172001000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1609-91172001000200010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Arce, M. M. O., & Correa, J. C. S. (2005). Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Técnica Pecuaria En México*, 43(1), 127–137. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343109>
- Ariznabarreta, A., Gonzalo, C., & San Primitivo, F. (2002). Microbiological quality and somatic cell count of ewe milk with special reference to staphylococci. *Journal of Dairy Science*, 85(6), 1370–1375. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74203-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74203-3)
- Artegoitia, V., Damián, J. P., Carriquiry, M., Mattiauda, D., & Meikle, A. (2008). Condición corporal al parto y su efecto sobre proteína, caseína y fracción de caseínas en vacas primíparas y multíparas. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*, 36(1), 202–203. <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/135>
- Badillo, V. C. (2009). Estrategias de diagnóstico, control y prevención de mastitis. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 56(3), 327–331. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remvez/article/view/13936>
- Becerra, R. J. A., Carvajal, Z. E. C., & Dallos-Baez, A. E. (2014). Prevalencia de mastitis subclínica bovina y su etiología infecciosa en fincas lecheras del altiplano boyacense

- (Colombia). *Revista Científica*, 24(4), 305–310.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95931404001>
- Bedolla Cedeño, C., Vázquez, H., & Wilfried, W. (2007). Métodos de detección de la mastitis bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria [REDVET]*, 7(9).  
[https://www.researchgate.net/profile/Hugo-Vazquez/publication/26475796\\_Metodos\\_de\\_deteccion\\_de\\_la\\_mastitis\\_bovina\\_Methods\\_of\\_detection\\_of\\_the\\_bovine\\_mastitis/links/56560ba108aefe619b1d03d9/Metodos-de-deteccion-de-la-mastitis-bovina-Methods-of-detection-of-the-bovine-mastitis.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hugo-Vazquez/publication/26475796_Metodos_de_deteccion_de_la_mastitis_bovina_Methods_of_detection_of_the_bovine_mastitis/links/56560ba108aefe619b1d03d9/Metodos-de-deteccion-de-la-mastitis-bovina-Methods-of-detection-of-the-bovine-mastitis.pdf)
- Berry, D. P., Lee, J. M., Macdonald, K. A., Stafford, K., Matthews, L., & Roche, J. R. (2007). Associations among body condition score, body weight, somatic cell count, and clinical mastitis in seasonally calving dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 637–648.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71546-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71546-1)
- Bhutto, A. L., Murray, R. D., & Woldehiwet, Z. (2012). California mastitis test scores as indicators of subclinical intra-mammary infections at the end of lactation in dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 92(1), 13–17.  
<https://doi.org/10.1016/J.RVSC.2010.10.006>
- Bonifaz, N., & Conlago, F. (2016). Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba decaliforniamastitis test con identificación del agente etiológico, en paquiestancia, Ecuador. *Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2), 43–52.  
[https://www.redalyc.org/journal/4760/476051632003/html/#redalyc\\_476051632003\\_ref10](https://www.redalyc.org/journal/4760/476051632003/html/#redalyc_476051632003_ref10)
- Bradley, A. J., & Green, M. J. (2001). An investigation of the impact of intramammary antibiotic dry cow therapy on clinical coliform mastitis. *Journal of Dairy Science*, 84(7), 1632–1639.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030201745985>
- Bramley, A. J., & Dodd, F. H. (1984). Reviews of the progress of Dairy Science: Mastitis control – progress and prospects. *Journal of Dairy Research*, 51(3), 481–512.  
<https://doi.org/10.1017/S0022029900023797>



