



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PREVALENCIA DE MASTITIS EN EL GANADO VACUNO DEL
CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Médica Veterinaria

Autora:

Toscano Baño Ana Cristina

Tutor:

Quishpe Mendoza Xavier Cristóbal

LATACUNGA – ECUADOR


AGOSTO-2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Toscano Baño Ana Cristina, con cédula de ciudadanía No. 0550383244, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“PREVALENCIA DE MASTITIS EN EL GANADO VACUNO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, siendo el Dr. Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza, Mg. Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 24 de julio del 2025



Ana Cristina Toscano Baño
C.C: 0550383244
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TOSCANO BAÑO ANA CRISTINA**, identificada con cédula de ciudadanía 0550383244 de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado, “**PREVALENCIA DE MASTITIS EN EL GANADO VACUNO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2021- Agosto 2021

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2025

Tutor: Dr. Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza, Mg.

Tema: “**PREVALENCIA DE MASTITIS EN EL GANADO VACUNO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 24 días del mes de julio del 2025.



Ana Cristina Toscano Baño
LA CEDENTE

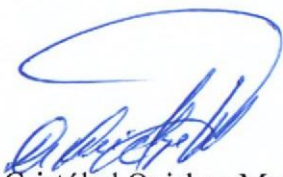
Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“PREVALENCIA DE MASTITIS EN EL GANADO VACUNO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, de Toscano Baño Ana Cristina de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 24 de julio del 2025



Dr. Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza, Mg.

C.C: 0501880132

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

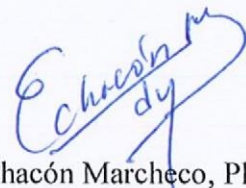
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Toscano Baño Ana Cristina, con el título del Proyecto de Investigación: “PREVALENCIA DE MASTITIS EN EL GANADO VACUNO DEL CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 24 de julio del 2025



Dra. Nancy Margoth Cueva Salazar, Mg.
C.C: 0501616353
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



DMV. Edilberto Chacón Marcheco, PhD.
C.I: 1756985691
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Lucia Monserrat Silva Deley, Mg.
C.C: 0602933673
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la salud y las oportunidades brindadas a mí y a todos los que amo.

A mi familia porque a pesar de los momentos malos, siempre hay una luz al final del día.

A mi hermana Salomé porque siempre me apoyo en cada locura que se me ocurría, porque a pesar de las diferencias siempre estuvo ahí para escucharme, aconsejarme, darme un abrazo cuando más sola me sentía o simplemente hacerme compañía.

A mi abuelo Jaime Baño porque incluso antes de ingresar a la carrera él siempre me apoyo y fue el primero en creer en mí, en motivarme, apoyarme y alegrarse porque su nieta escogió esta carrera.

A mi abuela Rosario Chancusig, por su crianza, por ser un modelo de humildad y valores para mí.

A todas mis mascotas, que sin saberlo con su simple existencia me salvaron cada día, y aunque algunos partieron, dejaron una huella inolvidable en mí.

A todas las personas que creyeron en mí, que sin conocerme bien me dieron palabras de aliento, y me motivaron incluso cuando yo pensé en rendirme.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por darme la oportunidad de conocer personas increíbles, por formarme y hacerme fuerte.

Ana Cristina Toscano Baño.

DEDICATORIA

A mi abuelo Gonzalo Toscano, que siempre tenía un abrazo y una historia para mí, y a pesar de que a media carrera dejó de acompañarme físicamente, siempre sentí ese calor que sentía cada vez que me abrazaba, y sé que él nunca me abandono, ni lo hará a lo largo del camino de mi vida.

A mi abuelo Jaime Baño, que siempre tuvo tiempo para escucharme cada que hablaba de algo nuevo que aprendí, que sin pensarlo me confiaba sus vacas y siempre me preguntaba cómo me iba en la universidad, gracias por su amor incondicional.

A Ramón, mi fiel compañero canino, que en cada regreso siempre me recibía con emoción y felicidad e hicieron mis días más llevaderos.

Ana Cristina Toscano Baño

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “PREVALENCIA DE MASTITIS EN EL GANADO VACUNO DEL
CANTÓN LATACUNGA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

Autora:

Toscano Baño Ana Cristina

RESUMEN

Determinar la prevalencia de mastitis en el ganado vacuno, es de gran importancia para tomar medidas preventivas, el presente estudio se realizó con el objetivo de determinar la prevalencia y el tipo de mastitis en el ganado vacuno, de las principales parroquias productoras de leche del cantón Latacunga. Se muestrearon 270 vacas en producción, mediante el California Mastitis Test para la detección de mastitis subclínica y el examen físico para la detección de mastitis clínica, además se recolectaron muestras de leche con trazas de 2 (++) o 3 (+++) para el cultivo en el laboratorio, así mismo se realizó la prueba de chi-cuadrado para determinar si existe una relación significativa entre los factores de manejo y la presencia de mastitis. Se evidenció una alta prevalencia de mastitis en las vacas de las parroquias, así también se apreció mayor afectación en el cuarto posterior izquierdo, de la misma manera la bacteria más frecuentemente aislada fue *Staphylococcus spp*, seguido por *Streptococcus spp*. y *Echerichia coli*, en cuanto a la prueba de chi-cuadrado los resultados arrojaron una relación significativa entre algunos factores de manejo y la presencia de mastitis en el ganado vacuno. En virtud de los resultados obtenidos, la mastitis en el ganado vacuno, en especial la mastitis de tipo subclínico se impulsa por los deficientes factores de manejo, los cuales incluyen una mala higiene e incumplimiento de las buenas prácticas de ordeño.

Palabras clave: ganado vacuno, Latacunga, mastitis subclínica, mastitis clínica, cultivo de leche, California Mastitis Test, factores de manejo, prevalencia.

TECHNICAL UNIVERSITY'S OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: “PREVALENCE OF MASTITIS IN CATTLE OF LATACUNGA CANTON
IN THE PROVINCE OF COTOPAXI”**

Author:
Toscano Baño Ana Cristina

ABSTRACT

Determining the prevalence of mastitis in cattle is very important for implementing preventive measures. The present study was conducted with the objective of determining the prevalence and type of mastitis in cattle from the main milk-producing parishes of Latacunga canton. A total of 270 lactating cows were sampled using California Mastitis Test for detecting subclinical mastitis and a physical examination for clinical mastitis detection. Additionally, milk samples with traces of 2 (++) or 3 (+++) were collected for laboratory culture. A chi-square test was also performed to determine if there is a significant relationship between management factors and the presence of mastitis. A high prevalence of mastitis was observed in cows from the parishes. The left rear quarter of the udder was found to be more frequently affected. The most frequently isolated bacteria was *Staphylococcus* spp., followed by *Streptococcus* spp., and *Escherichia coli*. The chi-square test results showed a significant relationship between certain management factors and the presence of mastitis in cattle. Based on the results obtained, mastitis in cattle, especially subclinical mastitis, is driven by poor management factors, which include poor hygiene and failure to comply with good milking practices.

Keywords: cattle, Latacunga, subclinical mastitis, clinical mastitis, milk culture, California Mastitis Test, management factors, prevalence.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
------------------------------	----

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
<i>AGRADECIMIENTO</i>	vii
<i>DEDICATORIA</i>	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
1.INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.	3
3.1 Directos	3
3.2 Indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:	3
5. OBJETIVOS:	5
5.1 General.....	5
5.2 Específicos	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7

7.1 Glándula Mamaria	7
7.2.	Morfología
.....	8
7.2.1. Estructura externa	8
7.2.2. Estructura interna	9
7.3. Desarrollo de la glándula mamaria	10
7.1.1. Lactogénesis	11
7.1.2. Galactopoyesis	11
7.4. Calostro	12
7.4.1. Tipos de inmunoglobulinas	12
7.5. Hormonas	13
7.5.1. Prolactina	13
7.5.2. Somatotropina	13
7.5.3. Oxitocina	13
7.5.4. Glucocorticoides	14
7.6. Flujo sanguíneo mamario	14
7.7. Tipos de mastitis	14
7.8. Clasificación de la mastitis de acuerdo al grado de inflamación	15
MASTITIS	CLÍNICA
.....	15
7.8.1. Etiología	15
7.9. Factores de riesgo asociados a la mastitis	18
7.9.1. Factores de manejo	18
8. HIPÓTESIS	19
8.1 Hipótesis alternativa	19
8.2 Hipótesis nula	20
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20

9.1 Descripción del área de estudio	20
9.2 Diseño del estudio	21
9.3. Técnicas de investigación	21
9.3.1. Técnica cuantitativa	21
9.4. Instrumentos de investigación	22
9.4.1. Examinación visual	22
9.4.2. Aplicación del California Mastitis Test	22
9.4.3. Encuesta relacionada a los factores de riesgo	23
9.5. Tamaño de la muestra	23
9.5.1. Metodología diagnóstica	24
9.5.2. Toma de muestras	25
9.5.3. Análisis de Datos	25
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
10.1. Prevalencia general de mastitis en el ganado vacuno	26
10.1.1. Prevalencia total de cuartos mamarios.	27
10.1.2. Prevalencia de cuartos mamarios individuales	28
10.2. Análisis del cultivo	29
10.3. Asociación entre los factores de riesgo en el manejo y la presencia de mastitis bovina.	30
10.4. Buenas prácticas para el control y prevención de mastitis	31
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	33
11.2. Impacto social	33
12. CONCLUSIONES	33
13. RECOMENDACIONES	34

14. BIBLIOGRAFÍA	35
------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados en la investigación.	6
Tabla 2 Interpretación de resultados de la prueba de CMT.	23
Tabla 3 Distribución de muestras por parroquias.	24
Tabla 4 Distribución de animales positivos y negativos a mastitis, según factores de riesgo respecto al manejo de los mismos.	30

ÍNDICE DE FIGURAS Latacunga ¡Error! Marcador no definido.

Figura 2 Distribución de los resultados obtenidos en la investigación	26
Figura 3 Prevalencia total de cuartos mamarios bovinos	27
Figura 4 Prevalencia de cuartos mamarios individuales de los bovinos	28
Figura 5 Resultados del cultivo bacteriano de muestras de leche bovina	29

Figura 1 distribución geográfica de las parroquias en estudio, pertenecientes al cantón

1.INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “Prevalencia de mastitis en el ganado vacuno en el cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi”.

Fecha de inicio: Abril del 2025 **Fecha**

de finalización: Junio del 2025

Lugar de Ejecución:

Provincia: Cotopaxi

Cantón: Latacunga

Parroquias: Mulaló, Toacaso, Pastocalle, Belisario Quevedo y Guaytacama.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Carrera de Medicina Veterinaria.

Equipo de Trabajo:

Ana Cristina Toscano Baño (Anexo 1)

Dr. Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza, Mg. (Anexo 2)

Área de conocimiento: Agricultura - Veterinaria.

Línea de Investigación: Salud animal

Sub líneas de investigación científica: Microbiología, Parasitología, Inmunología y Sanidad animal.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se realiza con el fin de generar una base de datos que sirva como partida y posea información actualizada sobre la prevalencia de mastitis en el ganado bovino de las cinco principales parroquias productoras de leche del cantón Latacunga. Zona que se caracteriza por dedicarse en su mayoría a la producción lechera, por ello evaluar la frecuencia de mastitis en el ganado lechero es crucial por las significativas implicaciones en la producción, economía, salud animal y salud pública (1) . Además, la mastitis constituye una de las causas más importantes de pérdidas económicas en la industria láctea global, con prevalencias superiores al 20% (2).

