



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE LA PREVALENCIA DE MASTITIS  
SUBCLÍNICA EN LA HACIENDA CAMPO ALEGRE”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA: LEONELA ARACELY SASIG TAMAYO**

**DIRECTOR: ING. PABLO RIGOBERTO ANDINO NAJERA, MGS.**

Riobamba – Ecuador

2023

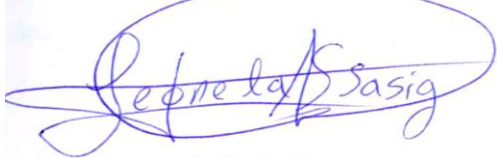
© 2023, Leonela Aracely Sasig Tamayo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Leonela Aracely Sasig Tamayo, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de julio de 2023



**Leonela Aracely Sasig Tamayo**  
**1724198658**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**EVALUACIÓN DE LA PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN LA HACIENDA CAMPO ALEGRE**”, realizado por la señorita: **LEONELA ARACELY SASIG TAMAYO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
MVZ. Luis Agustín Condolo Ortíz, Mgs. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-07-31
Ing. Pablo Rigoberto Andino Najera, Mgs. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-07-31
Ing. Luis Andrés Tello Flores <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-07-31

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios, a mi querido padre Leonidas y a mi amada madre Janed por haber sido mi motor, mi fortaleza, mi fuente constante de inspiración y mi apoyo incansable a lo largo de este trayecto. Reconozco que soy quien soy gracias a su inquebrantable ayuda y esfuerzo. Cada paso que he dado ha estado respaldado por su amor y sacrificio. Estoy seguro/a de que, con la guía divina, superaré cualquier obstáculo que se presente en mi camino hacia la realización de mis sueños. Esta dedicatoria va con todo mi cariño y agradecimiento hacia ellos.

Leonela

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a mis apreciados docentes por la invaluable riqueza de conocimientos impartidos, por moldear mi formación tanto como profesional como individuo de calidad. A mis entrañables amigos, verdaderos compañeros de vida, les extiendo un agradecimiento sincero por las innumerables sonrisas compartidas, los momentos memorables y los sabios consejos brindados; su amistad es un tesoro incalculable. Asimismo, deseo reconocer a la Hacienda Campo Alegre por otorgarme la invaluable oportunidad de aplicar en la práctica lo aprendido en las aulas, y en especial a las personas destacadas en el ámbito de la ganadería, Don Ignacio y Don Fabián, cuya generosa colaboración y los momentos compartidos perdurarán en mi corazón de manera eterna.

Leonela

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Planteamiento del problema .....	2
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	4
2.1. Qué es la mastitis .....	4
2.2. Mastitis subclínica .....	5
2.3. Factores que influyen en la presentación de mastitis .....	6
2.3.1. <i>Manejo</i> .....	6
2.3.2. <i>Factores físicos</i> .....	8
2.3.3. <i>Heridas físicas</i> .....	8
2.3.4. <i>Personal</i> .....	8
2.3.5. <i>Factores genéticos</i> .....	9
2.3.6. <i>Factores nutricionales</i> .....	9
2.4. Patógenos causantes de mastitis .....	9
2.4.1. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	10
2.4.2. <i>Streptococcus agalactiae</i> .....	10
2.4.3. <i>Streptococcus dysgalactiae</i> .....	10

2.4.4.	<i>Streptococcus uberis</i> .....	10
2.5.	<b>Bacterias causantes de mastitis</b> .....	10
2.5.1.	<i>Escherichia coli</i> .....	11
2.5.2.	<i>Pseudomonas</i> .....	11
2.5.3.	<i>Klebsiella pneumoniae</i> .....	12
2.6.	<b>Pérdidas ocasionadas por la mastitis subclínica</b> .....	12
2.7.	<b>Diagnóstico de mastitis subclínica a nivel de campo</b> .....	13
2.7.1.	<i>California matitis test (CMT)</i> .....	13
2.8.	<b>Células somáticas</b> .....	14
2.8.1.	<i>Función de las células somáticas en la leche</i> .....	15
2.8.2.	<i>Causas de un recuento celular somático elevado</i> .....	15
2.8.2.1.	<i>Mastitis</i> .....	15
2.8.2.2.	<i>Fase de lactación</i> .....	16
2.8.2.3.	<i>Lesiones en la glándula mamaria</i> .....	16
2.8.2.4.	<i>Variación fisiológica</i> .....	16
2.8.2.5.	<i>Variaciones diarias y de temporada</i> .....	17
2.8.2.6.	<i>Frecuencia de ordeño</i> .....	17
2.8.2.7.	<i>Estrés</i> .....	17
2.8.2.8.	<i>Cantidad de cuartos o vacas afectadas</i> .....	18

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>20</b>
3.1.	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	20
3.2.	<b>Unidades experimentales</b> .....	20
3.3.	<b>Materiales, equipos e instalaciones</b> .....	20
3.3.1.	<i>Materiales</i> .....	20
3.3.2.	<i>Reactivos</i> .....	21
3.3.3.	<i>Instalaciones</i> .....	21
3.4.	<b>Tratamiento y diseño experimental</b> .....	21
3.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	22
3.5.1.	<i>Mediciones de campo</i> .....	22
3.5.2.	<i>Mediciones de laboratorio a los 0-21 días</i> .....	22
3.6.	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	22
3.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	22
3.8.	<b>Metodología de evaluación</b> .....	23



3.8.1.	<i>Prevalencia de mastitis subclínica</i> .....	23
3.8.2.	<i>Número de cuartos infectados</i> .....	23
3.8.3.	<i>Recuento de células somáticas</i> .....	23
3.8.4.	<i>Unidades formadoras de colonias por ml de leche, Streptococcus agalactiae, Staphylococcus aureus, Streptococcus ambiental, coliformes</i> .....	24
3.8.5.	<i>Tinción de gram</i> .....	24

## CAPITULO IV

4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
4.1.	<b>Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test, en vacas Holstein de la hacienda “Campo Alegre”</b> .....	25
4.1.1.	<i>Porcentaje de Prevalencia de mastitis</i> .....	25
4.1.2.	<i>Número de cuartos infectados</i> .....	29
4.1.3.	<i>Recuento de células somáticas</i> .....	31
4.2.	<b>Identificación del patógeno más representativo en leche con mastitis en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre”</b> .....	33
4.2.1.	<i>Streptococcus agalactiae UFC/ml</i> .....	33
4.2.2.	<i>Staphylococcus aureus UFC/ml</i> .....	34
4.2.3.	<i>Streptococcus ambientalis</i> .....	36
4.2.4.	<i>Coliformes UFC/ml</i> .....	36
4.2.5.	<i>Cultivo y aislamiento bacteriológico</i> .....	38
4.2.6.	<i>Tinción Gram</i> .....	40
4.3.	<b>Establecimiento de sensibilidad y resistencia de los patógenos mediante antibiogramas</b> .....	42
4.3.1.	<i>Vacas sanas después del tratamiento</i> .....	48
4.4.	<b>Factores que inciden en la presencia de la enfermedad en la Hacienda Campo Alegre, Guayllabamba provincia de Pichincha</b> .....	49
4.5.	<b>Métodos de control para evitar la incidencia de la enfermedad</b> .....	51

CONCLUSIONES	.....	53
--------------	-------	----

RECOMENDACIONES	.....	54
-----------------	-------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b>	Clasificación de la mastitis .....	4
<b>Tabla 2-2:</b>	Niveles de manejo de la mastitis .....	7
<b>Tabla 2-3:</b>	Procedimiento para la toma de muestra de leche para california mastitis test. ....	18
<b>Tabla 2-4:</b>	Interpretación de la prueba california mastitis test (CMT). .....	19
<b>Tabla 3-1:</b>	Condiciones meteorológicas del cantón Quito .....	20
<b>Tabla 4-1:</b>	Resultados del Diagnóstico con prueba CMT de la hacienda “Campo Alegre” ..	25
<b>Tabla 4-2:</b>	Tabla de análisis de número de cuartos infectados por animal .....	29
<b>Tabla 4-3:</b>	Análisis de resultados de Recuento de células somáticas .....	31
<b>Tabla 4-4:</b>	Cuadro de análisis de UFC/ml de staphylococcus aureus .....	34
<b>Tabla 4-5:</b>	Tabla de análisis de UFC/ml de coliformes. ....	37
<b>Tabla 4-6:</b>	Bacterias detectadas en el cultivo bacteriológico. ....	39
<b>Tabla 4-7:</b>	Análisis de resultados de la tinción Gram .....	41
<b>Tabla 4-8:</b>	Resultados de sensibilidad y resistencia a fármacos según antibiogramas. ....	42
<b>Tabla 4-9:</b>	Análisis de resultados de antibiogramas. ....	47
<b>Tabla 4-10:</b>	Análisis de resultados de antibiogramas de la hacienda “Campo Alegre” .....	48

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 4-1:</b>	Prevalencia de mastitis en el hato lechero de la hacienda “Campo Alegre” .28
<b>Ilustración 4-2:</b>	Número de cuartos infectados en las vacas lecheras de la Hacienda “Campo Alegre” .....30
<b>Ilustración 4-3:</b>	Recuento de células somáticas en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre” .....31
<b>Ilustración 4-4:</b>	UFC/ml de <i>Staphylococcus aureus</i> en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre” .....34
<b>Ilustración 4-5:</b>	Recuento de Coliformes en leche de vacas de la Hacienda "Campo Alegre"37
<b>Ilustración 4-6:</b>	Bacterias detectadas en la leche de las vacas de la hacienda .....39
<b>Ilustración 4-7:</b>	Prueba de Tinción de Gram en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre” .....41
<b>Ilustración 4-8:</b>	Análisis de resultados de antibiogramas de la hacienda “Campo Alegre” ....47
<b>Ilustración 4-9:</b>	Vacas sanas después del tratamiento en la Hacienda “Campo Alegre” .....48

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** BASE DE DATOS POSTERIORES AL DIAGNÓSTICO DE CALIFORNIA  
MASTITIS TEST

**ANEXO B:** TABLA RESUMEN DE LAS VARIABLES

## RESUMEN

La alta prevalencia de mastitis en bovinos ha causado pérdidas económicas por la disminución de la producción de leche y la salud de las vacas. El diagnóstico de la mastitis subclínica se complica debido a la falta de síntomas visibles y la necesidad de métodos como el California Mastitis Test y el cultivo para un control efectivo. Por lo cual, el objetivo central de la investigación ha sido determinar los patógenos causantes de mastitis subclínica en vacas Holstein para el control y tratamiento en la hacienda Campo Alegre, provincia de Pichincha. La metodología utilizó 68 vacas de la Hacienda Campo Alegre bajo un sistema de producción semi-intensivo, no se utilizó un diseño experimental ya que fue un análisis descriptivo de muestras, considerando el Reactivo de California Mastitis Test, Kit de Tinción de Gram y Cristal Violeta y se estableció la aplicación de buenas prácticas, antes durante y después del ordeño, siendo estos factores la causa para que la enfermedad prevalezca en los hatos lecheros. Los resultados determinan la prevalencia de mastitis subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test, mostraron que 13 vacas equivalentes al 19% fueron “positivo” para la presencia de mastitis, las pruebas microbiológicas en las 13 muestras estudio Ausencia de *Streptococcus agalactiae* y *Staphylococcus* ambientales, por el contrario, se identificó presencia de *Staphylococcus aureus* en un 23,08% de las muestras, y un recuento de coliformes de  $\geq 300$  UFC/m en el 15,38% de las muestras. Se concluye que los factores que inciden en la presencia de mastitis son golpes producidos durante el traslado del potrero hacia la sala de ordeño, por lo que se recomienda controlar la mastitis subclínica.

**Palabras clave:** <BOVINOS DE LECHE>, <PATÓGENOS>, <MASTITIS SUBCLÍNICA>, <CALIFORNIA MASTITIS TEST>, <COLIFORMES>, <TINCIÓN DE GRAM>



1693-DBRA-UPT-2023

## ABSTRACT

The high prevalence of mastitis in cattle has caused economic losses due to decreased milk production and cow health. The diagnosis of subclinical mastitis is complicated by the lack of visible symptoms and the need for methods such as the California Mastitis Test and culture for effective control. Therefore, the main objective of the research has been to determine the pathogens causing subclinical mastitis in Holstein cows for control and treatment at Campo Alegre Farm, Pichincha Province. The methodology used 68 cows from Campo Alegre Farm under a semi-intensive production system, no experimental design was used since it was a descriptive analysis of samples, considering the California Mastitis Test Reagent, Gram Stain Kit and Violet Crystal and the application of good practices before and after milking, being these factors the cause for the prevalence of the disease in dairy herds. The results determine the prevalence of subclinical mastitis using the California Mastitis Test, showed that 13 cows equivalent to 19% were "positive" for the presence of mastitis, the microbiological tests in the 13 samples studied Absence of *Streptococcus agalactiae* and *Environmental Staphylococcus*, on the contrary, the presence of *Staphylococcus aureus* was identified in 23.08% of the samples, and a coliform count of  $\geq 300$  CFU/m in 15.38% of the samples. It is concluded that the factors that affect the presence of mastitis are shocks produced during the transfer from the paddock to the milking parlor, so it is recommended to control subclinical mastitis.

**Keywords:** <MILK CATTLE>, <PATHOGENS>, <SUBCLINICAL MASTITIS>, <CALIFORNIA MASTITIS TEST>, <COLIFORMS>, <GRAM SECTION>.

1693-DBRA-UPT-2023



Mgs. Deysi Lucía Damián Tixi

C.I. 0602960221

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la mastitis representa grandes pérdidas productivas y económicas en ganado lechero en nuestro país donde se reportan pérdidas económicas sobre todo en ganado lechero. La mastitis subclínica es una afección de la glándula mamaria que generalmente se presenta como una respuesta a la invasión por microorganismos, siendo altamente prevalente en bovinos de producción lechera y representa un porcentaje del total de las patologías que padecen los bovinos, por tal motivo es considerada como una de las enfermedades más importantes que afecta mundialmente a la industria lechera, ocasiona pérdidas económicas muy cuantiosas a los productores, debido a la disminución de la cantidad y calidad de leche producida, además de un aumento en los costos por servicios veterinarios, tratamientos y pérdidas de animales (Calvinho, 2022, pág. 10).

La mastitis es un síndrome ya que es multifactorial, es solamente un signo de más de 100 enfermedades y clínicamente significa inflamación de la glándula mamaria; esta inflamación debido a la presencia de patógenos se convierte en una infección provocando daños al epitelio mamario. La mastitis también puede ser provocada por: lesiones físicas, mala desinfección de las ubres en el ordeño, máquinas de ordeño mal utilizadas, deficiente sellado de las ubres post-ordeño, mal estado de las camas, entre otros factores que permiten el ingreso de microorganismos patógenos a las glándulas mamarias o causan daño físico del tejido, provocando así su inflamación (Aldán, 2022, pág. 14).

Si se habla de que las pérdidas para los países antes mencionados son representativas a su producción; las cifras alcanzadas en los países en desarrollo, como Ecuador, no podrían dejar de ser significativas, aunque existen pocos o ningún dato que exprese dicha pérdida. Por tal razón la necesidad de llevar un control específico de la mastitis en el país, lo que se puede lograr mediante análisis bacteriológicos y pruebas de sensibilidad/resistencia para tener una idea real del estado de la enfermedad y así disminuir los gastos ocasionados en los hatos ganaderos, puesto que un día de producción de leche que se vea mermada se refleja en pérdidas económicas que muchas veces no son reversibles (Granizo, 2022, pág. 22) .

# CAPÍTULO I

## 1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

Las bacterias que pueden causar mastitis viven en diferentes nichos ecológicos y, por lo tanto, difieren en sus mecanismos de transmisión e infección, así como en su facilidad de control, las bacterias se asocian principalmente con la colonización de ubres infectadas, lesiones en los pezones y canales de los pezones y se transmiten de vaca a vaca y de establo a establo durante el proceso del ordeño o poco después del mismo, sobre todo cuando las condiciones no son las adecuadas (Espinoza, 2022, pág. 10).

La mastitis es la enfermedad más común en los bovinos en todo el mundo y la más costosa para el productor por las pérdidas de leche, vacas afectadas y el dinero invertido. Por lo que, el diagnóstico resulta ser más dificultoso, debido a que este tipo de mastitis no presenta síntomas aparentes por lo cual implementaremos como método de diagnóstico de mastitis subclínica la prueba de California Mastitis Test (CMT), complementando con un cultivo para determinar presencia de bacterias causantes de la enfermedad y posteriormente se realizará un antibiograma (Acuña, 2020, pág. 11).

Muchos trabajos nos muestran la importancia del diagnóstico, aislamiento y antibiograma, para tener éxito en el control de esta enfermedad puesto que se considera un problema muy habitual que puede ser fácilmente controlado siempre y cuando se utilice un manejo adecuado. (Corbellini, 2022, pág. 21)

### 1.2 Justificación

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo detectar la mastitis subclínica en la Hacienda Campo Alegre ya que éste es un problema grave que afecta la salud de las vacas lecheras y la rentabilidad de la industria láctea, por lo que es necesario tomar las medidas preventivas adecuadas para controlar esta enfermedad, con el propósito de obtener una mejor producción y calidad de leche (Acuña, 2020, pág. 10).

Varios estudios epidemiológicos han demostrado que las ubres de las vacas secas y lactantes están expuestas a millones de bacterias que contienen miles de patógenos potenciales en la piel y las superficies mucosas lo que es un desencadenante a esta enfermedad (Bonilla, 2022, pág. 15).



Los factores que pueden causar mastitis incluyen procedimientos de ordeño deficientes, máquinas de ordeño que funcionan mal, la presencia de heridas en los pezones y la presencia de patógenos en el entorno que rodea a las vacas, lo que puede conducir a una disminución de la producción de leche, bajos precios por deficiencias de calidad, costos de medicamentos, servicios veterinarios, descarte de animales, descarte de leche, problemas de residuos de antibióticos; el propósito de este estudio es también ayudar a mejorarlo y corregirlo (Cruz, 2007 pág. 23).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 *Objetivo general***

Determinar los patógenos causantes de mastitis subclínica en vacas Holstein para el control y tratamiento en la hacienda Campo Alegre, provincia de Pichincha.

