

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS

**PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA EN UN ESTABLO DE PAIJAN -
TRUJILLO 2024-2025**

Para optar el Título Profesional de:

Médica Veterinaria

INVESTIGADORA:

Bach. Karina Lisette Tocto Yovera

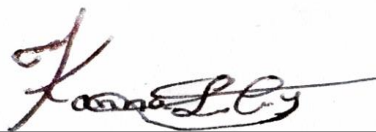
ASESOR(a):

MSc., MV Zully Genoveva Montenegro Esquivel

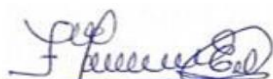
LAMBAYEQUE –PERÚ

2026

Prevalencia de mastitis subclínica Bovina en un establo de Paiján - Trujillo 2024-2025



BACH. KARINA LISETTE TOCTO YOVERA



**MV., MSC. ZULLY GENOVEVA MONTENEGRO ESQUIVEL
ASESOR**

Entregada a la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para obtener el título de Médica Veterinaria.

Aprobado por:



**Dra. M.V. Margarita H. Torres Malca
PRESIDENTE**



**MSc., MV. Dionicio Baique Camacho
SECRETARIO**



**MV., Elmer Ernesto Plaza Castillo
VOCAL**



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION



Libro de Acta de Sustentación de Tesis
Folio: N° 00287

Siendo las 9.35am horas del día 19 de Junio del año dos mil veintiséis, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Medicina Veterinaria "Luis Enrique Díaz Huamán", los miembros del jurado evaluador, designados mediante Resolución N° 045-2025-D/FMV, de fecha 3 de marzo del 2025, conformado por:

Dra. Margarita Hormecinda Torres Malca
M.Sc. Dionicio Baique Camacho
M.V. Elmer Ernesto Plaza Castillo
M.Sc. Zully Genoveva Montenegro Esquivel

Presidente
Secretario
Vocal
Asesora

Con la finalidad de evaluar la tesis titulada: "PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA EN UN ESTABLO DE PAIJAN – TRUJILLO 2024 - 2025", presentado por la tesista KARINA LISETTE TOCTO YOVERA. Sustentación que es autorizada mediante Resolución N° 116-2026-D/FMV, de fecha 11 de junio de 2026.

El presidente de jurado autorizó el acto académico y después de la sustentación, los señores miembros del jurado formularon las observaciones y preguntas correspondientes, la misma que fue absuelta por la sustentante, quien obtuvo 19 puntos que equivale al calificativo de MUY BUENO.

En consecuencia, la Bachiller sustentante queda apta para obtener el Título Profesional de Médica Veterinaria, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normativa vigente de la Facultad de Medicina Veterinaria y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10.35am horas del mismo día, se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta.

Dra. Margarita Hormecinda Torres Malca
Presidente

M.Sc. Dionicio Baique Camacho
Secretario

M.V. Elmer Ernesto Plaza Castillo
Vocal

M.Sc. Zully Genoveva Montenegro Esquivel
Asesora

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Zully Genoveva Montenegro Esquivel, usuario revisor de Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐ Titulado:

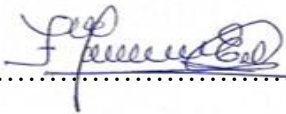
“PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA EN UN ESTABLO DE PAIJAN – TRUJILLO 2024 - 2025”

Cuyo autor es: KARINA LISETTE TOCTO YOVERA con DNI N° 76753936; declaramos que la evaluación realizada por el Programa Informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 13%, verificables en el Resumen del Reporte Automatizado de similitudes que se acompañan.

El suscrito(a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso

Lambayeque, 6 de julio del 2026



M.Sc. ZULLY GENOVEVA MONTENEGRO ESQUIVEL

Asesora

DNI: 16545101

PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA EN UN ESTABLO DE PAIJÁN - TRUJILLO 2024-2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%
INDICE DE SIMILITUD

13%
FUENTES DE INTERNET

4%
PUBLICACIONES

3%
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net
Fuente de Internet

2 repositorio.unsaac.edu.pe
Fuente de Internet

3 core.ac.uk
Fuente de Internet

4 repositorio.unc.edu.pe
Fuente de Internet

5 repositorio.uta.edu.ec
Fuente de Internet

6 repositorio.unprg.edu.pe
Fuente de Internet

7 repositorio.unpa.edu.mx
Fuente de Internet

8 repositorio.unamba.edu.pe
Fuente de Internet

9 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru
Trabajo del estudiante

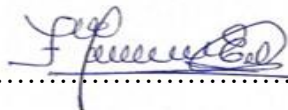
10 repositorio.una.edu.ni
Fuente de Internet

11 www.unh.edu.pe
Fuente de Internet

12 repositorio.unal.edu.co
Fuente de Internet

13 1library.co
Fuente de Internet

14 Submitted to Universidad Católica del Cibao (UCATECI)
Trabajo del estudiante



M.Sc. ZULLY GENOVEVA MONTENEGRO ESQUIVEL
Asesora
DNI: 16545101

15 Marta Martín-Llaguno, Marián Navarro-Beltrá. "La segregación vertical y horizontal en l
agencias de publicidad antes y después de la ley de igualdad de mujeres y hombres",
Revista Española de Investigaciones Sociológicas, 2024
Publicación

16 bibliotecadigital.udea.edu.co
Fuente de Internet

17 repositorio.untumbes.edu.pe
Fuente de Internet

18 doaj.org
Fuente de Internet

19 produccioncientificaluz.org
Fuente de Internet

20 repositorio.sanfranciscochinha.edu.pe
Fuente de Internet

21 worldwidescience.org
Fuente de Internet

22 dspace.ups.edu.ec
Fuente de Internet

23 repositoriodspace.unipamplona.edu.co
Fuente de Internet

24 dspace.esPOCH.edu.ec
Fuente de Internet

25 Submitted to uncedu
Trabajo del estudiante

Excluir citas

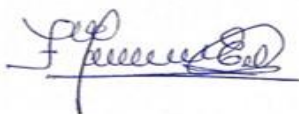
Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



M.Sc. ZULLY GENOVEVA MONTENEGRO ESQUIVEL

Asesora

DNI: 16545101

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación, podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

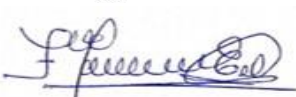
La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Karina Lisette Tocto Yovera
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA EN UN ESTAB...
Nombre del archivo: tesis_julio.docx
Tamaño del archivo: 9.53M
Total, páginas: 70
Total de palabras: 13,891
Total, de caracteres: 76,131
Fecha de entrega: 06-jul-2026 03:35p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2994375967

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA



TESIS
PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA EN UN ESTABLO DE
PALIAN - TRUJILLO 2024-2025
Para optar el Título Profesional de:
Médica Veterinaria
INVESTIGADORA:
Bach. Karina Lisette Tocto Yovera
ASESOR(a):
MSc., MV Zully Genoveva Montenegro Esquivel
LAMBAYEQUE - PERÚ
2026



**M.Sc. ZULLY GENOVEVA MONTENEGRO
ESQUIVEL**

Asesora

DNI: 16545101

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de seguir adelante con sabiduría y fortaleza en cada fase de mi carrera profesional, por guiarme, protegerme en los tiempos difíciles y darme la oportunidad de lograr un objetivo más en mi desarrollo como médica veterinaria.

A mis padres, por ser mi apoyo esencial. Su cariño, su respaldo sin condiciones y sus sacrificios me motivaron a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Todo lo que he logrado se los debo a ustedes.

A mis hermanos, por su compañía incesante, por inspirarme con lo que dicen y recordarme siempre que los sueños se alcanzan con fe y esfuerzo.

Y a mis amigos, que con su alegría, paciencia y entendimiento hicieron que este proceso académico fuera más fácil. A todos ellos, gracias por compartir conmigo tanto los éxitos conseguidos como los retos.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a Dios por guiarme y darme la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar esta etapa de vida. También quiero agradecer a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, alma máter que me educó en el ámbito académico y me dio los conocimientos fundamentales para desempeñar con responsabilidad y compromiso la profesión veterinaria.

Asimismo, quiero expresar mi auténtico agradecimiento hacia la Facultad de Medicina Veterinaria y sus profesores distinguidos, por brindarme valiosas enseñanzas e inspirar en mí un compromiso con el servicio a los animales y a la comunidad.

Mi especial gratitud a la MSc., MV. Zully Genoveva Montenegro Esquivel, asesora de esta tesis, por su orientación científica y apoyo constante.

Al doctor Luis Alberto Rodríguez Delfin y MV. Favio Rodríguez por haberme contactado con el establo para realizar la toma de muestras.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
ÍNDICE CONTENIDOS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I:	1
DISEÑO TEÓRICO	1
1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1.1 Internacionales	1
1.1.2 Nacionales	3
1.1.3 Locales	6
1.2. BASES TEÓRICAS	7
1.2.1 Producción lechera	7
1.2.2 MASTITIS	7
1.2.3 IMPORTANCIA SANITARIA Y ECONÓMICA	8
1.2.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	9
1.2.5 ANATOMÍA DE LAS GLÁNDULAS MAMARIAS DE LOS BOVINOS	9
1.2.6 ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LA GLÁNDULA MAMARIA BOVINA	11
1.2.7 MECANISMOS DE DEFENSA Y PROTECCIÓN DE LA UBRE BOVINA	14
1.2.8 MODO DE INFECCIÓN	15
1.2.9 ETIOLOGÍA DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA	16

1.2.10 FACTORES PREDISPOONENTES	18
1.2.11 DIAGNOSTICO DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA	20
1.2.12 CONSECUENCIAS DE LAS MASTITIS SUBCLÍNICAS	22
1.2.13 PREVENCIÓN Y CONTROL	23
CAPÍTULO II	25
2.BASES CONCEPTUALES	25
3. DISEÑO METODOLÓGICO	26
3.1 Localización	26
3.2 Tipo de investigación	27
3.3 Diseño de la investigación	27
3.4. Población y muestra	27
3.5 Unidad de análisis	28
3.6 Variable de estudio	29
3.7 Prevalencia de la prueba	29
3.8 Intervalo de confianza	29
3.9 Técnicas, instrumentos y equipos	30
4. MATERIALES O INSTRUMENTOS	32
4.1 Materiales de campo	32
4.2 Materiales de oficina	32
4.3 Materiales de laboratorio	32
CAPÍTULO III: RESULTADOS	33
3.1 Resultados	33
3.2. Discusión	38
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	25
Tabla 2 Población de estudio	27
Tabla 3 Prevalencia de mastitis subclínica bovina	33
Tabla 4 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según edad	33
Tabla 5 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según raza	34
Tabla 6 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según número de partos	35
Tabla 7 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según número de fase de lactancia	36
Tabla 8 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según ubicación anatómica del cuarto mamario	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte transversal de la glándula mamaria (37).	10
Figura 2. Etiología bacteriana (42).	16
Figura 3. Mastitis contagiosa y ambiental (43).	18
Figura 4. Tres de las principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño (47).	19
Figura 5 Paiján, provincia de Ascope	26
Figura 6 ubicación de la agropecuaria	26
Figura 7 Interpretación de los resultados de la prueba de CMT (44).	31

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue calcular cuántas vacas lecheras de un establo del distrito de Paján – Trujillo presentaban prevalencia de mastitis subclínica entre 2024 y 2025. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental para examinar 230 muestras de leche de 566 vacas en producción. Se tomaron en cuenta las variables: número de partos, raza, fase de lactancia, localización anatómica del cuarto mamario y edad. La prueba CMT fue utilizada para detectar mastitis subclínica.

Los hallazgos mostraron una prevalencia del 18.3%, que equivale a 42 vacas positivas. El análisis estadístico, realizado con la prueba de chi cuadrado, indicó que la edad ($p = 0.000$), el número de partos ($p = 0.006$) y la etapa de lactancia ($p = 0.046$) tuvieron una correlación estadísticamente significativa con el hecho de tener la enfermedad. En contraste, no se encontró una asociación significativa con las variables raza ($p = 0.646$) y la localización anatómica del cuarto mamario ($p = 0.918$). El hecho de que estos descubrimientos verifiquen la continuidad de la mastitis subclínica en el hato destaca lo urgente que es reforzar los programas de control sanitario, mejorar la limpieza durante el ordeño y formar al personal desde un punto de vista técnico con el fin de reducir las pérdidas económicas y asegurar tanto la calidad como la salubridad en la producción lechera.

Palabras clave: Mastitis subclínica, prevalencia, prueba CMT, vacas en producción

ABSTRACT

Determining the prevalence of bovine subclinical mastitis on a dairy farm in the Paiján (La Libertad) district between 2024 and 2025 was the aim of this study. 230 milk samples from a total of 566 milking cows were examined using a quantitative method with a non-experimental design. The California Mastitis Test (CMT), which assesses factors such as breed, age, number of calvings, lactation stage, and anatomical position of the quarter, was used to make the diagnosis.

A prevalence of 18.3%, or 42 positive cows, was found in the data. The presence of the disease was found to be statistically significantly correlated with age ($p = 0.000$), number of calvings ($p = 0.006$), and lactation stage ($p = 0.046$), according to statistical analysis using the chi-square test. On the other hand, there was no significant correlation between the variables breed ($p = 0.646$) and the quarter's anatomical position ($p = 0.918$). These results support the herd's continued subclinical mastitis, highlighting the critical need to improve milking hygiene, bolster health control initiatives, and give staff technical training in order to reduce financial losses and guarantee the quality and safety of milk production.