Esta problemática representa un riesgo crítico no solo por la disminución en la producción, sino también que debido a la aplicación de tratamientos ineficaces la leche puede tener residuos de antibiótico, lo que la convierte en nociva para el consumo humano, y conlleva al descarte total de la producción, lo que consecuentemente, genera grandes pérdidas económicas (3,4).

Determinar el tipo de mastitis y el agente etiológico que más afecta al predio de los pequeños y medianos ganaderos de las principales parroquias productores de leche del cantón Latacunga, es un factor clave para sugerir un tratamiento efectivo, disminuir los costos y el periodo de recuperación del animal, así también evitar la resistencia hacia los antibióticos, mejorar la producción y calidad de leche, y con ello la rentabilidad del pequeño y mediano productor de las distintas parroquias (5,6) .

Actualmente en las parroquias mencionadas pertenecientes al cantón Latacunga no se han realizado estudios para determinar la prevalencia de mastitis, reflejando un vacío de información y datos necesarios para abordar de forma eficaz esta problemática.

La finalidad principal de este proyecto de investigación es generar conocimiento específico acerca de la frecuencia de mastitis en esta área e identificar los patógenos y su asociación con los factores de manejo, lo que, desde un enfoque teórico, el estudio aportara conocimiento sobre los microorganismos predominantes y acciones que motivan la prevalencia de mastitis.

El impacto del estudio será valioso para la mejora del bienestar animal, la salud pública, rentabilidad en producciones ganaderas, y a su vez fortalecerá el vínculo entre los ganaderos de las distintas parroquias y los servicios veterinarios.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

3.1 Directos

- Ganaderos de las cinco principales parroquias productoras de leche del cantón Latacunga.

3.2 Indirectos

- Ganaderos del cantón Latacunga.
- Personas que deseen conocer información y continúen realizando investigaciones.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La mastitis es una enfermedad multifactorial que puede encontrarse en su estado clínico o subclínico, en el ganado bovino la mastitis de tipo clínico produce inflamación, dolor, enrojecimiento y tumefacción en la ubre, de la misma manera es capaz de producir síntomas sistémicos como el aumento de la temperatura rectal, letargo, y anorexia, a nivel mamario altera la actividad metabólica de las células productoras de leche, reduciendo la producción y modificando la composición de la leche (presencia de coágulos, cambios de coloración y aumento de células somáticas), en los casos graves llega a causar daño tisular irreversible, fibrosis, atrofia del tejido mamario, abscesos, en caso de no ser tratada puede volverse crónica y llevar al destacarte del animal, por otra parte la mastitis de tipo subclínico no presenta síntomas aparentes, sin embargo se refleja la disminución de la producción láctea y la deficiencia en su calidad (7,8).

A nivel mundial la mastitis en el ganado vacuno supera el 20-50% de prevalencia en los diferentes sistemas de producción, en Estados Unidos al menos el 99,7% de los predios han reportado al menos un caso de mastitis (9).

En América Latina, México ha indicado una prevalencia de mastitis del 69-72%. En Argentina, se ha reportado una incidencia del 53.9%, demostrando que, la mastitis en bovinos destaca como una de las enfermedades más significativas en la ganadería (10).

En Ecuador, la prevalencia promedio nacional de mastitis subclínica en el ganado bovino oscila entre el 35% y el 66% variando según las condiciones de manejo de cada zona (11). En la comunidad de Tilivi perteneciente a Cotopaxi, se reporta una prevalencia del 86% de mastitis, sin embargo, no existen datos específicos que reporten la prevalencia de mastitis a nivel de la provincia de Cotopaxi o del cantón Latacunga.

En la actualidad existen métodos de diagnóstico accesibles y eficaces para la mastitis, como el California Mastitis Test (CMT), la prueba de la escudilla de ordeño (pañero negro o taza probadora), el cultivo microbiológico en el laboratorio, papel indicador de mastitis, cámaras de calor y el contador de células somáticas (12,13). Sin embargo, la implementación rutinaria es insuficiente, lo que limita el control efectivo y oportuno de la enfermedad.

En este contexto, la mastitis en el ganado bovino lechero tiene un impacto significativo y diverso, afectando la salud y el bienestar animal, además, incide directamente en la rentabilidad de los pequeños productores ya que se estima una pérdida del 30% de producción por cuarto mamario, evidenciándose reducción en la producción láctea, los gastos asociados a tratamientos y el descarte de leche (por la alteración de su calidad y residuos de antibióticos)(14). también, la falta de un diagnóstico temprano permite que los animales afectados se conviertan en focos de infección persistentes, diseminando la enfermedad al resto del hato. Particularmente, la mastitis subclínica representa el mayor desafío y peligro debido a que no presenta signos clínicos evidentes. Esta forma silenciosa de la enfermedad deteriora significativamente la calidad fisicoquímica de la leche, incrementando el recuento de células somáticas y la carga microbiana, lo que no solo desmejora la calidad para el consumo y la industria, sino que puede llevar al rechazo total de la producción y, consecuentemente, a mayores pérdidas económicas (15).

5. OBJETIVOS:

5.1. General

Determinar la prevalencia de mastitis en el ganado vacuno del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi, mediante la aplicación del California Mastitis Test (CMT) para detectar casos subclínicos, junto con la inspección visual directa para identificar mastitis clínica, con el fin de evaluar el estado sanitario de los bovinos, y diseñar recomendaciones de control sanitario.

5.2. Específicos

- Determinar la prevalencia de mastitis clínica y subclínica en las vacas lecheras de las principales parroquias productoras del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.
- Identificar los principales agentes etiológicos bacterianos asociados a los casos de mastitis mediante cultivo y análisis microbiológicos en el laboratorio.
- Determinar la relación entre la prevalencia de mastitis en el ganado vacuno y los factores de manejo asociados.
- Formular recomendaciones de manejo control y prevención de la mastitis basándose en los resultados obtenidos.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados en la investigación.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADOS	MEDIO DE VERIFICACIÓN
----------	-----------	------------	-----------------------

Determinar la prevalencia de mastitis clínicas y subclínica en las vacas lecheras de las principales parroquias productoras del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.	Muestreo, observación visual, y aplicación del CMT en el ganado bovino de las distintas parroquias del cantón Latacunga.	Se obtuvo una prevalencia de mastitis del 49.6%, donde el 38.1% corresponde a mastitis subclínica y el 11.4% a mastitis clínica.	Elaboración de un informe
Identificar los principales agentes etiológicos bacterianos asociados a los casos de mastitis mediante cultivo y análisis microbiológicos en el laboratorio.	Recolección de 20 muestras de leche que presentaron una traza de entre 2++ o 3+++ en los diferentes sectores.	Se identificaron las siguientes bacterias: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Staphylococcus spp.</i> • <i>Streptococcus spp.</i> • <i>Escherichia coli.</i> • <i>Staphylococcus aureus.</i> 	Informe del laboratorio.
Determinar la relación entre la prevalencia de mastitis en el ganado vacuno y los factores de manejo asociados.	Aplicación de encuesta a los ganaderos, sobre los factores de manejo.	Mediante la prueba de Chi cuadrado se evidencio, la asociación significativa entre los factores de manejo, con la presencia de mastitis: Despunte de pezones (p=0.011), secado de la ubre (p= < 0.001), sellado de los pezones (p=0.0001.) y la higiene general (p= 0.73).	Informe de base de datos de los factores de manejo.
Formular recomendaciones de manejo, control y prevención de la mastitis basándose en los resultados de la prevalencia e identificación de agentes etiológicos y factores de manejo asociados.	Recopilación de datos sobre la prevalencia de mastitis y los factores de manejo.	Mayor relación con deficientes prácticas de manejo.	Manual de buenas prácticas de manejo y creación de un tríptico.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Glándula Mamaria

La glándula mamaria se define como un órgano complejo que poseen los mamíferos y que cumple con la función principal de la síntesis y producción de leche para nutrir a sus crías y garantizar la supervivencia de su especie (15) .

En el ganado bovino a la glándula mamaria comúnmente se le conoce como ubre, es una glándula sudorípara apocrina modificada y diseñada para aprovechar los nutrientes de la sangre del sistema digestivo o movilizar reservas para sintetizar y producir leche, está cubierta externamente por una piel suave con vellos finos que cubren completamente la glándula mamaria, excepto los pezones (16).

La ubre posee cuatro glándulas de origen dérmico mismas que se encuentran relativamente cerca, pero están separadas por membranas específicas conocidas como pezones o cuartos, estos dividen las glándulas anteriores (tanto izquierda y derecha) de las posteriores (izquierda y derecha) (17). Cada glándula cuenta con un sistema de tuberías que transporta la leche al seno lactífero glandular, es por ello que la leche que se sintetiza en una glándula no puede pasar a otra de las cuatro glándulas (18).

Las glándulas anteriores y posteriores se encuentran sostenidas por el ligamento suspensorio medio, compuesto por tejidos fibrosos y que une la ubre a la pared abdominal (pues está colgado del hueso pélvico) y el ligamento suspensorio lateral compuesto por tejido conectivo el cual posee menos elasticidad, no obstante, la glándula mamaria también se encuentra adherida al esqueleto y a los músculos, de forma habitual las glándulas posteriores son de mayor tamaño en comparación con las glándulas anteriores, y contienen entre 25-50 % más de tejido secretor por lo que estas llegan a producir alrededor del 60% del total de la leche secretada (14,19).

La ubre de la vaca pesa diferente según su edad, tiempo de lactancia, leche producida y su genética; una vaca altamente lechera puede almacenar 20 kg de leche por ordeño y llegar a pesar hasta 50 kilogramos, por otro lado, una ubre vacía puede pesar entre 11 y 25 kilogramos, dependiendo de los factores antes mencionados. Sin embargo, no hay relación entre el peso de la glándula y su habilidad para la producción de leche debido a que la relación del parénquima con el estroma varía dependiendo del peso y la edad de la vaca (17,20).

7.2. Morfología

La glándula mamaria está localizada en la región inguinal entre las patas traseras de la vaca, tiene una sección externa (sistema de soporte) y una interna (estroma y parénquima) (15).

7.2.1. Estructura externa

Por su parte, el soporte de la ubre se compone de 7 elementos.

- a) El epitelio mamario que proporciona protección, sujeción y estabilidad a la ubre, y que forma la capa superficial que recubre y protege tejidos internos, además también participa en la resistencia mecánica frente a las presiones externas durante la lactancia. adyacente a este, el cordón areolar, es un tejido conectivo denso que rodea y proporciona sostén a los conductos galactóforos y los alveolos mamarios, estructuras esenciales para la producción y conducción de la leche, asegurando su integridad y distribución óptima dentro de la glándula (21).
- b) El tejido areolar subcutáneo, o fascia superficial, cumple la función de anclar la piel a los tejidos profundos adyacentes, proporcionando una conexión firme pero flexible que permite cierta movilidad de la piel sobre la ubre sin perder estabilidad ni comprometer la circulación sanguínea ni linfática, esenciales para la nutrición y salud del tejido mamario (22).
- c) Ligamento lateral suspensorio, originado del tendón subpélvico, se extiende por encima y por debajo de la ubre en ambos lados (17,23). Este ligamento presenta fibras que penetran el tejido glandular conectándose con la red intersticial, lo que permite no solo sostener el peso de la ubre sino también distribuir las tensiones durante los movimientos del animal y la producción láctea, ayudando así a prevenir lesiones y desplazamientos indeseados (24).
- d) El tendón subpélvico es la estructura principal que origina y mantiene los niveles tanto superficiales como profundos de los ligamentos laterales, funcionando como un punto anclaje que transfiere la fuerza y ayuda a mantener la ubre en su posición anatómica correcta (21).
- e) El ligamento suspensorio medio, se conforma por un par de láminas elásticas de coloración amarillenta, mismas que tienen su origen en la pared abdominal y se unen en el centro, formando la separación de la ubre. De manera similar, este ligamento asiste a la ubre en conservar un balance adecuado y también contribuye a su sujeción (19).