#### **1.3.2 *Objetivos específicos:***

- Determinar la prevalencia de mastitis subclínica mediante el California Mastitis Test (CMT), en vacas Holstein de la Hacienda Campo Alegre.
- Identificar el patógeno más representativo en leche con mastitis.
- Establecer sensibilidad y resistencia de los patógenos mediante antibiogramas.
- Determinar los factores que inciden en la presencia de la enfermedad en la Hacienda Campo Alegre, Guayllabamba provincia de Pichincha.
- Establecer métodos de control para evitar la incidencia de la enfermedad.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1 Qué es la mastitis

El término Mastitis proviene del griego mastos = glándula mamaria y del sufijo itis = inflamación, se define como la inflamación de la glándula mamaria que generalmente se presenta como una respuesta a la invasión por microorganismos y se caracteriza por daños en el epitelio glandular, seguido por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo presentarse con cambios patológicos localizados o generalizados, dependiendo de la magnitud del daño, subclínica en la tabla 2-1, se describe la clasificación de la mastitis, (Martin, 2022, pág. 21)

**Tabla 2-1:** Clasificación de la mastitis

<b>FORMAS DE MASTITIS</b>	<b>VACA</b>	<b>UBRE</b>	<b>LECHE</b>
<b>Clínica híper aguda</b>	Muy enferma puede morir, no tiene coordinación muscular	Fibrosis mamaria, puede agravarse	Frecuentemente aguada y con manchas de sangre
<b>Clínica aguda</b>	No hay cambios observables	El cuarto afectado se muestra duro, rojo e inflamado	Purulenta y acuosa
<b>Clínica Subaguda</b>	No hay cambios observables	El cuarto afectado puede estar inflamado	No se observa cambios, pero la producción puede estar reducida
<b>Subclínica</b>	No hay cambios observables	No hay cambios observables	No hay cambios observables

**Fuente:** (Martin, 2022, pág. 21).

La mastitis es una enfermedad en la que microbios (masculinos) ingresan a la ubre al operar incorrectamente la máquina de ordeño, provocando un proceso inflamatorio leve o severo, la mastitis se caracteriza por cambios en el tejido glandular y la leche, cuando estos cambios son evidentes por inspección y/o palpación, se denomina mastitis clínica. Los métodos indirectos de campo o de laboratorio se utilizan cuando no hay cambios clínicamente detectables. Si estas pruebas son positivas, se llama mastitis, la mastitis clínica claramente causa pérdidas económicas

a los agricultores y requiere una solución. Debido a que el impacto económico de la mastitis subclínica solo puede determinarse analizando las pérdidas de producción durante largos períodos de tiempo (un año o más), es difícil involucrar a los agricultores en las decisiones de tomar medidas de control. La mastitis es un problema poblacional multifactorial que no se puede eliminar, por lo tanto, su control depende de la aplicación de un sistema integral de contramedidas destinadas a (Martin, 2022, pág. 21):

- Reducir la tasa de nuevas infecciones
- Reducir el tiempo de infección en casos individuales de mastitis

## **2.2 Mastitis subclínica**

La mastitis subclínica es definida como la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas de la leche, la mastitis subclínica es sutil y difícil de corregir, la vaca parece saludable, la ubre no muestra ningún signo de inflamación y la leche parece normal, sin que existan cambios organolépticos en la misma (Chasi, 2022, pág. 10).

El número de células somáticas en la leche, indicativo de la respuesta inflamatoria, se encuentra elevado, al igual que el número de bacterias, lo que va acompañado de una disminución del nivel de producción de la secreción láctea, así como de la alteración de la composición de dicho producto. Existe un incremento electrolítico exactamente iones de Na y Cl, el incremento de sodio y cloro al estar afectado un cuarto mamario con mastitis subclínica es debido a que después de la invasión bacteriana se produce: congestión capilar, edematización del tejido secretor y obstrucción de los conductos intralobulares (Martin, 2022, pág. 21).

Según (Escobar, 2020, pág. 22) también existe alteración de la permeabilidad capilar que produce cambios en la composición de la leche, algunos de ellos son:

- Disminuye la cantidad y la calidad de caseína sintetizada
- Disminuye la grasa butirosa
- Disminuye la lactosa
- Aumenta la concentración de sodio
- Aumentan los cloruros
- Aumentan las proteínas del suero sanguíneo
- Aumentan enzimas
- Aumentan las células somáticas

- Aumenta los niveles de procesos infecciosos

La mastitis subclínica es una enfermedad de los bovinos de larga duración, difícil de tratar con los antibióticos, desde su inicio es complicada de detectar, reduce drásticamente la producción de leche, afecta adversamente la calidad de del producto, y puede servir como un reservorio para infectar a otros animales en el rebaño lechero, la mastitis, particularmente subclínica y crónica, es la más persistente y más amplia del grupo de enfermedades de importancia por la higiene de la leche en el ganado lechero, (Castañeda, 2021, pág. 14)

La mastitis subclínica ocurre frecuentemente, y puede conducir a grandes pérdidas económicas debido al reducido rendimiento de leche, y multas a causa de los elevados conteos de células somáticas presentes en los tanques de leche. En la práctica, los casos de mastitis subclínica con frecuencia no son detectados rápidamente, o pueden incluso no ser reconocidas por el ordeñador (Heras, 2022, pág. 19)

Es imperativo para los granjeros lecheros y sus asesores veterinarios enfocar su principal atención al control de la mastitis subclínica debido a que: (1) es 15 a 40 veces más prevalente que la mastitis clínica; (2) usualmente precede a la mastitis clínica; (3) es de duración prolongada; (4) es más difícil de detectar debido a la naturaleza oculta de la enfermedad; (5) reduce significativamente la producción láctea; (6) afecta adversamente la composición de la leche y (7) constituye un reservorio de patógenos causantes de mastitis que pueden diseminarse a otras vacas en el hato, (Castañeda, 2021, pág. 25)

### **2.3 Factores que influyen en la presentación de mastitis**

Los factores que influyen en la presentación de la mastitis se describen a continuación en los siguientes apartados (Velásquez, 2022, pág. 22):

#### **2.3.1 Manejo**

Es importante considerar la fuente y formas de transmisión de la enfermedad. Los organismos que causan la mastitis viven en diferentes ambientes (materia fecal, cama, piel, etc.). La limpieza general de las vacas y su alojamiento, como también buenos procedimientos de manejo son formas efectivas de controlar la difusión de la mastitis, la importancia de utilizar fármacos intramamarios que combinen la propiedad antibiótica con antiinflamatoria se verá reflejada en el tiempo de recuperación de la vaca y disminución del riesgo de contagio, el control de la mastitis implica la aplicación de un programa completo que abarque medidas higiénicas y de manejo, cuyo

objetivo final de reducir al máximo la necesidad de recurrir al tratamiento quimio-terapéutico; usualmente muy costoso los factores de manejo se describen la tabla 2-2: (Velásquez, 2022, pág. 1):

**Tabla 2-2:** Niveles de manejo de la mastitis

<b>Niveles</b>	<b>Características y funciones</b>
El primer nivel es el ordeño mecánico	Las tasas de mastitis siempre son más elevadas en hatos mal ordeñados.
El segundo nivel es el control del ordeño mecánico	Se debe realizar en manos de un buen jefe; hábil en el manejo del personal, en la supervisión de los procedimientos y en el mantenimiento del equipo de ordeño
El tercer nivel lo juega el médico veterinario	Que es responsable de la planificación de toda la operación desde el punto de vista técnico;
El cuarto nivel depende de la administración o gerencia	Las funciones son aprobar el plan de trabajo técnico del ordeño y el presupuesto de gastos, así como asegurar los fondos para la compra oportuna de los insumos que se requieran.
El quinto nivel depende de la gerencia general o del propietario	De cuyas decisiones dependerá la eficiencia y eficacia de la gestión empresarial.

Fuente: (Velásquez, 2022, pág. 1).

La máquina de ordeño es un elemento de este complejo etiológico de la mastitis, se considera que la mejor máquina de ordeño la determina la persona que la opera, para agregar a esta oración, las mejores máquinas de ordeño son tan buenas como lo permite la calidad y el mantenimiento de la máquina, el buen ordeño depende de varios elementos (Valle, 2021, pág. 10):

- Buena disposición del ordeñador para el trabajo.
- Capacidad de identificación de las vacas, sus características y sus problemas.
- Capacitación en el mejor arte del ordeño.

Las funciones del médico veterinario comprenden las siguientes actividades y responsabilidades que se describen a continuación

- Elaborar el manual de procedimientos del ordeño y de la limpieza y desinfección del equipo.
- Enseñar la aplicación correcta del procedimiento de ordeño.
- Elaborar, con otros técnicos, el manual de procedimientos para el mantenimiento del equipo.
- Elaborar y hacer cumplir el manual de procedimientos para el control de la mastitis.

- Seleccionar los implementos (p. ejem: pezoneras), materiales (limpiadores, desinfectantes) y medicamentos que deben emplearse; e instruir al personal sobre su uso.
- Realizar o supervisar los controles con CMT u otros; y decidir, en base a los resultados, la redistribución de los lotes de vacas y el orden del ordeño.
- Decidir sobre la toma de muestras de leche para cultivo y antibiogramas.
- Hacer el análisis estadístico mensual de monitoreo de la mastitis.
- Decidir sobre el rol y método de secado de las vacas.
- Recomendar la saca de las vacas problema de mastitis.

### ***2.3.2 Factores físicos***

La mastitis es una inflamación de las glándulas mamarias de las vacas lecheras que es producto de diversos agentes infecciosos como son los microorganismos. Provoca cambios físicos y químicos en la composición de la leche y diversos cambios patológicos en la glándula mamaria entre los factores físicos se describen a continuación los siguientes (Mestorino, 2019, pág. 10).

### ***2.3.3 Heridas físicas***

Las heridas físicas en el momento del manejo diario de las vacas pueden causar daños en la piel del pezón. Si estas heridas involucran apertura de la punta del pezón (canal), por lo general, no se recuperan apropiadamente. Tales heridas incrementan el riesgo de entrada de bacterias a la glándula a través de la apertura del pezón y causan nuevas infecciones y elevados recuentos de células somáticas (Mestorino, 2019, pág. 10).

### ***2.3.4 Personal***

El personal que labora en la zona para ordeño constituye uno de los elementos más importantes en el modelo de producción, por lo que tiene que contar con un nivel de capacitación básica sobre problemas que ocasiona la mastitis, en este sentido la higiene en general y la limpieza exhaustiva de la ubre y de todos los pezones durante el ordeño, en particular, es crucial. sin embargo, es poca la atención que la administración de los establos pone en la selección y supervisión de este personal, el ordeñador es un importante vector para la diseminación de microorganismos causantes de mastitis, tanto en su higiene, como del proceso de ordeño y de las vacas (Mestorino, 2019, pág. 10).

### **2.3.5 Factores genéticos**

Es un hecho que algunas vacas presentan una mayor susceptibilidad a la mastitis que otras. Los factores estructurales del canal del pezón son importantes en la regulación de la entrada de microorganismos. Algunos autores afirman que, si el tono de las estructuras anatómicas de la apertura del pezón es reducido, lo que es un carácter heredable, la resistencia a la entrada de los microorganismos será menor. Se seleccionará genéticamente vacas con diámetro pequeño del canal del pezón, lo que hará que la frecuencia de mastitis disminuya, (Mestorino, 2019, pág. 10)

### **2.3.6 Factores nutricionales**

Es un hecho que algunas vacas presentan una mayor susceptibilidad a la mastitis que otras. Los factores estructurales del canal del pezón son importantes en la regulación de la entrada de microorganismos. Algunos autores afirman que, si el tono de las estructuras anatómicas de la apertura del pezón es reducido, lo que es un carácter heredable, la resistencia a la entrada de los microorganismos será menor. Se seleccionará genéticamente vacas con diámetro pequeño del canal del pezón, lo que hará que la frecuencia de mastitis disminuya, (Vélez, 2022 pág. 14)

## **2.4 Patógenos causantes de mastitis**

Según (Pinzón 1989) citado por (Acuña, 2020, pág. 14), la mastitis es ocasionada por organismos microscópicos que penetran la ubre a través del canal de los pezones, y colonizan el tejido mamario, produciendo una infección intramamaria. la penetración puede ocurrir por multiplicación, movimiento mecánico, propulsión durante el ordeño o por una combinación de factores. el recuento de células somáticas en tanque es un buen indicador, fácil de monitorizar y más entendible para los trabajadores de la sala de ordeño que otros índices más complejos, como son la tasa de nuevas infecciones o la prevalencia de infección. Aproximadamente del 90 al 95% de los casos son provocados por cuatro microorganismos. Los cuales son: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*.

Según Kirk (1984), citado por (Acuña, 2020, pág. 14), los gérmenes más importantes de la inflamación de la ubre son los *estreptococos*, *los estafilococos*, *los coliformes*, *Corynebacterium pyogenes*, *las pseudomonas* y levaduras, en tanto que los gérmenes menos frecuentes son las micoplasmas, *clostridios*, *klebsiellas*, *aerobacter*, *bacilo céreus*, *nocardias*, *hongos*, etc. Los microorganismos causales de mastitis más comunes son se describen en los siguientes apartados (Relova, 2022, pág. 21):

#### **2.4.1 *Staphylococcus aureus***

*Staphylococcus aureus* son patógenos contagiosos y son transmitidos por los tejidos infectados durante el proceso de ordeño. Este patógeno puede producir gangrena y afectar otros tejidos; sin embargo, no pueden sobrevivir grandes periodos en el medio ambiente (Relova, 2022, pág. 21).

#### **2.4.2 *Streptococcus agalactiae***

El *Streptococcus agalactiae*, es una causa muy común de mastitis subclínica en vacas de leche, este microorganismo es considerado un parásito obligatorio, y el único organismo susceptible de ser erradicado de todo un rebaño lechero, es muy sensible al tratamiento de penicilina, incluso, durante la lactancia. Una excelente higiene, el buen manejo del ordeño, el tratamiento de las infecciones conocidas durante la lactancia y el tratamiento de rutina en las vacas secas erradican el organismo o lo mantiene a un nivel muy bajo (Borrie, 2022 pág. 18)

#### **2.4.3 *Streptococcus dysgalactiae***

Es una bacteria grampositiva  $\beta$  hemolítica catalasa, pertenece al género *Streptococcus dysgalactiae*, es un patógeno común de animales domésticos la fuente principal son las ubres infectadas, amígdalas y lesiones en la piel puede ser contagiado de una vaca a otra durante el ordeño y las vacas pueden también llegar a ser infectadas por el medio ambiente, causa la mastitis, poliartritis e infección del trato respiratorio (Espinoza, 2022 pág. 21)

#### **2.4.4 *Streptococcus uberis***

El *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae* se considera un patógeno ambiental oportunista, puede presentar una transmisión intensificada de vaca a vaca son responsables también por la mayoría de las mastitis que se presentan ya sea al comienzo o al final del período de seca. Además de estas dos especies de bacterias, existen muchos otros estreptococos ambientales (*Streptococcus bovis*, *Streptococcus fecalis*) que pueden causar mastitis, la duración de la infección puede suele ser prolongada (Bonilla, 2022, pág. 21)

### **2.5 Bacterias causantes de mastitis**

Los coliformes pueden causar mastitis solamente si las partículas contaminadas del medio ambiente entran en contacto con la ubre, estos microorganismos no se adhieren a los conductos y



al alvéolo de la ubre, en lugar se multiplican rápidamente en la leche y producen toxinas que son absorbidas dentro del torrente circulatorio; produciendo infecciones que conducen a mastitis clínicas agudas. La temperatura corporal de la vaca puede elevarse a 40°C y el cuarto infectado se inflamará y se volverá sensible al tacto (Mercado, 2022 pág. 22)

### **2.5.1 *Escherichia coli***

Es una bacteria capaz de adaptarse al tracto gastrointestinal de diferentes hospedadores. En la mastitis sobreaguda causada por *Escherichia coli*, la toxemia puede matar a una vaca en 3 días, si no se da un tratamiento a tiempo, han dado resultado los tratamientos a base de sulfatrimetoprin y las quinolonas con el tratamiento sintomático según los signos, los taninos hidrolizables no poseen actividad para inhibir el crecimiento de *E. coli* en las heces de las vacas, en tanto que a valores de pH cercanos a la neutralidad contribuyen a disminuir el crecimiento de *E. coli*. (Velásquez, 2022, pág. 36)

En las heces de las vacas, las cepas patógenas humanas y las aisladas de bovinos u otros rumiantes sanos o con diarrea 1-3 poseen marcadores de virulencia comunes, en tanto que las cepas patógenas para el cerdo tienen características propias de virulencia, se transmite naturalmente entre el ganado de granja. Los factores que afectan esta prevalencia incluyen alimentación, fertilizantes, manejo de aguas residuales y la presencia de otros animales e insectos. El agua contaminada con heces de ganado puede ser un reservorio para la transmisión horizontal entre animales, mientras que el uso para riego aumenta el riesgo de infección humana, debido a que puede ser transmitida en las verduras que se consume. (Heras, 2022, pág. 29)

### **2.5.2 *Pseudomonas***

Generalmente aparece una infección persistente que puede estar caracterizada por exacerbaciones agudas o sub-agudas intermitentes, se puede manifestar clínicamente en formas variadas como: severamente aguda, suave o crónica. Las *Pseudomonas* es un género de bacterias aerobias estrictas, lineales o ligeramente curvadas, gramnegativas, oxidasa positivas, que ocasionalmente pueden usar nitrato como aceptor de electrones (Borrie, 2022 pág. 10).

La descomposición de los carbohidratos se produce a través de la vía de Etner-Doudoroff y el ciclo del ácido tricarbóxico. Algunos miembros de este género son criófilos, mientras que otros sintetizan sideróforos fluorescentes de color amarillo verdoso de alto valor taxonómico. Los plásmidos son comunes y no forman esporas (Sacco, 2022 pág. 28).