Keywords: Subclinical mastitis, prevalence, CMT test, dairy cows

INTRODUCCIÓN

La producción de leche es una de las fuentes económicas más importantes en la ciudad de Paiján (Trujillo), y está compuesta por pequeñas y medianas ganaderías. No obstante, el escaso entendimiento sobre cómo cuidar la salud de las vacas y cómo ordeñarlas correctamente, además de no seguir una rutina apropiada para ello, restringen la producción láctea óptima.

La optimización de la producción lechera se sustenta principalmente en el mantenimiento de una adecuada salud animal y en el óptimo funcionamiento de la glándula mamaria, ya que cuando estos factores se ven alterados por la presencia de patógenos que desencadenan mastitis, la calidad de la leche y su desempeño productivo se ven perjudicados, en este contexto, la mastitis continúa siendo el problema sanitario más frecuente y costoso tanto a nivel local como internacional, razón por la cual resulta imprescindible priorizar su prevención y control, con el fin de mejorar el bienestar del ganado y fortalecer la rentabilidad del sector ganadero.

La mastitis es un proceso inflamatorio que afecta la ubre, el cual puede surgir a partir de estímulos químicos, mecánicos, físicos o infecciosos. Se presenta a través de cambios en el tejido mamario y un aumento significativo en el conteo de células somáticas presentes en la leche. Dependiendo del desarrollo y expresión sintomatológica de esta enfermedad, se clasifica como clínica o subclínica; siendo esta última la más importante e influyente dentro del sector ganadero por su naturaleza silenciosa y por lo difícil que resulta detectarla tempranamente (1).

A diferencia de su variante clínica, la mastitis subclínica carece de manifestaciones inflamatorias externas, lo que obstaculiza una detección temprana, esta ausencia de síntomas favorece que los patógenos permanezcan en el tejido mamario y propaguen con rapidez a lo largo del proceso de extracción de leche, especialmente si existe una deficiencia en los protocolos de higiene (2). La mastitis subclínica tiene muchas repercusiones desfavorables, la disminución de la producción y la calidad de la leche (7), mayores costos veterinarios y un mayor riesgo de descarte temprano (8). La mastitis subclínica, sin embargo, a menudo no presenta síntomas visibles evidentes (9).

A escala global, la mastitis bovina se consolida como el desafío sanitario más crítico para el sector lácteo debido a sus severas repercusiones económicas, ya que esta patología genera una disminución considerable en el rendimiento productivo al provocar una

reducción aproximada del 20% en el volumen de leche cuando los procesos inflamatorios alcanzan grados moderados o severos, situación que tiene un efecto directo sobre la rentabilidad y viabilidad de las explotaciones ganaderas (3). En América Latina, la producción de leche constituye una fuente importante de ingresos económicos, especialmente dentro de áreas rurales; sin embargo, la mastitis subclínica constituye una problemática relevante en esta zona debido a la falta de infraestructura adecuada y conocimientos técnicos entre los productores (4). En países como Ecuador, por ejemplo, se ha reportado una prevalencia de hasta 97,6%, lo que evidencia la magnitud del problema en unidades de producción de pequeña y mediana dimensión (5). En la sierra del Perú, la frecuencia de mastitis subclínica alcanza el 29.92%, siendo esta la actividad lechera que constituye una pieza clave dentro de la economía agropecuaria, no obstante, los limitados conocimientos sobre salud mamaria y el uso inadecuado de antibióticos dificultan el control de esta patología (6). Por tal motivo, la aplicación de métodos diagnósticos indirectos, como el California Mastitis Test (CMT), resulta esencial para el diagnóstico oportuno y la implementación de estrategias de control efectivas (10).

En ese sentido, de acuerdo con lo mencionado la presente investigación tuvo como propósito determinar la prevalencia de mastitis subclínica bovina en un establo ubicado en el distrito de Trujillo, mediante el método de CMT con el objetivo de establecer el % de prevalencia de dichas vacas durante la etapa de producción, contribuyendo así al conocimiento epidemiológico de esta enfermedad en el ámbito local

CAPÍTULO I:

DISEÑO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1 Internacionales

Diversos estudios a escala mundial han evidenciado la amplia distribución e impacto de esta enfermedad mamaria bovina (MS) dentro de la producción lechera. En este sentido, una investigación desarrollada en el sur de Vietnam analizó 1,347 pequeñas explotaciones lecheras con el objetivo de evaluar la relación entre la composición de la leche y la ocurrencia de mastitis subclínica, observando que concentraciones elevadas de células somáticas (SCC) estuvieron vinculadas significativamente con una reducción en el volumen de leche producido, destacando el efecto de los factores ambientales y de manejo sobre la frecuencia de presentación de la enfermedad (11).

Un estudio desarrollado en Paraguay tuvo como objetivo cuantificar la frecuencia de presentación de la mastitis subclínica dentro del hato lechero. Dicho estudio examinó a 147 ejemplares bovinos de las razas Holando, cruces de Jersey-Holando y Holando-Gyr de distintas edades y periodo de producción láctea, utilizando la prueba CMT, revelando una tasa de prevalencia del 74,83 % de mastitis subclínica y 50,6 % en cuartos mamarios totales con grado (1+, 2+, 3+) (12).

En Venezuela, se desarrolló un estudio de prevalencia de mastitis subclínica aplicando la técnica California Mastitis Test (CMT) a 8 466 muestras lácteas, procedentes de cuartos individuales de un total de 2 117 vacas de raza Holstein, Jersey y alto mestizaje, procedentes de 12 explotaciones lecheras localizadas en el municipio Campo Elías. Asimismo, se efectuó el análisis microbiológico a un total de 36 muestras de leche obtenidas de los tanques de almacenamiento de cada finca evaluada; en el conjunto de muestras analizadas se identificó la presencia de colonias sospechosas de *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*. La prevalencia global de mastitis subclínica estimada mediante CMT, considerando las reacciones positivas, alcanzó el 35,20 %, indicando que esta condición del rebaño evaluado presentó pérdidas en la producción de leche, mientras que

el 24,50 % de los cuartos mamarios posteriores presentan mayor predisposición a padecer esta patología (13).

Mientras que en Venezuela se efectuó una investigación para determinar la prevalencia de mastitis subclínica empleando la técnica CMT, aplicada a 6,405 vacas en 60 fincas lecheras. Los resultados indicaron que el 34.56 % de los cuartos mamarios fueron negativos, mientras que el 65.44 % mostró algún grado de positividad (trazas, 1+, 2+, 3+), confirmando la validez del CMT como herramienta diagnóstica efectiva y económica para sistemas de producción rural (15).

Sin embargo, en el Regimiento de Caballería y la Finca San Luis, ubicados en El Salvador, se realizó una investigación determinando la proporción de cuartos mamarios con presencia de mastitis subclínica mediante el método CMT y Recuento de Células Somáticas Individual (RCS-I) de 70 animales en evaluación, obteniéndose una prevalencia de 33,3 % para mastitis subclínica. Además, se analizaron 273 cuartos mediante la prueba de CMT, encontrándose 31 % positivos a mastitis subclínica y 28 % positivos en el RCS-I; esto evidencia que existió una diferencia del 3 % entre ambas pruebas; dicha diferencia podría atribuirse a que el CMT constituye una prueba cualitativa y semicuantitativa, mientras que el RCS-I corresponde a una prueba cuantitativa y cualitativa (16).

En Tarímbaro, Michoacán, México, se llevó a cabo un estudio en el que se utilizó la prueba de California Mastitis Test (CMT) para determinar cuán frecuente es la mastitis subclínica bovina. El estudio abarcó a 372 vacas en producción; de estas, el 56,86 % dio negativo en la prueba de California. Los resultados se categorizaron como negativo, traza, grado 1, 2 y 3, así como mastitis clínica. En un total de 642 cuartos afectados, se descubrió que 168 eran del cuarto anterior derecho; 157, del posterior derecho; 154, del anterior izquierdo; y 163, del posterior izquierdo. Por otro lado, 15 pertenecían a cuartos que estaban ciegos o secos en el momento de la toma de muestras. De este modo, se estableció que la prevalencia de mastitis subclínica es del 43,14% (17).

En el estado de Sonora, México, se desarrolló una investigación cuyo propósito fue identificar los factores relacionados con la presencia de mastitis subclínica en bovinos de doble propósito. Para ello, se consideraron variables como la estación del año, el sistema de ordeño, el número de partos y los días de lactancia. El estudio incluyó una muestra de

350 vacas en periodo de lactación y utilizó la prueba CMT como herramienta diagnóstica. Los resultados mostraron una incidencia similar entre estaciones, registrándose valores de 64,9 % durante el verano y 65,7 % en invierno. Asimismo, se observó que el tipo de ordeño no tuvo influencia sobre la frecuencia de la enfermedad; sin embargo, el número de partos presentó una prevalencia de 78,2 %, y el periodo de lactancia sí mostró relación con la aparición de mastitis subclínica, evidenciando que el problema persiste independientemente de las variaciones estacionales (18).

En conjunto, los antecedentes internacionales revisados permiten afirmar que la mastitis subclínica representa una de las enfermedades inflamatorias más comunes y de mayor impacto económico en el ganado lechero, debido a que afecta tanto la productividad de las explotaciones como la calidad sanitaria de la leche obtenida.

1.1.2 Nacionales

En el Perú, diversas investigaciones han estudiado la mastitis subclínica en distintas regiones del país, reportando resultados que confirman su elevada frecuencia de presentación. En la región Cusco, por ejemplo, se evaluó la prevalencia de mastitis subclínica en vacas Brown Swiss mediante la aplicación de la prueba CMT a 63 animales. Los hallazgos revelaron una prevalencia global de 60,32 %, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre el número de partos y la frecuencia de infección ($p > 0,05$). Estos resultados sugieren que la enfermedad se encuentra ampliamente distribuida, independientemente de la edad de los animales o de sus antecedentes reproductivos (19).

De manera similar, en el distrito de Tacabamba, provincia de Chota (Cajamarca), se determinó una prevalencia de 43 % tras aplicar la prueba CMT a 600 vacas lecheras de las razas Fleckvieh, Brown Swiss y criolla, procedentes de 30 comunidades. El estudio consideró variables como la edad, el periodo de lactación y la localización anatómica. Los resultados indicaron que la edad y la etapa de lactación presentaron asociación estadísticamente significativa con la presencia de la enfermedad ($p < 0,05$), mientras que la raza y el número de partos no mostraron relación significativa (20).

Por otro lado, en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay (Apuímac), se realizó una investigación destinada a determinar la prevalencia y los factores asociados a la mastitis subclínica en 209 vacas en producción lechera. Para el diagnóstico se empleó la prueba California Mastitis Test (CMT) y, para la identificación de los factores relacionados, se utilizó un modelo de regresión logística multivariada. Los resultados mostraron una prevalencia de 72,25 %, considerando las trazas como resultados positivos, alcanzándose un 98 % de positividad mediante la prueba CMT. De las 15 variables evaluadas, únicamente tres fueron incorporadas al modelo de regresión logística. Además, se encontró que las vacas de raza Holstein presentaban el doble de riesgo de desarrollar mastitis subclínica en comparación con animales de otras razas, así como aquellas en las que no se realizaba una adecuada higiene de manos antes del ordeño. En contraste, la edad comprendida entre los 3 y 4 años se identificó como un factor protector respecto de las vacas de mayor edad (21).

En la provincia de Cutervo (Cajamarca), específicamente en el distrito de Socotá, se realizó un estudio con el objetivo de determinar cuán prevalente es la mastitis subclínica. En 288 vacas lecheras de distintas razas, con edades entre los 2.5 y los 10 años y procedentes de once distritos, se llevó a cabo el California Mastitis Test (CMT) en las vacas preordeño. Se detectó una prevalencia de mastitis subclínica del 64.6% en estas vacas. En relación a los cuartos mamarios, la mayor prevalencia se encontró en el cuarto posterior derecho (33.8%). En cuanto al número de partos, las vacas con uno a tres partos presentaron un porcentaje más elevado (26.04%) (22).

Se realizó una investigación en el distrito de Langui, Cuzco, con 296 vacas en producción lechera utilizando la prueba de California Mastitis Test (CMT), a fin de establecer el grado de prevalencia de mastitis subclínica. Además, se aplicó un cuestionario a los criadores para conseguir información sobre los factores de riesgo vinculados con la mastitis subclínica en vacas.

Estableciendo una prevalencia general de 20,6 % en mastitis subclínica asociada a las siguientes variables externas: número de partos (20,6%), edad del ganado (3 años: 13,53%; 8 años: 66,67%), tipo de suelo (húmedo: 9,4%; seco: 25,1%), inducción de la bajada de leche (ternero a pie: 18,6%; sin ternero a pie: 36,4%), tiempo de ordeño (20,6%) y cantidad producida de leche (1-3 kg:31,8%, 4 – 6 kg ,55.4 %, 7 – 9 kg, 9.1 %, 10 – 15 kg,2.7 %, y 16 – 18 kg;1%). Por otro lado y por su parte los factores externos que no

mostraron una relación significativa con la aparición de mastitis subclínica fueron: Sistema de crianza, ubicación del ordeño, atadura de las extremidades traseras, higiene manual del ordeñador, nutrición durante la ordeña, aseo y secado de pezones (23).