- Calderón, A., Rodríguez, V., & Taborda, R. (2010). Implementación de una asociación antibiótica intramamaria al secado como control de la mastitis bovina en sistemas doble propósito. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 13(1), 49–56. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0123-42262010000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-42262010000100006&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Calvinho, L. F. (2010). Tratamiento de mastitis clínicas y manejo de antibióticos en el tambo. *[Boletín Informativo en línea]*, 44. [https://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/manejo\\_antibioticos.htm.pdf](https://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/manejo_antibioticos.htm.pdf)
- Carriel, M. R. A., & Rivera, W. E. P. (2015). Variabilidad en la producción lechera del agrosistema IASA, según las categorías de intensidad de lluvias de Trojer. *Boletín Técnico, Serie Zoológica*, 12(10–11). <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1462>
- Cepero, O., Camacho, C., Castillo, J. C., & Salado, J. (2005). Conductividad Eléctrica y California Mastitis Test en la detección de la Mastitis Subclínicas. *Revista Electrónica de Veterinaria [REDVET]*, 6(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612812012>
- Corbellini, C. N. (1998). La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. *[Memorias]. Seminario internacional de Competitividad en leche, Argentina, Instituto nacional de tecnología Agropecuaria*, 12. <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>
- Cuenca, M., García, D., & Reinoso, L. (2021). Detección de mastitis subclínica bovina y factores asociados, en fincas lecheras de la provincia de Cañar - Biblián. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias*. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/36340>
- Egziabher, T., Resilience, S. E.-C. C. and F. S., & 2011, undefined. (2011). Africa's potential for the ecological intensification of agriculture. *Climate Change and Food Systems Resilience in Sub-Saharan Africa*. <https://www.fao.org/3/i2230e/i2230e02.pdf>

- EKOMILK BOND* | *Ekomilk Americas*. (n.d.). Retrieved August 14, 2023, from <https://ekomilk.us/p/analizador-de-leche/ekomilk-bond/>
- Eulogio, J., Liera, A., Iglesias, A., Ruíz, G., Lang, S., Peña, D., Román, B., Cervantes, R., Abel, E., Crispín, R., Crispín, B., Rodríguez, E., Yraúl, D., Sánchez, S., & Villa-Mancera, A. (2019). Puntos a Tomar en Cuenta para Realizar un Buen Diagnóstico de la Mastitis Bovina. *Entorno Ganadero*, 96, 101–107. [https://www.researchgate.net/profile/Abel-Villa-Mancera/publication/343710841\\_Puntos\\_a\\_Tomar\\_en\\_Cuenta\\_para\\_Realizar\\_un\\_Buen\\_Diagnostico\\_de\\_la\\_Mastitis\\_Bovina/links/5f3b422092851cd302013c57/Puntos-a-Tomar-en-Cuenta-para-Realizar-un-Buen-Diagnostico-de-la-Mastitis-Bovina.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Abel-Villa-Mancera/publication/343710841_Puntos_a_Tomar_en_Cuenta_para_Realizar_un_Buen_Diagnostico_de_la_Mastitis_Bovina/links/5f3b422092851cd302013c57/Puntos-a-Tomar-en-Cuenta-para-Realizar-un-Buen-Diagnostico-de-la-Mastitis-Bovina.pdf)
- Farinango Navas, A. H. (2015). *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 de Puliza, Cayambe – Ecuador* [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9826>
- Galán, L. M. J., & Márquez, N. R. (2013). Soluciones para los problemas de hiperqueratosis. *Frisona española*, 33(194), 102–104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4244577>
- Ganchou, F. P., & Stagnaro, C. G. (2018). Mecanismos causantes de infertilidad durante la mastitis bovina. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 1(3), 1–4. <http://www.revistaecuadorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/46>
- Garcia, A. D. (2004). Células somáticas y alto recuento bacteriano? Cómo controlarlos? *South Dakota State University*, 537. [http://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1536&context=extension\\_extra](http://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1536&context=extension_extra)
- Gómez, O. E., Santivañez, C. S., Arauco, F., Espezua, O. H., & Manrique, J. (2015). Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 26(1), 86–95. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10912>

- González, C., Guillermo, E., & La, D. (2012). *Correlación de los métodos California Mastitis Test (CMT), conductividad eléctrica (CE) y conteo de células somáticas (CCS) en el laboratorio de calidad de leche de la Universidad Politécnica Salesiana, Cayambe - Ecuador. 2011* [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana].  
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3730>
- Heringstad, B., Klemetsdal, G., & Ruane, J. (2000). Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science*, 64(2), 95–106. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00128-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00128-1)
- Hernández, J., & Bedolla, J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *Revista Electrónica de Veterinaria [REDVET]*, 9(9), 35.  
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- Hillerton, J. E., & Berry, E. A. (2005). Treating mastitis in the cow – a tradition or an archaism. *Journal of Applied Microbiology*, 98(6), 1250–1255. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2005.02649.x>
- IASA - Google Maps. (n.d.). Retrieved August 12, 2023, from <https://www.google.com.ec/maps/search/IASA/@-1.3603287,-83.8954733,1590109m/data=!3m2!1e3!4b1?entry=ttu>
- Kerr, D. E., & Wellnitz, O. (2003). Mammary expression of new genes to combat mastitis. *Journal of Animal Science*, 81(15 Suppl 3), 38–47.  
[https://doi.org/10.2527/2003.81suppl\\_338x](https://doi.org/10.2527/2003.81suppl_338x)
- Klei, L. R., Lynch, J. M., Barbano, D. M., Oltenacu, P. A., Lednor, A. J., & Bandler, D. K. (1997). Influence of Milking Three Times a Day on Milk Quality<sup>1</sup>. *Journal of Dairy Science*, 80(3), 427–436. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75954-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75954-X)
- Martínez Estévez, P. E. (2015). *Evaluación de dos dosis de ozono en el tratamiento de mastitis bovina* [Trabajo de grado, Universidad Central del Ecuador].  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6968>
- Montoya, N., Acosta, J. P., Bedolla, C., Castañeda, H., Cal, L., & Velázquez, V. (2019). Mecanismos de defensa e inmunidad de la glándula mamaria en la vaca lechera. In M.