### 2.5.3 *Klebsiella pneumoniae*

La mastitis causada por *Klebsiella*, se puede presentar esporádicamente en una o varias vacas que descansan de lactar o bien en vacas en lactación, con cuadros severamente agudos o suaves, pudiendo también presentarse en forma crónica, entre las bacterias intestinales que pueden infectar la ubre de las vacas, el *Escherichia coli* es la bacteria "más conocida", sin embargo, en este grupo también encontramos hongos *Klebsiella* que afectan básicamente a todo el ganado. Pueden presentarse enfermedades respiratorias en perros y primates, abortos en yeguas y mastitis clínica en bovinos, ovinos y caprinos (Martin, 2022, pág. 32).

En este último caso, se trata principalmente de *Klebsiella pneumoniae*, esto representa el 4 % de los casos clínicos, pero estos números aumentan a medida que disminuye el número de células de la granja, este hecho es más común en enjambres de bajo recuento de células con recuentos de células por debajo de 150 000 células/ml (Hernandez, 2022, pág. 22).

## 2.6 Pérdidas ocasionadas por la mastitis subclínica

La mastitis subclínica es más importante y peligrosa en el ganado bovino productor de leche, porque al no poder medir su dimensión se le subestima, ya que produce bajas de productividad crónica con alteraciones imperceptibles en la leche, lo que suele provocar que se tomen medidas contra el proceso cuando ya la supresión de productividad es muy grande y el procedimiento para la curación es muy costoso, puesto que puede ocasionar infecciones prolongadas ya que se vuelven resistentes a los antibióticos cuando el tratamiento no es adecuado, ocasionando pérdidas considerables (Baéz, 2019, pág. 20)

La mastitis subclínica cuya frecuencia es de 20 a 50 veces superior a la mastitis clínica, es hoy en día el principal problema de todo el complejo patológico que representa la mastitis. Cuidadosos análisis indican que el 80% de las pérdidas de la producción de leche son debidas a las mastitis subclínicas. Dentro de los principales factores que causan pérdidas por la presencia de mastitis subclínica, se pueden mencionar los siguientes (Espinoza, 2022, pág. 41):

- Disminución drástica en la producción lechera de las vacas afectadas.
- Costos en los tratamientos antimastíticos.
- Pérdida de cuartos mamarios en infecciones severas o crónicas y desecho de vacas al rastro.
- Gastos médico-veterinarios y de diagnóstico.
- Castigo por parte de las plantas pasteurizadoras por mala calidad de la leche.

Las pérdidas ocasionadas por mastitis en el ganado lechero han sido atribuidas principalmente a disminución en la producción de leche causada por la mastitis subclínica, una gran mayoría de los casos de mastitis son casos de mastitis subclínica. Aunque la mastitis subclínica no tiene ningún costo directo, la ubre infectada produce un 5% menos de leche por cada 100 000 células somáticas adicionales en ml de leche, el costo atribuible a las formas subclínicas de mastitis asciende a la mayoría del costo total, que se ubica entre 100 y 150 dólares vaca/año o del 50 % al 80% de las pérdidas de producción total de la industria que proviene de mastitis mientras que las pérdidas de producción de leche, debido a la mastitis subclínica, y los costos de reemplazo de vacas, asociados con las cuentas de las células somáticas, se estimó en 960 millones de dólares americanos (Acuña, 2020, pág. 21)

## **2.7 Diagnóstico de mastitis subclínica a nivel de campo**

Para el diagnóstico de la mastitis subclínica a nivel de campo se utilizan los métodos más comunes que se describen a continuación (Quilapanta, 2022, pág. 21):

### **2.7.1 *California mastitis test (CMT)***

Es una prueba sencilla que es útil para detectar la mastitis subclínica por valorar groseramente el recuento de células somáticas de la leche (células epiteliales y leucocitos). No proporciona un resultado numérico, sino más bien una indicación de si el recuento es elevado o bajo, por lo que todo resultado por encima de una reacción vestigial se considera sospechoso, a mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, por lo tanto, mayor será la formación de la gelatina, traduciendo en nuestra lectura e interpretación del resultado como el grado más elevado de inflamación. Es decir, permite determinar la respuesta inflamatoria con base en la viscosidad del gel que se forma al mezclar el reactivo (púrpura de bromocresol) con la misma cantidad de leche en una paleta con cuatro pozos independientes permitiendo evaluar cada cuarto independientemente (Quilapanta, 2022, pág. 21)

La prueba de California se basa en una reacción química que rompe (lisa) las células y libera el ADN de la membrana celular, estas hebras de ADN tienden a formar estructuras similares a geles que aumentan la consistencia proporcionalmente al número de leucocitos presentes cuando se combinan, cuando el seno se inflama debido a una infección, elimina la leche junto con muchas células, especialmente los neutrófilos, que son los encargados de proteger los órganos de las bacterias, cuanto mayor sea el número de células, más probable es que el seno se infecte, para realizar el test se toma una pequeña cantidad de leche (una cucharada o unos 2 ml) de cada mama

y se deposita en un pocillo. La prueba se ha de realizar antes del ordeño y en el de la tarde si se ordeña dos veces al día. (Díaz, 2022, pág. 23).

Este sistema de diagnóstico es muy importante cuando se obtienen hembras por primera vez para asegurarse de que no haya comenzado ninguna infección y para limpiar la manada. Para los animales adultos, los rebaños deben monitorearse sistemáticamente para detectar individuos infectados silenciosos. Los individuos infectados infectan al resto de la manada, reduciendo significativamente aún más la producción (Díaz, 2022, pág. 36).

Las evaluaciones siempre se basan en estos datos, por lo que es recomendable realizar primero un análisis de la leche en el tanque para evaluar la salud del rebaño, muchos problemas surgen del mantenimiento inadecuado de las máquinas de ordeño y tienen un impacto significativo en todo el rebaño, la prueba de California consta de una botella de reactivo y varios pocillos (cuatro porque está destinado a vacas) para separar la leche de cada ubre, (Gomezcoello, 2022, pág. 10)

## **2.8 Células somáticas**

Las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales, los leucocitos se introducen en la leche en respuesta a la inflamación que puede aparecer debido a una enfermedad o, a veces, a una lesión, las células epiteliales se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre (Pellegrino, 2022, pág. 10)

Se denomina a las células de la leche, a aquellas células propias del cuerpo (somáticas) en la leche. Estas provienen de la sangre y del tejido de la glándula mamaria. El contenido de células somáticas en la leche nos permite conocer datos claves sobre la función y el estado de salud de la glándula mamaria lactante y debido a su cercana relación con la composición de la leche un criterio muy importante de calidad de la leche, las bacterias ambientales están presentes en el medio ambiente de la vaca, en su piel, pesebre, charcos de agua, etc. y penetran en la ubre cuando se dan determinadas condiciones. Una vez que las bacterias atacan las células del interior de la glándula mamaria la respuesta inmunitaria del organismo es enviar glóbulos blancos de la sangre para neutralizar a las bacterias invasoras.

Estos glóbulos blancos son en esencia lo que constituye los conteos de células somáticas, un alto contenido en la leche de vacas individuales o en el tanque de enfriado significa que las bacterias han invadido la glándula de la vaca, esta prueba puede dar resultados falsos positivos, por lo que es importante esperar 20 días después de dar a luz antes de realizar esta prueba. Tampoco tiene

sentido hacer esto después de 250 días de alimentación, un chequeo mensual entre estas dos citas dará una imagen muy precisa de la salud de la perra lactante. Si esto no se puede hacer con frecuencia, las dos fechas de importancia son el día 20 postnatal y la precopulación (Guzñay, 2021, pág. 32).

### ***2.8.1 Función de las células somáticas en la leche***

Cada leche contiene células somáticas, las cuales en una glándula sana sólo se presentan en un número pequeño. En este caso se trata de células de tejido (células epiteliales) y células inmunes, (neutrófilos polimorfonucleares, granulocitos, macrófagos, linfocitos). La importancia biológica de las células somáticas es que participan en la defensa contra infecciones de la ubre. Cuando hay estímulos o enfermedades de la glándula mamaria aumenta en contenido de células somáticas, con lo cual el número de células inmunes aumenta considerablemente (Hernandez, 2022, pág. 10).

Las células somáticas, que son, entre otras cosas, los propios glóbulos blancos del cuerpo son responsables de proteger las glándulas mamarias de la vaca de los patógenos. La medición del contenido de células somáticas en la leche de los tanques o de las glándulas mamarias de las vacas es la herramienta de diagnóstico más importante para evaluar la salud de las ubres de un rebaño. El conteo de células somáticas (CCS) es el número de células por mililitro de leche, es por consiguiente un indicador útil para la concentración de leucocitos en leche. Los resultados somáticos confirman la calidad de la leche, lo que asegura que el público consuma un producto de calidad, excelente presentación, los ganaderos logran mayor producción a través de rebaños sanos, y por ende se pueden obtener mayores ingresos por la venta de leche (Bonilla, 2022, pág. 36).

### ***2.8.2 Causas de un recuento celular somático elevado***

Las células somáticas son los glóbulos blancos de la sangre, los mismos que se miden mediante análisis de sangre, y su función es proteger al organismo de bacterias y virus que ingresan del exterior, las causas de un recuento celular somático elevado se describen a continuación en los siguientes apartados (Martin, 2022, pág. 20):

#### ***2.8.2.1 Mastitis***

La mastitis reduce las ganancias tanto con la pérdida temporal de producción de leche como con la pérdida permanente del potencial de producción, la mastitis es, con mucho el factor más importante que provoca aumento de los recuentos de células (Martin, 2022, pág. 20).

Cuando los microorganismos causantes de la mastitis entran a la glándula mamaria, los mecanismos de defensa envían grandes cantidades de leucocitos hacia la leche para intentar destruir las bacterias. Si la infección es eliminada, el recuento de células disminuirá. Si los leucocitos son incapaces de eliminar los organismos, se crea una infección subclínica. En este caso son segregados continuamente leucocitos hacia la leche, (Martin, 2022, pág. 20)

#### *2.8.2.2 Fase de lactación*

Cuando el secado de la vaca no se hace correctamente es posible que dentro de la primera semana después del parto se presenten conteos celulares elevados. Al final de la lactación, como disminuye la cantidad de leche, los conteos celulares aumentan en las vacas que tienen mastitis subclínica. El conteo de células somáticas, automáticamente tiende a aumentar a medida que la vaca llega al período final de la lactancia. A medida que la vaca se seca hay un aumento de células somáticas que pasan a la leche. Además, la vaca produce menos leche, de manera que el número normal de células se concentra en un volumen menor de leche (Bonilla, 2022, pág. 22).

#### *2.8.2.3 Lesiones en la glándula mamaria*

Un número de factores pueden causar lesiones en la glándula mamaria o lastimar los cuartos el daño en el tejido mamario reduce el número y la actividad de las células epiteliales, lo que incide en una menor producción de leche, entre ellos, el uso inadecuado de máquinas de ordeño y corrales o instalaciones mal diseñadas o en mal estado. En lesiones de esta naturaleza, un gran número de glóbulos blancos está presente, lo que resulta en un recuento aumentado de células somáticas, durante la infección de la glándula mamaria el daño tisular puede ser causado por bacterias y/o sus productos (Hernandez, 2022, pág. 22).

#### *2.8.2.4 Variación fisiológica*

El manejo y control de la mastitis debe ser una prioridad en la gestión de la granja o lechería, apoyándose principalmente en la prevención basada en medidas como la higiene y el saneamiento, y el tratamiento de los riesgos y enfermedades asociadas a los brotes de mastitis. Posibilidad de administrar antibióticos bajo estricta supervisión veterinaria y cumplimiento de los tiempos de retiro indicados en las etiquetas de los medicamentos, en ciertos días del mes se pueden registrar variaciones en el recuento individual de la vaca debido a procesos fisiológicos, por ejemplo, el ligero aumento en el recuento de células somáticas que se puede observar en la vaca en celo (Dane, 2022 pág. 22).

#### 2.8.2.5 *Variaciones diarias y de temporada*

En la ordeña de la tarde, los recuentos de células tienden a ser más elevados que en la ordeña de la mañana. Esto es debido en parte al intervalo más corto entre ambos ordeños y a la producción de menor cantidad de leche que se traduce en un efecto de concentración. En verano, los recuentos tienden a ser más elevados que en invierno, aunque no se sabe con certeza la causa de esto. De hecho, los problemas de salud de la ubre a menudo se citan como una de las tres razones principales por las que se sacrifican las vacas. La mala producción de leche, posiblemente relacionada con la mastitis, también es una de las principales causas de sacrificio en los rebaños lecheros. La mastitis tóxica es una forma aguda de la enfermedad que causa inflamación severa y sepsis, y puede ser fatal para el ganado (Navarro, 2022, pág. 23).

#### 2.8.2.6 *Frecuencia de ordeño*

Las vacas que se ordeñan de manera intermitente hacia el final de la lactación tendrán recuentos de células incrementados espectacularmente, aún en ausencia de infección subclínica, en ciertas ocasiones existen errores en el manejo, como realizar un sobre ordeño a las vacas causando daño al pezón y a la ubre por lo tanto es fundamental la implicación y el compromiso por parte del ganadero para conseguir que la formación del personal de ordeño sea efectiva, la rutina quede bien fijada y se puedan lograr los objetivos definidos (Dane, 2022 pág. 32).

#### 2.8.2.7 *Estrés*

Cualquier acontecimiento que produzca estrés que se produzca durante el manejo de las vacas lecheras, como el estro, la enfermedad, entre otras, pueden influir en el recuento de células que producen mastitis. Además de aumentar el número de leucocitos en la sangre, con frecuencia existe una disminución de la producción de leche que causa un efecto adicional de concentración. La mastitis también altera la composición y las propiedades de la leche, ocasionando un menor rendimiento del queso y de la vida útil de los productos lácteos elaborados por lo tanto es necesario que el manejo sea el adecuado para evitar situaciones de estrés (Cruz, 2022 pág. 35).

Existen mecanismos de defensa anatómicos, celulares y solubles que ayudan a proteger la glándula mamaria de infecciones, los patógenos deben ingresar a la glándula mamaria a través de los conductos lácteos para causar una infección intramamaria. La primera línea de defensa contra la infección intramamaria es el sistema inmunitario innato. Las características anatómicas del seno actúan como una barrera física para ayudar a prevenir infecciones (Mellenberger, 2022 pág. 10).

### 2.8.2.8 Cantidad de cuartos o vacas afectadas

Si bien el estado infeccioso es el factor más importante que aumenta el recuento celular somático de la vaca, cuanto mayor es la cantidad de vacas afectadas de mastitis mayor será el recuento celular en el tanque, otra característica de la mastitis como enfermedad infecto-contagiosa, es su gran dinámica. en un hato lechero determinado, los cuartos mamarios pueden ser clasificados como infectados o no infectados, una pequeña proporción de los cuartos infectados presentarán síntomas de mastitis clínica, una proporción mayor sufrirá de mastitis subclínica y una proporción variable, tendrá sólo colonización temporaria del canal del pezón. (Heras, 2022, pág. 33)

**Tabla 2-3:** Procedimiento para la toma de muestra de leche para california mastitis test.

<b>Paso</b>	<b>Actividad</b>
Paso 1	Tomas aproximadamente 1 cucharadita ( 2 cc), de leche de cada cuarto
Paso 2	Agregar igual cantidad de solución CMT, a cada compartimiento
Paso 3	Rotar la raqueta con movimientos circulares hasta mezclar totalmente el contenido. No mezclar por mas de 10 segundos
Paso 4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leer rápidamente la prueba</li><li>• La reacción visible desaparecerá en unos 20 segundos,</li><li>• La reacción recibe una calificación visual</li><li>• Entre más gel se forme mayor es la calificación</li></ul>

**Fuente:** (Calvinho, 2022, pág. 23)

La estimación de la prevalencia de mastitis utilizando CMT se realiza de varias maneras. Ya sea analizando la prevalencia general de bovinos con al menos una cuarta parte de la glándula mamaria (P) afectada, prevalencia de todas las mastitis (PTC), prevalencia de cada parte de la glándula mamaria (PCI), prevalencia de Porcentaje de glándula mamaria del área afectada (PCA), e intensidad de reacción (IR). El análisis de los resultados cuando en las vacas se utiliza la prueba de campo California Mastitis Test, según la literatura científica, no es uniforme, algunos investigadores consideran como vaca afectada con mastitis no solo aquellas con grados de reacción positivos sino, además, con la presencia de trazas, grado que corresponde a un Recuneto de Células Somáticas de 200 000 a 400 000/ml. En la tabla 2-4, se indica la interpretación de la Prueba de California Mastitis Test (CMT) (Bonilla, 2022, pág. 10).



**Tabla 2-4:** Interpretación de la prueba califonia mastitis test (CMT).

<b>Resultado</b>	<b>Significado</b>	<b>Descripción de la reacción</b>	<b>Interpretación Rcs/MI</b>
N	Negativo	No hay espesamiento de la muestra	0 - 200000
T	Traza: mastitis subclínica	Ligero espesamiento de la mezcla, la reacción trazas parece desvanecerse con la rotación continua de la raqueta	200000 -400000
1	Ligeramente positivo (mastitis subclínica)	Definido espesamiento de la mezcla, pero sin tendencia a formar gel	400000 - 1200000
2	Positivo (infección seria)	Inmediato espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel	1200000 - 5000000
3	Muy positivo (infección seria)	Hay formación de gel y la superficie de la mezcla se eleva (como huevo frito)	Más de 5000000

Fuente: (Calvinho, 2022, pág. 32)

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la Hacienda Campo Alegre en el área de producción de bovinos de leche, la misma que se encuentra ubicada en la Antigua vía al Quinche km 3 ½ , Guayllabamba, provincia de Pichincha con una longitud de 0°04'44.4" Sur, una longitud de 78°20'57.5" Oeste y una altitud de 2171 m.s.n.m.

En la tabla 3-1 se muestran las condiciones meteorológicas del cantón Quito.