Asimismo, se llevó a cabo un estudio de mastitis subclínica en el distrito de Chugur, perteneciente a la provincia de Hualgayoc, en la región de Cajamarca. Para ello, se examinó a 378 vacas utilizando California Mastitis Test (CMT). La prevalencia se calculó por vaca y cuarto mamario, tomando en cuenta factores como la raza, la edad, el número de partos, la etapa de lactancia, la condición corporal, la limpieza de manos, el aseo de las ubres, el ordeño con ternero y la frecuencia del ordeño. utilizando la prueba de Chi cuadrado. Se observó una prevalencia de 32,54 % en las vacas y de 12,43 % en los cuartos mamarios, siendo estos últimos los que más se presentaron con grados leves de CMT (+). asociándose con la raza (más alta en Brown Swiss y cruzadas; más baja en Simmenthal) y la edad (más alta en mayores de 4 años que en aquellos de 2 a 3 años).

No se encontró una relación entre la etapa de lactancia, el número de partos y el estado corporal. No demostraron tampoco la higiene de las manos, el lavamiento de la ubre, el ordeño con ternero o cuántas veces ordeñan al día. Para concluir, la mastitis subclínica está relacionada con la raza y la edad. Asimismo, se identificaron áreas importantes de mejora en el proceso de ordeño, como el sellado posterior al ordeño y el secado individual (24).

El autor estableció la frecuencia y el índice de mastitis subclínica en vacas Brown Swiss en Uchucarcro, Cuzco. Para ello, examinó 136 vacas a través de la prueba para mastitis de California (CMT), tomando en cuenta factores como el número de partos, la etapa de lactancia y el cuarto mamario que presenta afectación. La prueba de chi cuadrado se utilizó para llevar a cabo el análisis estadístico. La mastitis subclínica tuvo una prevalencia total del 19,85%. En cuanto a la disposición anatómica del cuarto mamario, se halló una prevalencia de 18.52 % en el anterior derecho, de 11.11 % en el anterior izquierdo, de 33.33 % en el posterior derecho y de 51.85 % en el posterior izquierdo. Las discrepancias encontradas entre cuartos mamarios ($P \leq 0.05$). indicando que hay importancia entre estas mismas (25).

Se realizó la prueba CMT a 102 vacas lecheras en el distrito de San José, Lambayeque, y se registró una prevalencia del 94.12%. Los cuartos mamarios más afectados fueron el

anterior izquierdo y el posterior derecho (55.88%). Este descubrimiento indica que existen deficiencias en las prácticas sanitarias e higiénicas mientras se ordeña (10). También se realizó un estudio en el distrito de Imaza, Amazonas, con la finalidad de establecer la prevalencia de mastitis subclínica en ganado lechero criollo. Para ello, se identificaron variables como: meses de lactancia, cuartos mamarios, número de partos y lugar de procedencia.

A través de la prueba de California Mastitis Test (CMT), se examinaron 276 vacas provenientes de 31 comunidades. Estableciendo que la prevalencia de mastitis subclínica es del 34,06%. La prevalencia de acuerdo con el lugar de origen fue del 75 % y la que corresponde al número de partos fue del 53 %. La prevalencia aumentó de manera gradual a lo largo de la fase de lactancia: 28.81% entre el primer y el segundo mes, y 28.43% entre el tercero y el cuarto mes. En términos de localización anatómica, los cuartos anteriores tuvieron una prevalencia más alta que los posteriores: 24.28% en el anterior derecho, 20.29% en el anterior izquierdo, 18.12% en el posterior derecho y 10.14% en el posterior izquierdo (26).

1.1.3 Locales

Se llevó a cabo una investigación en Trujillo para establecer la prevalencia y los factores que predisponen a las vacas lecheras a padecer mastitis subclínica. La prevalencia de mastitis subclínica fue analizada en 1,162 cuartos de 300 vacas en producción a través del California Mastitis Test (CMT) en 15 establos lecheros ubicados en la provincia de Trujillo. Para identificar los principales factores de riesgo, se usó la regresión logística multivariada para examinar los datos relacionados con la genética, el entorno y el manejo de las vacas lecheras; se determinó una prevalencia del 53%, y se encontró que la higiene de la ubre, el tamaño del establo, el periodo y número de lactación, así como la limpieza del área de ordeño y el uso de sellador son elementos cruciales para determinar si hay mastitis subclínica. Para concluir, el índice de prevalencia de mastitis subclínica en las vacas lecheras de la provincia de Trujillo es elevado a causa del entorno donde se cría al ganado vacuno lechero y las condiciones del ordeño (27).

La mastitis surge debido a una interacción compleja entre las condiciones ambientales y las prácticas de manejo, circunstancias que hacen que la ubre esté más expuesta a microorganismos con la capacidad de atravesar el canal del pezón y generar la infección.

Desde esta perspectiva, la enfermedad se entiende a través de la tríada epidemiológica compuesta por el agente infeccioso, el hospedador y el medio ambiente. En este marco teórico, esta investigación tiene como objetivo evaluar la prevalencia de la mastitis subclínica y examinar su relación con los factores predisponentes que facilitan su aparición en las unidades productivas lácteas situadas en Trujillo, La Libertad, Perú (28).

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1 Producción lechera

a) Importancia económica

La mastitis subclínica es un problema silencioso pero significativo, ya que disminuye la cantidad y la calidad de leche producida. Ciertamente, la presencia de patógenos intramamarios provoca una respuesta inflamatoria crónica que a veces hace imposible erradicar las bacterias por completo, convirtiendo así la enfermedad en una infección persistente (29).

b) Calidad de la leche

La enfermedad afecta la calidad de los productos y su valor en términos comerciales, porque altera la composición de la leche al disminuir las proteínas, el calcio, la grasa y la lactosa. Además, afecta también a la seguridad alimentaria, pues modifica los parámetros microbiológicos de este alimento; con ello se incrementan las células somáticas y bacterias presentes en él. Por lo tanto, es un peligro para el bienestar del consumidor final (30).

c) Relación con la salud de la ubre

La mastitis subclínica se distingue por la presencia de una reacción inflamatoria persistente, aunque leve, en la glándula mamaria, que es causada principalmente por bacterias transmisibles. Estos microorganismos acceden por el canal del pezón y se instalan en el tejido secretor de la glándula mamaria, donde crecen y provocan una reacción inmunitaria. Esta respuesta se manifiesta en el aumento del recuento de células somáticas (RCS) en la leche. No obstante, si la defensa del hospedador no consigue erradicar totalmente el agente infeccioso, la infección suele hacerse crónica, lo que afecta de manera negativa al rendimiento productivo del animal (31).

1.2.2 MASTITIS

El termino mastitis es la inflamación del tejido de la mama. Esta condición puede tener múltiples causas, entre las que destacan las infecciones bacterianas, micoplásmicas, fúngicas o virales; sin embargo, también puede originarse por factores no infecciosos, tales como traumatismos, desequilibrios metabólicos o nutricionales, estrés y cambios fisiológicos propios del periodo de lactancia.

Asimismo, se trata de una enfermedad frecuente en el sector lácteo, que puede afectar de manera significativa la salud de los rebaños y la productividad lechera

a) Mastitis clínica

Esta variante se distingue por la hinchazón del cuarto mamario, que está acompañada de dolor localizado y alteraciones notables en la secreción láctea, como coágulos, grumos o variaciones en el color debido a exudado hemático o purulento. Además, cuando es más grave, los síntomas clínicos van más allá del ámbito local e impactan el estado general del animal. Estos síntomas son fiebre, aumento de la frecuencia cardíaca, disminución del apetito y una baja notable en la producción de leche (33).

a) Mastitis subclínica

La mastitis subclínica, una enfermedad silenciosa que impacta uno o más cuartos de las mamas, se distingue por producir una reducción paulatina de la cantidad y calidad de la leche. Esta condición tiende a ser ignorada durante extensos períodos, lo que permite que los agentes infecciosos permanezcan en el tejido mamario y se propaguen dentro del hato (34).

La mastitis subclínica supone un reto aún más grande por la ausencia de signos evidentes. Esta modalidad impacta uno o más cuartos mamarios, pero no cambia el aspecto de la leche ni genera síntomas externos en el animal.

1.2.3 IMPORTANCIA SANITARIA Y ECONÓMICA

La mastitis subclínica se configura como una de las patologías de mayor incidencia y trascendencia económica en la industria láctea, debido a que su principal riesgo reside en la ausencia de signos inflamatorios evidentes o alteraciones físicas perceptibles en la

leche, situación que dificulta su detección inmediata y retrasa la aplicación de medidas correctivas, convirtiéndola así en una amenaza persistente para la productividad y la rentabilidad del hato lechero (35).

1.2.4 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La mastitis bovina se origina por una serie de condiciones predisponentes que facilitan la entrada de bacterias patógenas en la glándula mamaria. Entre los principales factores involucrados se encuentra el estado del canal del pezón tras el ordeño, ya que este permanece abierto durante un periodo aproximado de dos horas, lo que aumenta la vulnerabilidad frente a la invasión microbiana. En este contexto, los microorganismos presentes en el ambiente, tales como aquellos procedentes de la cama, el estiércol o el suelo, pueden ingresar fácilmente al conducto del pezón y alcanzar los conductos galactóforos y la cisterna mamaria, provocando la instauración de la infección. De manera complementaria, una higiene inadecuada durante este periodo ya sea por la falta de limpieza del pezón, la utilización de utensilios contaminados o la deficiente desinfección posterior al ordeño favorece la infiltración bacteriana y el desarrollo de procesos inflamatorios en el tejido glandular (36).

Asimismo, la mastitis también puede originarse de forma secundaria a enfermedades sistémicas, tal como ocurre en animales afectados por brucelosis o tuberculosis, donde los agentes infecciosos pueden diseminarse a través de la circulación de la sangre y colonizar la glándula mamaria. Este fenómeno evidencia la interrelación entre la salud general del animal y la integridad del sistema mamario, razón por la cual se enfatiza la necesidad de preservar adecuadas condiciones de higiene y bioseguridad durante todas las etapas del manejo ganadero (36).

1.2.5 ANATOMÍA DE LAS GLÁNDULAS MAMARIAS DE LOS BOVINOS

La ubre bovina corresponde a un órgano exocrino de elevada especialización, adaptado para la producción, reserva y posterior liberación de leche, cumpliendo una función fundamental en el desempeño productivo de los animales de esta especie. Anatómicamente, la ubre de la vaca se encuentra dividida en cuatro cuartos mamarios independientes, cada uno provisto de un sistema propio de conductos galactóforos, cisterna y pezón, impidiendo así la comunicación anatómica y funcional entre los diferentes cuartos. Cada glándula está conformada por un tejido secretor alveolar,

compuesto por células epiteliales que producen la leche, y un sistema de conductos encargado de transportarla hacia la cisterna del pezón. Estas estructuras se encuentran sostenidas por ligamentos suspensorios que dividen la ubre en compartimientos derecho e izquierdo, brindando soporte y manteniendo su posición anatómica.

Además, la arteria pudenda externa es la fuente principal del flujo sanguíneo hacia la glándula mamaria. Por otro lado, las venas mamarias externas o "venas lecheras" son las encargadas de drenar el flujo venoso. La síntesis láctea y la provisión de nutrientes dependen del flujo sanguíneo ininterrumpido. Por otro lado, el sistema linfático tiene un papel fundamental en la defensa inmunitaria local y en la eliminación de desechos metabólicos, ya que permite la circulación de macrófagos y linfocitos que participan en la respuesta a infecciones intramamarias.

La integridad del canal del pezón y la estructura anatómica de la glándula mamaria, en conjunto, son factores claves para prevenir la mastitis. Esto es debido a que cualquier modificación en sus elementos funcionales o anatómicos puede aumentar el riesgo de infección y afectar el rendimiento productivo de las vacas (37).

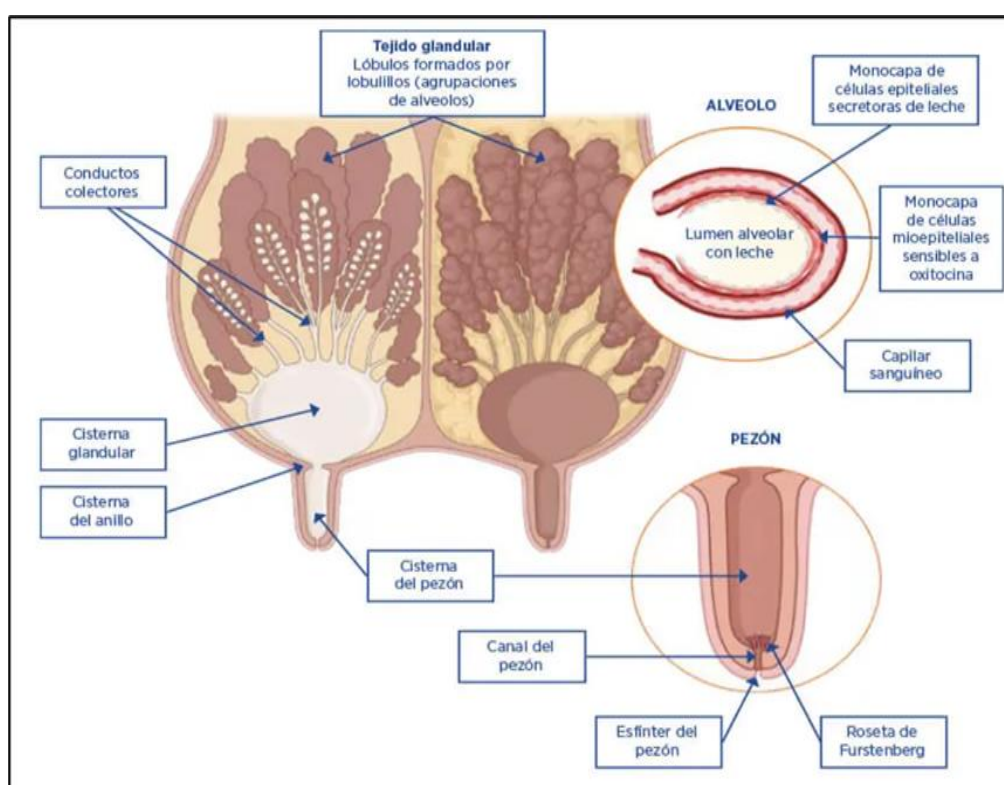


Figura 1. Corte transversal de la glándula mamaria (37).