7.2.2. Estructura interna

- a) Tejido secretor (parénquima), es el tejido funcional de la glándula mamaria, se separa en pequeños lóbulos por septos interlobulares, hechos de tejido conectivo con grasa, abundante en colágeno y fibras elásticas. Además, los septos tienen mucha cantidad de vasos sanguíneos, linfáticos y nerviosos (25).

- b) Los lóbulos glandulares se integran por lobulillos que a su vez también se dividen por septos, los lobulillos se forman por grupos de aproximadamente 150 -220 alvéolos que se disponen en racimos y están sostenidos por un estroma (21).
- c) Los alveolos son estructuras esféricas compuestas mediante una capa de células epiteliales que secretan leche (lactocitos o exocrinocitos lácteos) que rodean al lumen. Así mismo los alveolos están rodeados de por una red de capilares sanguíneos desde donde extraen nutrientes necesarios para la síntesis de leche (26).

Los alvéolos del lobulillo expulsan leche hacia ductos intralobulillares, que conducen a un espacio central, del cual emergen ductos interlobulillares que se combinan para formar un ducto intralobular, que al abandonar el lóbulo se denomina interlobular y llega a la cisterna glandular. Estos tubos pueden unirse directamente al seno glandular o a otras canalizaciones colectoras antes de ingresar al seno. El canal galactóforo es un espacio ubicado en la base del pezón, creada por las terminaciones de los ductos principales, puede almacenar de 100 a 400 gramos de leche (20,27).

- d) Cisternas: cada cuarto tiene dos cisternas, la de la glándula y la del pezón, ambas realizan la función de almacenar la leche entre ordeños (17).
- e) Pezones: El pezón alberga el seno lactífero papilar (seno del pezón) que se sitúa bajo el seno glandular lactífero, siendo continuos; entre ellos existe una constricción circular denominada pliegue anular o escotadura cricoidea, que contiene una red de vasos venosos, linfáticos y fibras musculares. La pared del pezón, en contraste, se compone de múltiples capas: epidermis (epitelio plano estratificado), dermis, músculo, tejido conjuntivo y mucosa. El conducto lácteo se abre al exterior por un orificio llamado conducto estriado, ducto papilar o meato del pezón, que se abre al presionar el pezón durante el ordeño; la punta del pezón actúa como barrera mecánica mediante queratinización y células subepiteliales. La protección se intensifica cerca del conducto estriado, siendo crucial para evitar mastitis(19).

7.3. Desarrollo de la glándula mamaria

En el bovino, la formación de la glándula mamaria conocida también como mamogénesis comienza en la etapa fetal y continua hasta la primera lactancia.

- Fase fetal: el desarrollo de la ubre comienza desde el ectodermo, desde el día 35 las líneas mamarias son visibles y se componen de múltiples capas celulares que provienen del estrato germinativo o de Malpighi, estas generan los senos lactíferos mamarios,

cerca del segundo mes de gestación comienzan a aparecer las líneas mamarias y los brotes primarios (dos botones mamarios por cada línea, formando las glándulas frontales y traseras de cada lado de la ubre), al inicio del tercer mes, la glándula mamaria crece de 2 a 4 veces más que el resto del cuerpo hasta la pubertad, y también se inicia la formación del seno lactífero del pezón y de la glándula; adicionalmente, el sistema excretor se culmina al final del segundo trimestre de vida fetal, y para el nacimiento la ternera presenta una estructura rudimentaria con una cisterna y un sistema de conductos primarios, aunque sin alvéolos funcionales. La glándula mamaria se desarrolla más durante los primeros 6 meses de gestación (28,29).

- Fase prepuberal: Durante esta etapa, la glándula mamaria se expande isométricamente (al mismo tiempo que el cuerpo), su crecimiento es por el aumento de tejido conjuntivo y grasa, sin embargo, también se observa un crecimiento del tejido secretor (25).
- Fase postpuberal: Al comenzar el ciclo estral, el crecimiento de la glándula mamaria se vuelve alométrico, gracias a hormonas ováricas: estrógenos (que fomentan la proliferación y ramificación de los conductos), progesterona (que estimula el desarrollo de lobulillos y alvéolos primarios), hormona del crecimiento, prolactina e insulina (19).
- Fase de gestación: en esta etapa ocurre la fase más importante de la mamogénesis, debido a que durante la preñez el parénquima mamario prolifera masivamente, se sabe que en el quinto mes se forman los lóbulos y al final del sexto mes hay un notable crecimiento lóbulo-alveolar, así como el crecimiento del seno lactífero glandular. Este desarrollo se lleva a cabo gracias a hormonas como: estrógenos, progesterona, prolactina, somatotropina, y corticoides adrenales (25).
- Fase de lactancia e involución: después del parto empieza la lactogénesis (secreción de leche) por lo hay un desarrollo extra de la glándula, pero al final de la lactancia, la glándula mamaria pasa por el proceso de involución, por medio del cual las células secretoras se destruyen y mueren (se eliminan a través de la leche) y el tejido es reabsorbido, y la glándula se prepara para el siguiente ciclo (19).

7.3.1. Lactogénesis

Es la modificación que sufre la glándula mamaria y que permite el inicio de la lactación, e incluye la transformación de un epitelio no secretor (de una vaca seca) en un epitelio secretor, este proceso es controlado por hormonas sistémicas y factores de crecimiento locales (21).

Las hormonas que regulan el crecimiento del lóbulo alveolar incluyen: progesterona, estrógeno, corticoides, prolactina, HC, insulina y hormonas tiroideas; los factores de crecimiento son IGF I, IGF II, EGF, FGF y factor de transformación Beta, mismos que permiten el mantenimiento y la producción láctea (30).

7.3.1.1. Fases de la lactogénesis

- Estadio I o calostrogénesis: la secreción de calostro coincide con la absorción de las inmunoglobulinas provenientes de la sangre materna, en el ganado bovino esta etapa puede comenzar hasta tres meses antes del parto (25).
- Estadio II: la leche ya posee ya posee todos sus componentes y la secreción es abundante, en el ganado bovino esta etapa puede comenzar alrededor del día 4 o 5 después del parto (31).

Durante la lactogénesis la secreción de leche se controla a través de hormonas lactogénicas, al igual que la prolactina y la hormona del crecimiento son fundamentales para el cambio a la glándula mamaria en la lactancia (21).

Investigaciones detallan que la lactogénesis comienza aproximadamente a la mitad del embarazo, donde se desarrolla el crecimiento y diferenciación celular epitelial, así como la diferenciación bioquímica y estructural celular que producen lactosa (32).

Por otro lado, en la segunda fase, inmediatamente tras el parto la producción de leche aumenta y la P4 baja. De igual manera, cuando la P4 no está activa, la actividad metabólica de la ubre se eleva y comienza a generar los nutrientes lácteos (30).

7.3.2. Galactopoyesis

Es la etapa de la lactancia o periodo de lactancia que inicia luego que concluye que la Lactogénesis II concluye con la regresión de la glándula mamaria. Esta etapa presenta variaciones en el volumen y la composición de la leche, incluyendo caseínas y lactoglobulinas (33).

Se distingue por la velocidad de producción y liberación a través de factores hormonales (hormonas que actúan a nivel sistémico), paracrinós (sustancias que actúan en las células cercanas dentro de la misma glándula) y autocrinos (sustancias producidas por las propias células e la glándula que actúan sobre ellas mismas) debido a la producción de hormonas galactopoyéticas y la expulsión de leche. Esta regulación endocrina necesita la colaboración

entre la adenohipófisis y las hormonas galactopoyéticas (prolactina, hormona del crecimiento, lactógeno placentario, glucocorticoides, hormonas tiroideas, esteroides ováricos, insulina y oxitocina) (34).

7.4. Calostro

El calostro es la primera leche materna, densa y amarilla o rosa, posee 60 veces más inmunoglobulinas, 2 veces más sólidos y energía, 100 veces más vitamina A, y 6 veces más minerales que la leche normal, y generalmente se produce durante 4 o 5 días después del parto (35).

Cuando se da el parto los niveles de progesterona disminuyen y este evento junto con la aparición de la prolactina, glucocorticoides y lactógeno placentario, estimulan el comienzo de la lactancia (31).

El calostro le provee al ternero de grasas y lactosa, proteínas, vitaminas y minerales, apoyando sus funciones metabólicas, crecimiento y desarrollo inmunológico. Asimismo, el calostro es abundante en inmunoglobulinas o anticuerpos (de la sangre o producidos por células plasmáticas) que neutralizan y eliminan bacterias o cuerpos extraños que pudieron invadir al neonato al nacer, así como células inmunitarias (células B, CD, macrófagos y neutrófilos) (35).

7.4.1. Tipos de inmunoglobulinas

En el calostro existen tres tipos de inmunoglobulinas:

- IgG: deriva de la sangre, su función principal es reconocer y ayudar a eliminar patógenos invasores, estas pueden trasladarse fuera del flujo sanguíneo y moverse a otras partes del cuerpo donde colaboran en la identificación del patógeno, cabe destacar que el calostro contiene entre el 70-80% de inmunoglobulinas G (36).
- IgM, y IgA: se encuentran en el calostro entre un 10-15% cada una, son producidas debido a los plasmocitos en la glándula mamaria; las IgM actúan como anticuerpos iniciales en septicemia o presencia de invasores bacterianos, por otro lado, las IgA actúan protegiendo las mucosas, como la del intestino (adhiriéndose a él) para evitar la invasión de patógenos que causen alguna enfermedad(35).

7.5. Hormonas

7.5.1. Prolactina

Es una hormona proteica su función es crucial para la producción de leche por lo que interviene en la mamogénesis, lactogénesis y la galactopoyesis, se genera y se libera por las células lactóforas de la adenohipófisis que experimentan hiperplasia e hipertrofia durante la lactancia. La prolactina se guarda en gránulos citoplasmáticos hasta que se libera al torrente sanguíneo y después unirse a los receptores del lactocito (37).

Durante la gestación los niveles de prolactina aumentan significativamente, lo que prepara a la glándula mamaria para la lactancia, sin embargo, la acción más significativa de la prolactina ocurre inmediatamente después del parto debido a que el descenso de la progesterona permite que la prolactina actúe directamente sobre las células epiteliales de los alveolos mamarios (lactocitos), incitando la síntesis de todos los componentes de la leche(25,37).

7.5.2. Somatotropina

La hormona del crecimiento es una hormona peptídica liberada por la adenohipófisis, esta hormona desempeña un papel fundamental en la producción láctea, sin embargo, la acción de la somatotropina es indirecta y metabólica, debido a que se encarga de movilizar los recursos energéticos redirigiendo nutrientes (alterando el metabolismo hepático y adiposo, pero sin comprometerlo) hacia la glándula mamaria para que estén disponibles para la síntesis de leche (38).

7.5.3. Oxitocina

La oxitocina también es una hormona peptídica, pero esta se sintetiza en el hipotálamo y es liberada por la neurohipófisis, cumple con la función principal de provocar la eyección de leche o también denominada bajada de leche. Esto ocurre debido a los estímulos que reciben los cuartos de la ubre cuando el ternero succiona o se lleva a cabo el ordeño, ya sea manual o mecánico, pues este estímulo envía señales neuronales al cerebro, lo que provoca la secreción de oxitocina en la sangre. La oxitocina se une a receptores en células mioepiteliales de la glándula mamaria, provocando su contracción y, así la expulsión de leche del lumen alveolar a los conductos más grandes y las cisternas(39).

