

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE ESTUDIO DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA

Identificación de bacterias causantes de mastitis clínica en bovinos en el distrito de
Huanchaco de la provincia de Trujillo 2023

Línea de Investigación:

Epidemiología y control de enfermedades en animales

Autor:

Rodríguez Zamudio, Diego Alonso

Jurado Evaluador:

Presidente: Mendoza Mendocilla, Roxana Marisol

Secretario: López Jiménez, Enrique Aguberto

Vocal: Izaga Inoñan, Mario Wilmer

Asesor:

Lozano Castro, Angélica Mery

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9197-4454>

Trujillo – Perú 2023

Fecha de sustentación: 2023/12/21

Identificación de bacterias causantes de mastitis clínica en bovinos en el distrito de Huanchaco de la provincia de Trujillo 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	www.scielo.org.ar Fuente de Internet	2%
3	lagranja.ups.edu.ec Fuente de Internet	2%

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía Apagado

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Angélica Mery Lozano Castro, docente del Programa de Estudio Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Identificación de bacterias causantes de mastitis clínica en bovinos en el distrito de Huanchaco de la provincia de Trujillo 2023", autor Diego Alonzo Rodríguez Zamudio, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 6%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (27 de diciembre de 2023).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 27 de diciembre de 2023

Asesor: Angélica Mery Lozano Castro

DNI: 17820491

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9197-4454>

Firma:



Autor: Diego Alonzo Rodríguez Zamudio

DNI: 71982444

Firma:



La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:



Mblg. Mg. Roxana Marisol Mendoza Mendocilla

PRESIDENTE



MV. Mg. Enrique Aguberto López Jiménez

SECRETARIO



MVZ. Mg. Mario Wilmer Izaga Inoñan

VOCAL



MVZ. Mg. Lozano Castro Angélica Mery

ASESOR

DEDICATORIA

A mi abuelo, Rosario, que desde el cielo guía mis pasos. por ser pieza fundamental en mi vida como un ejemplo de persona a seguir.

A mi madre, Doris, por su amor incondicional y gran esfuerzo, por ser un ejemplo de lucha y constante superación en la vida, sacando adelante a sus hijos para hacerlos unos caballeros ilustres.

A mi tía Ana, mi segunda madre, por su apoyo incondicional en cada momento, por sus consejos de superación y aliento para cumplir todas las metas que me he propuesto.

A mi hermano, Cesar, por ser mi apoyo en todo momento, pieza fundamental para lograr todas mis metas.

A Carla, por todo el amor, apoyo y consejos que me da, ayudándome a siempre ser una mejor persona.

AGRADECIMIENTO

A Dios por protegerme en cada instante y guiar cada paso que doy.

A, toda mi familia, que siempre estuvieron alentándome y apoyándome para superarme cada día más en lo personal y lo profesional.

A mi asesora, MV. Angelica Lozano, por brindarme todo su apoyo en este proceso.

A todos mis maestros, piezas fundamentales que con sus consejos y enseñanzas ayudaron a forjar a la persona y profesional que soy.

A mis compañeros de clases, por todos los momentos compartidos dentro y fuera de clases

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1. La mastitis.....	3
2.2. Mastitis Clínica.....	3
2.3. Mastitis Subclínica.....	3
2.4. Mastitis Ambiental	4
2.5. Causantes de la mastitis	4
2.6. Modo de infección	7
2.7. Mecanismos de defensa de la ubre.....	8
2.8. Signos clínicos	9
2.9. Métodos de diagnostico.....	10
2.10. Factores de riesgo.....	11
2.11. Prevención.....	12
2.12. Impacto en la salud publica	13
2.13. Impacto económico	13
2.14. Prevalencia e incidencias de mastitis.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Lugar de la investigación.....	16
3.2. Población y muestra.....	16
3.3. Variables independientes	16
3.4. Variables dependientes	17
3.5. Técnicas de laboratorio	17
3.6. Análisis estadístico.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	23

VI.	CONCLUSIONES.....	25
VII.	RECOMENDACIONES.....	26
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	27
IX.	ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Bacterias causantes de mastitis.....	8
Cuadro 2. Rango de Californian mastitis test.....	11
Cuadro 3. Frecuencia de bacterias en 28 muestras positivas a mastitis clínica en Huanchaco 2023.....	23
Cuadro 4. Frecuencia de cuartos afectados por bacterias causantes de mastitis clínica en Huanchaco 2023.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Porcentaje del tipo de bacterias identificadas.....	22

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Identificación de vacas positivas a mastitis clínica.....	32
Anexo 2. Examen exploratorio de la glándula mamaria.....	33
Anexo 3. Recolección de muestras y rotulación.....	34
Anexo 4. Sembrado en agar MacConkey.....	35