Fuente. <https://goo.su/WCKsfO/>

1.2.6 ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LA GLÁNDULA MAMARIA BOVINA

La glándula mamaria del bovino constituye un órgano exocrino de elevada especialización, cuya función principal es la síntesis, almacenamiento y excreción de la leche. Está conformada por una serie de estructuras interdependientes que actúan de manera coordinada para garantizar la eficiencia del proceso de lactación. A continuación, se describe su organización anatómica y funcional (38).

a) Cuartos mamarios

Cada ubre bovina se encuentra dividida en cuatro cuartos mamarios, cada uno con su propio pezón y sistema de conductos independiente. Esta independencia anatómica implica que la leche producida en un cuarto no se mezcla con la de los demás, lo cual es fundamental tanto para la eficiencia del ordeño como para el control sanitario del rebaño. Además, esta división facilita la detección localizada de infecciones y el manejo individualizado de tratamientos (39).

b) Pezones

Cada cuarto mamario posee un único pezón o papila mamaria, que actúa como vía de excreción de la leche y está diseñado para facilitar tanto la succión del ternero como el ordeño mecánico (39). La estructura del pezón comprende:

- Cisterna del pezón: cavidad donde la leche se almacena temporalmente antes de ser liberada.
- Canal del pezón: conducto que transporta la leche desde la cisterna hacia el exterior.
- Roseta de Fürstenberg: conjunto de pliegues o anillos longitudinales ubicados en la unión del canal con la cisterna, cuya función es actuar como mecanismo de protección física frente al ingreso de agentes patógenos, protegiendo al animal frente a la mastitis.

c) Alveolos

Los alveolos constituyen las unidades funcionales de la glándula mamaria, donde se lleva a cabo la síntesis de la leche. Cada alveolo está formado por células epiteliales secretoras

dispuestas concéntricamente alrededor de una cavidad central, con un diámetro promedio que oscila entre 50 y 250 micrómetros. Estas células, bajo la acción de hormonas como la oxitocina y la prolactina (39), producen los elementos fundamentales de la leche, tales como grasas, proteínas y lactosa.

d) Lóbulos y lobulillos

Los alveolos se agrupan para formar lóbulos, y varios lóbulos conforman lobulillos, creando una organización jerárquica que optimiza la síntesis, acumulación y transporte de la leche hacia los conductos galactóforos. Esta estructura segmentada permite una coordinación funcional eficiente durante la lactancia y el ordeño (39).

e) Conductos galactóforos

Los conductos galactóforos son los canales de transporte que conducen la leche desde los alveolos hasta las cisternas y, posteriormente, hacia los pezones. Están revestidos por epitelio escamoso estratificado y rodeados por fibras de músculo liso, lo que les permite regular el flujo lácteo mediante contracciones controladas durante el ordeño o la succión del ternero (39).

f) Cisternas

Las cisternas actúan como reservorios temporales de leche antes de su expulsión. Representan aproximadamente entre el 20% y el 40% del volumen total de leche almacenada en la glándula mamaria, aunque este valor puede variar según la raza, edad o fisiología del animal. De esta forma, la capacidad de almacenamiento en las cisternas constituye un factor determinante en la eficiencia del ordeño y en la frecuencia de producción láctea (39).

g) Ligamentos suspensorios

La ubre está sostenida por un sistema de ligamentos suspensorios que proporcionan soporte estructural y estabilidad. Estos se dividen en:

- Ligamento suspensorio medio: compuesto por tejido fibroso elástico que ofrece soporte central y flexibilidad.

- Ligamentos laterales: formados por tejido conectivo más denso y menos elástico, que aportan firmeza y estabilidad adicional.

Estos ligamentos mantienen la ubre firmemente unida al esqueleto y a los músculos abdominales, evitando desplazamientos que podrían interferir con el ordeño y predisponer a lesiones (40).

h) Tejido conectivo

El tejido conectivo brinda el soporte estructural necesario para conservar la integridad y la forma de la glándula mamaria. Comprende la fascia superficial y profunda, además de los ligamentos suspensorios, que fijan la ubre a la pared abdominal y al músculo pectoral.

Asimismo, este tejido facilita la distribución vascular y linfática, favoreciendo la función secretora y defensiva del órgano (40).

i) Vascularización

La glándula mamaria tiene una extensa red de vasos sanguíneos que se encargan de proveer los nutrientes necesarios para la producción de leche y eliminar los residuos metabólicos. La arteria pudenda externa es el origen de la irrigación principal, y se divide en las arterias mamarias caudal y craneal. Se estima que se necesitan alrededor de 500 litros de sangre para generar un litro de leche, lo cual enfatiza la relevancia de un adecuado flujo sanguíneo para sostener una producción láctea ideal (40).

j) Inervación

La glándula mamaria está densamente innervada, especialmente en la zona del pezón. Los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal proporcionan inervación sensorial y autónoma, permitiendo la respuesta refleja durante la succión o el ordeño mecánico.

Esta estimulación nerviosa desencadena la liberación de oxitocina, hormona clave en el mecanismo de expulsión de la leche, indispensable para la eficiencia del proceso de ordeño (40).

k) Sistema linfático

El sistema linfático mamario cumple una función crucial en la eliminación de fluidos intersticiales y en la defensa inmunitaria del tejido glandular. Los nódulos linfáticos supra mamarios y mamarios internos actúan como filtros biológicos que retienen agentes extraños y producen linfocitos encargados de prevenir infecciones, especialmente la mastitis (40).

l) Tejido secretor y almacenamiento de leche

El parénquima mamario, compuesto por tejido glandular especializado, integra los alveolos, los conductos galactóforos y las cisternas, los cuales participan directamente en la síntesis y almacenamiento de la leche. En este proceso, la leche es producida dentro de los alveolos, pasa hacia los conductos menores y posteriormente se acumula en las cisternas, donde permanece hasta ser expulsada durante el ordeño o la lactancia (40).

1.2.7 MECANISMOS DE DEFENSA Y PROTECCIÓN DE LA UBRE BOVINA

La ubre bovina cuenta con un sistema de defensa integral que actúa tanto a nivel sistémico como local, cuya finalidad es preservar la integridad del tejido mamario y prevenir la instauración de infecciones intramamarias, la cual se lleva a cabo a través de la circulación sanguínea y del sistema linfático, los cuales transportan células inmunitarias y sustancias de defensa que pueden actuar de manera inespecífica, como parte de la inmunidad innata, o de forma específica, mediante respuestas adaptativas frente a agentes patógenos determinados. Además, la glándula mamaria dispone de mecanismos locales altamente especializados que limitan el ingreso de microorganismos desde el exterior, especialmente a través desde el canal del pezón hasta el sistema de conductos intramamarios, constituyendo así una primera línea de defensa frente a la mastitis (41).

a) Barreras del pezón

El pezón representa la principal estructura de protección mecánica contra la entrada de bacterias, ya que el esfínter ubicado en el canal del pezón cumple una función fundamental al mantener cerrado este conducto cuando no se está realizando el ordeño o la succión del ternero, impidiendo así el ingreso de microorganismos. La eficacia de esta barrera depende, en gran medida, del adecuado diámetro y funcionalidad del canal;

asimismo, el epitelio que recubre el canal presenta un crecimiento orientado hacia el exterior en su desembocadura, lo cual favorece la expulsión de agentes contaminantes.

La leche se mueve durante el proceso de lactancia o ordeño, lo que ayuda a eliminar los patógenos que están en el canal papilar. La roseta de Fürstenberg, compuesta por pliegues mucosos, se encuentra entre la cisterna y el canal del pezón. Esta estructura no solo funciona como un mecanismo de cierre físico, sino que también tiene una función defensiva adicional.

Por otra parte, la queratinización intensa del epitelio del canal genera un tapón de queratina con propiedades bactericidas, que constituye una barrera altamente efectiva frente a microorganismos, aunque este tapón se elimina en gran parte durante el ordeño, su capacidad protectora se restablece aproximadamente entre dos y tres horas después, recuperando así la función defensiva del canal del pezón (41).

b) Células de defensa y mediadores inflamatorios

En condiciones de salud, el tejido de conexión de la glándula mamaria contiene una población reducida de células de defensa, principalmente macrófagos, linfocitos y células plasmáticas, mientras que el paso de neutrófilos granulocitos desde el torrente sanguíneo hacia el lumen alveolar resulta prácticamente insignificante, sin embargo, ante una colonización bacteriana de importancia, se activa un reclutamiento masivo de estas células desde los capilares hacia el parénquima mamario, proceso que se traduce en un incremento del recuento de células somáticas (CCS) en la leche consolidándose así, el biomarcador diagnóstico más relevante de la inflamación mamaria (42).

Este proceso defensivo es regulado por diversos mediadores químicos que se liberan en respuesta a la presencia de agentes patógenos u otros estímulos inflamatorios, dichos mediadores coordinan la respuesta inmune local, promoviendo la activación celular, la vasodilatación y la llegada de más células defensivas al sitio de infección, con el objetivo de neutralizar y eliminar el agente invasor (42).

1.2.8 MODO DE INFECCIÓN

La mastitis bovina se origina por una serie de condiciones predisponentes que facilitan la entrada de bacterias patógenas en la glándula mamaria. Entre los principales factores involucrados se encuentra el estado del canal del pezón tras el ordeño, ya que este

permanece abierto durante un periodo aproximado de dos horas, lo que aumenta la vulnerabilidad frente a la invasión microbiana. En este contexto, los microorganismos presentes en el ambiente, tales como aquellos procedentes de la cama, el estiércol o el suelo, pueden ingresar fácilmente al conducto del pezón y alcanzar los conductos galactóforos y la cisterna mamaria, provocando la instauración de la infección. De manera complementaria, una higiene inadecuada durante este periodo ya sea por la falta de limpieza del pezón, la utilización de utensilios contaminados o la deficiente desinfección posterior al ordeño favorece la infiltración bacteriana y el desarrollo de procesos inflamatorios en el tejido glandular (42).

Asimismo, la mastitis también puede originarse de forma secundaria a enfermedades sistémicas, tal como ocurre en animales afectados por brucelosis o tuberculosis, donde los agentes infecciosos pueden diseminarse a través del flujo de sangre y colonizar la ubre. Este fenómeno evidencia interrelación entre la salud general del animal y la integridad del sistema mamario, razón por la cual se enfatiza la necesidad de mantener altos estándares de higiene y bioseguridad en todas las etapas del manejo ganadero (42).

1.2.9 ETIOLOGÍA DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA

<i>Agentes infecciosos</i>		<i>Taxonomía y características generales</i>
Bacterias	<i>STREPTOCOCCUS AGALACTIE</i>	Coco, gram positivo, catalasa y oxidasa negativo, anaerobio facultativo.
	<i>STREPTOCOCCUS DYSGALACTIAE</i>	
	<i>STREPTOCOCCUS UBERIS</i>	
	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	Bacilo, gram positivo, catalasa positivo, oxidasa negativo, anaerobio facultativo.
	<i>PASTEURELLA SP</i>	Coco bacilo, gram negativo, tiende a ser pleomórfico, aerobios o anaerobios facultativos, capsulados, catalasa y oxidasa positivos.
	<i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	Coco, gram positivo, aerobio y anaerobio facultativo, inmóvil.
	<i>CLOSTRIDIUM PERFRINGENS</i>	Bacilo, gram positivo, anaerobio facultativo, esporulado.
	<i>NOCARDIA ASTEROIDES</i>	Bacilo, gram positivo, aerobios, en forma de filamentos ramificados.
	<i>MYCOPLASMA BOVIS</i>	Anaerobio facultativo, posee diferentes formas, carece de pared celular.
	<i>CORYNEBACTERIUM PYOGENES</i>	Bacilos y gram positivos, inmóviles, anaerobio facultativos, catalasa positivas, no esporulada y carecen de movilidad.
	<i>PSEUDOMONAS SP</i>	Bacilos gram negativos, aerobios, su forma es recta y curvada con flagelación polar.
	<i>LEPTOSPIRA SP</i>	Espiroquetas, son microorganismos helicoidales, son aerobias y microaerófilas, oxidasa positivas y catalasa negativas.
	<i>SERRATIA SP</i>	Bacilo, gram negativo, móvil.
	<i>KLEBSIELLA SP</i>	Inmóviles, gram negativas, anaerobias facultativas y con cápsula de polisacáridos.
	<i>FUSOBACTERIUM SP</i>	Bacilo, anaerobio, gram negativo.

Figura 2. Etiología bacteriana

Según Alcántara, los principales grupos de bacterias causantes de mastitis se clasifican en contagiosas y ambientales, las cuales se describen a continuación (42).

a) Agentes contagiosas

Existen diversas causas infecciosas responsables del desarrollo de mastitis bovina, las cuales comprenden un amplio espectro de bacterias patógenas de origen ambiental y contagioso. Entre ellas, destacan principalmente los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium* y *Escherichia coli*, considerados los agentes etiológicos de mayor importancia en la etiopatogenia de la enfermedad.