7.5.4. Glucocorticoides

Los glucocorticoides son hormonas esteroidales generadas por la corteza suprarrenal que ayudan en la regulación y mantenimiento de la lactancia; además, son esenciales para la

completa diferenciación de células epiteliales de la mama y para inducir la síntesis de enzimas clave que están involucradas en la producción de leche (40).

7.6. Flujo sanguíneo mamario

La glándula mamaria es un órgano altamente vascularizado y su eficiencia está ligada al suministro de sangre, debido a que suministra todos los precursores necesarios para la síntesis de leche como; nutrientes (glucosa, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales), oxígeno, hormonas (prolactina, hormona del crecimiento, oxitocina, etc.), y agua, se estima que para que la vaca produzca 1 litro de leche, debe circular entre 400 y 500 litros de sangre a través de la glándula mamaria (41).

7.7. Tipos de mastitis

La mastitis se categoriza principalmente por la existencia o falta de síntomas clínicos, la duración de la infección y el modo de transmisión de los patógenos.

Clasificación

- **Mastitis clínica:** La mastitis clínica se define por la inflamación de la glándula mamaria, presentando síntomas visibles en la ubre (signos cardinales de inflamación, induración de los cuartos afectados) como en la leche (cambios macroscópicos como: leche muy acuosa, grumosa, con coágulos de pus o sangre, o de secreción purulenta o maloliente), por lo cual su detección se facilita para el productor, así mismo se pueden evidenciar signos sistémicos como: fiebre, depresión, anorexia, deshidratación, y letargo (42).
- **Mastitis subclínica:** La mastitis subclínica es la variante más común y cara de la enfermedad mamaria en el ganado bovino, las vacas afectadas son portadoras constantes de infección. La mastitis subclínica no muestra señales visibles de inflamación en la ubre o en la leche, que mantiene su apariencia normal, pero internamente la glándula está afectada por inflamación, impactando gravemente el potencial de producción (volumen y calidad) de leche, ya que se reduce entre un 10-30% por cuarto afectado (43,44).

7.8. Clasificación de la mastitis de acuerdo al grado de inflamación

MASTITIS CLÍNICA

- Mastitis clínica subaguda: se caracteriza por una severidad moderada y alteraciones menores en la leche, así también se aprecia inflamación leve y sensibilidad al tacto en los cuartos afectados (26).
- Mastitis clínica aguda: aparece repentinamente y se acompaña de signos locales como enrojecimiento en la ubre, hinchazón evidente, dolor y endurecimiento en ubre y pezones, asimismo, La leche muestra un aspecto purulento, seroso o con sangre y la producción se reduce considerablemente. Sumado a ello, la vaca puede mostrar síntomas sistémicos como debilidad, diarrea, pulso rápido, temblores y depresión generalizada (21).
- Mastitis clínica hiperaguda: de desarrollo extremadamente rápido y devastador, muestra todos los signos de la mastitis clínica aguda junto a una grave depresión, fiebre, shock, fibrosis mamaria, sepsis, carencia de coordinación, extremidades frías, diarrea y deshidratación severa (26).
- Mastitis clínica crónica: aparecen signos clínicos intermitentes y recurrentes, conlleva un desarrollo progresivo de tejido cicatricial dentro de la glándula conduciéndola a una reducción permanente e irreversible de la capacidad de producción láctea del cuarto afectado (42).

7.8.1. Etiología

La mastitis en bovinos puede ser causada por varios microorganismos, por lo que se han identificado más de 200 diferentes capaces de causar inflamación en la glándula mamaria, los cuales se dividen en cuatro grupos: contagiosos, ambientales, oportunistas y otros (45).

- a) Microorganismos contagiosos: estos patógenos residen principalmente en la glándula mamaria en vacas infectadas y su transmisión puede ocurrir de animal-animal, principalmente durante el ordeño a través de fómites.
1. *Staphylococcus aureus*: Bacterias Gram positivas, coagulasa positiva, forman colonias en los conductos del pezón, por lo que estos patógenos residen principalmente en la glándula mamaria de vacas infectadas, manos del operario y equipos de ordeño, se le ha considerado como el patógeno contagioso más común en la mastitis bovina, debido a que es el responsable del 30-40% de los casos, además de que puede causar mastitis aguda, crónica o subclínica. su transmisión puede ocurrir de animal-animal, principalmente durante el ordeño a través de fómites. Provoca inflamación mamaria

- continua, con formación de abscesos internos y cicatrices, generalmente de tipo subclínico pero crónica, puede inducir apoptosis en células epiteliales mamarias, además causa un alto recuento de células somáticas y es de tratamiento muy complicado debido a la formación de focos encapsulados que limitan la efectividad antibiótica (46,47).
2. *Streptococcus agalactiae*: Bacterias Gram positivas, su único reservorio es la leche precedente de ubres infectadas, los cuartos infectados presentan un alto número de leucocitos y células somáticas, así mismo una infección subclínica se puede convertirse en crónica y ocasionar la pérdida del cuarto, generalmente se transmite durante el ordeño mediante el contacto directo con la leche y superficies contaminadas, es un patógeno clave en casos de mastitis contagiosa y en caso de detección y tratamiento temprano, presenta una buena respuesta antibiótica (21,47).
 3. *Mycoplasma bovis*: Bacteria que no presenta pared celular, tiene su reservorio en la glándula mamaria y otros tejidos de vacas infectadas, la infección por este patógeno tiene un comienzo brusco, y de rápida diseminación, caracterizándose por provocar la partición de todos los espacios, caída repentina de la producción, inflamación severa de la ubre y anomalías visibles en la leche sin indicios claros de enfermedad general, se transmite principalmente por contacto directo y a través de equipo contaminado, igualmente, los cultivos microbiológicos de leche de cuartos con síntomas clínicos suelen resultar negativos se reporta que no tiene cura eficaz (46).
 4. *Corynebacterium bovis*: Bacteria Gram positiva, tienen su reservorio en las ubres infectadas y los canales del pezón, esta bacteria provoca una infección leve y generalmente subclínica, principalmente surge cuando no se sella los pezones o cuando hay fallas en el sellado del mismo, por lo que evidencia las fallas de medidas preventivas, se produce un incremento del recuento de células somáticas de 200,000 a 4,000,000 por mililitro, la presencia de esta bacteria sirve como indicador de fallas en medidas preventivas (48).
- b) Microorganismos ambientales: patógenos que están presentes en el medio ambiente, donde se alojan las vacas, como suelos, estiércol, agua, y materiales orgánicos. los microorganismos ambientales generalmente producen menos del 5% de los casos de mastitis reportados, sin embargo, son oportunistas que invaden la glándula mamaria cuando existe una inmunodeficiencia en el animal, o cuando el animal está bajo condiciones de un confinamiento (7).

1. *Streptococcus*: Bacterias Gram positivas, su reservorio generalmente es el suelo, estiércol y también se puede encontrar en condiciones de confinamiento, las infecciones provocadas por esta bacteria son frecuentes en vacas durante el periodo seco, produce un incremento de células somáticas entre 300 000 y 2 millones de células somáticas por mililitro de leche, generalmente su presencia se asocia a malas prácticas de manejo y condiciones ambientales deficientes (49) .
2. *Coliformes*: bacterias Gram negativas que incluyen *Escherichia coli* (principalmente de origen animal), *Klebsiella pneumoniae* (asociada al suelo) y *Enterobacter aerogenes*, los cuales son omnipresentes en el ambiente de las explotaciones ganaderas, debido a que se encuentran en el estiércol, agua contaminada, suelo, materiales orgánicos, entre otros. Mayormente la infección ocurre en periodos cercanos al parto o al inicio de la lactancia donde la leche puede tener una apariencia amarillenta y acuosa con presencia de grumos, son capaces de producir mastitis clínica severa, misma que puede comprometer la salud general del animal (50,51) .

c) Microorganismos oportunistas

Organismos que habitan normalmente en la piel o el tejido sano, pero pueden causar mastitis ante ciertas condiciones.

1. *Staphylococcus coagulasa negativos* (CNS): Bacterias Gram positivas, son microorganismos que normalmente colonizan la piel y el tejido sano de los pezones, puede afectar vaquillonas antes del primer parto, causando lesiones leves, coágulos y escamas en la leche (52).

d) Otros microorganismos: las infecciones por estos microorganismos generalmente son el resultado de procedimientos inadecuados, contaminación ambiental directa o vectores mecánicos.

1. *Pseudomonas aeruginosa*: Bacteria Gram negativa, las infecciones que provoca suelen presentarse como un tipo subclínico, pero con capacidad de desarrollar manifestaciones clínicas y mostrar resistencia a las terapias antibióticas, usualmente la bacteria está presente con frecuencia en el agua contaminada, aunque también se ha detectado la presencia de esta en los selladores de pezones contaminados, en especial los formulados con compuestos de amonio cuaternario y clorhexidina, la bacteria posee una resistencia antibiótica alta, por lo que su tratamiento es muy complicado y puede generar brotes persistentes (51).

2. *Arcanobacterium pyogenes*: Bacteria Gram positiva, provoca infecciones con signos clínicos evidentes acompañados con secreciones purulentas de color verdoso y consistencia espesa, es más común en novillas y vacas secas antes del parto, se indica que la contaminación ocurre a través de vectores mecánicos (53).
3. *Nocardia spp*: Bacteria Gram positiva, la infección suele ser el resultado directo de una higiene deficiente en la punta del pezón, y produce una inflamación marcada en el cuarto infectado, así como fibrosis del tejido mamario, es capaz de producir mastitis crónica severa, con daño tisular irreversible (43).

7.9. Factores de riesgo asociados a la mastitis

7.9.1. Factores de manejo

El buen manejo del ganado incluye (43) :

- a) Higiene general: incluye la higiene de los animales (ubres y pezones), de las instalaciones (corrales, pasillos, salas de ordeño, camas), operario e instrumentos empleados para el ordeño.
 - Higiene de las instalaciones: los corrales, pasillos, salas de ordeño y áreas de descanso deben mantenerse limpios y libres de desechos o vegetación excesiva, que pueden atraer plagas y contaminantes. El diseño de las instalaciones debe facilitar el flujo adecuado de animales, personales y equipos, además de impedir la entrada de roedores, insectos o aves, también se debe realizar una buena gestión del estiércol.
 - Higiene del operador: El personal debe mantener hábitos estrictos de aseo personal, incluyendo, uso de ropa limpia exclusiva para ordeño (preferentemente blanca para facilitar la detección de suciedad), gorra, delantal y botas de hule que deben limpiarse antes y después de ordeñar.
- b) Buenas prácticas de ordeño: Las correctas técnicas de ordeño incluyen la higiene y desinfección de pezones, ordeño sereno y eficaz, sellado tras ordeño y cuidado y desinfección del equipo, además de todos los utensilios implicados en este (43,56):
 - Preparación del animal: Antes del ordeño, se debe identificar animales que requieran manejo especial, preparar adecuadamente las ubres (lavado y secado de pezones) y estimular suavemente para que salga la leche inicial y verificar si tiene grumos o signos de mastitis.