RESUMEN

En el presente estudio, con el objetivo de identificar las bacterias causantes de mastitis clínica bovina en el distrito de Huanchaco provincia de Trujillo, se tomaron 28 muestras de leche de los cuartos afectados de 18 vacas con signos clínicos de la enfermedad para el análisis microbiológico; se sembraron las muestras en agar Sangre y agar MacConkey incubándolas a 37°C por 24 horas, luego se realizaron las pruebas bioquímicas correspondientes para identificar el tipo de bacterias. En los resultados, se encontró bacterias contagiosas como el *Staphylococcus aureus* con el 43% (12/28) y el *Streptococcus agalactiae* con el 25% (7/28) y bacterias ambientales como la *Echerichia coli* con el 25% (7/28) y *Klebsiella* spp. con el 7% (2/28); así mismo, se encontró una predisposición de infección de los cuartos mamarios posterior derecho e izquierdo con el 32% (9/28) y 25% (7/28) respectivamente seguido de los cuartos mamarios anterior derecho e izquierdo con el 21% (6/28) cada uno.

Palabras claves: Mastitis clínica, bacterias contagiosas, bacterias ambientales.

ABSTRACT

In the present study, with the objective of identifying the bacteria causing bovine clinical mastitis in the district of Huanchaco, province of Trujillo, 28 milk samples were taken from the affected quarters of 18 cows with clinical signs of the disease for microbiological analysis; The samples were sown on Blood agar and MacConkey agar, incubating them at 37°C for 24 hours, then the corresponding biochemical tests were performed to identify the type of bacteria. In the results, contagious bacteria such as *Staphylococcus aureus* were found with 43% (12/28) and *Streptococcus agalactiae* with 25% (7/28) and environmental bacteria such as *Echerichia coli* with 25% (7/28). and *Klebsiella* spp. with 7% (2/28); Likewise, a predisposition to infection of the right and left posterior mammary quarters was found with 32% (9/28) and 25% (7/28) respectively, followed by the right and left anterior mammary quarters with 21% (6 /28) each.

Keywords: Clinical mastitis, contagious bacteria, environmental bacteria

I. INTRODUCCION

La mastitis es uno de los diversos factores que contribuyen a la reducción de la producción de leche, siendo la primera enfermedad más frecuente después de los trastornos reproductivos y una de las principales causas del fracaso económico.

En el ganado lechero, la mastitis bovina tiende a persistir y suele ser tratada o prevenida con antibióticos administrados de forma intramamaria. Esto representa una carga económica significativa para los productores de leche en todo el mundo. Se estima que las pérdidas anuales a nivel mundial debido a la mastitis alcanzan los 35 billones de dólares lo que representa el 70% de los costos totales para los ganaderos lecheros (Bedolla, 2008).

Así mismo, esta enfermedad es un problema relevante en la industria lechera peruana, ya que afecta significativamente la productividad y rentabilidad de los ganaderos. En el país, la mastitis bovina es considerada una de las principales enfermedades que afecta la calidad y cantidad de leche producida, generando pérdidas económicas importantes (Guerrero, 2017).

Al respecto, la identificación precisa de las bacterias causantes de la mastitis clínica bovina es esencial para un tratamiento adecuado y la implementación de medidas de control eficaces. Esto permite a los veterinarios y productores seleccionar el enfoque terapéutico más adecuado, así como implementar estrategias de prevención y control específicas. Entre los microorganismos más frecuentes se encuentran *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* (Rodríguez, 2017).

Es importante destacar que la identificación precisa de las bacterias causantes de la mastitis clínica bovina en el Perú no solo se limita al aspecto técnico,

sino que también implica la participación activa de los veterinarios, ganaderos y personal de campo. Así mismo, la capacitación y concientización sobre las buenas prácticas de manejo, la higiene en la producción de leche y la implementación de medidas de prevención y control, son fundamentales para reducir la incidencia de mastitis y minimizar el impacto económico en los productores lecheros.

Por consiguiente, este estudio identificó las bacterias causantes de mastitis clínica bovina en el distrito de Huanchaco de la provincia de Trujillo, que permitirá a conocer los principales agentes patógenos que existen en los establos en los que se realizara el estudio, lo que servirá al ganadero como complemento a la hora de la toma de decisiones para realizar programas de prevención de mastitis y a su vez realizar un tratamiento adecuado a todos los animales afectados por esta enfermedad.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. La mastitis

El término mastitis proviene de las palabras en griego "mastos" (mama) e "itis" (inflamación). La mastitis, tal como su nombre indica, es una respuesta inflamatoria de la glándula mamaria que puede ser causada por bacterias, micoplasmas, levaduras y virus, así también diversos factores como lesiones traumáticas, trastornos secretorios de origen metabólico-nutricional, situaciones de estrés, cambios fisiológicos asociados con el cese temprano del periodo de lactancia y, en raras ocasiones, por alergia y tumores (Guerrero, 2017). Es considerada una enfermedad compleja que resulta de la interacción de varios factores, como el animal, el entorno y los microorganismos (Ruiz et al., 2016).