En este sentido, los microorganismos ambientales se encuentran comúnmente en la cama, el estiércol, el agua o el suelo, y pueden contaminar el pezón durante el ordeño o en el periodo de descanso del animal. Por su parte, los patógenos contagiosos se transmiten de una vaca infectada a otra, principalmente por el contacto directo del pezón con utensilios o manos contaminadas.

De manera complementaria, se ha descrito la participación de microorganismos oportunistas, como las levaduras y las algas del género *Prototheca*, cuya presencia, aunque menos frecuente, puede originar infecciones intramamarias crónicas y de difícil tratamiento. Estos agentes suelen actuar como contaminantes secundarios, especialmente en establos con deficiente higiene o uso excesivo de antibióticos, lo que altera el microbiota normal de la piel del pezón y facilita su proliferación (42).

b) Agentes ambientales

Las bacterias ambientales, a diferencia de las contagiosas, provienen de las condiciones ambientales a las que están expuestas las vacas, lo que las hace más difíciles de controlar y eliminar. Estas bacterias habitan en el estiércol, la suciedad, la cama, el agua y el suelo, constituyendo una fuente constante de contaminación para el pezón. Entre los grupos más frecuentes se encuentran los estreptococos ambientales (*Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*) y los coliformes (*Escherichia coli*, *Klebsiella* spp.), los cuales proliferan especialmente en ambientes húmedos y materia orgánica en descomposición. Además, estas infecciones tienden a presentarse con mayor frecuencia al inicio del periodo de lactancia o durante el periodo seco, momentos en los que la inmunidad del animal disminuye (43).

	Mastitis contagiosa	Mastitis ambiental
Reservorio	Glándulas mamarias infectadas	El ambiente de la vaca, incluye lo siguiente: : Cama/establos/suelo : Estiércol : Exposición
al agua	Transmisión de vaca en vaca, a través de lo siguiente: - Equipos de ordeño - Manos o toallas de los ordeñadores - Moscas y otros vectores	Exposición constante exacerbada por el calor y la humedad

Figura 3. Mastitis contagiosa y ambiental (43).

1.2.10 FACTORES PREDISPONENTES

a) Factores del animal

- Edad: el avance cronológico del animal conlleva un desgaste fisiológico en el esfínter y el canal del pezón, estas alteraciones estructurales facilitan el acceso de microorganismos al tejido mamario y reducen la capacidad de recuperación del epitelio, aumentando la susceptibilidad a infecciones persistentes (44).
- Número de parto: Existe una correlación directa entre la multiparidad y la incidencia de mastitis subclínica. A medida que aumenta el número de partos, las vacas presentan una mayor susceptibilidad a traumatismos físicos e infecciones intramamarias., factores que actúan como precursores en el desarrollo de la patología (44).
- Etapa de lactancia: el periodo productivo influye críticamente en la salud de la ubre, se ha observado que, tanto en el inicio (fase de mayor estrés metabólico) como en el cierre de la lactancia, ocurre un incremento fisiológico y patológico del recuento de células somáticas, derivado frecuentemente de procesos infecciosos (45).
- Alimentación: un estado nutricional deficiente compromete el sistema inmunológico del animal, la carencia de nutrientes esenciales debilita la respuesta

defensiva del organismo, dejando a la vaca desprotegida ante la colonización de patógenos en la glándula mamaria (45).

b) Factores del manejo

- Heridas: La presencia de lesiones en la superficie cutánea del pezón o en el canal papilar facilita el ingreso de agentes patógenos al tejido mamario, incrementando el riesgo de infecciones intramamarias (45).
- Equipo de Ordeño: el ordeño mecánico es considerado el factor principal de contagio ya que el uso incorrecto de las unidades de ordeño (pezoneras), ocasionan así irritación o heridas en la piel del pezón (45).
- Personal: los deficientes conocimientos en el manejo de ordeño del personal representan también aspectos influyentes de contagio de la mastitis subclínica debido a la poca experiencia en ordeñadoras dificultando el buen funcionamiento de actividades (45).
- Higiene: las deficiencias en la higiene del personal de ordeño, el uso de agua no potable y un inadecuado manejo de los protocolos de lavado y higienización de los equipos de ordeño constituyen factores importantes en la transmisión de mastitis subclínica (46).

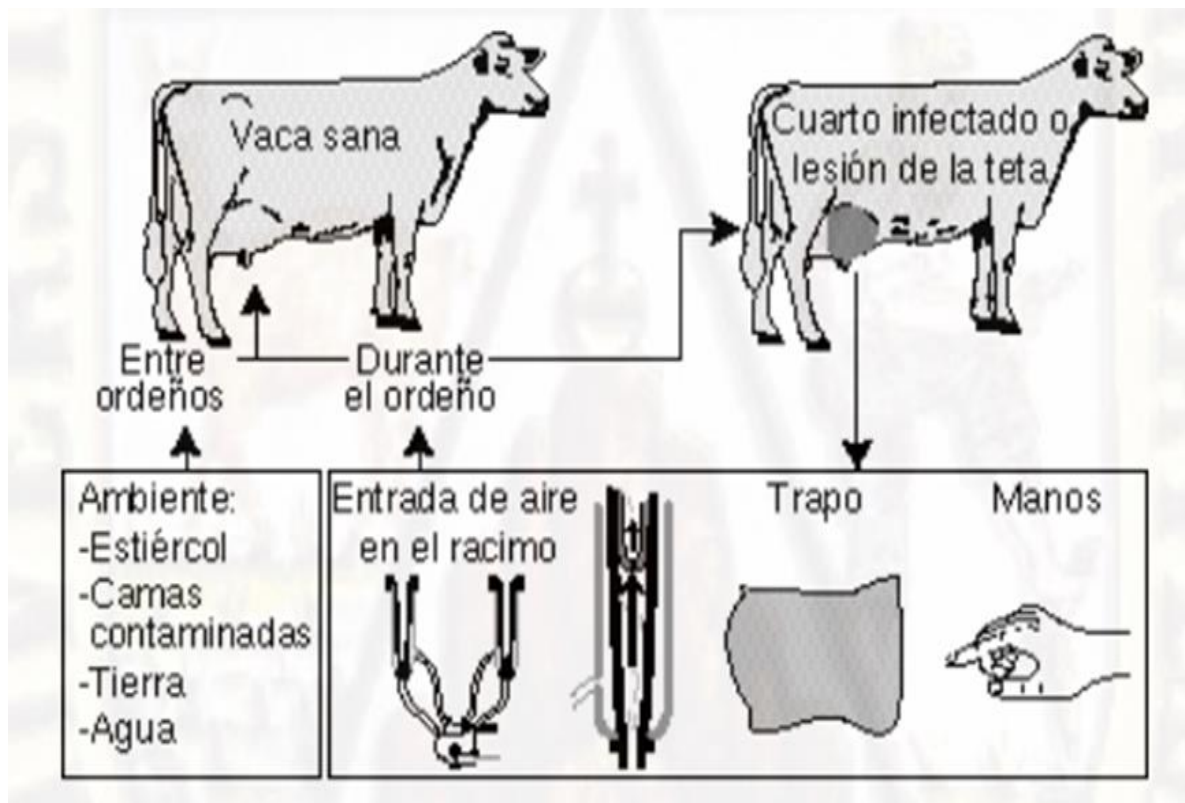


Figura 4. Tres de las principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño (47).

c) Factores ambientales

- Época del año: Las variaciones climáticas influyen directamente en el entorno donde se mantienen los animales. En los meses lluviosos, las condiciones de alta humedad y la acumulación de materia orgánica favorecen la proliferación de bacterias ambientales, lo que puede reflejarse en un incremento del RCS tanto a nivel individual como de hato. Asimismo, la concentración de partos en determinadas estaciones y el confinamiento durante épocas frías pueden deteriorar las condiciones higiénicas, incrementando la exposición a patógenos (47).
- Suelo y humedad: Los microorganismos sobreviven gracias a las condiciones del suelo y a la humedad. Los cambios en la humedad relativa pueden afectar la prevalencia de mastitis subclínica, ya que alteran la carga microbiana ambiental y el contacto continuo de la ubre con superficies contaminadas (48).

1.2.11 DIAGNOSTICO DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA

a) Prueba de california mastitis test

El California Mastitis Test (CMT) es un procedimiento que se utiliza con frecuencia para identificar de manera rápida y sencilla la mastitis subclínica (MS) en vacas lecheras. Este método se fundamenta en una reacción química que ocurre entre las células somáticas que hay en la leche y un reactivo ácido desnaturizante, el lauril sulfato de sodio, por ejemplo. Este componente causa que las membranas celulares se rompan y el ADN nuclear se libere. En consecuencia, se genera un gel de consistencia variable, cuya viscosidad está en proporción directa con la concentración de células somáticas en la muestra. En este sentido, una mayor gelificación indica un recuento celular elevado y, por tanto, una mayor probabilidad de mastitis subclínica. El resultado de la prueba se evalúa visualmente a simple vista y se clasifica en una escala de cinco niveles de gelificación, lo que permite estimar el grado de afectación del cuarto mamario (49).

Asimismo, la CMT destaca por ser una herramienta rápida, económica y sencilla de aplicar en campo, ya que no requiere equipos especializados ni condiciones de laboratorio complejas. Esto la convierte en una técnica ideal para el diagnóstico preliminar y el monitoreo rutinario de la salud mamaria en explotaciones lecheras.

Por consiguiente, para una evaluación integral de la mastitis, la CMT debe complementarse con otras pruebas de diagnóstico, como el cultivo microbiológico, el antibiograma o la cuantificación del RCS mediante métodos electrónicos. Aun así, su aplicación sistemática contribuye al control de la calidad de la leche y a la vigilancia sanitaria del hato y detectar precozmente los casos de infección subclínica, contribuyendo significativamente a la reducción de disminución de la productividad y afectaciones económicas en la industria lechera (49).

b) Cuantificación de células somáticas

El Recuento de Células Somáticas (RCS) se reconoce como la herramienta diagnóstica fundamental para evaluar y monitorear la condición sanitaria de la ubre, dado que permite identificar procesos inflamatorios de manera temprana, este análisis puede realizarse de forma individual mediante muestras por cuarto mamario o de manera global a partir de muestras obtenidas del tanque de enfriamiento, lo que facilita tanto el control individual como el monitoreo del hato, asimismo, la evidencia científica establece puntos de corte para su adecuada interpretación, de modo que un conteo inferior a 200 000 cel/ml se asocia con una baja probabilidad de infección intramamaria, mientras que valores superiores a 300 000 cel/ml constituyen un indicio claro de inflamación activa (49).

c) Cultivo bacteriológico

el cultivo bacteriológico se realiza en un medio adecuado a temperatura adecuada para dar crecimiento a los microorganismos de la leche obtenida y así poder ejecutar un tratamiento efectivo orientando a la selección de antibióticos u otros medicamentos con el objetivo de mejorar la respuesta clínica al tratamiento. (50).

Clasificación de los medios de cultivo:

- básicos: específicos para dar crecimiento bacteriano y mantenimiento de estas mismas, los más comunes son (agar nutritivo, agar muelle hinton) (50).
- enriquecidos: estos contienen los medios básicos las cuales se agrega un suplemento nutritivo como son (agar sangre, agar chocolate) (51).
- selectivos: dan crecimiento a bacterias que solo se desarrollan en estos medios como están las micobacterias, hongos etc (52).
- medios diferenciales: también llamadas pruebas bioquímicas ayudando a las bacterias a clasificarlas según género y especie, según el comportamiento (52).

1.2.12 CONSECUENCIAS DE LAS MASTITIS SUBCLÍNICAS

a) Producción

La curva de producción de leche en una campaña se estandariza a 305 días. Durante ese tiempo se identifican indicadores como la producción máxima la producción por fases (o tercios) de lactancia y la persistencia lechera. Factores de estrés pueden alterar estos indicadores. La cantidad de producción lechera a lo largo de la campaña define cuantos nutrientes necesita la vaca. Una vaca recién parida, en su pico de producción o al inicio del primer tercio, requiere más nutrientes en su dieta que una vaca de baja producción al final de lactancia (52).

b) Económica

la MS genera pérdidas económicas considerables debido a la disminución del rendimiento lácteo, el descarte del producto lácteo contaminado, la elevación de los gastos asociados al tratamiento y el descarte prematuro de animales con infecciones crónicas. Además, la alteración en el producto lácteo caracterizado por la disminución de grasa, lactosa, calcio y proteínas compromete su calidad tecnológica y valor comercial. Por lo tanto, la detección temprana y la aplicación de programas preventivos integrales, que incluyan higiene rigurosa, control microbiológico y la formación del personal encargado del ordeño constituye una medida fundamental para disminuir la frecuencia de mastitis subclínica y garantizar la sostenibilidad del sistema productivo (53).

c) Sanitarios

Una de las repercusiones más significativas de la mastitis subclínica en la industria ganadera radica en su potencial impacto sobre la salud pública, dado que la permanencia de bacterias patógenas y sus toxinas en la leche puede originar cuadros de intoxicación alimentaria en los consumidores, en consecuencia, ante este riesgo sanitario, se han fortalecido y establecido normativas más rigurosas para la comercialización de leche cruda y sus derivados procesados, con el propósito de salvaguardar la inocuidad y garantizar la seguridad alimentaria (54).