- Ordeño sereno y eficaz: El ordeño debe realizarse con calma para evitar el estrés en las vacas, Cuando se usa máquina ordeñadora, debe colocarse correctamente, manteniéndose en buen estado y aséptica de forma rutinaria. En el ordeño manual se debe impedir la contaminación con orina o materia fecal, en el ordeño manual debe impedir la contaminación con orina o materia fecal.
- Sellado post-ordeño: Inmediatamente después de retirar la máquina o terminar el ordeño manual, los pezones deben sellarse con productos aprobados para prevenir infecciones mamarias.
- Manejo de vacas enfermas: La leche de animales con mastitis o en tratamiento con antibióticos debe ser separada y descartada, ordeñándolas al final para evitar contaminación cruzada. Se recomienda realizar pruebas como el California Mastitis Test (CMT) semanalmente para monitorear la salud mamaria.

8. HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis alternativa

H1: La prevalencia de mastitis en el ganado vacuno de las principales parroquias lecheras del cantón Latacunga, están significativamente influenciada por la presencia de factores de riesgo de manejo.

8.2. Hipótesis nula

HO: La prevalencia de mastitis en el ganado vacuno de las principales parroquias lecheras del cantón Latacunga, no están significativamente influenciada por la presencia de factores de riesgo de manejo.

Con base a los resultados obtenidos y el análisis estadístico realizado, se comprobó que existe una asociación significativa entre algunos factores de riesgo relacionados con el manejo, y la presencia de mastitis en el ganado bovino, en específico con el sellado de la ubre, el secado de la ubre, y el despunte. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se valida la hipótesis alternativa, debido a que se demuestra que si existe relación entre los factores en estudio y la presencia de mastitis en el ganado de las parroquias del cantón Latacunga.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en 5 parroquias del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Ecuador. El cantón se ubica a 2,860msnm, posee una temperatura promedio de entre 8 °C a 20 °C y una precipitación anual de 500 a 1000 mm, con meses de diciembre a junio de mayor precipitación (temporada más mojada) y los meses de junio a diciembre con menor precipitación (temporada más seca), las parroquias fueron Belisario Quevedo, Guaytacama, Mulalo, Toacaso y Pastocalle, consideradas como las principales productoras de leche.



Figura 1 distribución geográfica de las parroquias en estudio, pertenecientes al cantón Latacunga.

Fuente: Mapcart (23).

9.2. Diseño del estudio

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo debido a que, está centrado en la obtención y evaluación de datos numéricos, con el fin de medir la prevalencia de mastitis y la relación con los factores de manejo. Por otro lado, es de tipo descriptivo y analítico, ya que se identificó los agentes etiológicos predominantes y también se analizó los factores de riesgo asociados a la presencia de mastitis mediante procedimientos estadísticos, así también el estudio se clasifica como de corte transversal puesto que la obtención de datos se efectuó en un periodo definido de tiempo, en el cual se muestrearon 270 vacas procedentes de diferentes predios y un total de 1080 cuartos mamarios.

9.3. Técnicas de investigación

9.3.1. Técnica cuantitativa

Se aplicaron encuestas de campo a los ganaderos de los bovinos muestreados, las encuestas incluyeron variables relacionadas con los factores de manejo, tales como la higiene general del lugar, el secado de la ubre, el despunte y el sellado después de terminado el ordeño. Las respuestas se recopilaban mediante preguntas cerradas de tipo si/no.

En total, en campo se procesaron 270 muestras procedentes de vacas de las diferentes parroquias en estudio, mediante la aplicación del California Mastitis Test para la detección de mastitis subclínica, y la observación visual para la detección de mastitis clínica respectivamente.

Los resultados obtenidos fueron organizados y analizados estadísticamente permitiendo determinar la prevalencia de mastitis, prevalencia total de cuartos mamarios, porción de cuartos mamarios afectados, y la asociación con factores de riesgo en cuanto a manejo. Adicionalmente, se recolectaron 20 muestras de leche con indicios positivos para mastitis, mismas que fueron enviadas al laboratorio para su cultivo bacteriológico, con el fin de identificar los microorganismos involucrados en los casos estudiados.

9.4. Instrumentos de investigación

9.4.1. Examinación visual

En primer lugar, se realizó un examen físico del aspecto superficial tanto de ubre como de cuartos mamarios, además se apreció algunos síntomas evidentes, así mismo se evaluó visualmente la calidad de leche, pudiéndose apreciar grumos, sangre, coloración anormal en algunas de las muestras.

9.4.2. Aplicación del California Mastitis Test

Se aplicó el CMT como método diagnóstico e instrumento de tamizaje para la detección de mastitis subclínica, debido a su rapidez y bajo costo, el CMT está compuesto principalmente por un detergente de lauril sulfato sódico, mismo que actúa lisando las membranas de las células somáticas presentes en la leche, lo que permite la liberación de su contenido interno, principalmente ADN, el CMT también se compone de un colorante indicador, como el bromocresol púrpura, mismo que permite un cambio de color, generalmente hacia tonos púrpuras.

El mecanismo de acción del California Mastitis Test se basa en que, al mezclar el reactivo con la muestra de leche, el lauril sulfato sódico se lisa las células somáticas, esta lisis provoca la liberación de ADN presente en el núcleo de la célula, de igual forma, el detergente interactúa con el ADN y las proteínas nucleares, provocando una gelificación de la muestra.

Para establecer la prevalencia de mastitis subclínica en los cuartos mamarios, se designó cada cuarto como A, B, C y D, donde A corresponde al cuarto anterior izquierdo, B al anterior derecho, C al posterior izquierdo y D al posterior derecho.

La evaluación de los resultados se fundamentó en el criterio siguiente:

Tabla 2 Interpretación de resultados de la prueba de CMT.

Resultado	
Negativo	La solución permanece inalterada, al realizar la mezcla de leche y reactivo, esta continua en estado líquido.
Trazas	En el fondo de la paleta se genera un sedimento que se disipa velozmente, siendo el 30% leucocitos polimorfonucleares.
1 (+)	Hay más precipitado, pero no se genera un gel. Entre el 30 y el 40% son leucocitos polimorfonucleares.
2(++)	El precipitado es más denso y se acumula en el centro de la paleta, entre el 40 y el 70% son leucocitos polimorfonucleares.
3(+++)	Se crea un gel denso que se adhiere a la paleta, entre 70 y 80% son leucocitos polimorfonucleares.

Fuente: (11).

9.4.3. Encuesta relacionada a los factores de riesgo

Se aplicó una encuesta elaborada en relación a los factores de riesgo relacionados a las prácticas de manejo del hato, donde se registró el cumplimiento de las principales actividades que se recomiendan ejecutar antes, durante y después de terminado el ordeño.

9.5. Tamaño de la muestra

En este caso se trabajó con el número total de animales del cantón Latacunga, registrados en la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, en el registro de vacunación de la fiebre aftosa (febrero 2025), obteniendo un total de 80549 dosis aplicadas en el cantón Latacunga.

Para calcular el tamaño de la muestra del ganado vacuno, se empleó la fórmula basada en el trabajo de Daniel Wayne, ya que se ajusta para poblaciones finitas.

$$\text{Formula: } \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

N= Total de animales. Z=

1.96 (95% de confianza) p

= 0.5

q = 1-p

E= 0.06 (margen de error deseado)

Estableciendo un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 6% se obtuvo un resultado de 265 muestras, que se redondeó a 270 para facilitar la interpretación de los resultados. El tamaño de la muestra resultó ser de 270, divididos entre las 5 principales parroquias productoras de leche del cantón Latacunga.

Tabla 3 Distribución de muestras por parroquias.

PARROQUIA	NUMERO DE MUESTRAS	TOTAL (100%)
Guaytacama	54	20%
Mulalo	54	20%
Pastocalle	54	20%
Belisario Quevedo	54	20%
Toacaso	54	20%
Total	270	100%

9.5.1. Metodología diagnóstica

La investigación siguió una secuencia detallada para garantizar la calidad de los resultados:

a) Visita a la zona de investigación

Se realizó visitas presenciales tanto en la madrugada como en la tarde, a las cinco parroquias del cantón Latacunga, durante estas visitas se aplicó la encuesta a los ganaderos y se realizó el muestreo en las vacas.

b) Recolección de muestra

Para la detección de mastitis subclínica se empleó la prueba rápida de campo (California Mastitis Test), para ello primero se realizó el lavado de la ubre, seguido del secado con toallas de papel descartable, a continuación, se tomó muestras de leche de cada cuarto mamario (aproximadamente 2ml) en la paleta de detección, se agregó el reactivo en una cantidad similar a la de la muestra, y se continuó a mezclar, Para la detección de mastitis clínica se realizó una valoración visual.

Por otro lado, para el análisis en el laboratorio se procedió a tomar la muestra en frascos que se rotularon posteriormente.

9.5.2. Toma de muestras

La toma de muestras se dividió en dos fases:

Fase 1: Para la ejecución del test en campo, las muestras se obtuvieron asépticamente, con cuidado y directamente de cada cuarto; primero se lavaron y secaron los pezones, luego se desechó el primer chorro de leche tras el despunte. Después de esto, se tomó dos chorros de leche en cada sección de la paleta y se añadió un volumen igual de reactivo para mezclar.

Posterior se realizó la interpretación de los resultados.

Fase 2: Recolección de muestras de leche para el análisis de laboratorio, se realizó a partir de los resultados positivos obtenidos en campo, donde se recolectó la leche en 20 frascos estériles, tomando aproximadamente 5 a 20ml de leche en cada uno. Posterior a la toma de muestra, se etiquetó cada frasco y se los identificó por el nombre de la parroquia procedente.

a) Traslado de las muestras al laboratorio

Las muestras se mantuvieron en un cooler de 2 a 8 °C para preservar la cadena de frío; es importante señalar que la recolección se llevó a cabo en dos días por la dificultad de transporte hacia el laboratorio situado en el cantón Salcedo.

9.5.3. Análisis de Datos

Los resultados obtenidos fueron sistematizados y ordenados en Excel, esto permitió que posteriormente se establezca la frecuencia de mastitis, el número de cuartos mamarios, cuartos impactados y la medición de cuartos comprometidos.

Para medir la prevalencia de mastitis se utilizó la siguientes formula:

$$P = \frac{\text{N.}^\circ \text{ de vacas positivas}}{\text{N.}^\circ \text{ total de vacas}} \times 100$$

La prevalencia total de los cuartos mamarios se basó en la siguiente formula:

$$PTC = \frac{\text{N.}^\circ \text{ total de cuartos positivos}}{\text{N.}^\circ \text{ total de cuartos}} \times 100$$

Para medir la prevalencia de los cuartos mamarios individuales, primero se calculó el número de cuartos por posición, y el número de cuartos positivos por posición, así se aplicó la siguiente formula:

$$PCI = \frac{\text{N.}^\circ \text{ de cuartos positivos por posición}}{\text{N.}^\circ \text{ total de cuartos por posición}} \times 100$$

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos en el estudio sobre la prevalencia de mastitis en el ganado vacuno del cantón Latacunga, la información se encuentra organizada en gráficos para facilitar su interpretación.

10.1. Prevalencia general de mastitis en el ganado vacuno

En la figura 2, se observa que de las 270 vacas examinadas en varias parroquias del cantón Latacunga, 134 resultaron positivas, de estos positivos 31 corresponden a mastitis clínica (prevalencia del 11.4%) y 103 a mastitis subclínica (prevalencia del 38,1%), obteniendo una prevalencia total de mastitis del 49.6% en las parroquias antes mencionadas, pertenecientes al cantón Latacunga.