- L. Salgado, A. Villanueva, & A. Gutiérrez (Eds.), *Mecanismos de defensa e inmunidad de la glándula mamaria en la vaca lechera*.  
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/105714>
- Morales, M. J. (2021). *Determinación de las pérdidas económicas por mastitis bovina, en un hato de la sierra ecuatoriana, a través del seguimiento longitudinal de la producción, calidad de leche y determinación de células somáticas* [Trabajo de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/26771>
- Mora, M. G., Vargas, B., Romero, J. J., Camacho, J., Mora, M. G., Vargas, B., Romero, J. J., & Camacho, J. (2015). Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 77–90.  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0377-94242015000200077&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0377-94242015000200077&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Ochoa, P. (1991). Mejoramiento genético del ganado bovino productor de leche. *Ciencia Veterinaria*, 5. <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CvVol5/CVv5c4.pdf>
- Persson, K., Larsson, I., & Hallén Sandgren, C. (1993). Effects of certain inflammatory mediators on bovine neutrophil migration in vivo and in vitro. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 37(2), 99–112. [https://doi.org/10.1016/0165-2427\(93\)90058-c](https://doi.org/10.1016/0165-2427(93)90058-c)
- Perulactea. (2022, December). *Inmunización del Ganado Vacuno como Alternativa para el Control de la Mastitis*. <https://perulactea.com/inmunizacion-del-ganado-vacuno-como-alternativa-para-el-control-de-la-mastitis/>
- Pinzón Trujillo, A., Moreno Vásquez, F. C., & Rodríguez Martínez, G. (2009). Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 17, 23–35.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0122-93542009000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-93542009000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Rampone, A. O. J., Abdala, A. A., González Pereyra, A. V., Leiva, A., Callieri, C., Pardini, C. R., Tentor, G. F., Sardi, G. M. I., Gigli, I., González, J., Rodríguez, J. M., Raciti, J., García, K. E., Troilo, L. G., Negri Rodríguez, L. M., Brunas, L., Martinez Luque, L., Calvino, L.

- F., Signorini, M., ... Charlon, V. (2013). *Guía de buenas prácticas en el tambo*. Ediciones INTA. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/163908>
- Ray, D. E., Halbach, T. J., & Armstrong, D. V. (1992). Season and Lactation Number Effects on Milk Production and Reproduction of Dairy Cattle in Arizona. *Journal of Dairy Science*, 75(11), 2976–2983. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(92\)78061-8](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(92)78061-8)
- Reneau, J. K., & Packard, V. S. (1991). Monitoring mastitis, milk quality and economic losses in dairy fields. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, 11(9), 481–552. [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Monitoring+mastitis%2C+milk+quality+and+economic+losses+in+dairy+fields.&author=Reneau+J.K.&publication\\_year=1991](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Monitoring+mastitis%2C+milk+quality+and+economic+losses+in+dairy+fields.&author=Reneau+J.K.&publication_year=1991)
- Reyes Sánchez, E. A., Arguello Sánchez, J. S., Navarro Reyes, O., Romero Vargas, M. J., & Parrales, P. (2015). *Estudio comparativo entre los métodos diagnósticos para mastitis subclínicas, California Test y DRAMINSKI 4Q en vacas Jersey, Diriamba – Carazo, Agosto –Octubre, 2015* [Tesis, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/3214/>
- Ruegg, P. (2001). *Calidad de leche y manejo sanitario de la vaca seca*. <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2015/11/calidad-de-leche-y-manejo-sanitario-de-la-vaca-seca-1.pdf>
- Ruiz, L., & Sandoval, R. (2018). Diagnóstico de mastitis subclínica de vacunos lecheros mediante el conteo de células somáticas empleando dos métodos diagnósticos. *Revista Científica*, 28(2), 129–135. <https://www.redalyc.org/journal/959/95955158006/html/>
- Rupp, R., & Boichard, D. (2003). Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. *Veterinary Research*, 34, 671–688. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003020>
- Salas, R. G., & Río, M. M. V. del. (2021). Mastitis bovina y calidad de la leche, un desafío para la salud humana. *Universidad y Sociedad*, 13(S1), 89–96. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2013>
- Salazar, J. A. E. (2007). Periodo seco corto en ganado de leche. *Revista Electrónica de Veterinaria [REDVET]*, 8(5), 1–7. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612669008>