**Tabla 3-1:** Condiciones meteorológicas del cantón Quito

Condición	Unidad	Promedio
Temperatura Promedio	°C	15
Temperatura mínima	°C	9
Temperatura máxima	°C	19
Precipitación	mm	2877
Humedad Relativa	%	85
Horas luz	Horas	8,3

Fuente: (CLIMATEDATE, 2023 pág. 1)

#### 3.2 Unidades experimentales

Para la presente investigación se utilizó una población total de 68 vacas en producción de la Hacienda Campo Alegre que se dedica a la producción de leche bajo un sistema de producción semi-intensivo.

#### 3.3 Materiales, equipos e instalaciones

##### 3.3.1 *Materiales*

- Botas
- Overol
- Libreta de campo
- Esferos

- Cámara fotográfica
- Hojas de registro
- Letreros
- Guantes
- Mascarillas
- Computadora
- Hojas de papel
- Memoria flash
- Impresora
- Coolers
- Envases estériles
- Termómetro
- Cajas Petri
- Porta objetos y cubre objetos

### **3.3.2 *Reactivos***

- Reactivo de California Mastitis Test (CMT)
- Kit de Tinción de Gram
- Cristal Violeta

### **3.3.3 *Instalaciones***

Instalaciones de campo de la Hacienda Campo Alegre en el área de producción de bovinos de leche

## **3.4 Tratamiento y diseño experimental**

En la presente investigación no se utilizó un diseño experimental puesto que responde a un análisis descriptivo de las muestras tomadas a las vacas que pertenecen al hato de la Hacienda Campo Alegre donde se trabajó con una población total de 68 vacas y posterior se trabajó con las vacas infectadas positivas a mastitis.

### **3.5 Mediciones experimentales**

#### **3.5.1 Mediciones de campo**

- Prevalencia de mastitis (%)
- Numero de cuartos infectados
- % de animales sanos después de la aplicación del fármaco

#### **3.5.2 Mediciones de laboratorio a los 0-21 días**

- Recuento de células somáticas
- *Streptococcus agalactiae* UFC/ML
- *Staphylococcus aureus* UFC/ml
- *Streptococcus ambiental* UFC/ml
- Coliformes UFC/ml
- Tinción de Gram

### **3.6 Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

La sistematización de la información se realizó a través del Programa Microsoft Excel, y el procesamiento de datos, a través del Paquete Estadístico (SPSS® 22). Las estadísticas analizadas fueron mediante: Estadística Descriptiva con un análisis de Frecuencia y medidas de tendencia central.

### **3.7 Procedimiento experimental**

El trabajo experimental se realizó mediante el siguiente procedimiento:

- Se seleccionaron los animales que se encontraban en producción de leche.
- En el día 0 se procedió a limpiar y despuntar las ubres y se realizó el diagnóstico CMT, tomando 2ml de leche de cada cuarto en la paleta para luego aplicar el reactivo y reconocer las vacas y cuartos infectados, de los cuales arrojaron resultados fuertemente positivos ya que se formó un gel muy espeso.

- Posteriormente, de las vacas y cuartos que arrojaron resultados positivos a mastitis se tomaron muestras en vasos esterilizados y etiquetados con la respectiva identificación del animal para enviar las muestras al laboratorio para que se realicen los correspondientes estudios.
- Se receptaron los resultados que se enviaron a laboratorio y se analizaron junto con el administrador de la Hacienda Campo Alegre donde se tomó la decisión de utilizar un tratamiento con cefalosporinas.
- Se utilizaron collares rojos para identificar a las vacas positivas a mastitis subclínica, a las mismas que se les aplicaron 15ml de *Cefaplus* por tres días.
- Después de 21 días de haber aplicado el tratamiento, se volvieron a tomar muestras de leche de las vacas positivas a mastitis para enviar nuevamente a laboratorio para que se realicen los respectivos análisis y conocer si el tratamiento dio resultado.

### **3.8 Metodología de evaluación**

#### **3.8.1 Prevalencia de mastitis subclínica**

Se realizó la prueba CMT a la población total de las 70 vacas, tomando 2ml de muestras de leche cada cuarto de las cuales 13 dieron positivas. Luego se pasó los datos a Microsoft Excel para realizar los respectivos cálculos.

#### **3.8.2 Número de cuartos infectados**

Al momento de realizar la prueba de CMT se pudo observar los cuartos infectados ya que al aplicar el reactivo en la muestra de leche se formó un gel espeso, lo que indicó que es positivo a mastitis.

#### **3.8.3 Recuento de células somáticas**

Se tomó muestras de leche de las 13 vacas positivas a mastitis y se enviaron a laboratorio donde se realizó el análisis mediante métodos electrónicos.

#### ***3.8.4 Unidades formadoras de colonias por ml de leche, Streptococcus agalactiae, Staphylococcus aureus, Streptococcus ambiental, coliformes***

Al igual que en el recuento de células somáticas, se tomaron muestras de leche de las vacas infectadas y se enviaron al laboratorio donde se realizaron los análisis mediante métodos electrónicos.

#### ***3.8.5 Tinción de gram***

Se tomaron muestras de bacterias de los cultivos con un cotonete y se extendió la misma sobre un portaobjetos, se dejó un secar por un momento para poder fijar la muestra con alcohol, luego se aplicó violeta de genciana, esperamos un minuto para enjaguar la muestra con agua, se aplicó Lugol y se lavó nuevamente el portaobjetos con alcohol y acetona y finalmente se observó y tomó nota de las bacterias gram positivas y gram negativas.

## CAPITULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT), en vacas Holstein de la hacienda “Campo Alegre”

##### 4.1.1 Porcentaje de prevalencia de mastitis

Los resultados obtenidos al determinar la prevalencia de mastitis subclínica mediante la prueba de CMT (California Mastitis Test) tomadas en el día 0 del mes de Noviembre del año 2022, en vacas de producción de la Hacienda Campo Alegre, de la provincia de Pichincha, evidenciando que de 68 animales muestreados se observó que 57 vacas que constituyen el 81 % presentaron un resultado negativo, es decir, no se detectó mastitis por lo que se considera como vacas sanas, sin embargo, se evidenció que 13 vacas equivalentes al 19% obtuvieron un resultado positivo lo que significa que existió presencia de mastitis.

En la tabla 4-1 se pueden observar los resultados del diagnóstico mediante CMT realizados en la hacienda Campo Alegre.

**Tabla 4-1:** Resultados del Diagnóstico con la prueba CMT de la hacienda “Campo Alegre”

Vaca N°	Nombre	Diagnóstico CMT	
1	Omaira	Positivo (+)	1
2	Hilda	Negativo (-)	0
3	Química	Negativo (-)	0
4	Aleja	Positivo (+)	1
5	Tránsito	Negativo (-)	0
6	Alejandra	Negativo (-)	0
7	Georgina	Negativo (-)	0
8	Pirulina	Positivo (+)	1
9	Clarita	Positivo (+)	1
10	Candy	Negativo (-)	0
11	Querida	Negativo (-)	0
12	Norma	Negativo (-)	0
13	Gitana	Negativo (-)	0
14	Cholita	Negativo (-)	0

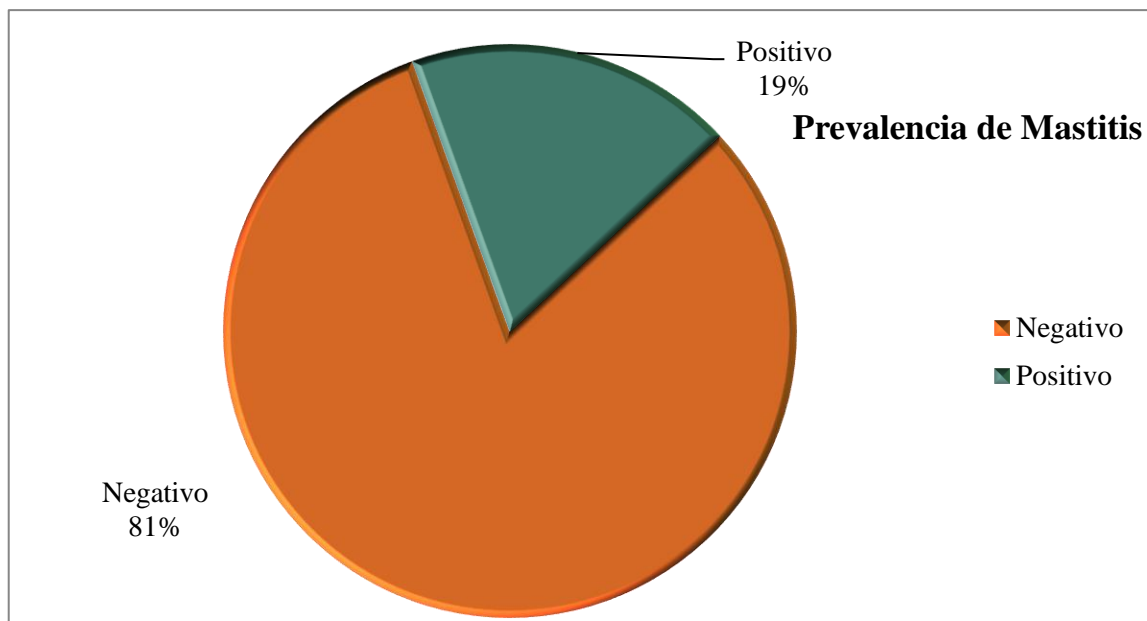
15	Chilindrina	Negativo (-)	0
16	Zulema	Negativo (-)	0
17	Yayta	Negativo (-)	0
18	Pastora	Negativo (-)	0
19	Salinera	Negativo (-)	0
20	Karen	Negativo (-)	0
21	Chela	Negativo (-)	0
22	Hilda	Negativo (-)	0
23	Pipona	Negativo (-)	0
24	Farra	Negativo (-)	0
25	Filomena	Negativo (-)	0
26	Germania	Negativo (-)	0
27	Felina	Negativo (-)	0
28	Abeja	<b>Positivo (+)</b>	1
29	Diana	Negativo (-)	0
30	Elsa	Negativo (-)	0
31	Federica	Negativo (-)	0
32	Pitac	Negativo (-)	0
33	Foca	<b>Positivo (+)</b>	1
34	Alegría	<b>Positivo (+)</b>	1
35	Payasita	<b>Positivo (+)</b>	1
36	Ninfa	Negativo (-)	0
37	Nigeria	Negativo (-)	0
38	Antonia	Negativo (-)	0
39	Thalía	Negativo (-)	0
40	Ramona	Negativo (-)	0
41	Rosalinda	Negativo (-)	0
42	Abispa	<b>Positivo (+)</b>	1
43	Amelia	Negativo (-)	0
44	Nena	Negativo (-)	0
45	Ofelia	Negativo (-)	0
46	Regina	Negativo (-)	0
47	Morella	Negativo (-)	0
48	Nativa	Negativo (-)	0
49	Amada	Negativo (-)	0



50	Gisela	Negativo (-)	0
51	Cayetana	Negativo (-)	0
52	Farina	Negativo (-)	0
53	Heydi	Negativo (-)	0
54	Sofía	Negativo (-)	0
55	Manuela	<b>Positivo (+)</b>	1
56	Ronaldina	Negativo (-)	0
57	Fontana	Negativo (-)	0
58	Rica	<b>Positivo (+)</b>	1
59	Rumalda	<b>Positivo (+)</b>	1
60	Alicia	Negativo (-)	0
61	Kati	Negativo (-)	0
62	Argelia	Negativo (-)	0
63	Olivia	Negativo (-)	0
64	Nataly	Negativo (-)	0
65	Guanda	Negativo (-)	0
66	Norteña	Negativo (-)	0
67	Bertha	<b>Positivo (+)</b>	1
68	Renata	Negativo (-)	0
<b>Número de Vacas</b>	<b>Resultado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
68	Negativo (0)	55	80.88
	Positivo (1)	13	19.12
TOTAL			100

Realizado por: Sasig, L., 2023

En la ilustración 4-1 se puede observar los porcentajes según los resultados del CMT.



**Ilustración 4-1:** Prevalencia de mastitis en el hato lechero de la hacienda “Campo Alegre”

**Realizado por:** Sasig, L., 2023

En cuanto a los resultados arrojados del método CMT se puede dar validez, según lo mencionado por (Quilapanta, 2021 pág. 41), donde señala que la presencia de mastitis se da por diferentes factores que interactúan entre, si es así que esta enfermedad puede ser ocasionada por malas prácticas de ordeño, de la misma manera puede estar influenciada por factores físicos como heridas ocasionadas por golpes ya que al causar infecciones se incrementa la posibilidad de entrada de bacterias patógenas a la glándula mamaria a través de daños en la piel o el canal del pezón.

Sin embargo, mediante un estudio realizado por (Díaz, 2022, pág. 42) en la determinación de la prevalencia de mastitis en vacas Holstein Mestizas de la Asociación ASOPROPEM del Cantón Patate, al realizar la prueba de CMT (California Mastitis Test) a 100 vacas Holstein mestizas en producción, obtuvo un total de animales 55 vacas que resultaron positivo a mastitis en diferentes cuartos, existiendo un 55% de prevalencia de mastitis de forma subclínica.

Por otra parte, (Vélez, 2022 pág. 36), al evaluar la incidencia de la mastitis subclínica mediante la prueba de CMT en la Hacienda Tasinteo del cantón Píllaro, determinó que el 24% de las muestras analizadas arrojaron un resultado positivo para mastitis subclínica, mientras que el 76% de las muestras arrojaron un resultado negativo, indicando que, El CMT es la prueba más utilizada para diagnóstico de mastitis subclínica debido a que es simple, económica y rápida; además, puede utilizarse a nivel de campo. Sin embargo, a pesar de todas sus ventajas, el CMT se considera como una prueba subjetiva, ya que su interpretación depende de la apreciación del operador y no proporciona un valor numérico exacto de células somáticas.

Mientras que, (Guzñay, 2021, pág. 28), al analizar el porcentaje de vacas positivas para mastitis mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT), obtuvo que el total de animales infectados fue igual a 4 que representó el 33.33%, manifestando que, el problema de la detección de la mastitis radica en que muchas veces no son evidente los problemas ocasionados por la enfermedad por lo que se descarta la presencia de esta y el productor entiende que el animal está saludable, a esto se le denomina mastitis subclínica; y que para detectar la misma requiere hacer esfuerzos adicionales como es el realizar pruebas CMT a todos los animales para determinar si de verdad la vaca está o no libre de mastitis.

#### **4.1.2 Número de cuartos infectados**

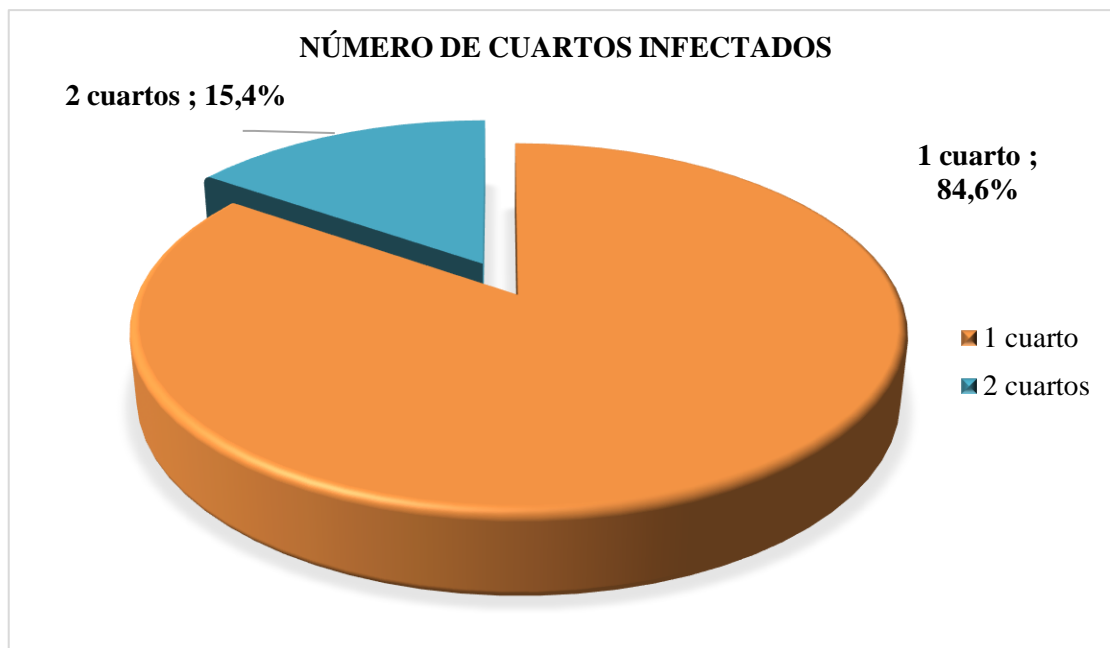
En la tabla 4-2 se muestran los resultados reportados de la evaluación del número de cuartos infectados por animal, observando que de los 13 bovinos que dieron positivo al realizar la prueba de CMT (California Mastitis Test), el 84,6% que corresponde a 11 vacas presentaron 1 cuarto infectado, mientras que el 15,4%, es decir, 2 vacas presentaron 2 cuartos infectados. Al respecto, (Maldonado, 2022 pág. 22), manifiesta que esto posiblemente esté relacionado con el periodo la lactancia, puesto que las tasas de infección intramamarias de patógenos ambientales son mucho mayores en el periodo seco que durante la lactancia considerando mayor susceptibilidad en las dos semanas posteriores al secado y dos semanas antes del parto, donde el canal del pezón se dilata y se acorta debido al interrupción del ordeño permitiendo la entrada fácil de bacterias hacia el interior de la ubre.

**Tabla 4-2:** Tabla de análisis de número de cuartos infectados por animal

<b>N° de cuartos infectados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
1 cuarto	11	84.6
2 cuartos	2	15.4
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>100</b>

**Realizado por:** Sasig, L., 2023

En la ilustración 4-2 se puede observar los correspondientes resultados del número de cuartos infectados



**Ilustración 4-2:** Número de cuartos infectados en las vacas lecheras de la Hacienda “Campo Alegre”

**Realizado por:** Sasig, L., 2023

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación se aprecia que son inferiores a los determinados por, (Cruz, 2007 pág. 32), quien, al evaluar el número de cuartos infectados por mastitis subclínica, indica que de los 541 animales muestreados (2164 cuartos), 147 fueron positivos a mastitis subclínica en uno de sus cuartos y 192 presentaron 2 o más cuartos positivos.