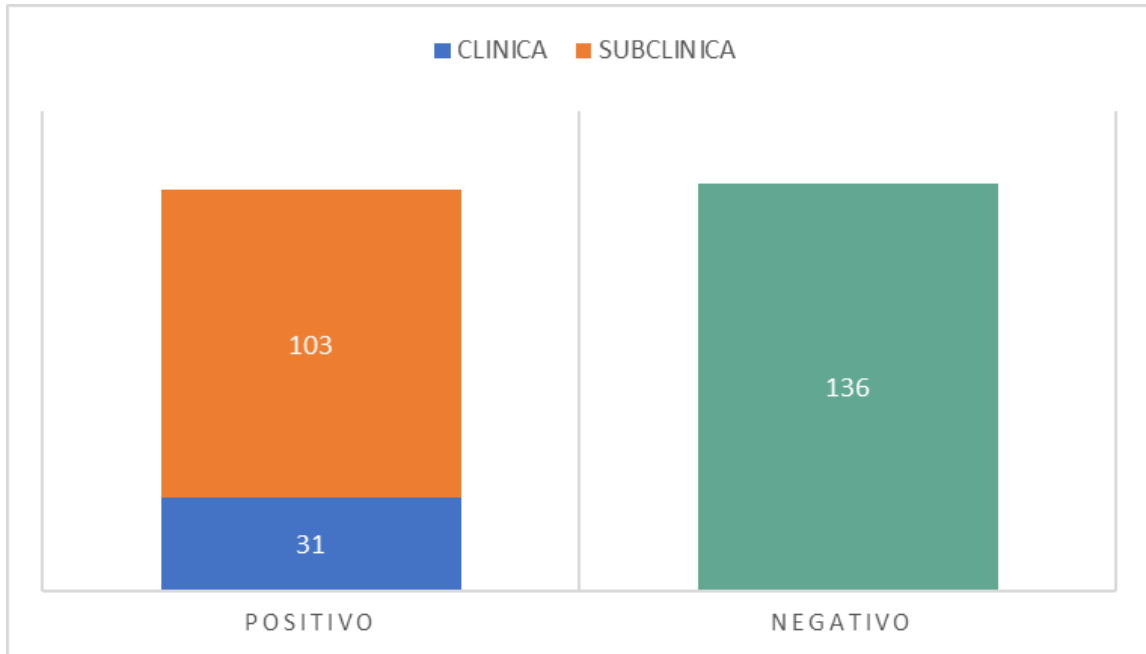


Figura 2 Distribución de los resultados obtenidos en la investigación.

Anteriormente no existen reportes publicados en las mismas áreas. Sin embargo, estudios realizados por Diaz en el cantón Patate reporta un 55% de mastitis subclínica asociada a falta de buenas prácticas de ordeño (26). por otro lado, un estudio realizado por Lituma y España en el Guayas, reportan un 31,73% de mastitis subclínica (43). Así también un estudio realizado por Gomezcoello y Sagbay en cuenca reportan una incidencia de mastitis subclínica del 17,39% y prevalencia de mastitis clínica del 35,65% (57). Un estudio similar realizado por Vélez en la provincia de Manabí informa una prevalencia del 38.57% en mastitis subclínica (11). Similar al resultado que reporta un estudio realizado por Alvarez, Chuqui y Soria en el cantón cuenca reportando un 36,1% de prevalencia en cuanto a la mastitis subclínica (14). No obstante valores superiores se evidencian en el estudio realizado por Espinoza, Mier y Mosquera en Napo donde reportan una prevalencia de mastitis del 79,66% (58). Similar al resultado reportado por Chasi y Bonifaz en Cayambe, quienes reportaron el 79.17% de prevalencia de mastitis (48) . así mismo en el estudio realizado por Chacha y Rosero en Cevallos, se reporta una prevalencia del 87% de mastitis subclínica y 0% de prevalencia en mastitis clínica(15). En relación con el presente estudio que obtuvo una prevalencia total de 49,6% se puede observar que la mastitis es una enfermedad con alta prevalencia en todo el país y a nivel global, dado que se encuentra en un alto porcentaje, además también se evidencia que los casos más frecuentes de mastitis, son los de mastitis subclínica mayormente provocadas por deficiencias en el manejo.

10.1.1. Prevalencia total de cuartos mamarios.

La figura 3, muestra la prevalencia total de cuartos mamarios afectados, en este estudio se evaluaron 1080 cuartos mamarios para analizar la prevalencia de mastitis. Se obtuvo una prevalencia total de cuartos mamarios del 23,2%.

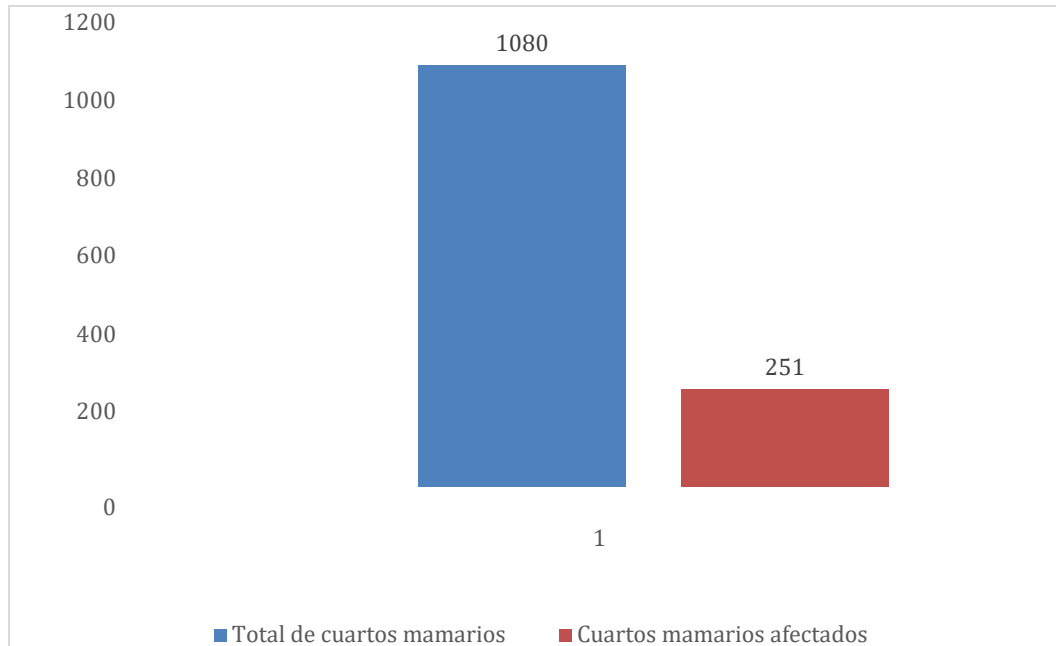


Figura 3 Prevalencia total de cuartos mamarios bovinos.

El resultado obtenido en el presente estudio 23,2% respecto a la prevalencia de cuartos mamarios, se alinea estrechamente a la prevalencia del 22,5% reportada por Diaz en el cantón Patate (26). En contraste Chasi y Bonifaz reportaron una prevalencia significativamente mayor del 38,24% en un estudio realizado en el cantón Cayambe (48), así mismo se reportó una prevalencia menor del 17,6% en un estudio realizado por Chuqui y Soria en el cantón cuenca (14). Estas variaciones resaltan la influencia de factores como el sistema de manejo del ganado, además de condiciones ambientales y las prácticas de higiene que difieren entre regiones y explotaciones.

10.1.2. Prevalencia de cuartos mamarios individuales

Respecto a la prevalencia de los cuartos mamarios individuales, este estudio reveló los siguientes datos: 19.6% en el cuarto anterior izquierdo, 20.3% en el cuarto anterior derecho, 27.7% en el cuarto posterior izquierdo y 25.1% en el cuarto posterior derecho, destacando una mayor afectación en el cuarto posterior izquierdo, este resultado se puede apreciar de mejor manera en la figura 4.

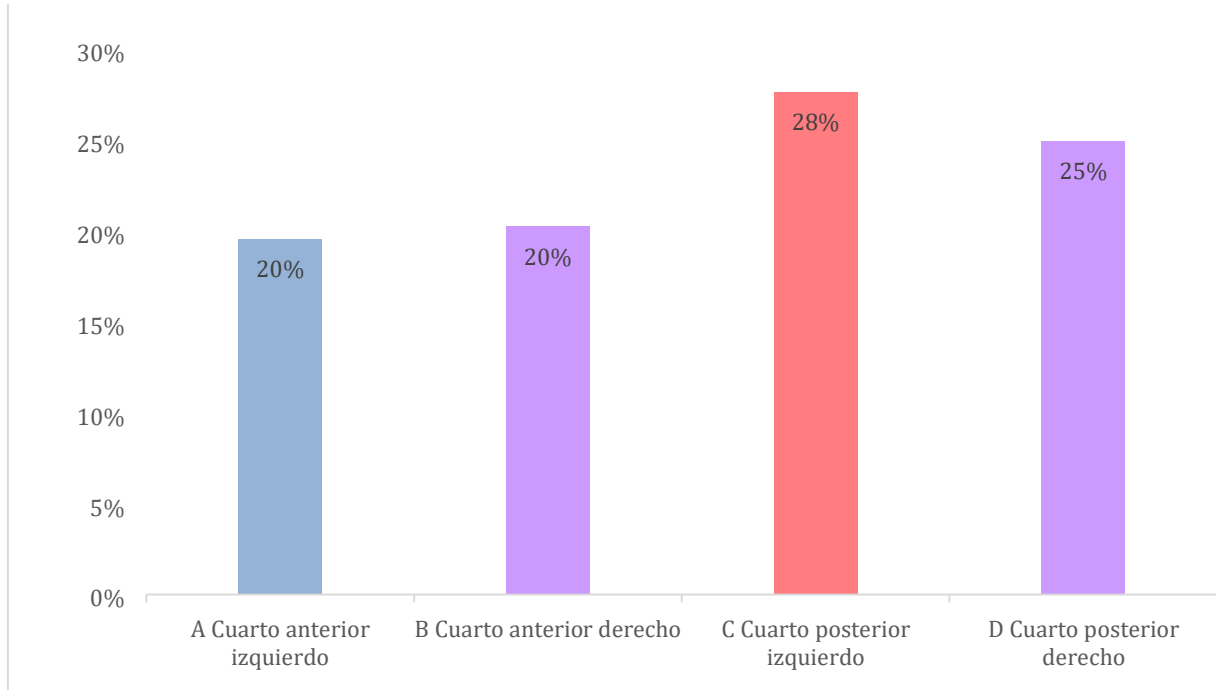


Figura 4 Prevalencia de cuartos mamarios individuales de los bovinos.

En contraste Chasi y Bonifaz en Cayambe hallaron 75% de prevalencia en el cuarto posterior izquierdo, 70% en el posterior derecho, 20% en el anterior izquierdo y 15% en el anterior derecho, indicando que los cuartos posteriores son los más afectados (48), igual que este estudio; sin embargo, Díaz en Patate reportó una mayor prevalencia en el cuarto anterior izquierdo con 31,11%, seguido por el posterior izquierdo con 26,7%, y 21,11% en los cuartos anteriores y posteriores derechos (26). Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que los cuartos mayormente afectados son los posteriores, estos resultados coinciden con otros estudios, sin embargo, existen leves variaciones que pueden deberse a la zona en la que se realiza el estudio, la condición de manejo y ambiental en la que se encuentran las vacas.

10.2. Análisis del cultivo

En las muestras recibidas se detectó el crecimiento de bacterias aisladas, así como su recuento y un antibiograma por cada muestra, la mayoría de muestras positivas para el desarrollo bacteriano evidencian la presencia de Cocos Gram positivos, en especial *Staphylococcus spp.* y *Streptococcus spp.* De la misma manera se evidencia la presencia de Bacilos Gram negativos como *E. coli* en algunas muestras, donde posee mayor recuento de UFC/ml. Además, cabe mencionar que algunas muestras no mostraron desarrollo bacteriano.