1.2.13 PREVENCIÓN Y CONTROL

Representan pilares fundamentales en la gestión sanitaria de los hatos lecheros, ya que esta enfermedad no solo afecta el bienestar animal, sino también el rendimiento productivo y calidad de la leche. En consecuencia, adoptar estrategias preventivas integrales permite reducir de forma significativa la incidencia de casos clínicos y subclínicos, contribuyendo a la sostenibilidad económica del sistema de producción. De manera general, las medidas de control se centran en mejorar las prácticas de ordeño, mantener una adecuada higiene del entorno y reforzar el manejo zootécnico y sanitario del rebaño. A continuación, se detallan las principales acciones recomendadas:

a) Higiene durante el ordeño

La adopción de prácticas de ordeño basadas en adecuados estándares de higiene y ejecutadas de forma constante constituye una de las medidas más importantes para prevenir la mastitis. Antes del ordeño, se debe lavar y desinfectar los pezones utilizando soluciones antisépticas aprobadas, como yodo povidona o clorhexidina, y secarlos con toallas desechables individuales para evitar la contaminación cruzada. Durante el proceso, se recomienda ordeñar primero a las vacas sanas y dejar al final las sospechosas o tratadas, reduciendo así la posibilidad de transmisión de microorganismos causantes de enfermedad entre los individuos del hato. Finalmente, el sellado o postdipping de los pezones con desinfectantes específicos representa un mecanismo de defensa efectivo frente al ingreso de microorganismos tras el ordeño. (54).

b) Mantenimiento y desinfección de equipos

Debe mantenerse en estado adecuado y de funcionamiento. Los revisores de vacío, pulsadores y pezoneras deben ser inspeccionados y reemplazados periódicamente, ya que los defectos o fugas pueden causar lesiones en los pezones y facilitar la penetración bacteriana. Asimismo, es fundamental limpiar y desinfectar adecuadamente todo el sistema después de cada jornada, empleando detergentes alcalinos o ácidos que eliminen residuos orgánicos y minerales. De este modo, se garantiza que el equipo no actúe como fuente de contaminación cruzada entre animales (54).

c) Manejo del ambiente y alojamiento

El ambiente en el que permanecen las vacas debe conservarse en adecuadas condiciones de limpieza, con baja humedad y una ventilación apropiada, ya que la acumulación de materia orgánica y la presencia de humedad favorecen el desarrollo y multiplicación de bacterias ambientales, como *Streptococcus uberis* y *Escherichia coli*. En este sentido, se recomienda renovar periódicamente la cama, especialmente en corrales de descanso o cubículos individuales, evitando el uso prolongado de materiales orgánicos húmedos. Además, se debe garantizar una densidad poblacional adecuada, ya que el hacinamiento incrementa el estrés y facilita la transmisión de agentes infecciosos (54).

d) Medidas preventivas del periodo seco

El manejo del periodo seco es una etapa crítica en la prevención de la mastitis, dado que la glándula mamaria se encuentra más vulnerable a la colonización bacteriana. Por ello, se recomienda aplicar terapia antibiótica de secado en todos los cuartos mamarios al finalizar la lactancia, utilizando productos de liberación prolongada que actúen durante todo el periodo no productivo. De igual modo, el uso de selladores internos de pezones, en combinación con la terapia antibiótica, constituye una medida altamente eficaz para prevenir infecciones ascendentes durante el secado (54).

e) Manejo nutricional e inmunitario

Una dieta equilibrada es determinante para mantener la resistencia inmunitaria de las vacas lecheras. El aporte adecuado de vitamina E, selenio, zinc y cobre fortalece la función de los neutrófilos y macrófagos, mejorando la respuesta frente a infecciones intramamarias. De igual forma, el control del estrés térmico y metabólico contribuye a mantener un sistema inmune funcional y reduce la susceptibilidad a la mastitis (54).

En síntesis, la prevención y control de la mastitis requieren de un enfoque integral y multidisciplinario, que combine buenas prácticas de ordeño, manejo sanitario, nutrición equilibrada y diagnóstico temprano. Solo mediante la aplicación constante y coordinada de estas estrategias es posible preservar la salud mamaria, optimizar la producción lechera y garantizar la inocuidad del producto final.

CAPÍTULO II

1. BASES CONCEPTUALES

VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA	
RAZA	Grupo genético de la vaca, según origen racial	Holstein	Registro del hato o identificación visual	Nominal	
NUMERO DE PARTOS	Cantidad de partos previos que a tenido la vaca	1 parto 2 partos 3partos 4 partos	Conteo de partos registrados	nominal	Registro
EDAD	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de la vaca	Joven(2-4 meses) Adulto(5-7 años) Adulto mayor(menor de 8)	Registro de nacimiento o calculo de dientes	Ordinal	
FASE DE LACTANCIA	Periodo de producción lechera, en que se encuentra la vaca, medido en días después del parto	Temprana (0-100 días) Medio (101-200 días) Tardia (201-305 días)	Días de leche	ordinal	
UBICACIÓN ANATÓMICA DEL PEZON	Posición del pezón evaluado dentro de la ubre	Anterior izquierdo Anterior derecho Posterior izquierdo Posterior derecho	Observación directa y palpación	nominal	
VARIABLE DEPENDIENTE DE PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLINICA	Inflamación de la glándula mamaria sin signos clínicos evidentes, pero con alteración en la calidad de leche	Positivos negativos	Prueba de california mastitis test (CMT) Recuento de células somáticas (RCS)	CMT: 0=negativos 1=CMT trazas 2=positivo leve 3= positivo fuerte RCS > 200,000= NEGATIVO <200,000=POSITIVO	

Tabla 1 Operacionalización de variables

Fuente: elaboración propia

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Localización

El estudio se llevó a cabo en un establo lechero que se ubica en Paiján, en la provincia de Ascope, dentro del departamento peruano de La Libertad. Se realizó entre julio y diciembre de 2025. El establo se caracteriza por ser de un sistema de producción intensiva con vacas principalmente de la raza Holstein y Jersey

Esta ubicación habilitó la logística requerida y el acceso apropiado para llevar a cabo la investigación.



Figura 5 Paiján, provincia de Ascope



Figura 6 ubicación de la agropecuaria

2.2 Tipo de investigación

El presente estudio se catalogó como una investigación observacional porque no hubo manipulación de variables ni aplicación de tratamientos en las unidades investigativas. Igualmente, empleó un diseño transversal porque la obtención de datos y el muestreo se realizaron en un solo momento.

En lo que respecta a su extensión, el nivel fue descriptivo y se enfocó únicamente en calcular la prevalencia de mastitis subclínica en bovinos; no intentó establecer relaciones de causalidad.

2.3 Diseño de la investigación

La investigación se llevó a cabo en una granja, empleando un diseño no experimental y descriptivo transversal. Su objetivo era calcular la prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras productivas.

2.4. Población y muestra

2.4.1 Población

Estaba compuesta por todas las vacas en lactancia del establo lechero de Paiján, que contaba con un total de 566 vacas, registradas en diciembre de 2024. Estas vacas fueron la base para la recopilación y el análisis de datos.

Tabla 2 Población de estudio

Mes	Vacas Producidas
Agosto	572
Septiembre	549
Octubre	552
Noviembre	571
Diciembre	566
Total	2810

Fuente elaboración de la autora

2.4.2 Muestra

Se utilizó una muestra de 230 vacas, seleccionadas aleatoriamente de un total de 566 animales. Esta selección se realizó mediante una fórmula finita, que posibilitó el cálculo exacto del número de muestras requeridas para así obtener resultados estadísticamente fidedignos y representativos del conjunto total de la población analizada.

$$n = \frac{Z^2 (P*Q*N)}{(N-1) D^2 + Z^2 P*Q} \quad \Longleftrightarrow \quad n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 566}{(566-1) 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = \frac{543.586}{2.373} = 230$$

Total 230 vacas a estudiar, esto es la muestra donde:

- n=tamaño de muestra por estimar
- Z=nivel de confianza o margen de confiabilidad (95%) es decir (1.96)
- P=proporción de animales enfermos
- Q= (1-p) proporción de animales sanos
- N= número total de vacas del establo (566)
- D = error de estimación en este caso es de 0.05

2.5 Unidad de análisis

Cada vaca en lactación y/o el cuarto mamario

2.5.1 Criterios de inclusión

- Vacas en periodo de ordeño actual
- Animales clínicamente sanos, sin signos de mastitis

2.5.2 Criterios de exclusión

- Vacas con mastitis clínicamente visibles
- Animales en tratamiento con antibiótico
- Pezones conexiones o heridas que impidan una correcta evaluación

2.6 Variable de estudio

La mastitis subclínica se tomó en cuenta como la variable principal, mientras que la edad, la raza, el número de partos, la fase de lactancia y la posición del pezón fueron consideradas como variables independientes.

2.7 Prevalencia de la prueba

La fórmula que se utilizó para establecer la prevalencia de mastitis subclínica en esta investigación es la siguiente:

$$P = NC/M * 100$$

Donde

P= Prevalencia.

Nc: número de vacas positivas

M: tamaño muestral

2.8 Intervalo de confianza

Los resultados de este estudio también se expresan a través del intervalo de confianza del 95%, por lo que se emplea la siguiente fórmula.

Dónde:

P= Prevalencia a la prueba

Z= Confianza: 95% (1.96).

N= tamaño muestral

$$\hat{p} \pm z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\hat{p}(1 - \hat{p})}{N}}$$

Para establecer la relación entre la reacción a la prueba diagnóstica y las variables cualitativas raza, edad, ubicación anatómica, número de parte y etapa de lactancia, se utilizó el análisis de chi cuadrado.

3.9 Técnicas, instrumentos y equipos

2.9.1 Detección de mastitis subclínica (ms)

La detección de la MS se realizó mediante la aplicación del método CMT, reconocido por su eficiencia y facilidad de uso en estudios de campo.

3.9.2 Procedimiento del CMT

Para llevar a cabo el CMT, se siguieron cuidadosamente los siguientes pasos:

- Preparación de la muestra: Después de que la vaca estuvo preparada para el ordeño, se desechó los tres o cuatro primeros chorros de leche de cada pezón y se depositaron los demás en las divisiones de una bandeja
- Igualación de la muestra: La bandeja se inclinó a un ángulo aproximado de 60 grados, asegurando que cada compartimento contuviera entre 2 y 4 ml de leche, lo que permitió una medición uniforme.
- Adición del reactivo: Se incorporó una cantidad equivalente del reactivo CMT a la muestra de leche para iniciar la reacción química.
- Agitación: La bandeja se agitó suavemente mediante rotación durante 15 a 20 segundos, lo cual facilitó la interacción del reactivo con la leche.
- Lectura e interpretación: Finalmente, se evaluó de inmediato la formación del gel, lo que permitió determinar el grado de mastitis presente en cada muestra.

2.9.3 Interpretación de los grados del CMT

De acuerdo al estudio, la interpretación de los hallazgos del (CMT) se realizó tomando en cuenta la formación y consistencia del gel obtenido en la reacción. Los grados de la prueba se describen a continuación:

- Negativo: No se observó precipitado, lo que indicó la ausencia de infección en la glándula mamaria.
- Trazas: Se detectó una ligera precipitación que desapareció al agitar la muestra. En estos casos, fue necesario comparar ambas mamas; si únicamente una mostró precipitación, se consideró que estaba infectada.
- Grado 1 (Leve): Se presentó una ligera agitación acompañada de algunos filamentos grumosos que desaparecieron tras agitar la paleta durante aproximadamente 20 segundos, sin llegar a formarse un gel consistente.

- Grado 2 (Moderado): La muestra generó un gel con apariencia similar a la clara de huevo, lo que indicó una concentración moderada de células somáticas.
- Grado 3 (Severo): Se formó un gel de manera rápida que conservó su forma incluso después de agitar, señalando una alta concentración de células somáticas y una infección severa.
- Grados 4 y 5: Estos niveles se emplearon para facilitar el registro de casos clínicos y crónicos. En el grado 4, la vaca presentó signos clínicos evidentes de mastitis, mientras que en el grado 5, el animal sufrió la pérdida del cuarto mamario afectado, reflejando un cuadro crónico avanzado.

CMT Score	Somatic Cell Range	Interpretation
N (Negative)	0- 200,000	Healthy Quarter
T (Trace)	200,000- 400,000	Subclinically Mastitis
1	400,000 – 1,200,000	Subclinically Mastitis
2	1,200,000– 5,000,000	Serious Mastitis Infection
3	Over 5,000,000	Serious Mastitis Infection

Figura 7 Interpretación de los resultados de la prueba de CMT.

Fuente. <https://goo.su/ELJZIZM>

3. MATERIALES O INSTRUMENTOS

3.1 Materiales de campo

- Reactivo CMT
- Paletas para la aplicación del CMT.
- Jeringas de 10 cm
- Indumentaria de campo
- Guantes esteriles
- Agua hervida
- Mochila o maleta
- Papel toalla
- Marcador
- Frascos para la recolección de muestras
- Cuaderno
- Alcohol
- Jabón líquido desinfectante

3.2 Materiales de oficina

- Apuntes bibliograficos
- Tablet o laptop
- Impresora
- Lapicero
- Lápiz
- Registro de vacas

3.3 Materiales de laboratorio

Para la presente investigación, se recolectó leche de un total de 230 vacas, las cuales constituyeron la muestra sobre la cual se realizaron las pruebas de mastitis subclínica.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Resultados

A través de la prueba de California Mastitis Test (CMT), se analizaron 230 vacas en producción lechera, con el propósito de establecer cuán común es la mastitis subclínica.