Según lo reportado por, (Escobar, 2020, pág. 33) al evaluar los cuartos afectados por Mastitis Subclínica de acuerdo con su ubicación en la glándula mamaria, encontró que los cuartos mamarios en que hubo una mayor prevalencia de mastitis subclínica fueron los cuartos posteriores con 48 Cuartos estando por encima de los anteriores con 33 Cuartos, afirmando que, cuartos posteriores son más desarrollados y producen el 60% de leche con relación a los anteriores que secretan el 40% por lo cual están más propensos a infecciones por mastitis.

Por su parte, (Valdivieso, 2021 pág. 39), al determinar la incidencia de mastitis subclínica en el hato de vacas lecheras propiedad de la unidad productiva Tunshi, muestra que de un total de 38 bovinos evaluados un número de 26 bovinos presentaron mastitis subclínica en uno de sus cuartos, en tanto que 12 de las vacas se encontraban con mastitis subclínica en dos o más cuartos.

Mientras que, en el estudio de (Díaz, 2022, pág. 68), de los 55 bovinos que dieron positivos al realizar la prueba de CMT (California Mastitis Test), 30 vacas presentaron un cuarto infectado, 16 vacas dos cuartos infectados, 8 vacas tres cuartos y 1 vaca resultado con todos los cuartos afectados. A

pesar de que la mayoría de animales tienen un solo cuarto afectado, se debe tomar en cuenta que la infección de la glándula mamaria es producida a partir de fuentes de contaminación, el medio que rodea al animal y la topografía de la zona.

#### 4.1.3 Recuento de células somáticas

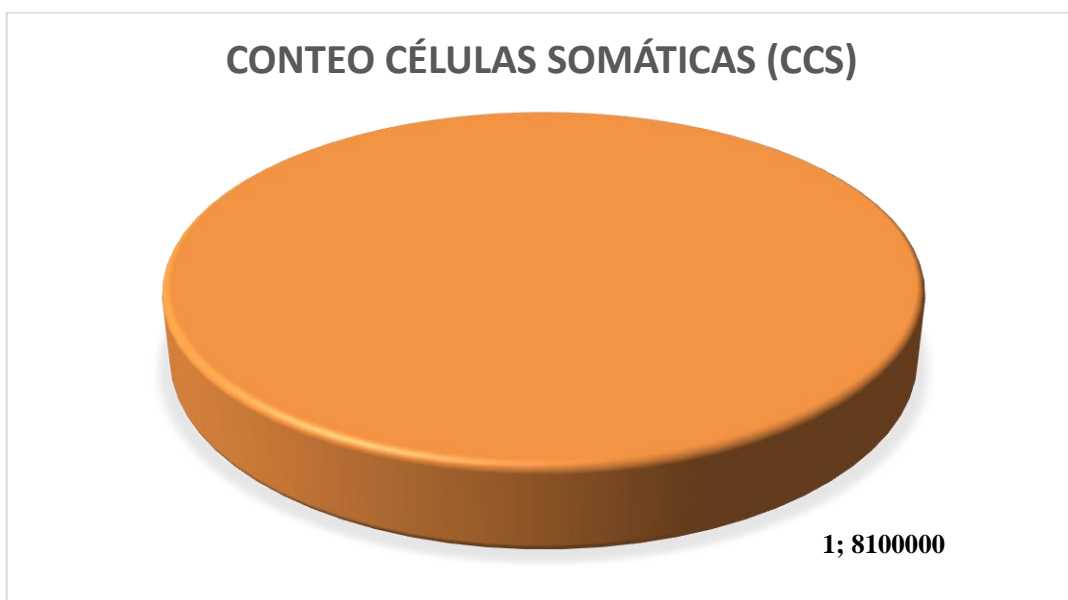
En el análisis para el recuento de células somáticas realizado a las muestras de leche, para la detección de mastitis, se observa que en todas las muestras el resultado encontrado fue de  $\geq 810000$  céls/ml, debido a que los valores normales de referencia no deben excederse de las 300.000 células/ ml \*, lo que significa que no existe presencia de infección, como se indica en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Análisis de resultados de Recuento de células somáticas

Número de vacas	CCS*	Frecuencia	Porcentaje
13	$\geq 810000$	13	100

Realizado por: Sasig, L., 2023

En la ilustración 3-4 se puede observar la representación de los resultados del conteo de células somáticas.



**Ilustración 4-3:** Recuento de células somáticas en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre”

Realizado por: Sasig, L., 2023

Lo que es corroborado por, (Valle, 2021, pág. 21), quien indica que por encima de este valor se trata de leche proveniente de un rodeo con alta prevalencia de infecciones intramamarias, debido a que ya que la presencia de patógenos en la glándula mamarias es contrarrestada por el organismo con un incremento de las células somáticas como medio de defensa. Por lo tanto, un aumento de las células somáticas se reduce la estabilidad de la leche a la pasteurización lo que disminuye su vida útil, también hay una disminución en la absorción de calcio de la sangre en la leche resultando en la coagulación característica de la leche mamitosa. La leche que presente una cantidad elevada de células somáticas producto de la mastitis comprende un valor imperceptible para la industria de manufactura del queso, yogur y demás derivados.

Al respecto, (Aldán, 2022, pág. 32), al realizar el conteo de células somáticas en fincas de productores con ordeño manual, indica que el 26.70% de la leche tiene conteos de  $<201 \text{ CCS} \times 1000/\text{ml}$ , señalando que los conteos de células somáticas por debajo de 300.000 células/ml son típicos de los hatos que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis. Los hatos que poseen un programa de control efectivo de la mastitis poseen en forma consistente conteos por debajo de las 100.000 células/ml. Conteos de células somáticas mayores de 500.000 células/ml indican que un tercio de las glándulas se encuentran infectadas y que la pérdida de leche debido a mastitis subclínica es mayor de 10.00%.

Por su parte, (Gomezcoello, 2022, pág. 29), en su estudio sobre la prevalencia de mastitis mediante el recuento de células somáticas en bovinos de producción láctea, en cuanto al recuento de células somáticas (RCS), se determinó que el 35,65% de las vacas, obtuvieron resultados por encima de las 500 000 cél/ml, de leche sobrepasando la normativa vigente de control sanitario y evidenciando cuadros inflamatorios mastíticos en el ganado, puesto que, la normativa vigente del (INEN, 2022 pág. 2). determina que con recuentos de células somáticas superiores a las 500000 cél/ml de leche se consideran ubres mastíticas.

En cuanto a los resultados de (Santillan, 2022 pág. 33), al realizar la evaluación de células somáticas y su relación con la composición nutricional de la leche, se obtuvieron valores que superaron las 200,000 células somáticas/ml de leche, pero menores de 500,000 con lo cual puede indicar que los productores no realizan un control de la mastitis y no se realizan buenas prácticas de ordeño, señalando que los conteos de células somáticas por debajo de 400,000 células/ml son típicos de los hatos que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis.

## **4.2 Identificación del patógeno más representativo en leche con mastitis en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre”**

### **4.2.1 *Streptococcus agalactiae* UFC/ml**

En las pruebas microbiológicas realizadas en el laboratorio, para identificar los agentes causales de la mastitis subclínica, se determinó en las 13 muestras estudio Ausencia de *Streptococcus agalactiae*.

Además (Santillan, 2022 pág. 41), manifiesta que la infección de la glándula mamaria siempre se produce a través del conducto glandular, cuando los microorganismos pasan del exterior de la ubre al conducto glandular. En la etapa de infección, los gérmenes proliferan e invaden el tejido mamario. *Streptococcus agalactiae* puede sobrevivir por poco tiempo en el ambiente, pero puede persistir indefinidamente en el interior de la glándula mamaria. Las terneras y las vacas infectadas actúan como reservorio del mismo.

Al respecto (IVAMI, 2021 pág. 32), señala que, en los animales, la infección por *Streptococcus agalactiae* va acompañada de un recuento de células somáticas elevado pero sin anomalías en la leche, señalando que, se debe sospechar de mastitis causada por *Streptococcus agalactiae* si el recuento de las células somáticas en leche, bien sea procedente de vacas individuales o del tanque comienza a elevarse y permanece así, especialmente cuando el recuento de células somáticas en la leche de tanque es de 1.000.000 de células/mL o superior.

Según el estudio de, (Chasi, 2022, pág. 33), al evaluar la “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 Muyurco, Cayambe – Ecuador,” por medio de cultivo leche de 26 muestras tomada a vacas con la infección presente, se encontraron *Streptococcus agalactiae* en un 2,94% del hato.

(Jaramillo, 2018 pág. 33), señala en su investigación que al realizar cultivos microbiológicos de 289 muestras de leche procedentes de pool de los cuatro cuartos, presento crecimiento bacteriano de *Streptococcus agalactiae* en el 12,50% de las muestras, manifestando que los microorganismos del género, *Streptococcus agalactiae* (*S. agalactiae*) es uno de los principales agentes etiológicos causante de la mastitis clínica y subclínica en los bovinos. Esta bacteria es altamente contagiosa entre las vacas, se disemina principalmente durante el ordeño, ya que puede sobrevivir por periodos cortos en las manos del ordeñador, en equipos de ordeño y otros instrumentos.

#### 4.2.2 *Staphylococcus aureus* UFC/ml

Al realizar el análisis de laboratorio, de las 13 muestras tomadas a las vacas, de la hacienda “Campo Alegre”, se identificó presencia de *Staphylococcus aureus* en un 23,08% de las muestras (3 vacas), con un recuento de 300UFC/ml, mientras que, en el 76,92% de las muestras (10 vacas) se observó ausencia de agentes bacterianos, como se indica en la tabla 4-4.

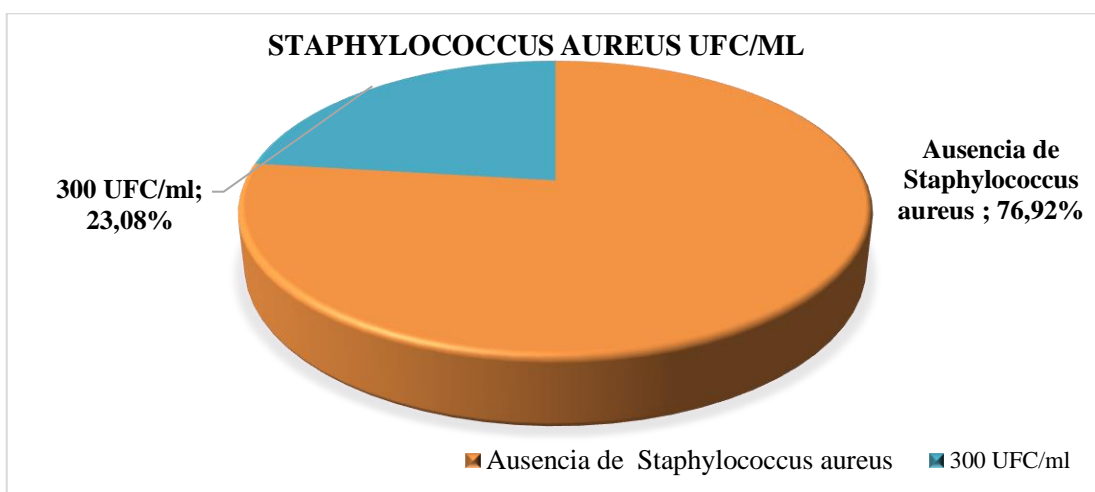
Al respecto (Bonilla, 2022, pág. 51), menciona que los *Staphylococcus aureus* son considerados como uno de los principales agentes causantes de mastitis a nivel mundial, A este patógeno se le atribuyen propiedades invasivas y factores extracelulares como la producción de toxinas que conducen al síndrome de shock tóxico, toxinas exfoliativas y enterotoxinas estafilocócicas. Adicionalmente, posee una gran capacidad de adquirir elementos exógenos por transferencia horizontal, lo que le permite adaptarse fácilmente al medio y a los agentes antimicrobianos, mediante la adquisición de factores de resistencia a antibióticos codificados por plásmidos y transposones, (Castañeda, 2021, pág. 33).

**Tabla 4-4:** Cuadro de análisis de UFC/ml de staphylococcus aureus

Número de vacas	UFC/ml	frecuencia	porcentaje
13	0	10	76.9
	300	3	23.1

Realizado por: Sasig, L., 2023

En la ilustración4-4 se puede observar los porcentajes de presencia de *Staphylococcus aureus*.



**Ilustración 4-4:** UFC/ml de *Staphylococcus aureus* en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre”

Realizado por: Sasig, L., 2023



Al respecto (Mellenberger, 2022 pág. 33), señala que por lo general la infección por *Staphylococcus aureus* se transmite de una vaca infectada a una no infectada durante el ordeño a través de pezoneras contaminadas, de las manos de los ordeñadores o de toallas o trapos de lavado usados en forma no individual. Debido a la producción de toxinas (sustancias tóxicas), Staph. aureus puede causar problemas de mastitis que van desde infecciones sin manifestaciones clínicas a infecciones clínicas o gangrenosas que pueden matar a la vaca.

Una vez que la bacteria *Staphylococcus aureus* alcanza la glándula mamaria, invadirá profundamente los tejidos celulares y conductos secretores de la misma. Las infecciones estafilócicas producen cicatrices y pueden producir pequeños abscesos en la ubre. Estos abscesos pueden abrirse en cualquier momento provocando una reaparición de los síntomas clínicos o una elevación del recuento de células somáticas. El tejido cicatrizal y los microabscesos pueden limitar en forma permanente la habilidad de un cuarto mamario para producir leche y para responder a los tratamientos. (Mellenberger, 2022 pág. 28)

(Vélez, 2022 pág. 36), en su investigación pudo determinar la presencia de *Staphylococcus aureus* con un total de 7500 UFC/ml, por su parte, en la investigación realizada por (Granizo, 2022, pág. 33), el recuento de *Staphylococcus aureus* fue de 58666,67 UFC/ml, indicando que los resultados pueden deberse a posibles lesiones o heridas de las vacas que infectan la glándula mamaria y se transmite a los cuartos con animales sanos por medio de pezoneras, uso común de paños para limpiar las ubres o las manos del ordeñador.

Mientras que, en el estudio realizado por (Valdivieso, 2021 pág. 38), de un total de 17 bovinos de leche seleccionados con mastitis subclínica un 32 % presentaron bacterias del género *Staphylococcus aureus*, expresando que este microorganismo contiene enzimas que le permiten degradar proteínas, carbohidratos y grasas, de tal forma que puede obtener recursos para subsistir en un variado medio ambiente. Para (Díaz, 2022, pág. 33), los agentes bacterianos identificados después de realizar el análisis de laboratorio en las 30 muestras tomadas a las vacas Holstein mestizas determinó un 40% de *Staphylococcus aureus*, mencionando que aunque varios patógenos bacterianos pueden causar la mastitis, el *Staphylococcus aureus* es el primer agente etiológico en la mayor parte del mundo, ha surgido como el más prevaleciente, y una vez establecido en la glándula mamaria es muy difícil de erradicar y causa las pérdidas económicas más considerables en la industria de la leche.

#### 4.2.3 *Streptococcus ambientalis*

En el análisis realizado a las 13 vacas del hato de la Hacienda “Campo Alegre” mediante las pruebas microbiológicas, se determinó que no existió presencia de *Staphylococcus ambientalis*, en las muestras analizadas, resultados que guardan relación con lo manifestado por (Calvinho, 2022, pág. 33) quien señala que el porcentaje de cuartos infectados con *Streptococcus ambientales* en un momento dado generalmente es bajo y rara vez excede el 10 % de los cuartos. Los *Streptococcus ambientales* pueden ser identificados fácilmente en leche de cuartos infectados cultivando 0.01 ml de leche en agar sangre esculina.

La exposición de los pezones a los *Streptococcus ambientales* puede ocurrir durante el ordeño, entre ordeños, durante el período de vaca seca, así como antes del parto en vaquillonas primíparas, El riesgo de contraer nuevas infecciones intramamarias por *Streptococcus ambientales*, está influenciado por la etapa de lactancia, número de lactancia y estado nutricional e inmunitario y en general es mayor durante el período seco que en la lactancia, se considera que las infecciones subclínicas por *Streptococcus ambientales* son de corta duración, aunque algunas pueden convertirse en crónicas, cerca del 40 % de las infecciones presentes durante la lactación son eliminadas espontáneamente. (Calvinho, 2022, pág. 22)

De acuerdo con (Baéz, 2019, pág. 33) al determinar el porcentaje de muestras positivas a California Mastitis Test con aislamiento de microorganismos bacterianos e identificar presencia de *Streptococcus ambientales* en la mastitis bovina, obtuvo de las 141 muestras analizadas un 29,21% pertenecientes a *Streptococcus ambientales*, manifestando que los estreptococos ambientales causantes de mastitis bovina incluyen una gran variedad de especies, dentro de estos, *S. uberis* y *S. dysgalactiae* son los más prevalentes causan infección intramamaria (IIM) cuando se dan condiciones favorables La leche de cuartos infectados generalmente contiene más de 100 unidades formadoras de colonias por ml (UFC/ml)..