- Santiago, M. (2007). *Manual de normas de control de calidad de leche cruda*.  
[https://www.academia.edu/36916820/MANUAL\\_DE\\_NORMAS\\_DE\\_CONTROL\\_DE\\_CALIDAD\\_DE\\_LECHE\\_CRUDA](https://www.academia.edu/36916820/MANUAL_DE_NORMAS_DE_CONTROL_DE_CALIDAD_DE_LECHE_CRUDA)
- Santivañez, C. S., Gómez, O. E., Cárdenas, L. Á., Escobedo, M. H., Bustinza, R. H., & Peña, J. (2003). Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 7(2), 92–104.
- Scherpenzeel, C. G. M., Hogeveen, H., Maas, L., & Lam, T. J. G. M. (2018). Economic optimization of selective dry cow treatment. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1530–1539.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13076>
- Schrick, F. N., Hockett, M. E., Saxton, A. M., Lewis, M. J., Dowlen, H. H., & Oliver, S. P. (2001). Influence of Subclinical Mastitis During Early Lactation on Reproductive Parameters. *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1407–1412. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70172-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70172-5)
- Schutz, M. M. (1994). Genetic Evaluation of Somatic Cell Scores for United States Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 2113–2129. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77154-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77154-X)
- Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G. J., & Van Doormaal, B. J. (2006). Analysis of the Relationship Between Somatic Cell Score and Functional Longevity in Canadian Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3609–3614. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72400-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72400-6)
- Steenefeld, W., Hogeveen, H., Barkema, H. W., Broek, J. van den, & Huirne, R. B. M. (2008). The Influence of Cow Factors on the Incidence of Clinical Mastitis in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 91(4), 1391–1402. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0705>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). Using multivariate statistics. In *Using Multivariate Statistics* (Seventh edition, Vol. 6). Pearson.
- Técnicos Agropecuarios del Ecuador TADEC. (2012). *MAMIN*.  
[http://www.tadec.com.ec/producto.php?id\\_cat=4&id\\_prod=31](http://www.tadec.com.ec/producto.php?id_cat=4&id_prod=31)

- Tollersrud, T., Kenny, K., Reitz, A. J., & Lee, J. C. (2000). Genetic and Serologic Evaluation of Capsule Production by Bovine Mammary Isolates of *Staphylococcus aureus* and Other *Staphylococcus* spp. from Europe and the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, 38(8), 2998–3003. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC87170/>
- Wattiaux, M. A., Wisconsin--Madison, U. of, & Development, B. I. for I. D. R. and. (1995). *Technical dairy guide: reproduction and genetic selection*. Babcock Institute for International Dairy Research and Development.
- Wellenberg, G. J., van der Poel, W. H. M., & Van Oirschot, J. T. (2002). Viral infections and bovine mastitis: a review. *Veterinary Microbiology*, 88(1), 27–45. [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(02\)00098-6](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(02)00098-6)
- Wolter, W., Castañeda, H., Kloppert, B., & Zschöck, M. (2004). *Mastitis bovina*. Editorial Universidad de Guadalajara. <https://catalogo.altexto.mx/mastitis-bovina-wlqlo.html>
- Zoetis. (2014a). *Clavamox LC Para el tratamiento de mastitis en vacas*. <https://ar.zoetis.com/products/bovinos/clavamox-lc.aspx>
- Zoetis. (2014b). *Orbenin Extra Antibacteriano en suspensión intramamaria para el tratamiento de mamitis durante el periodo seco*. <https://ar.zoetis.com/products/bovinos/orbenin-extra.aspx>