I. ESTADISTICA DESCRIPTIVA

Tabla 3 Prevalencia de mastitis subclínica bovina

Prevalencia general de mastitis subclínica

Resultado CMT	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	IC 95%
Positiva	42	18.3	13-23
Negativa	188	81.7	
Total	230	100	

En la tabla 3 se aprecia que de las 230 vacas evaluadas, 42 dieron positivo a mastitis subclínica, lo cual equivale a un 18.3% con un margen de confianza del 95% entre el 13.3% y el 23%. En contraste, un total de 188 vacas (el 81.7%) resultaron negativas.

Tabla 4 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según edad

Edad (años)	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
1 – 3	58	5	8.62	1.45- 15.99
>3 - 6	158	30	18.99	12.51- 25.47
>6 - 9	11	4	36.36	8.0 - 64.7
>9 - 12	3	3	100	
Total	230	42	18.26	13.3 -23.3

Tabla 4 ilustra la distribución de la mastitis subclínica en función de la edad de las vacas. Se observa que a medida que aumenta la edad de los animales, también lo hace la

prevalencia. En las vacas con edades superiores a los 6 y hasta los 9 años, esta alcanzó un 36,36 % (IC al 95 %: entre el 8,0 y el 64,7), lo cual representa un incremento significativo. El grupo más viejo (>9 -12) mostró una prevalencia del 100 %, pero este hallazgo debe ser interpretado con precaución debido a que el tamaño de la muestra es pequeño (n=3), lo cual afecta la exactitud del intervalo de confianza.

Se utilizó la prueba de chi cuadrado de Pearson para evaluar, al principio, la relación entre la mastitis subclínica bovina y la edad. No obstante, se decidió usar el método más apropiado, que es la prueba exacta de Fisher, ya que más del 20% de las celdas tenían frecuencias esperadas inferiores a cinco (37.5%).

Los hallazgos mostraron una correlación estadísticamente importante entre la edad de las vacas y la existencia de mastitis subclínica en bovinos ($p<0,05$). (ver Anexo 2)

Tabla 5 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según raza

Raza	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
Brown swiss	12	3	25	0.5 - 49.5
Fleckvieh	3	0	0	0
Híbrido	3	1	33.3	0.0 -86.5
Holstein	193	33	17.1	11.8 -22.4
Jersey	19	5	26.3	6.5 – 46.1
Total	230	42	18.3	13.3 –23.3

En la **tabla 5**, Se observa que la raza Holstein presento la mayor cantidad de casos (33), con una prevalencia de 17.1%. las mayores prevalencias porcentuales se observan en vacas híbridas (33.3%) y jersey (26.3%) sin embargo estas estimaciones presentan intervalos de confianza amplios debido al reducido tamaño muestral.

Cuando se analizó la relación entre la raza y la mastitis subclínica bovina, en un primer momento se utilizó el método de chi cuadrado de Pearson. No obstante, como más del 20% de los casilleros mostraban frecuencias esperadas inferiores a 5 (60%), se optó por usar el test exacto de Fisher como método más apropiado. Los resultados revelaron que

no hay una asociación estadísticamente significativa entre la raza y la mastitis subclínica bovina ($p>0.05$). (ver Anexo 3)

Tabla 6 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según número de partos

Nº parto	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
1	60	8	13.3	4.3 -21.9
2	97	15	15.5	8.2 -22.8
3	51	11	21.6	10.2 -32
4	13	2	15.4	0.0 - 34.01
5	2	1	50.0	0.0 -100
6	5	3	60.0	17.1-100
8	2	2	100.0	100 -100
Total	230	42	18.3	13.3 –23.3

La **tabla 6** revela que la prevalencia de mastitis subclínica bovina se eleva a medida que se multiplican los partos: en el primero, es del 13.3%; en el segundo, del 15.5%; y en el tercero, del 21.6%. En las crías superiores (>5), las prevalencias fueron altas; no obstante, es necesario analizar estos datos con precaución debido a la escasez de animales.

La prueba de chi cuadrado de Pearson se utilizó al principio para analizar la relación entre el número de partos y la mastitis subclínica bovina; no obstante, como más del 20% de las celdas mostraron frecuencias esperadas por debajo del 5 (50%), se optó por usar en su lugar la prueba exacta de Fisher, que es un método más apropiado.

Los resultados mostraron que hay una relación estadísticamente significativa entre la presencia de mastitis subclínica bovina y el número de partos (consulte el anexo 4).

Tabla 7 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según número de fase de lactancia

Fase de lactancia (días)	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
1 – 100	112	14	12.5	6.3 - 18.6
101 – 200	69	14	20.3	10.8 - 29.8
201 – 305	49	14	28.6	15.9 - 41.3
Total	230	42	18.3	13.3 - 23.3

La **tabla 7** muestra que la mastitis subclínica se vuelve más frecuente a medida que avanza la etapa de lactancia. En el intervalo de 201 a 305 días (28,6%), es donde más se presenta, después están los periodos de 101 a 200 días (20,31) y de 1 a 100 días (12,5%).

Se estableció, a través de la prueba del chi cuadrado, que existe una correlación estadísticamente significativa entre la mastitis subclínica y la etapa de lactancia ($p < 0.05$) (consultar Anexo5).

Tabla 8 Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según ubicación anatómica del cuarto mamario

Ubicación del cuarto	Cuartos evaluados	Cuartos positivos	Prevalencia (%)	IC 95%
Ant derecho.	230	24	10.43	6.55 - 14.31
Ant izquierdo	230	23	10.00	6.12 - 13.88
Post derecho	230	21	9.13	5.40 - 12.83
Post izquierdo	230	20	8.70	5.00 - 12.40
Total	920	88	9.57	7.65 - 11.47

Tabla 8 La prevalencia de mastitis subclínica bovina a nivel de cuartos mamarios fue del 9.5% (IC 95%: 7.63-11.51), lo que se traduce en 88 cuartos positivos entre un total de 920 cuartos analizados, según la Tabla 8. Al examinar la localización, se encontró que los cuartos delanteros tenían una frecuencia mayor de mastitis comparado con los cuartos traseros, siendo el cuarto delantero derecho el que tuvo la prevalencia más alta, seguido por el izquierdo; por otro lado, los cuartos traseros (izquierdo y derecho) tuvieron menos

casos positivos registrados. Los intervalos de confianza al 95% para cada cuarto mamario están interrelacionados, lo cual sugiere que las diferencias observadas no son significativas desde una perspectiva estadística.

La prueba de chi cuadrado de Pearson reveló que no hay correlación estadísticamente significativa entre la prevalencia de mastitis subclínica en bovinos y la ubicación del cuarto mamario ($p>0.05$) (consultar anexo 6).

3.2. DISCUSIÓN

PREVALENCIA GENERAL

Este estudio analizó la prevalencia de mastitis subclínica en bovinos y determinó que el 18,3% de los casos fueron positivos. El análisis de asociación demostró una relación estadísticamente significativa entre la inflamación por mastitis subclínica y factores como la edad, la cantidad de partos y el período de lactancia. En cambio, variables como la posición anatómica del cuarto mamario y la raza no presentaron una correlación significativa desde un punto de vista estadístico con la inflamación en las glándulas. No obstante (12, 14, 19, 21), mostraron una prevalencia de 74.83%, 64%, 60.32% y 72.25%. Esos hallazgos podrían ser explicados por insuficiencias en las prácticas de higiene y manejo, particularmente en los procedimientos de secado y lavado de pezones, además de condiciones ambientales adversas.

Factores como estos aumentan la carga de patógenos en el ambiente y favorecen que los microorganismos penetren por el canal del pezón, lo cual provoca el proceso de infección. Respecto a la prevalencia en función de la cantidad de partos, se observó en vacas que habían tenido uno, dos o tres partos, y se evidenció una correlación estadísticamente significativa entre el número de partos y la aparición de infección.

Estos resultados son consistentes con lo que informaron los autores (23, 24, 25), quienes obtuvieron un 20,6 %, un 34,54 % y un 19,2 % respectivamente. Esta tendencia demuestra que el deterioro fisiológico y la pérdida de fuerza del ligamento suspensorio de la ubre en animales más viejos hacen que los pezones estén más cerca del suelo y del material de la cama, lo cual aumenta el peligro de infecciones por patógenos ambientales. Asimismo, si las infecciones no son detectadas durante lactancias anteriores, pueden volverse crónicas. Esto explica por qué se observa una mayor vulnerabilidad en las vacas con un número elevado de partos.

En cuanto a la aparición de mastitis subclínica en función de la raza, los hallazgos de este estudio no mostraron una correlación significativa en términos estadísticos, lo que indica que la raza no fue un factor crucial para el surgimiento de la infección. Sin embargo, las investigaciones publicadas por (12) mostraron que la prevalencia en la raza Holando y sus cruces con Jersey y Gyr era de un 74.83%, lo cual es bastante alto. Esta predisposición de la raza Holando y sus cruces a tener un potencial genético alto para producir leche, mayor estrés metabólico, un llenado glandular más rápido y una apertura más duradera

del esfínter del pezón después del ordeño son los elementos que propician la subida de microorganismos dañinos.

La presente investigación, al medir la prevalencia de mastitis subclínica en los cuartos mamarios, encontró que el 9.5% estaba afectado. Este número está levemente por debajo del que reportó el autor (24) 12.43%. La baja prevalencia encontrada en este estudio podría ser un indicativo de una higiene distributiva apropiada durante el ordeño y de una menor cantidad de lesiones mecánicas en las pezoneras. Por otra parte, nuestros resultados no coinciden con los datos que (12, 15) encontraron, en los que se informaron prevalencias del 50.6% y 65.49%. Estas marcadas diferencias reflejan que la presentación de la enfermedad por cuarto mamario está fuertemente influenciada por la rigurosidad de la rutina de ordeño y la carga microbiológica del entorno. Fisiológicamente, la literatura señala que la prevalencia individual de los cuartos suele estar vinculada a factores anatómicos; por ejemplo, los cuartos posteriores suelen ser más propensos a la infección debido a su mayor volumen de producción láctea, su proximidad a las extremidades traseras y una mayor exposición al contacto con las deyecciones del animal en las camas.

CONCLUSIONES

- En el rebaño investigado, la prevalencia general de mastitis subclínica (MS) bovina en el corral de Paiján durante los años 2024-2025 fue del 18,3%.
- La infección por mastitis subclínicas mostró una correlación estadísticamente significativa con la edad, el número de partos y la etapa de lactancia de las vacas analizadas.
- No se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la presencia de mastitis subclínica bovina y el tipo de raza o la localización del cuarto mamario.
- Además, se establece que el CMT o prueba de California para mastitis es un instrumento muy eficaz y factible para diagnosticar la mastitis subclínica en condiciones de campo.

RECOMENDACIONES

- Aplicación de prácticas adecuadas en el ordeño para reducir la incidencia de mastitis subclínica, garantizando de esta manera la cantidad y calidad de la leche y minimizando así las pérdidas económicas.
- Para prevenir, se aconseja incorporar la prueba de CMT como un procedimiento sanitario regular que se realice, al menos, una vez al mes. Esto permitirá un seguimiento sistemático para detectar con anticipación la enfermedad en su fase oculta y posibilitar así una intervención a tiempo antes de que la infección progrese.
- Para interrumpir de manera efectiva la cadena de contagio en el establo, es fundamental establecer una secuencia rigurosa de ordeño que comience con las vacas primerizas sanas y siga con las multíparas sin antecedentes de infección, finalizando con los animales positivos. De esta forma, se evita que los patógenos se propaguen mediante el equipo o el personal.
- Además, es esencial asegurar un entorno de asepsia total a través de protocolos de desinfección rigurosos que incluyan no solo la limpieza del ordeñador, sino también el sellado antiséptico de los pezones antes y después de cada sesión. Esto representa la principal barrera frente a la entrada de microorganismos en el canal del pezón.
- Por último, se tiene que priorizar el entrenamiento técnico de los ganaderos acerca del vínculo entre la salud mamaria y la nutrición. Esto incluye promover dietas equilibradas que refuercen el sistema inmunológico del animal y mejoren su habilidad para responder naturalmente a los retos infecciosos a lo largo de todo el proceso productivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ávila S, Romero L. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. Buenos Aires: Sitio Argentino de Producción Animal; 2018. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar>
2. Bedolla C, Ponce de León M. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. REDVET. 2008;9(4):1–26.
3. Bravo Brito JC, Medina Fonseca JC, Bajaan Coello AE, Párraga Zambrano JR. Mastitis subclínica con su impacto económico en hatos bovinos de doble propósito. Rev Cientf Agroecosistemas. 2024;12(1):88–95.
4. Burgos BC. El impacto económico de la mastitis bovina en México. Guerrero: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales; 2021.
5. Calderón A, Rodríguez V. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas lecheros de Colombia. Rev Colomb Cienc Pecu. 2008;21(4):582–589.
6. Cari Morey AP. Grado de mastitis subclínica en vacunos Bos indicus en Tambopata [tesis de pregrado]. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios; 2024.
7. CEPLAN. Potencialidades productivas para impulsar el desarrollo industrial a nivel territorial. Lima: Gobierno del Perú; 2023.
8. García Velásquez MI. Diagnóstico bacteriológico y prevalencia de mastitis bovina en Satipo [tesis de pregrado]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2018.
9. Gutiérrez Baltazar G. Factores asociados a mastitis en vacas en Huancavelica [tesis de pregrado]. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2022.
10. Reyes E. Prevalencia de mastitis subclínica en el distrito de San José, Lambayeque [tesis de pregrado]. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2019.
11. Nguyen T, Kin T, Khanh T, Heller M. Subclinical mastitis in Vietnam. Adv Anim Vet Sci. 2024;12(7):1223–1229.
12. Rodríguez Jara LM. Prevalencia de mastitis subclínica en Paraguay. Rev Med Vet (Asunción). 2020;31(2):45–52.
13. Ferraro L, Scaramelli A, Troya H. Prevalencia de mastitis subclínica bovina en Venezuela. Rev Científ FCV-LUZ. 1999;9(4):312–318.