2.2. Mastitis Clínica

En términos de su manifestación, la mastitis se puede clasificar en dos tipos: clínica y subclínica. La mastitis clínica se caracteriza por la inflamación del cuarto afectado, dolor, hinchazón, presencia de coágulos y grumos, y un cambio de color hacia tonalidades amarillas o rojizas debido a la presencia de pus o sangre. En casos más graves, se pueden experimentar síntomas como aumento de la temperatura corporal y del pulso, fatiga, pérdida de apetito y disminución en la producción de leche (Calderón et al., 2008).

2.3. Mastitis Subclínica

Se caracteriza por la ausencia de alteraciones visibles en la leche y en los signos clínicos de la enfermedad, este tipo de mastitis puede afectar uno o más cuartos mamarios sin causar daño significativo en los alvéolos, ya que la

leche conserva una apariencia normal. Es importante señalar que, en casos de mastitis subclínica, el diagnóstico se basa principalmente en pruebas indirectas como California Mastitis Test (CMT), que evidencia un aumento en el número de células somáticas y la presencia de patógenos en la glándula mamaria (Miranda, 2018).

2.4. Mastitis Ambiental

En la mastitis ambiental, el principal reservorio de microorganismos patógenos es el entorno circundante. La transmisión ocurre cuando los pezones se contaminan con estos microorganismos entre ordeño o durante el propio ordeño. Las fuentes comunes de infección incluyen el contacto con materia fecal, la cama de los animales, el suelo y agua contaminados. Una vez que estos microorganismos patógenos ambientales llegan a la piel del pezón, aumenta el riesgo de infección en la glándula mamaria, especialmente si los mecanismos de defensa naturales están comprometidos. Además, los microorganismos patógenos del entorno pueden llegar al conducto del pezón o a la cisterna si no se realiza una desinfección adecuada del extremo del pezón antes de la infusión de antibióticos o si se utiliza un equipo de infusión contaminado. Las bacterias coliformes y los estreptococos distintos de *S. agalactiae* (estreptococos ambientales) son los microorganismos patógenos ambientales más comunes en casos de mastitis. (Bradford, 2010).

2.5. Causantes de la mastitis

Según su origen infeccioso, la mastitis bovina se clasifica en dos tipos: contagiosa y ambiental. La mastitis contagiosa es causada por microorganismos como el *Staphylococcus aureus*, el *Streptococcus agalactiae*, el *Corynebacterium bovis* y el *Mycoplasma* spp. Estos organismos se encuentran en la glándula mamaria y la leche de vacas infectadas. La transmisión de la infección puede ocurrir durante el proceso de ordeño debido a prácticas como el

uso compartido de toallas para lavar y secar las ubres, el contacto con las manos contaminadas de los ordeñadores o el uso de pezoneras no desinfectadas entre vacas en los sistemas de ordeño mecánico (Calderón et al., 2008).

2.5.1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus es una de las bacterias patógenas más comunes y significativas que causan mastitis bovina. Esta bacteria se encuentra ampliamente distribuida en hatos de ganado lechero y puede ser especialmente problemática debido a su naturaleza persistente y resistencia a los antimicrobianos convencionales. Su característica es su capacidad de mantenerse en el ambiente y en las vacas durante largos períodos, lo que dificulta su erradicación. Además, puede reaparecer fácilmente incluso después de tratamientos antimicrobianos (Rocha et al, 2019).

2.5.2. *Streptococcus agalactiae*

La bacteria *Streptococcus agalactiae* es reconocida como una de las principales razones detrás de las infecciones intramamarias en el ganado bovino. Se trata de un patógeno altamente contagioso que afecta la glándula mamaria, siendo capaz de subsistir durante largos periodos. A nivel global, esta bacteria es conocida como el principal agente infeccioso que causa la mastitis subclínica en el ganado bovino (Fernández et al. 2012).

2.5.3. *Streptococcus dysgalactiae*

Estas bacterias se encuentran en el medio ambiente y tienen un mayor impacto cuando las instalaciones no son adecuadas o las condiciones son antihigiénicas. Su principal fuente de cultivo está en las glándulas mamarias infectadas, amígdalas y heridas en la piel. Pueden transmitirse de una vaca a otra durante el proceso de ordeño o adquirirse del ambiente. Además, este

microorganismo puede sobrevivir en la boca, vagina y piel de animales sanos (Guerrero, 2017).