#### 4.2.4 *Coliformes UFC/ml*

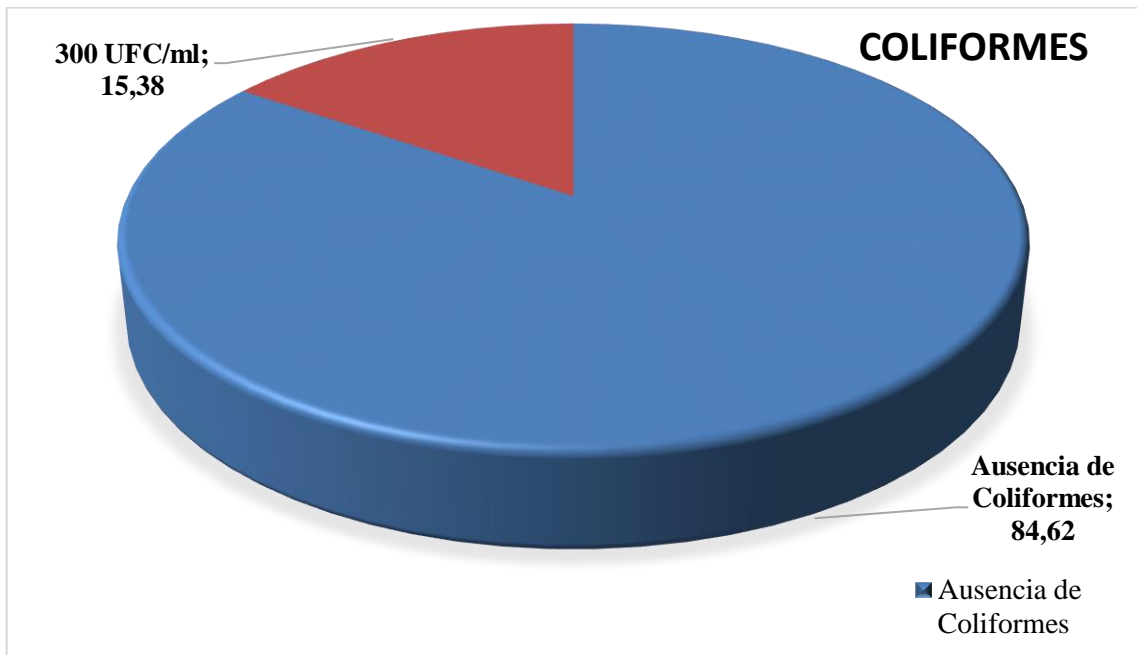
Mediante la prueba de laboratorio realizada para determinar los microorganismos presentes en el animal asociados a la mastitis subclínica se evidenció que el 84,62% de las muestras perteneciente a 11 vacas, mostraron ausencia de coliformes, mientras que un 15,38% que corresponde a 2 vacas presentaron un recuento de coliformes de  $\geq 300$  UFC/ml, como se indica en la tabla 4-5:

**Tabla 4-5:** Tabla de análisis de UFC/ml de coliformes.

Número de vacas	UFC/ml	Frecuencia	Porcentaje
13	0	11	84.6
	≥300	2	15.4

Realizado por: Sasig, L., 2023

En la ilustración 4-5 se observan los porcentajes de UFC/ml de Coliformes.



**Ilustración 4-5:** Recuento de Coliformes en la leche de vacas de la Hacienda "Campo Alegre"

Realizado por: Sasig, L., 2023

Las bacterias coliformes son habitantes normales del suelo e intestino de las vacas. Se acumulan y multiplican en la materia fecal y en la cama. Los coliformes pueden causar mastitis solamente si las partículas contaminadas del medio ambiente entran en contacto con la ubre. A diferencia de las bacterias *Streptococcus* y *Staphylococcus*, los coliformes no se adhieren a los conductos y al alvéolo de la ubre, en lugar se multiplican rápidamente en la leche y producen toxinas que son absorbidas dentro del torrente circulatorio. Como resultado, las infecciones por coliformes conducen a mastitis clínicas agudas. (AGROBIT, 2020 pág. 22)

La tasa de infecciones intramamarias por coliformes es alrededor de cuatro veces más frecuente durante el período seco que durante la lactancia. La tasa es marcadamente más alta durante las primeras dos semanas del periodo seco, así como también durante las dos semanas antes del parto. En cada período seco sucesivo la tasa de infecciones intramamarias se incrementa. Las infecciones intramamarias por coliformes tienden a ser de corta duración. Más del 50% duran

menos de 10 días y cerca del 70 % menos de 30 días. El porcentaje de cuartos infectados en un momento dado generalmente es muy bajo. Típicamente el 1 % o menos de los cuartos están infectados, pero las bacterias coliformes pueden causar entre el 30 % y 40 % de los casos de mastitis clínica.

Las bacterias Coliformes, un grupo de bacterias estrechamente relacionadas al suelo (siembra), el agua y el tracto intestinal de los animales, se han utilizado como indicadores de condiciones insalubres en la producción de alimentos y bebidas. El recuento de Coliformes es un indicador higiénico frecuente en varias industrias de alimentos y bebidas. Los Coliformes se caracterizan por ser barras anaerobias gramnegativas que no forman esporas, definidas por su capacidad para fermentar la lactosa para producir ácido y / o dióxido de carbono gaseoso. Ejemplos de géneros considerados como coliformes incluyen: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*.

La Coliforme más conocida, *Escherichia coli* (*E. coli*), es un residente común de los intestinos de los animales de sangre caliente, pero también se puede encontrar en el entorno natural y transmitirse a las instalaciones de fabricación de alimentos, así como a fuentes de agua potable. Un resultado positivo de *E. coli* es mucho más serio que las bacterias coliformes por sí solas porque indica que los desechos humanos o animales están ingresando al suministro de agua.

Según el estudio de (Valdivieso, 2021), al evaluar la incidencia de Mastitis Subclínica en el hato lechero del programa de Bovinos de Leche, de la Unidad Productiva Tunshi, indica que de 17 bovinos de leche seleccionados con mastitis subclínica, se encontró *Escherichia coli* en un 16% de las muestras analizadas. Por otra parte, (Vélez, 2022), muestra que los resultados del análisis del laboratorio determinaron los microorganismos más predominantes en la mastitis subclínica de las muestras en estudio, de los cuales obtuvo presencia de *Escherichia coli* con 27.437,5 UFC/ml.

#### **4.2.5 Cultivo y aislamiento bacteriológico**

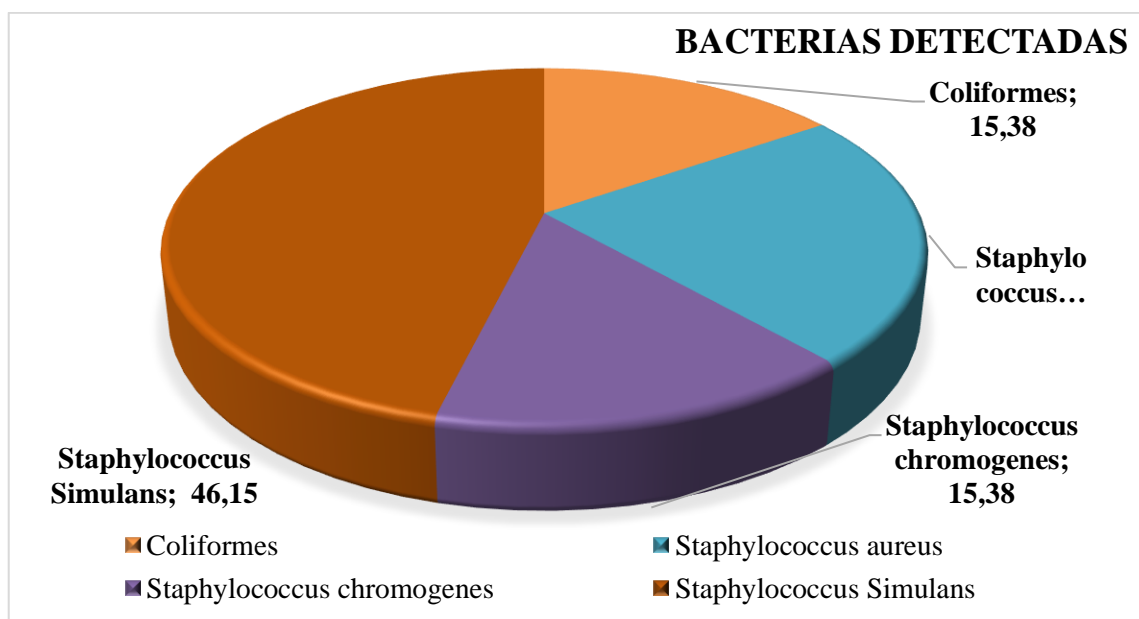
Al realizar el cultivo y aislamiento bacteriológico para la detección de mastitis subclínica, en las 13 muestras en estudio, se identificó la presencia de *coliformes* en un 15,38% de las muestras, el 23,08% presentaron *Staphylococcus aureus*, 15,38%, fueron *Staphylococcus chromogenes*, siendo el porcentaje más alto de bacterias detectadas las *Staphylococcus Simulans* con un 46.2% como se muestra en la tabla 4-6.

**Tabla 4-6:** Bacterias detectadas en el cultivo bacteriológico.

Número de vacas	Resultado	Frecuencia	Porcentaje
13	<i>Coliformes</i>	2	15.4
	<i>Staphylococcus aureus</i>	3	23.1
	<i>Staphylococcus chromogenes</i>	2	15.4
	<i>Staphylococcus simulans</i>	6	46.2
	TOTAL		

Realizado por: Sasig, L., 2023

En la ilustración 4-6 se puede observar la representación en porcentajes de cada bacteria detectada en las muestras.



**Ilustración 4-6:** Bacterias detectadas en la leche de las vacas de la hacienda

Realizado por: Sasig, L., 2023

Los resultados anteriores muestran que la mayoría de los microorganismos detectados fueron *Staphylococcus Simulans*, estos son cocos Gram (+) que habitan tanto en el exterior como en el interior de las ubres infectadas.

Sin embargo, esto difiere con (Ormaza, 2021 pág. 47) quien en su investigación señala que se puede definir como patógenos menores a los que comúnmente son causantes de mastitis subclínica

bovina y en otras ocasiones de mastitis clínica bovina, donde se pueden encontrar patógenos tales como *Staphylococcus chromogenes* que normalmente se los encuentra en muestras de leche y en algunos casos también en el canal del pezón; *Staphylococcus xylosus* y *Staphylococcus sciuri* son aquellos que están presentes en el medio ambiente, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus simulans* y *Staphylococcus epidermidis* están presentes en la flora común de la piel del pezón de la vaca.

Esto se puede deber a malas prácticas de higiene dentro de la sala de ordeño, tales como mala desinfección de pezoneras, no desinfección de manos por parte de los trabajadores, así como mala desinfección del tanque de reserva.

Al respecto, en el estudio de (Guzñay, 2021, pág. 22), quien estudio los patógenos existentes en la leche de vacas con mastitis que fueron tratadas con antibióticos y que arrojaron que la mayor presencia de bacterias fue del tipo coco gram negativa llamada *Corynebacterium sp*, que tuvo una presencia igual a 21% y del tipo coco gram positivo con una presencia importante de la bacteria *Staphylococcus aureus* que tuvo una presencia igual a 34%; mientras que la menor presencia las reportaron las coco bacilos gram negativos con la presencia de la bacteria *Pseudomona sp* con una presencia igual a 2%.

#### **4.2.6 Tinción Gram**

Al realizar la prueba de tinción de gram para detectar la presencia e identificar el tipo de microorganismos (*bacterias*) en las 13 muestras de leche de la hacienda , se encontró en el 84,6% de las muestras fueron bacterias gram-positivas, mientras que el 15,4% pertenece al grupo de bacterias gram-negativas, como se muestra en la tabla 4-7.

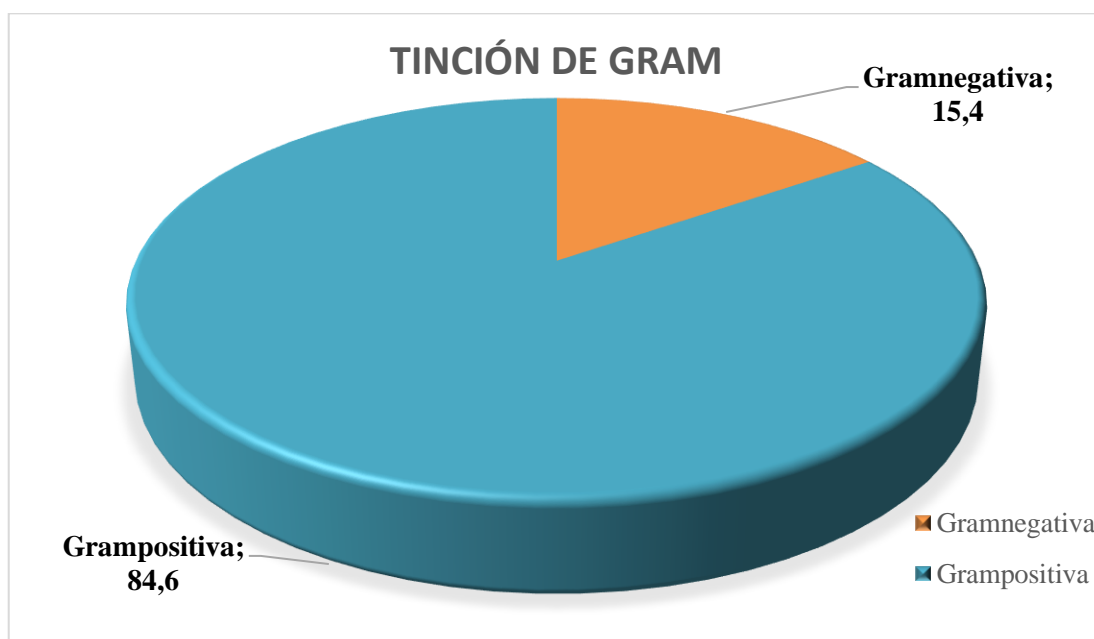
Al respecto (Valdivieso, 2021 pág. 22), manifiesta que la tinción de Gram es un tipo de tinción que se hace para que las bacterias sean más fáciles de ver bajo un microscopio. Se tiñen de alguna manera dependiendo de la distribución de peptidoglicano en la pared celular circundante. Las bacterias que no se tiñen con esta técnica se denominan bacterias Gram-negativas. Consisten en una pared delgada compuesta por menos capas de peptidoglicano y una segunda membrana rica en lípidos (que repele la tinción de Gram), aparece incoloro bajo un microscopio.

**Tabla 4-7:** Análisis de resultados de la tinción Gram

Número de vacas	Resultado	Frecuencia	Porcentaje
13	Gramnegativa	2	15.4
	Grampositiva	11	84.6
	TOTAL		100

Realizado por: Sasig, L., 2023

En la ilustración 4-7 se observa los porcentajes de bacterias Gram positivas y Gram Negativas.



**Ilustración 4-7:** Prueba de Tinción de Gram en la leche de vacas de la Hacienda “Campo Alegre”

Realizado por: Sasig, L., 2023

En el estudio realizado por (Maldonado, 2022 pág. 33), al identificar las bacterias Gram positivas y Gram negativas causantes de la mastitis subclínica, reportó que el 100% de las muestras obtenidas en las 14 vacas en producción son Gram Positivas, de la misma manera al identificar el agente etiológico causante de la mastitis, se determinó que el 51,4% sospechosamente son *Staphylococcus aureus* y el 48,6% corresponde a Bacilos. Mientras que, en la investigación realizada por (Acuña, 2020, pág. 41), de las 1321 vacas en ordeño fueron muestreadas 141, lo que corresponde al 10,67% de vacas con mastitis, encontró que en el 92,20% de las muestras recolectadas no hubo presencia de bacterias Gram-negativas. De la misma manera, (Cruz, 2022 pág. 48), observó que las mastitis en la zona estudiada, son en su mayoría causadas por microorganismos gram-positivos (93%) y muy poco por gram- negativos, corroborando a datos similares en la presente investigación.

Esto puede deberse al número de ordeños ya que aproximadamente sólo el 1 % de los cuartos mamaros de ganado tienen contagios por bacterias Gram -, contrastando con una tasa del 35-50 % por bacterias Gram +, en un mismo lapso. Así, se concluye que se requieren 2000- 4000 ordeños para considerar una infección mamaria por bacterias Gram -, mientras que la asiduidad de infecciones por bacterias Gram + es de 1 por cada 600-800 ordeños. (Valle, 2021, pág. 32).

#### 4.3 Establecimiento de sensibilidad y resistencia de los patógenos mediante antibiogramas

En la tabla 4-8 se puede observar los resultados de los antibiogramas que se realizaron en el laboratorio LIVEXLAB, el antibiograma se utilizó con la finalidad de medir la sensibilidad bacteriana frente al uso de varios antibióticos ya que existen reacciones distintas. Por medio del antibiograma se determinó el antibiótico más efectivo para cada uno de los patógenos encontrados.