14. Bonifaz N, Conlago F. Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba California Mastitis Test con identificación del agente etiológico en Ecuador. *Rev Cienc Vida*. 2018;24(2):43–52. doi:10.17163/lgr.n24.2016.04
15. Faria J, García D, Pool G, Valero K, Allara M, Angelosante G. Detección de mastitis subclínica en bovinos doble propósito. *Rev Científ FCV-LUZ*. 2005;15(2):1–14.
16. Mangandi Álvarez VE. Determinación de mastitis subclínica mediante recuento celular y CMT [tesis de pregrado]. San Salvador: Universidad de El Salvador; 2018.
17. Pastor Guízar FJ. Prevalencia de mastitis bovina en Tarímbaro, Michoacán mediante CMT [tesis de pregrado]. Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; 2018.
18. Pérez-Morales R. Factores asociados a mastitis subclínica en Sonora. *Abanico Vet*. 2022;12:1–15. doi:10.21929/abavet2022.9
19. Calapuja H. Prevalencia e incidencia de mastitis subclínica en vacunos Brown Swiss en Cusco [tesis de pregrado]. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2023.
20. González Jiménez N. Prevalencia de mastitis subclínica bovina mediante CMT en el distrito de Tacabamba, Chota [tesis de pregrado]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2023.
21. Moriano C, Gómez J, Gómez N. Prevalencia de mastitis subclínica bovina y factores asociados en Apurímac. *Actas Iberoam Conserv Anim*. 2020;12:42–46.
22. Linares Cubas L. Prevalencia de mastitis subclínica bovina en el distrito de Socotá, Cutervo [tesis de pregrado]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2025.
23. Choquehuanca N. Prevalencia de mastitis subclínica en vacas en el distrito de Langui [tesis de pregrado]. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; 2025.
24. Flores Monsalve KL, Cieza Mejía RD. Prevalencia de mastitis subclínica bovina mediante CMT en Chugur, Hualgayoc [tesis de pregrado]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2018.
25. Suplicio Turpo Calcina J. Prevalencia de mastitis subclínica en vacas Brown Swiss según el número de parto en Uchuccarcco [tesis de pregrado]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano; 2021.

26. Camacho Chimoy MC. Prevalencia de mastitis subclínica mediante CMT en ganado criollo lechero, Imaza [tesis de pregrado]. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2017.
27. Ramírez Sánchez JM. Prevalencia y factores predisponentes a la mastitis subclínica de las vacas lecheras en la provincia de Trujillo [tesis de pregrado]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2015.
28. Alcántara M. Prevalencia de mastitis subclínica en establos del distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, 2023 [tesis de pregrado]. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego; 2024. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe>
29. Hurtado Prieto DC, Cucunubo Santos LG. Prevalencia de mastitis en pequeños productores de Colombia. *Rev Colomb Cienc Anim.* 2023;15(2):e952.
30. Jiménez-Martínez E. Factores climáticos y sanitarios que afectan la producción de leche en vacas Jersey. *Rev Nicarag Biodiversidad.* 2024;18(1):14–22.
31. Maldonado D, Santos C, Quilapanta A, Mena L. Diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos Holstein. *Dominio Cienc.* 2022;8(1):773–790. doi:10.23857/dc.v8i1.2603
32. Mancheno J. Incidencia de mastitis subclínica mediante CMT [tesis de pregrado]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2022.
33. Mendoza JA, Vera YA, Peña LC. Prevalencia de mastitis subclínica en Colombia. *Rev Med Vet Zoot.* 2017;64(2):33–44.
34. Miranda M. Determinación de patógenos frecuentes en mastitis subclínica [tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018.
35. Miranda M, Morales S. Resistencia antibiótica en mastitis subclínica en Lurín. *Salud Tecnol Vet.* 2022;10(1):8–15.
36. Pakrashi A, Ryan C, Guéret C, Berry D, Corcoran M, Keane M. Early detection of mastitis. *J Dairy Sci.* 2023;106(7):4978–4990.
37. Quinteros C, Gamboa M, Lozano M, Jaramillo H. Aplicación del CMT en bovinos. *Rev Investig Vet Perú.* 2016;27(3):511–520.
38. Quinto E, Palomino B. Prevalencia de mastitis en Huancavelica [tesis de pregrado]. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica; 2023.
39. Rivera A. Prevalencia de mastitis subclínica en Nicaragua [tesis de pregrado]. Managua: Universidad Nacional Agraria; 2014.
40. Ruiz A, Peña J, Remón D. Mastitis bovina en Cuba. *Rev Prod Anim.* 2016;28(3):39–50.

41. Salamanca-Carreño A, Vélez-Terranova M, Barajas-Pardo D, Tamasaukas R, Jáuregui-Jiménez R. Factores de riesgo en mastitis. *Animals*. 2023;13(24):3812.
42. Salamanca R. Prevalencia de mastitis subclínica bovina. *Rev MVZ Córdoba*. 2023;28(2):e2715.
43. Sánchez D, Mamani G. Mastitis subclínica y factores ambientales. *Rev Investig Vet Perú*. 2022;33(1):1–9.
44. Santivañez-Ballón C, Gómez-Quispe O, Cárdenas-Villanueva L, Escobedo-Enríquez M, Bustinza-Cárdenas R, Peña-Sánchez J. Mastitis en los Andes peruanos. *Rev Investig Vet Perú*. 2013;24(2):203–211.
45. Schmidt G. *Biología de la lactación*. Zaragoza: Editorial Acribia; 1971.
46. Valencia Enríquez XP. Prevalencia de mastitis subclínica en bovinos mediante CMT [tesis de pregrado]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2026.
47. Vásquez-Ponce V. Prevalencia y determinantes sanitarios de mastitis en Ecuador. *J Vet Res Latinoam*. 2026;11(1):102–115.
48. Vissio C, Agüero D, Raspanti C, Odierno L, Larriestra A. Pérdidas económicas por mastitis en Argentina. *Rev Vet Argent*. 2021;38(395):44–51.
49. Club Ganadero. *Medicamentos para la mastitis bovina: control y tratamiento*. Bogotá: Club Ganadero; 2022. Disponible en: <https://www.clubganadero.com>
50. Jiménez L, Márquez N, Timón R. *Tratamiento de mastitis clínicas*. Madrid: Servet; 2020.
51. RumiNews. *El universo de la glándula mamaria del vacuno lechero*. Barcelona: Grupo Asís; 2024. Disponible en: <https://www.ruminews.com>
52. Elías V, Torres J. *Manual de semiología clínica veterinaria*. Lima: Editorial Interamericana; 2021.
53. Martínez G, Silva O. Avances en el diagnóstico de patologías mamarias bovinas. *Rev Vet Perú*. 2023;34(2):15–26.
54. Alva R. *Guía práctica para el uso del California Mastitis Test (CMT)*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2022.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 3. Prevalencia general de mastitis subclínica bovina en un establo de Paiján-Trujillo 2024-2025

Resultado CMT	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	IC 95%
Positiva	42	18.3	13-23
Negativa	188	81.7	
Total	230	100	

Tabla 4. Prevalencia de mastitis subclínica bovina, según edad.

Edad (años)	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
1 - 3	58	5	8.62	1.4 - 15.8
>3 - 6	158	30	18.99	12.9 - 25.1
>6 - 9	11	4	36.36	8.0 - 64.7
>9 - 12	3	3	100	
Total	230	42	18.26	13.3 -23.3

Anexo 2

Prueba de chi-cuadrado para determinar la Prevalencia de mastitis bovina según edad

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	19,511 ^a	3	,000
Razón de verosimilitud	16,575	3	,001
Asociación lineal por lineal	14,114	1	,000
N de casos válidos	230		

a. 3 casillas (37,5%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,55.

H₀: La mastitis subclínica bovina es independiente de la edad

H_a: La mastitis subclínica bovina es dependiente de la edad

X²: Ji cuadrado calculado

N.S: Significativo

PRUEBA DE FISHER

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	19,511 ^a	3	,000	,001		
Razón de verosimilitud	16,575	3	,001	,001		
Prueba exacta de Fisher	15,455			,001		
Asociación lineal por lineal	14,114 ^b	1	,000	,000	,000	,000
N de casos válidos	230					

a. 3 casillas (37,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,55.

b. El estadístico estandarizado es 3,757.

Tabla 5 Prevalencia de mastitis subclínica bovina según raza.

Raza	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
Brown swiss	12	3	25	0.5 - 49.5
Fleckvieh	3	0	0	0
Híbrido	3	1	33.3	0.0 -70.8
Holstein	193	33	17.1	11.8 -22.4
Jersey	19	5	26.3	6.5 – 46.1
Total	230	42	18.3	13.3 –23.3

Anexo 3

Prueba de chi cuadrado y Fisher para determinar la prevalencia de mastitis subclínica bovina según raza dada en un establo de Paiján-Trujillo

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	2,493 ^a	4	,646	,599		
Razón de verosimilitud	2,861	4	,581	,641		
Prueba exacta de Fisher	2,949			,510		
Asociación lineal por lineal	,003 ^b	1	,956	1,000	,502	,085
N de casos válidos	230					

a. 6 casillas (60,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,55.

b. El estadístico estandarizado es -,055.

H₀: La mastitis subclínica bovina es independiente de la raza

H_a: La mastitis subclínica bovina es dependiente de la raza

X²: Ji cuadrado calculado

N.S: Significativo

Tabla 6. Prevalencia de mastitis subclínica bovina según número de parto

Nº de parto	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
1	60	8	13.3	4.7 -21.9
2	97	15	15.5	8.3 -22.7
3	51	11	21.6	10.3 -32.9
4	13	2	15.4	0.0 - 35.0
5	2	1	50.0	0.0 -100
6	5	3	60.0	17.1-100
8	2	2	100.0	100 -100
Total	230	42	18.3	13.3 –23.3

Anexo 4

Prueba de chi cuadrado para determinar la prevalencia de mastitis subclínica según número de partos en un establo de Paiján-Trujillo

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	18,068 ^a	6	,006
Razón de verosimilitud	14,131	6	,028
Asociación lineal por lineal	11,969	1	,001
N de casos válidos	230		

a. 7 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es ,37.

PRUEBA DE FISHER

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)	Probabilidad en el punto
Chi-cuadrado de Pearson	18,068 ^a	6	,006	,009		
Razón de verosimilitud	14,131	6	,028	,029		
Prueba exacta de Fisher	14,569			,013		
Asociación lineal por lineal	11,969 ^b	1	,001	,001	,001	,000
N de casos válidos	230					

a. 7 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,37.

b. El estadístico estandarizado es 3,460.

H₀: La mastitis subclínica bovina es independiente del número de partos

H_a: La mastitis subclínica bovina es dependiente del número de partos

X²: Ji cuadrado calculado

N.S: Significativo

Tabla 7 Prevalencia de mastitis subclínica bovina según fase de lactancia.

Fase de lactancia (días)	Vacas evaluadas (n)	Positivas (n)	Prevalencia (%)	IC 95%
1 – 100	112	14	12.5	6.4 - 18.6
101 – 200	69	14	20.3	10.8 - 29.8
201 – 305	49	14	28.6	15.9 - 41.3
Total	230	42	18.3	13.3 - 23.3

Anexo 5

Prueba de chi cuadrado para determinar la Prevalencia de mastitis subclínica según fase de lactación en un establo de Paiján- Trujillo.

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,170 ^a	2	,046
Razón de verosimilitud	6,017	2	,049
Asociación lineal por lineal	6,142	1	,013
N de casos válidos	230		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es 8,95.

H₀: La mastitis subclínica bovina es independiente del número de lactación

H_a: La mastitis subclínica bovina es dependiente del número de lactación

X²: Ji cuadrado calculado

N.S: Significativo

Tabla 8 -Prevalencia de mastitis subclínica bovina según la ubicación del cuarto mamario

Ubicación del cuarto	Cuartos evaluados	Cuartos positivos	Prevalencia (%)	IC 95%
Ant derecho.	230	24	10.43	6.49 - 14.37
Ant izquierdo	230	23	10.00	6.12 - 13.88
Post derecho	230	21	9.13	5.40 - 12.86
Post izquierdo	230	20	8.70	5.05 - 12.35
Total	920	88	9.57	7.65 - 11.47

Anexo 6

Prueba de chi cuadrado para determinar la Prevalencia de mastitis subclínica según ubicación del cuarto mamario en un establo de Paiján- Trujillo.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,503 ^a	3	,918
Razón de verosimilitud	,503	3	,918
Asociación lineal por lineal	,492	1	,483
N de casos válidos	920		

a. 0 casillas (0,0%) han esperado un recuento menor que 5.
El recuento mínimo esperado es 22,00.

H₀: La mastitis subclínica bovina es independiente de la ubicación anatómica de los pezones

H_a: La mastitis subclínica bovina es dependiente de la ubicación anatómica de los pezones

X²: Ji cuadrado calculado

N.S: Significativo

ANEXO 7

Recolección de muestras