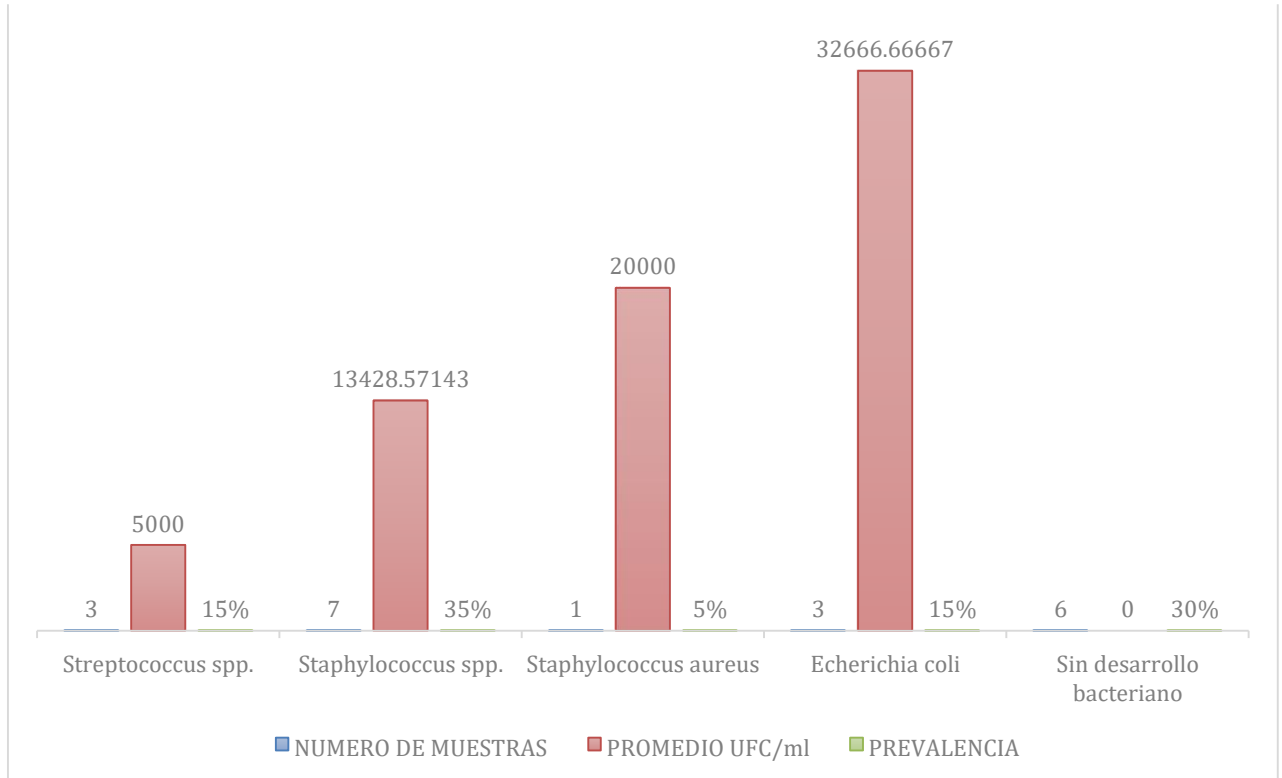


Figura 5 Resultados del cultivo bacteriano de muestras de leche bovina.

La figura 5, refleja la cantidad de muestras tomadas y el promedio del recuento de U.F.C/ml (unidades formadoras de colonias por mililitro) por cada germen aislado, siendo notable la predominancia de *E. coli* en tres de las muestras cultivadas, Sin embargo, la bacteria aislada con mayor prevalencia es *Staphylococcus spp* (35%) debido a que se encontró en 7 de las muestras, seguido de *Streptococcus spp* (15%) presente en 3 de las muestras. Un estudio similar realizado por Lituma y España en el cantón naranjal provincia del Guayas, evidencia también que la bacteria con mayor prevalencia fue *Staphylococcus aureus* con una prevalencia de 74,40%, seguido de *Streptococcus* con una prevalencia de 25,60% (43).

10.3. Asociación entre los factores de riesgo en el manejo y la presencia de mastitis bovina.

Para determinar si existe una relación significativa entre los factores de riesgo en el manejo y la presencia de mastitis. Se hizo uso de la prueba de Chi-cuadrado

Tabla 4 Distribución de animales positivos y negativos a mastitis, según factores de riesgo respecto al manejo de los mismos.

Factores de riesgo	Variables analizadas	Positivo	Negativo	p-valor
Despunte	Si	89	109	0.011
	No	25	27	

Secado de la ubre	Si	24	52	< 0.001
	No	110	84	
Sellado de los pezones	Si	40	83	< 0.0001
	No	34	53	
Higiene general	Si	75	79	0.73
	No	59	57	

Se aplicó la prueba estadística con el fin de determinar la asociación entre los factores de riesgo evaluados y la presencia de mastitis, el análisis se realizó con un nivel de error del 5%.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los valores p calculados para los diferentes factores de manejo en relación a la mastitis bovina, revelan asociaciones variables; los resultados demuestran que el despunte ($p=0.011$), el sellado ($p<0.0001$), secado de la ubre ($p<0.001$), son practicas con una asociación estadísticamente significativa con la presencia de mastitis. De manera particular el sellado de la ubre después del ordeño se muestra como el factor más fuertemente asociado evidenciando que una correcta aplicación de esta práctica contribuye a reducir la incidencia de mastitis. En contraste el estudio también revelo que la higiene general del establecimiento ($p=0.72$) no muestra una asociación significativa con la mastitis en esta muestra.

Un estudio realizado por Sánchez y Mamami en Perú, muestra que la higiene general (instalaciones, operario) no influye en la presencia de mastitis subclínica ($p>0.05$), al igual que en este estudio el valor p es mayor a 0.05 lo que indica que no hay una asociación significativa entre este factor con la presencia de mastitis (59).

Estos hallazgos son consistentes con la literatura que enfatiza en la importancia de las buenas prácticas de ordeño, mismas que abarcan prácticas como el despunte, secado y sellados de la ubre y de los cuartos respectivamente, hasta ahora no se han encontrado estudios previos que hayan evaluado cada factor de riesgo respecto a las prácticas de manejo u ordeño, por ello este estudio es una base de partida para que futuras investigaciones profundicen en los dichos factores de manejo (56).

10.4. Buenas prácticas para el control y prevención de mastitis

Basándose en la alta prevalencia de mastitis detectada y en la predominancia de la forma subclínica, así como la identificación de *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* y *Escherichia coli* como principales agentes etiológicos y la asociación significativa con las malas prácticas de ordeño se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Prevención

Reducir la exposición a patógenos, dada la alta prevalencia de *Escherichia coli*, es indispensable la implementación de la gestión de estiércol y la desinfección regular de las instalaciones. De igual manera se debe brindar capacitación continua sobre la enfermedad a los productores, personal de ordeño, etc. Misma que incluya la importancia de transmisión de enfermedades infecciosas, prácticas de ordeño, y manejo adecuado.

2. Tratamiento

El tratamiento debe basarse en un diagnóstico preciso para garantizar su efectividad y evitar resistencia, por ello es recomendable que ante la detección de mastitis sea clínica o subclínica, se realicen cultivos bacteriológicos para identificar el agente específico, así mismo se podrá realizar un antibiograma el cual permitirá seleccionar el fármaco más adecuado y sensible para el patógeno, evitando tratamientos empíricos e ineficaces.

3. Manejo en el ordeño

Las prácticas de ordeño son un riesgo clave en el estudio, por lo tanto, se sugiere establecer un protocolo estricto de desinfección y limpieza de los equipos y utensilios de ordeño antes y después de cada uso. Se recomienda utilizar agua caliente y desinfectantes específicos para los equipos y así evitar la contaminación cruzada entre los demás animales del hato.

Así mismo en caso que se haga uso de un ordeño mecánico se deberá realizar revisiones técnicas y el mantenimiento preventivo periódico, incluyendo el reemplazo de pezoneras, mangueras, bidones, etc. según su uso, realizar el mantenimiento y reemplazo oportuno del equipo es crucial debido a que un equipo defectuoso o descalibrado es capaz de causar lesiones en los pezones y por ende aumentar el riesgo de mastitis.

4. Sellado de ubres

Es una práctica crítica dentro del manejo del ordeño y la prevención directa, consiste en sumergir completamente cada pezón en una solución selladora, generalmente a base de yodo, este sellador va a crear una barrera física y química que protege el

esfínter del pezón, evitando el ingreso de microorganismos hasta el siguiente ordeño, por ello se debe aplicar inmediatamente después de cada ordeño ya sea manual o mecánico.

5. Manejo de la vaca y el hato

El manejo adecuado del hato y el bienestar animal impactan directamente en la salud mamaria para ello es indispensable el monitoreo continuo y la detección temprana a través de un programa rutinario de diagnóstico de mastitis subclínica con la utilización del CMT de forma mensual, la detección temprana de vacas infectadas permitirá la segregación de animales enfermos y la implementación de un tratamiento oportuno. Además, para asegurar el bienestar animal del hato se deberán brindar condiciones adecuadas, respetando los 4 principios del bienestar animal, que incluyen: alimentación adecuada (alimento y agua suficiente), salud (ausencia de lesiones, enfermedad o dolor), alojamiento (suficiente espacio en corrales, sombra adecuada, camas secas y limpias, etc.), comportamiento adecuado.

Prácticas de higiene en el ordeño:

1. Pre-ordeño: realizar detalladamente la limpieza y desinfección de los pezones, abarcando el secado individual de cada pezón de preferencia con toallas de papel desechables, así se evita la contaminación y se reduce la carga bacteriana.
2. Post-ordeño: aplicar un sellador (a base de yodo) en cada pezón, obligatoriamente después del ordeño.
3. Realizar un programa rutinario (1 vez al mes) de identificación de mastitis subclínica en todas las vacas en ordeño, aplicando la Prueba de California Mastitis Test (CMT).
4. Realizar cultivos y antibiogramas en casos clínicos o crónicos para llevar a cabo un tratamiento efectivo.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.2. Impacto social

Desde el enfoque social, la mastitis representa un problema que trasciende el predio, afecta la sostenibilidad de la economía familiar, ya que la elaboración de leche es una de las principales fuentes de ingresos en varias parroquias, también la alta carga bacteriana y el conteo de células somáticas en leche cruda afectan la seguridad de los productos lácteos, mismos que se

comercializan de manera informal en los mercados locales, la alta prevalencia de la enfermedad es un indicador de un bienestar animal deficiente.

Por lo tanto, la investigación impacta directamente en el bienestar animal y la salud pública, los beneficiarios directos incluyen la población de ganado vacuno, consumidores locales de leche cruda y los pequeños y medianos ganaderos.

12. CONCLUSIONES

- La prevalencia general de mastitis en el ganado bovino de las principales parroquias lecheras del cantón Latacunga fue de 49.6%, destacándose una predominancia significativa de la forma subclínica, la cual representa un 38.10% del total de casos diagnosticados, este reporte evidencia la magnitud del problema silencioso en la región.
- Los agentes bacterianos más comúnmente aislados en casos de mastitis fueron *Staphylococcus spp*, *Streptococcus spp*, y *Echerichia coli*. Esta última presentó los recuentos de Unidades Formadoras de Colonias por mililitro más elevados, lo que indica contaminación, falta de higiene y un riesgo considerable para la salud de los consumidores.
- Se encontró una correlación significativa entre la alta incidencia de mastitis y algunas prácticas de manejo relacionadas como: el despunte, el secado y sellado de la ubre, confirmando que la mastitis es significativamente motivada por factores de riesgo relacionadas con el manejo lo que repercute negativamente en la producción, calidad láctea y ganancias de pequeños y medianos productores.
- Con base en los resultados obtenidos, se pudo evidenciar que la mastitis en el ganado bovino de la región presenta una alta prevalencia, especialmente en su forma subclínica, misma que está asociada principalmente a deficiencias en las prácticas de manejo y condiciones higiénicas. Por tanto, es fundamental formular recomendaciones específicas que principalmente incluyan la implementación de rutinas higiénicas en el ordeño, con el fin de controlar, prevenir y reducir la incidencia de mastitis. Estas contribuirán a mejorar la calidad de la leche, la salud del rebaño y la rentabilidad de los productores lecheros.