**Tabla 4-8:** Resultados de sensibilidad y resistencia a fármacos según antibiogramas.

Animal/ Identificación	Identificación Bacteriana	Sensible/Resistente	
Omaira	Desarrollo de <i>Staphylococcus simulans</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacin Sulfatrimetoprim Florfenicol Tetraciclina Oxacilina Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	
Abeja	1.Desarrollo de <i>Staphylococcus chromogenes</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacin Sulfatrimetoprim Florfenicol Gentamicina Tetraciclina Oxacilina	



		Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	
	2. Desarrollo de <i>Escherichia coli</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacina Sulfatrimetoprim Florfenicol Gentamicina Tetraciclina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	
Pirulina	Desarrollo de <i>Escherichia coli</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacina Sulfatrimetoprim Gentamicina Tetraciclina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	Ampicilina
Clarita	Desarrollo de <i>Staphylococcus chromogenes</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacina Sulfatrimetoprim Florfenicol Tetraciclina Oxacilina Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	Gentamicina
Aleja	Desarrollo de <i>Staphylococcus aureus</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacina Sulfatrimetoprim Florfenicol Gentamicina	

		<p>Tetraciclina</p> <p>Oxacilina</p> <p>Ampicilina</p> <p>Amoxicilina + Ác.</p> <p>Clavulánico</p>	
Foca	<p>Desarrollo de</p> <p><i>Staphylococcus simulans</i></p>	<p>Cefalexina</p> <p>Ceftriaxona</p> <p>Sulfatrimetoprim</p> <p>Florfenicol</p> <p>Gentamicina</p> <p>Tetraciclina</p> <p>Oxacilina</p> <p>Ampicilina</p> <p>Amoxicilina + Ác.</p> <p>Clavulánico</p>	Enrofloxacina
Alegría	<p>Desarrollo de</p> <p><i>Staphylococcus aureus</i></p>	<p>Cefalexina</p> <p>Ceftriaxona</p> <p>Enrofloxacina</p> <p>Sulfatrimetoprim</p> <p>Florfenicol</p> <p>Gentamicina</p> <p>Tetraciclina</p> <p>Oxacilina</p> <p>Ampicilina</p> <p>Amoxicilina + Ác.</p> <p>Clavulánico</p>	
Payasita	<p>Desarrollo de</p> <p><i>Staphylococcus simulans</i></p>	<p>Cefalexina</p> <p>Ceftriaxona</p> <p>Enrofloxacina</p> <p>Sulfatrimetoprim</p> <p>Florfenicol</p> <p>Gentamicina</p> <p>Tetraciclina</p> <p>Oxacilina</p> <p>Ampicilina</p>	

		Amoxicilina + Ác. Clavulánico	
Abispa	Desarrollo de <i>Staphylococcus chromogenes</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacin Sulfatrimetoprim Florfenicol Gentamicina Tetraciclina Oxacilina Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	
Manuela	Desarrollo de <i>Staphylococcus simulans</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacin Sulfatrimetoprim Florfenicol Tetraciclina Oxacilina Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	Gentamicina
Rica	Desarrollo de <i>Staphylococcus aureus</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacin Sulfatrimetoprim Florfenicol Gentamicina Tetraciclina Oxacilina Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	

Rumalda	Desarrollo de <i>Staphylococcus simulans</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacina Sulfatrimetoprim Florfenicol Gentamicina Tetraciclina Oxacilina Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	
Bertha	Desarrollo de <i>Staphylococcus simulans</i>	Cefalexina Ceftriaxona Enrofloxacina Sulfatrimetoprim Florfenicol Gentamicina Tetraciclina Oxacilina Ampicilina Amoxicilina + Ác. Clavulánico	

**Fuente:** Muestras Analizadas por el Laboratorio LIVEXLAB. (2023)

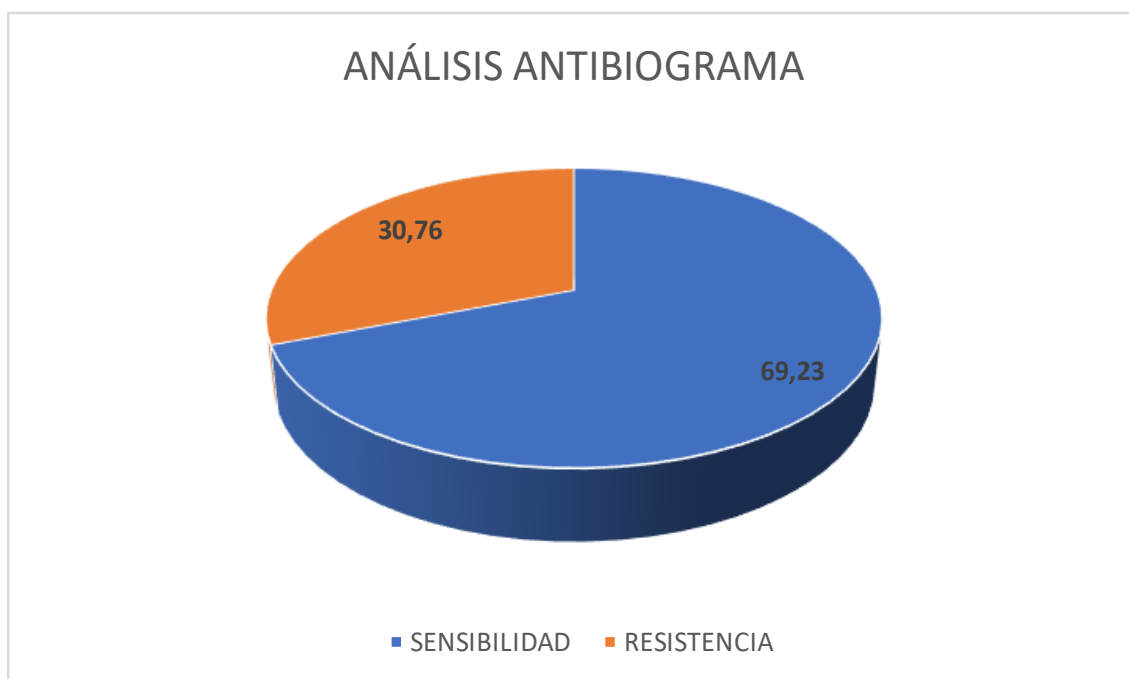
**Realizado por:** Sasig, L., 2023

En la tabla 4-9 se puede observar que 9 de 13 de las vacas infectadas (69.23%) presentan sensibilidad a la Cefalexina, Ceftriaxona, Enrofloxacina, Sulfatrimetoprim, Florfenicol, Gentamicina, Tetraciclina, Oxacilina, Ampicilina y Amoxicilina + Ác. Clavulánico. Sin embargo, 4 vacas (30.76%) Pirulina, Foca, Clarita y Manuela quienes presentaron resistencia a la Ampicilina, Enrofloxacina y Gentamicina respectivamente.

**Tabla 4-9:** Análisis de resultados de antibiogramas.

Número de vacas total	Sensible/Resistente	Resultado	Frecuencia	Porcentaje
13	Sensible	9	9	69.23
	Resistente	4	4	30.76
	TOTAL			100

Realizado por: Sasig, L., 2023



**Ilustración 4-8:** Análisis de resultados de antibiogramas de la hacienda “Campo Alegre”

Realizado por: Sasig, L., 2023

(Martinez,2013, pág.58), indica que aunque la resistencia es un proceso normal dentro de la biología de los microorganismos, algunos factores pueden favorecer el desarrollo de la misma, dentro de estos se destacan el uso indiscriminado de antibacterianos, la utilización de los mismos en dosis subterapéuticas, la formulación de estos fármacos como promotores de crecimiento, residualidad de antimicrobianos en alimentos de origen animal, administración de antibacterianos por personal no autorizado, formulación de antibacterianos sin diagnósticos confirmados y suspensión de tratamientos antes de su culminación, entre otros. Es así como el antibacteriano seleccionado no solamente debe actuar contra el agente causal, sino también cumplir con la concentración mínima inhibitoria en la glándula mamaria con un tiempo de permanencia suficiente para cumplir su acción.

#### 4.3.1 Vacas sanas después del tratamiento

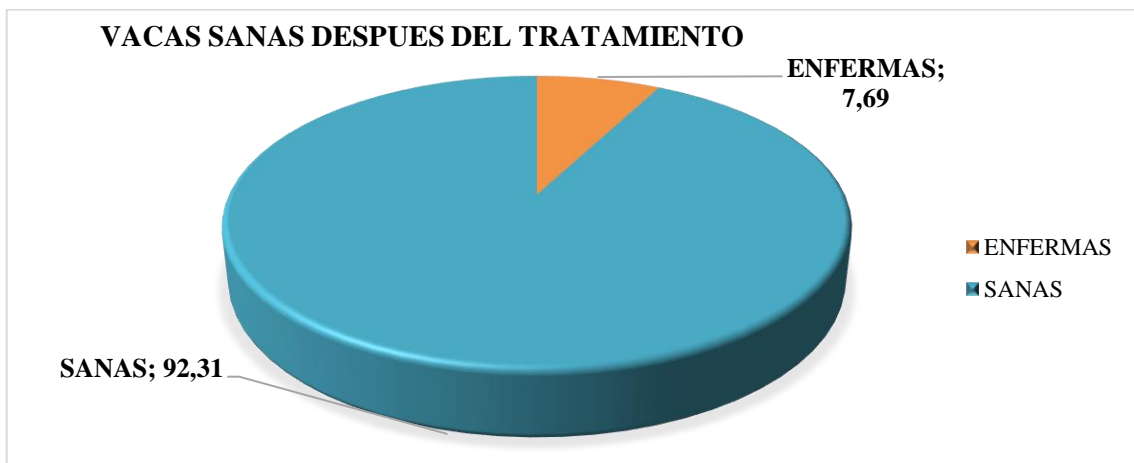
En la tabla 4-10, se muestra los resultados obtenidos al determinar la presencia o no de mastitis en las vacas de la Hacienda “Campo Alegre” después de suministrar el tratamiento utilizando que fue la aplicación de Cefalosporinas (Cefaplu) vía intramuscular durante 3 días seguidos en el ordeño de la tarde, evidenciándose que el 92,31% de las vacas muestreadas (12 vacas) fueron encontradas sanas, mientras que, el 7,69% (1 vaca), se encontró enferma, lo que puede deberse a que los medicamentos no fueron suministrados de una manera adecuada.

**Tabla 4-10:** Análisis de resultados de antibiogramas de la hacienda “Campo Alegre”

Número de vacas	Resultado	Frecuencia	Porcentaje
13	Enfermas	1	7.7
	Sanas	12	92.3
	TOTAL		100

Realizado por: Sasig, L., 2023

En la ilustración 4-9 se muestran los porcentajes de vacas que respondieron positivamente al tratamiento.



**Ilustración 4-9:** Vacas sanas después del tratamiento en la Hacienda “Campo Alegre”

Realizado por: Sasig, L., 2023

Para determinar el verdadero efecto que tiene el tratamiento adecuado para mejorar la productividad del hato, es necesario entender la diferencia que existe entre las vacas saludables y las vacas enfermas.

Las cefalosporinas han sido, y son, herramientas poderosas para el combate antimicrobiano. En los últimos años, han aparecido en el mercado, cefalosporinas de tan escasa penetración láctea, que carecen de período de retirada en leche. Se trata de medios tecnológicos de importancia para el tratamiento de enfermedades fuera de la glándula mamaria, y con eliminación a través de leche de muy escasa magnitud, lo que representa un factor económico muy considerable para los productores. (Mestorino, 2019, pág. 25)

Las cefalosporinas son fármacos antibacterianos que actúan por inhibición de la síntesis de la pared celular, se caracteriza por su amplio espectro de actividad terapéutica y una alta estabilidad contra las betalactamasas. In vitro, tiene actividad contra Gram negativos y Gram positivos incluyendo: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus uberis*. De acuerdo con un estudio de (Bonilla, 2022, pág. 22), al evaluar el efecto de Ceftiomax para el control de mastitis en vacas cebuinas bajo condiciones tropicales, obtuvo que la aplicación del antibiótico Ceftiomax controló al 100% la prevalencia de mastitis.

#### **4.4 Factores que inciden en la presencia de la enfermedad en la Hacienda campo Alegre, Guayllabamba provincia de Pichincha.**

Durante el desarrollo del trabajo experimental se ha identificado que un factor importante que incide en la mastitis bovina fue el sobreordeño, que trajo consigo consecuencias como son las lesiones en el epitelio del conducto del pezón, así como eversión del mismo, esta práctica se define como el tiempo adicional al tiempo de ordeño en que los pezones de la vaca se ven expuestos al vacío con flujo bajo o nulo de leche, sin que esto signifique un aumento significativo de la leche ordeñada, trayendo como consecuencia dolor y daño en los pezones.

Lo cual es corroborado por (Kovaleski, 2021 pág. 17), quien expresa que, el sobreordeño puede ocurrir en el inicio del ordeño, en caso de que la vaca no sea debidamente estimulada, o al final del ordeño, cuando el equipo es dejado en la vaca después de que el flujo de la leche haya disminuido. Por lo que el aumento del tiempo para la retirada del equipamiento eleva los riesgos de trauma en la extremidad del pezón. En ambos casos, aunque la lesión pueda ser provocada por el equipo, son las prácticas de manejo que realmente causan los problemas.

También pudimos notar: mal alineamiento del equipo, la no retirada en el tiempo correcto. Él sobreordeño puede llevar a la lesión del pezón y tal vez a la mastitis, si combinada con otros problemas, tales como la pulsación inadecuada, fluctuaciones del vacío, pezoneras y mangueras agrietadas, para evitar el sobreordeño (Muñoz, 2019 pág. 10) recomienda:

- Colocar las unidades de ordeño dentro de un minuto a un minuto y medio de iniciada la preparación preordeño.
- Monitorear el flujo de leche en los colectores de leche de las vacas en ordeño. Retire inmediatamente aquellos con flujo bajo o sin flujo visible.
- No recolocar unidades caídas hacia el final del ordeño.

También se pudo constatar el mal manejo durante el traslado de los animales desde el potrero a la sala de ordeño, ya que no se realizaba de una manera ordenada, por ende las vacas solían ser golpeadas con palos o corrían hacia fuera del establo. De acuerdo con (Temple, 2019 pág. 22), el estrés de las vacas antes y durante el ordeño puede causar una disminución del flujo de leche, a través de una inhibición central de la secreción de oxitocina. Por lo que un buen manejo es fundamental para maximizar la producción de leche, es importante que el encargado de realizar el ordeño muestre paciencia y sensibilidad en el manejo de las vacas, este debe conocer también el comportamiento de estas y la manera adecuada de manejarlas. Al conducir las hacia la sala de ordeño debe hacerlo con calma, sin correr, ni gritar, no forzar la entrada; lo ideal es que caminen por voluntad propia. De igual manera, se debe detectar y minimizar el dolor durante el ordeño, el dolor es un factor de estrés, ya que los animales con cojeras o mastitis sienten dolor crónico.

Otro de los factores que podemos señalar es la falta de conocimiento y capacitación de los trabajadores ya que los técnicos encargados no brindaban los conocimientos hacia el personal. Con relación a la capacitación del personal en el manejo de ganado, (Alcoser, 2020 pág. 36), señala que el objetivo principal en la capacitación del personal en las actividades de manejo del ganado es disminuir el estrés y evitar accidentes que afectan la integridad física y salud de los animales, además es responsabilidad del propietario del establo asegurarse que el personal que cuida y supervisa las operaciones de ordeña y el manejo del establo lechero sea capacitado en:

- La ordeña higiénica de los animales.
- Administración de medicinas, y aplicación y uso de químicos.
- Manejo sin violencia al ganado.
- Manejo de animales, seguridad en áreas de trabajo y mantenimiento de las instalaciones.
- Higiene personal, mediante el uso de equipo de protección necesario para evitar la contaminación de los productos alimenticios.
- Bioseguridad para evitar contaminación cruzada.
- Prevención de accidentes y normas de seguridad.
- Manejo de tiempos de retiro de medicina y técnicas de administración.



#### 4.5 Métodos de control para evitar la incidencia de la enfermedad

La mastitis es el padecimiento más importante, frecuente y caro en las Unidades de Producción Animal (UPAS) de vacas lecheras, debido a sus graves consecuencias sobre las pérdidas económicas en la cantidad y calidad de la leche producida. Su causa está directamente relacionada con aspectos de bienestar, salud e higiene y sanidad de las vacas, principalmente las altas productoras de leche. Por esta razón es fundamental describir los factores más importantes a tomar en cuenta para prevenir y tratar la presencia de mastitis en vacas de alta producción lechera. (Izquierdo, 2019, pág. 1)

- **Capacitaciones:** Se realizaron charlas dirigidas hacia los ganaderos donde se resaltó las buenas prácticas de ordeño y se realizó énfasis en la higiene del personal y limpieza de todos los utensilios que se usan en el ordeño. También se habló sobre el uso de antibióticos para el tratamiento de mastitis.
- **Inspecciones:** Se realizaron inspecciones durante el comienzo del proceso de ordeño para corroborar que los trabajadores cumplan con las buenas prácticas.
- **Desinfecciones de pezoneras:** Después de los ordeños, se lavaron las pezoneras con desinfectante y cepillos ya que los ganaderos acostumbraban echar agua con la manguera a las pezoneras sin llevar a cabo una limpieza más profunda.
- **Orden de ordeño:** Se llevó un orden de ordeño en cuanto a vacas sanas y vacas con mastitis, en el cual se sugiere ordeñar al final a las vacas con problemas de mastitis para evitar el contagio a las vacas sanas.
- **Realizar Pruebas CMT (California Mastitis Test):** Se sugirió realizar pruebas CMT por lo menos cada 15 días antes del ordeño lo que permite descartar la leche en el momento de la recogida, antes de mezclarlas con otras partidas de leche, en los tanques de refrigeración y a su vez aplicar un tratamiento a los animales infectados.

Según, (Zurita, 2022 pág. 25), como regla general se consideran tres aspectos esenciales en un programa de control de mastitis: higiene, terapia de secado y buen funcionamiento de los equipos de ordeña.

- La higiene: Es uno de los factores más importantes que influyen entre las causas predisponentes a la mastitis, La falta de higiene de los ordeñadores, manos y ropa sucia,

utilización de agua de mala calidad, no potable, en el sistema de lavado de los implementos y equipo de ordeña, falta de lavado y desinfección de la glándula en el preordeño, la no desinfección del pezón postordeña, la presencia de moscas y animales en la sala de ordeña, son algunas de las deficiencias más importantes en este rubro.

- Higiene preordeña: Es recomendable efectuar un lavado completo de la glándula en la misma sala de ordeña, muy especialmente de los pezones. Es igualmente importante secar la glándula con toalla de papel desechable, ya que si así no se hiciera, el lavado podría predisponer más a la infección por el escurrimiento del líquido contaminado hacia la pezonera. El lavado y secado de la glándula sirve al mismo tiempo como estímulo de la bajada de la leche.
- Higiene postordeña: Retirada la máquina de ordeña, los pezones deben sumergirse en una solución antiséptica (dipping) utilizando un vaso apropiado. El dipping tiene como finalidad eliminar los gérmenes transferidos durante la ordeña, prevenir la colonización en el pezón lo que elimina un recurso de nueva infección y al mismo tiempo por su acción residual, reduce el número de gérmenes presentes en la próxima ordeña.
- Un mal funcionamiento del equipo de ordeño, las fallas en el dimensionamiento del mismo y una mala ubicación de sus diferentes componentes, como la ubicación del sensor del regulador, se convirtieron en factores de riesgo para la presentación de la mastitis bovina

Al respecto, el mismo autor indica que para la prevención de la mastitis, es de vital importancia mantener en excelentes condiciones la salud la ubre de todas y cada una de las vacas que están en producción, en donde la participación de los veterinarios en la capacitación del personal (ganaderos y trabajadores) es de suma importancia; cuyo beneficio está directamente relacionado con la calidad del trabajo durante la ordeña y como consecuencia con menores casos de mastitis, tanto clínicas como subclínicas.

De igual manera, (Kruze, 2022 pág. 3), considera que, una buena "rutina de ordeño" permite reducir considerablemente la contaminación microbiana de la leche, aumentar la producción, acortar el tiempo de la ordeña y reducir la transmisión de organismos patógenos contagiosos y ambientales que pueden causar mastitis también recomienda lavar los pezones y la superficie inferior de la ubre con una solución sanitizante, puesto que una buena preparación de la ubre antes del ordeño mejora la calidad bacteriológica de la leche y reduce la contaminación bacteriana de la piel del pezón. El lavado se debe realizar con agua limpia y con baja presión, mojando y masajeando preferiblemente sólo los pezones.

## CONCLUSIONES

- Se evaluó la prevalencia de mastitis subclínica mediante el CMT en vacas Holstein de la Hacienda “Campo Alegre” y se determinó que el 19% de las muestras analizadas arrojaron un resultado positivo para mastitis subclínica, mientras que el 81% de las muestras arrojaron un resultado negativo. Se puede así concluir que la incidencia es relativamente baja en función al porcentaje de animales que mostraron resultado positivo.
- Se identificó en los cultivos y aislamientos bacteriológicos la presencia de *coliformes* en un 15,38% de las muestras, el 23,08% presentaron *Staphylococcus aureus*, 15,38% fueron *Staphylococcus chromogenes*, siendo el patógeno más representativo en la leche los *Staphylococcus Simulans* con el 46,15%.
- Se pudo constatar que 9 de 13 de las vacas infectadas (69.23%) presentaron sensibilidad a la Cefalexina, Ceftriaxona, Enrofloxacina, Sulfatrimetoprim, Florfenicol, Gentamicina, Tetraciclina, Oxacilina, Ampicilina y Amoxicilina + Ác. Clavulánico. Sin embargo, 4 vacas (30.76%) Pirulina, Foca, Clarita y Manuela presentaron resistencia a la Ampicilina, Enrofloxacina y Gentamicina respectivamente.
- Se determinó que los factores que inciden en la presencia de mastitis subclínica en la Hacienda Campo alegre son los golpes producidos durante el traslado del potrero hacia la sala de ordeño, así como el sobreordeño y mala desinfección de las pezoneras ya que no cuentan con el personal necesario ni capacitaciones para cubrir con el adecuado manejo
- Dentro de los métodos de control que se establecieron dentro de la hacienda fueron: brindar capacitaciones constantes a los trabajadores como protocolos de ordeño, la higiene antes, durante y después del ordeño, realizar inspecciones durante los ordeños para corroborar el manejo y cumplir con pruebas CMT cada 15 días para evitar y controlar la mastitis subclínica.
- Según los resultados obtenidos mediante el desarrollo del antibiograma, se puede determinar que la Cefalexina presento sensibilidad para la mayoría de los microorganismos encontrados ya que se evidenció que el 92,31% de las vacas muestreadas (12 vacas) fueron encontradas sanas, mientras que, el 7,69% (1 vaca), se encontró enferma.

## RECOMENDACIONES

- Realizar el testeo de las vacas utilizando el método CMT (California Mastitis Test) periódicamente para poder determinar que semovientes están infectados, con esto se evitará que la enfermedad alcance un cuadro clínico grave además de que evitara la propagación de las bacterias que producen la enfermedad en el hato
- Realizar capacitaciones a las personas de la hacienda sobre, el cuidado del animal, la correcta alimentación, el adecuado protocolo de ordeño y la apropiada higiene antes, durante y después del ordeño, con la finalidad de mantener en las condiciones adecuadas al animal y evitar contaminación en la leche.
- Rotar los antibióticos que se aplican en los animales de producción lechera para el control de la mastitis con la finalidad de no crear resistencia a los mismos.
- Controlar la mastitis subclínica bovina ya que este tipo de enfermedad constituye uno de los aspectos más importantes que debe cuidarse en un hato lechero debido a que se puede convertir en una forma mucho más grave o crónica pudiendo terminar con la pérdida del bovino y por ende una disminución en la producción láctea.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACUÑA, Vanesa.** Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Politécnica del Ejercito, Sangolquí, Ecuador: 2020. [Consulta: 2023-03-23]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2553>

**GANADERÍA.** *Mastitis: Enfermedad y Transmisión* [Blog]. 2020. [Consulta: 2023-03-23]. Disponible en: [https://agrobit.com/info\\_tecnica/ganaderia/enfermedades/ga000009en.htm#:~:text=Las%20bacterias%20coliformes%20son%20habitantes,en%20contacto%20con%20la%20ubre..](https://agrobit.com/info_tecnica/ganaderia/enfermedades/ga000009en.htm#:~:text=Las%20bacterias%20coliformes%20son%20habitantes,en%20contacto%20con%20la%20ubre..)

**ALDÁN, Darwin.** Identificación de los puntos críticos en sistemas de producción que influyen en el conteo de células somáticas de leche cruda y en el rendimiento de queso mozzarella, Ecuador 2012 [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Ecuador, Quito: 2022. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6048>

**BAÉZ, Martina.** “Determinación de la sensibilidad de *Streptococcus* spp A antimicrobianos en vacas lactantes positivas a California mastitis test en tambos del Departamento Cordillera, Paraguay”. *Ciencia Veterinaria* [En línea], 2019, (Paraguay), 21(2), pp. 13-28. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/4275/4997>

**BONILLA, Luis.** *Efecto de ceftiofax para el control de mastitis en vacas cebuinas bajo condiciones tropicales.* [ Documento en línea]. 2022. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://zootecnia.chapingo.mx/assets/12trinidad.pdf>

**BORRIE, Consuelo & GUERRA, David.** “Sensibilidad frente a diferentes antibióticos y concentraciones mínimas inhibitorias de tres cefalosporinas en cepas de *Escherichia Coli* aisladas de mastitis séptica bovina”. *Avances en Ciencias Veterinarias* [En línea], 2022, (Chile), 8(2). [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://avancesveterinaria.uchile.cl/index.php/ACV/article/view/6130>

**CALVINHO, Leonardo.** “*Estreptococos ambientales causantes de mastitis bovina*”. *Enfermedades infecciosas bovinas de leche* [En línea], 2022, (Uruguay), pp. 1-6. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>

**CASTAÑEDA, Hugo; et al.** “Variación genética de *Staphylococcus aureus* causante de mastitis en vacas lecheras en Jalisco”. *Abanico Veterinario* [En línea], 2021, (México), 10. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322020000100131](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322020000100131)

**CHAZI, Elsa.** 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 Muyurco, Cayambe, Ecuador 2014 [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, 2022. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9839/1/UPS-YT00309.pdf>

**CLIMATEDATE.** *Condiciones meteorológicas del cantón Quito* [Blog]. 2023. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/quito-1012/>

**CORBELLINI, Carlos.** *La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche* [Documento en línea]. 2022. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>

**CRUZ, Anastasia; et al.** “Identificación de bacterias causantes de mastitis bovina y su resistencia ante algunos antibacterianos”. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica* [En línea], 2007, (México), 10(1), pp. 81-91. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/569/486>

**DANE, Frederick.** *La mastitis bovina, enfermedad infecciosa de gran impacto en la producción lechera.* [Documento en línea]. 2022. Disponible en: <https://nortonsafe.search.ask.com/web?omnisearch=yes&q=La+mastitis+bovina%2C+enfermedad+infecciosa+de+gran+impacto+en+la+producci%C3%B3n+lechera&annot=false&vendorConfigured=ask&o=APN12174&pri=SSS&ver=3.20.0.19&tpr=111&chn=store&guid=2c12d548-d0ad-451a-f1>

**DÍAZ, Tannia.** Determinación de la prevalencia de mastitis en vacas Holstein mestizas de la asociación ASOPROPEM del cantón Patate [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Riobamba: 2022. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/17850>

**ESCOBAR, Eliecer.** *Determinación de mastitis subclínica mediante la prueba de California Mastitis (CMT), y la correlación del periodo de lactancia del animal con los cuartos mamarios afectados en bobinos (Bos Indicus) y cruces de mepresas ganaderas en el municipio de Sucre* [En línea]. Universidad de Sucre, Sincelejo: 2020. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/461/636.089649E74.pdf?sequence=2>

**ESPINOZA, Federico.** *Control de mastitis por Streptococcus agalactiae* [Documento en línea]. 2022. [Consulta: 20 enero 2023]. Disponible en: <https://rumiantes.com/control-mastitis-streptococcus-agalactiae/>

**ESPINOZA, María & MIER, Johanna.** Determinación de la prevalencia de mastitis mediante la prueba California mastitis test e identificación y antibiograma del agente causal en ganaderías lecheras del Cantón el Chaco, provincia del Napo [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Ecuador, Quito: 2022. [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1281>

**GOMEZCOELLO, Letty.** Prevalencia de mastitis mediante el recuento de células somáticas en bovinos de producción láctea [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Ecuador, Cuenca: 2022. [Consulta: 2023-01-20]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23969/1/UPS-CT010256.pdf>

**GRANIZO, Jhonnatan.** Presencia de bacterias de los géneros Staphylococcus aureus, Escherichia coli y Brucella abortus y su perfil de resistencia antimicrobiana en leche cruda bovina procedente de Tunshi y San Andres [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Riobamba: 2022. [Consulta: 2023-03-16]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5724>

**GUZÑAY, Erika.** Diagnóstico microbiológico de la mastitis bovina y evaluación de tres alternativas de tratamiento en el criadero Jersey " El Puente", de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Riobamba: 2021. [Consulta: 2023-03-16]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16271>

**HERAS, Teresa & ENRÍQUEZ, Idalia.** "Comportamiento de Escherichia coli en heces de vacas adicionadas con taninos hidrolizables". *Abanico Veterinario* [En línea], 2022, 6(3), pp. 47-

54. [Consulta: 06 de mayo de 2023]. ISSN 2448-6132. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322016000300047](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000300047)

**HERNANDEZ, Juan.** “Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche”. *Revista Veterinaria Científica* [En línea], 2022, 1(8), pp. 10-18. [Consulta: 06 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908.html>

**INEN.** *Leche, métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad* [Documento en línea] Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2022. [Consulta: 06 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1500.pdf>

**IVAMI.** *Streptococcus agalactiae (grupo B) (Mastitis Bovina) - Cultivo; Diagnóstico molecular (PCR)* [Documento en línea]. 2021. Disponible en: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-veterinaria-molecular/548-streptococcus-agalactiae-grupo-mastitis-bovina>

**JARAMILLO, Juliana.** “Microorganismos aislados en cultivo bacteriológico de muestras de leche de vacas holstein clínicamente sanas”. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* [En línea], 2018, 13(1), pp. 31-41. [Consulta: 06 mayo 2023]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-96072018000100031](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072018000100031)

**MALDONADO, Diego.** “Diagnóstico de Mastitis Subclínica Mediante Tres Métodos para el Control y Tratamiento en Bovinos de Leche Holstein”. *Bovinos* [En línea], 2022, 1(3), pp. 13-43. [Consulta: 06 mayo 2023]. Disponible en: [Dialnet-DiagnosticoDeMastitisSubclinicaMedianteTresMetodos-8383375.pdf](http://www.dialnet.org/urn/dialnet:8383375)

**MELLENBERGER, Roger.** *Vacas lecheras infectadas con Staphilococcus aureus* [Documento en línea]. 2022. [Consulta: 06 mayo 2023]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/123-Staphilococcus\\_aureus.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/123-Staphilococcus_aureus.pdf)

**MERCADO, Elsa.** *Control de Escherichia Coli en enterohemorrágico (EHEC), en el ganado bovino* [Página web] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2022. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol66-06/Supl-3/v66-s3-33-36.pdf>



**MESTORINO, Nora.** “Concentraciones de ceftiofur en leche obtenidos tras su administración intramuscular en vacas en lactancia”. *Pecuaria* [En línea], 2019, 13(22), pp. 23-65. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Nora\\_Mestorino/publication/263314960\\_Concentraciones\\_de\\_ceftiofur\\_en\\_leche\\_obtenidos\\_tras\\_su\\_administracion\\_intramuscular\\_en\\_vacas\\_en\\_lactancia/links/565191f408ae4988a7ad465c/Concentraciones-de-ceftiofur-en-leche-obten](https://www.researchgate.net/profile/Nora_Mestorino/publication/263314960_Concentraciones_de_ceftiofur_en_leche_obtenidos_tras_su_administracion_intramuscular_en_vacas_en_lactancia/links/565191f408ae4988a7ad465c/Concentraciones-de-ceftiofur-en-leche-obten)

**NAVARRO, Clara.** *Mastitits Bovina causada por ECN* [Página web]. 2022. [Consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/43-mastitis\\_ecn.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/43-mastitis_ecn.pdf)

**ORMAECHEA, Eva.** *La tinción de Gram* [Documento en línea]. 2021. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.salud.mapfre.es/pruebas-diagnosticas/otras-pruebas-diagnosticas/tincion-de-gram/>

**PELLEGRINO, Micaela.** “Mastitis Bovina: Resistencia a antibióticos de cepas de *Staphylococcus aureus* asiladas de leche”. *Revista electrónica de veterinaria* [En línea], 2022, 12(32), pp. 23-54. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63622567006.pdf>

**QUILAPANTA, Anabell.** “Diagnóstico de Mastitis Subclínica Mediante Tres Métodos para el Control y Tratamiento en Bovinos de Leche Holstein”. *Dominio de las Ciencias* [En línea], 2022, 12(2), pp. 15-32. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8383375.pdf>

**REINOSO, Mauricio.** Evaluación comparativa de los tratamientos: farmacológico y alternativo por la aplicación de ozono para el control intramamario de la mastitis subclínica en bovinos [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Riobamba: 2012. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2112>

**RELOVA, Damián; et al.** “Caracterización de la situación clínico-epizootiológica de la mastitis bovina en vacas primerizas Holstein de una lechería especializada”. *Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria CENSA* [En línea], 2022, 1(11), pp. 12-32. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329001.pdf>

**SACCO, Samuel; et al.** “Lesiones histopatológicas asociadas a mastitis bovina por *Pseudomonas aeruginosa*”. *Universidad Nacional de Rosario* [En línea], 2022, 5(10), pp. 11-34. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: [https://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=24728&inst=yes&congresos=yes&detalles=yes&congr\\_id=5421650](https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=24728&inst=yes&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=5421650)

**SANTILLAN, Llonar.** Evaluación de células somáticas y su relación con la composición nutricional de la leche en el distrito Molinapamba [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú, Chachapoyas: 2022. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2580>

**VALDIVIESO, Katty.** “Estudio de la actividad antimicrobiana de Nano plata sobre la mastitis subclínica bovina en la unidad productiva Tunshi [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Riobamba: 2021. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/210>

**VALLE, Karla.** Mastitis y calidad de la leche en bovinos lecheros [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Riobamba: 2021. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16278>

**VELÁSQUEZ, Carlomagno.** “Factores que Influyen en la Presentación de Mastitis Subclínica en Establos Lecheros de la Irrigación San Felipe. Huacho – 2010”. *INFINITUM* [En línea], 2022, 12(13), pp. 22-33. [Consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.51431/infinitum.v1i1.303>

**VÉLEZ, Jhonathan.** Incidencia de mastitis bovina subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT) con identificación del agente patológico [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, Macas: 2022. [Consulta: 2023-06-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17844>

  
Ing. Cristian Castillo



## ANEXOS

**ANEXO A:** Base de datos posterior al Diagnóstico California Mastitis Test

VACA N°	NOMBRE	NÚMERO DE CUARTOS INFECTADOS	RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS	STREPTOCOCCUS AGALACTIAE UFC/ML	STAPHYLOCOCCUS AUREUS UFC/ML	STREPTOCOCCUS AMBIENTALES UFC/ML	COLIFORMES UFC/ML	TINCIÓN DE GRAM	VACA SANA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO	BACTERIAS DETECTADAS
1	Alegría	2	$\geq 8100000$	0	$\geq 300$	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus aureus</i>
2	Rica	2	$\geq 8100000$	0	$\geq 300$	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus aureus</i>
3	Abispa	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus chromogenes</i>
4	Abeja	1	$\geq 8100000$	0	0	0	$\geq 300$	Gramnegativa	SÍ	<i>Coliformes</i>
5	Aleja	1	$\geq 8100000$	0	$\geq 300$	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus aureus</i>
6	Bertha	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus Simulans</i>
7	Clarita	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus chromogenes</i>
8	Foca	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus Simulan</i>

9	Manuela	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus Simulans</i>
10	Omaira	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus Simulans</i>
11	Payasita	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	NO	<i>Staphylococcus Simulans</i>
12	Pirulina	1	$\geq 8100000$	0	0	0	$\geq 300$	Gramnegativa	SÍ	<i>Coliformes</i>
13	Rumalda	1	$\geq 8100000$	0	0	0	0	Grampositiva	SÍ	<i>Staphylococcus Simulans</i>

Realizado por: Sasig, L., 2023

**ANEXO B. RESUMEN DE LAS VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>ÍTEM</b>	<b>N° DE VACAS</b>	<b>Porcentaje</b>
Cuartos infectados	1 cuarto	11	84,6
	2 cuartos	2	15,4
Recuento de células somáticas	$\geq 8100000$ UFC/ml	13	100
<i>Streptococcus agalactiae</i>	0 UFC/ml	10	76,9
	$\geq 300$ UFC/ml	3	23,1
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/ml	11	13
		2	0
<i>Streptococcus ambientalis</i>	0 UFC/ml	13	100
Coliformes UFC/ml	$\geq 300$ UFC/ml	11	84,6
	0 UFC/ml	2	15,4
Tinción de gram	Gramnegativa	2	15,4
	Grampositiva	11	84,6
Post tratamiento	Enferma	1	7,7
	Sana	12	92,3
Cultivo y aislamiento bacteriológico	Coliformes	2	15,4
	<i>Staphylococcus aureus</i>	3	23,1
	<i>Staphylococcus chromogenes</i>	2	15,4
	<i>Staphylococcus Simulans</i>	6	46,2

Realizado por: Sasig, L., 2023



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 12 / 10 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Leonela Aracely Sasig Tamayo
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Zootecnia
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Zootecnista
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
Ing. Cristhian Fernando Castillo