13. RECOMENDACIONES

- Establecer y fortalecer rutinas higiénicas de ordeño que incluyan la limpieza y desinfección minuciosa de la ubre y los pezones antes de iniciar el ordeño, así como el sellado eficaz del pezón después del proceso mediante el uso de productos selladotes adecuados. Además, implemente un programa mensual de monitoreo sistemático para la detección temprana de mastitis subclínica, permitiendo intervenciones oportunas.
- Debido al elevado recuento de unidades formadoras de colonias (UFC/ml) de *Escherichia coli* y así como la presencia de *streptococcus spp.* es fundamental mejorar la higiene en el entorno animal, incluyendo la limpieza regular y el mantenimiento adecuado de corrales, caminos y áreas de descanso, así como la desinfección cuidadosa de todos los utensilios y equipos utilizados durante el ordeño para reducir la contaminación ambiental.
- Emplear tratamientos farmacológicos específicos y adecuados para cada tipo de bacteria identificada, garantizando la efectividad del tratamiento y minimizando el riesgo de desarrollo de resistencia antibiótica. Este enfoque debe ir acompañado de un correcto diagnóstico bacteriológico previo a la administración de antimicrobianos.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. Medrano C, German D, Romero J, Donado P. Prevalencia, incidencia y factores de riesgo de mastitis subclínica en lecherías especializadas en Colombia. 2021 Jan 21;
2. Theran E. Presentación Mastitis Bovina. p. 18.
3. Pérez R, Padilla F, Gonzales H, De la cruz M, Castaneda H, Hernández M. Factores asociados a la prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino de doble propósito. Univ. de Ciencias Biológicas y Agrop., Univ. de Guadalajara; 2023.

4. Viteri N, Beltrán C. Evaluación de la calidad de la leche en el cantón Sigchos. [Latacunga]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2024.
5. Morales I, Puga B. Mejoramiento de la calidad de leche bovina producida por pequeños productores de las parroquias Checa, El Quinche y Yaruquí, provincia de Pichincha, aplicando un programa de capacitación. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2023.
6. Puga B, Aragon E, Ron L, Alvarez V, Bonilla S. Milk Quality Parameters of Raw Milk in Ecuador between 2010 and 2020: A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. 2022;
7. Mendoza J, Vera Y, Peña. Prevalence of subclinical mastitis, associated microorganisms and identified risk factors in dairy herds in the Province of Pamplona - Norte de Santander. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia; Bogotá. 2017;64.
8. MSD Salud Animal [Internet]. 2023. Impacto de la mastitis bovina en la calidad de la leche.
9. Rivera A. Determinación de la Prevalencia de Mastitis Subclínica en ganado Reyna, Rancho Los Peiranos, Nandaime, Granada. [Nicaragua]: Universidad Nacional Agraria; 2014.
10. Caggiano N. Biomarcadores moleculares en mastitis bovina. 2022 Jul 15;
11. Avellan R, Zambrano M, De la cruz L, Cedeño C, Delgado M, Rezabala P, et al. Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino, mediante la prueba California Mastitis Test, en el cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, Ecuador. Prevalence of subclinical mastitis in cattle, using the California Mastitis Test, in the Rocafuerte canton of Manabí province, Ecuador. Revista Amazonica Ciencia y Tecnologia. 2019 Jan;8.
12. Ramírez N, Correa G, Echeverry J. Efecto del Intervalo entre Ordeños sobre el Recuento de Células Somáticas en Vacas Holstein en Condiciones Tropicales. Universidad Nacional de Colombia. 2011;
13. Salamaca C, Velez M, Tamasaukas R, Jimenez J, Casanova R, Landazaba A. Assessment of the prevalence of Subclinical Mastitis through two on-farm tests in dual-purpose livestock system of Colombian Orinoquia. Journal of Applied Animal Research; Abingdon. 2023 Dec;599.

14. Álvarez E, Chuqui C, Soria M. Prevalencia de mastitis subclínica mediante California Mastitis Test (CMT) en ganado bovino lechero del cantón Cuenca. [Cuenca]: Universidad de Cuenca; 2017.
15. Chacha G, Rosero M. Prevalencia de mastitis clínica y subclínica e identificación de factores de riesgo ambientales en vacas lecheras. [Ambato]: Universidad Técnica de Ambato; 2025.
16. Introducción al sistema mamario. Universidad de Wisconsin Madison.
17. Ávila S, Romero L. Anatomía y Fisiología de la Glándula Mamaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 6.
18. Técnico D. Entorno Ganadero 47, BM Editores. 2015 [cited 2025 Jun 14]; Available from: www.produccion-animal.com.ar
19. Ávila Téllez S, Romero L. Anatomía y Fisiología de la Glándula Mamaria 6 ANATOMIA Y FISIOLOGIA DE LA GLANDULA MAMARIA.
20. Introducción al sistema mamario. [cited 2025 Jun 14]; Available from: <https://www.ugrj.org.mx>
21. Carrera R, Gutiérrez M. Evaluación de los Flavonoides (1500mg) como tratamiento alternativo en la mastitis subclínica grado 1, 2,3 en vacas de ordeño. [Latacunga]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2017.
22. Liebich Kö. anatomía de los animales domésticos [Internet]. segunda ed. 390 p. Available from: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Anatomia de los animales domesticos.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Anatomia%20de%20los%20animales%20domesticos.pdf)
23. Mapcart. Mapa en línea. 2025. Parroquias del cantón Latacunga.
24. Aguilar F, Álvarez C. Mastitis Bovina. Fontaines T, editor. Vol. 1. Machala; 2019.
25. Cuellar J. VETERINARIA DIGITAL. 2021. Fisiología de la lactancia en los bovinos.
26. Diaz T, Condólo L. Determinación de la prevalencia de mastitis en vacas Holstein mestizas de la asociación ASOPROPEM del cantón Patate. [Riobamba]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2022.
27. Importancia de la Lactancia en la producción animal [Internet]. [cited 2025 Jun 14]. Available from:

- http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Produccion_Animal/Agroindustrial/Lactancia.pdf
28. Mastitis C. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CARRERA: INGENIERA AGROPECUARIA TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO TEMA: PREVALENCIA DE MASTITIS BOVINA MEDIANTE LA PRUEBA DE.
 29. Glauber C. Fisiología de la Lactación en la vaca Lechera. 2007;
 30. Macas G. Relación del volumen aparente de la ubre, frente a la cantidad de leche producida por Vacas Holstein Mestizas, en la provincia de Chimborazo. [Chimborazo]; 2019.
 31. Jubert A. La lactogénesis.
 32. Sánchez I. Lacto inducción Hormonal en el Ganado Holstein Mediante el uso de Clortalidona y Dispositivo Vaginal (CIDR). [Morelia]: Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo; 2009.
 33. Drescher K. Lactogénesis, Galactopoyesis, Composición físico química del calostro, leche de transición y leche.
 34. Glucocorticoides. 2017.
 35. Fortín A, Perdomo J. Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. [Honduras]: Escuela Agrícola Panamericana; 2009.
 36. Auad J. Transferencia de Inmunidad en el Binomio Madre-Cría: Estudio Comparativo Entre Especies. Universidad Católica de Córdoba, editor. Córdoba; 2024. 156 p.
 37. García A. Fisiología veterinaria. Tébar Flores. Flores Tébar, editor. 2016. 1296 p.
 38. Leiva C, Durante L, Bertoli J, Balladares E, Rey F, Ortega H, et al. Rol de la hormona del crecimiento en la función ovárica de la vaca lechera. 2022 Feb 22;
 39. Hernández J. Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros. Vol. 1. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2016. 87 p.
 40. GLUCOCORTICOIDES.

41. De C, Veterinaria M, Vanessa A, Rocha BL. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA PROVINCIA DEL GUAYAS TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICA VETERINARIA Y ZOOTECNISTA SALUD ANIMAL.
42. Erskine R. Mastitis en el ganado vacuno. 2020.
43. Lituma V, España I. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino de una finca ganadera localizada en el cantón naranjal provincia del Guayas.
44. Olivares J, Ahmed E, Rojas S, Mona E. Prevalence of bovine subclinical mastitis, its etiology and diagnosis of antibiotic resistance of dairy farms in four municipalities of a tropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*; Dordrecht. 2015 Dec;47.
45. Bonifaz N, Galarza X, Fuertes B, Beltran J. Molecular Determination of the Etiological Agent of Bovine Mastitis from Andean Production Units. *Vet Sci*. 2021 jun 17;
46. Coronel D, Espinosa M, Murillo Y. Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay. [Cuenca]: Universidad de Cuenca; 2017.
47. Bonifaz N, Colango F. Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en paquiestancia, Ecuador. *La Granja*; Cuenca. 2016 Jul;24.
48. Chasi E, Bonifaz N. 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. [Quito]: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito; 2015.
49. Bonifaz N, Galarza X, Fuertes B, Beltrán J. Determinación Molecular del Agente Etiológico de la Mastitis Bovina de Muestras Provenientes de Unidades Productoras Andinas. *SciELO*. 2024 Aug;39.
50. Martínez P, Mosquera J. Evaluación de Dos Dosis de Ozono en el Tratamiento de Mastitis Bovina. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2015.
51. Baldani S, Salina A, Fernández S, Guerra, Freitas F. Milk microbiota of clinical mastitic cows: an etiological approach. *Ciência Rura*. 2025;2.

52. Calderón A, Rodríguez V. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). SciELO. 2008 Nov 28;
53. Tarazona L, Villate H, Becerra A. Etiología bacteriana y micótica infecciosa causante de mastitis en vacas lecheras en el altiplano boyacense (Colombia)/Bacterial and fungal infectious etiology causing mastitis in dairy cows in the highlands of Boyacá (Colombia). Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia; Bogota. 2019;3.
54. Bustamante W, Cevallos O. Prevalencia de Mastitis Subclínica (*Streptococcus uberis*) en las Ganaderías de Cantón el Empalme. [Quevedo]: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2022.
55. Pérez R, Padilla F, Gonzales H, De la Cruz M, Castaneda H, Hernández M. Factores asociados a la prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino de doble propósito. SciELO. 2023 Jun 23;12.
56. FAO. Buenas prácticas de ordeño. Buenas prácticas de ordeño [Internet]. 2011;1(1):20. Available from: <http://www.fao.org/3/a-bo952s.pdf>
57. Gomezcoello L, Sagbay C. Prevalencia de Mastitis Mediante el Recuento de Células Somáticas en Bovinos de Producción Láctea. [Cuenca]: Universidad Politécnica Salesiana; 2022.
58. Espinosa M, Mier J, Mosquera J. 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. [Quito]: Universidad Central del Ecuador; 2013.
59. Sánchez Herencia D, Mamani-Mango GD. Mastitis subclínica bovina y factores de riesgo ambientales en pequeños productores de ganado lechero criado en alta montaña. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2022 feb 25;33(1): e20466.