2.5.4. *Corynebacterium bovis*

Corynebacterium bovis es la especie de *Corynebacterium* que se encuentra con mayor frecuencia en casos de mastitis. Esta bacteria tiene la capacidad de colonizar fácilmente el canal del pezón en vacas lecheras, y su presencia se ha utilizado como indicador de la higiene durante el proceso de ordeño. En aquellos hatos donde no se practica la antisepsia de los pezones después del ordeño, *C. bovis* puede infectar las glándulas mamarias de las vacas, y se ha observado que estas infecciones pueden brindar cierta protección contra infecciones causadas por otros patógenos que afectan a las glándulas mamarias (Watts et al., 2000).

2.5.5. *Mycoplasma spp*

Es considerado un patógeno contagioso de la mastitis, y la transmisión entre animales ocurre principalmente durante el proceso de ordeño. Este microorganismo generalmente provoca infecciones intra mamarias de diferentes grados, pudiendo manifestarse como clínicas, subclínicas o leves, y en algunos casos, puede llevar a una mastitis crónica. En estos casos, pueden desarrollarse brotes que no responden adecuadamente a los tratamientos con antibióticos. Por lo tanto, las estrategias de control adecuadas implican separar y sacrificar las vacas infectadas para evitar la propagación de la enfermedad (Evaristo, 2021).

2.5.6. *Escherichia coli*

Este microorganismo es uno de los principales agentes causantes de la mastitis clínica aguda en el ganado lechero. Las cepas de *E. coli* poseen atributos de virulencia que les permiten resistir las defensas naturales del

huésped y prosperar en el ambiente de la glándula mamaria. Aunque se ha identificado una relación entre los factores de virulencia específicos de *E. Coli* y la gravedad de la mastitis en el ganado, esta asociación no se comprende completamente. Además, el uso indiscriminado de antibióticos para tratar la mastitis ha llevado a un problema de resistencia antimicrobiana en todas las clases principales de antibióticos (Goulart y Mellata. 2022).

Cuadro1. Bacterias causantes de mastitis

Agentes infecciosos	Taxonomía y características generales
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Coco, gran 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 pleomorfo, 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.

Fuente: (Guzmán, 2015).

2.6. Modo de infección

La mastitis es una enfermedad que resulta de la interacción de múltiples factores que favorecen su desarrollo. Los microorganismos patógenos acceden a la ubre a través del conducto galactóforo del pezón, invadiendo la cisterna de la glándula, los conductos lácteos y los espacios alveolares; después del ordeño, el pezón permanece abierto durante un período que varía entre

treinta minutos y dos horas. Si las condiciones son favorables y existen microorganismos causantes de mastitis en las cercanías del pezón, este período de apertura del canal del pezón es más que suficiente para permitir la entrada de microorganismos en cualquier tipo de ordeño, Así mismo, la mastitis también puede originarse a partir de infecciones transmitidas por la sangre, como en el caso de animales con tuberculosis o brucelosis (Guerrero, 2017).

2.7. Mecanismos de defensa de la ubre

2.7.1. Mecanismos anatómicos

El esfínter presente en el canal del pezón actúa como una barrera protectora contra la entrada de bacterias, la amplitud de este esfínter está estrechamente relacionada con su funcionamiento; así mismo, el revestimiento del canal del pezón está diseñado de tal manera que el crecimiento del epitelio se dirige hacia afuera en la abertura del canal, lo que también contribuye a prevenir la entrada de bacterias. Así también, la estructura conocida como la roseta de Füstemberg, que forma una especie de corona en la conexión entre el canal del pezón y su cisterna, desempeña un papel importante, los pliegues de esta roseta no solo funcionan mecánicamente como cierre, sino que también tienen una función defensiva. Por otro lado, otra barrera de protección es la queratinización del epitelio en el canal del pezón creando una capa bactericida, que actúa como una barrera altamente efectiva contra agentes externos (Hernández y Bedolla, 2008).

2.7.2. Mecanismos celulares

Las células somáticas de la leche en glándulas mamarias sanas están compuestas principalmente por macrófagos, pero también incluyen linfocitos, neutrófilos. La predisposición de la glándula mamaria a la infección con diferentes patógenos podría estar influenciada por el número de células

somáticas de la leche antes del contacto con el patógeno: bajos recuentos de células somáticas (RCS) podrían asociarse con mayor riesgo y gravedad de la mastitis. Por ende, la tasa con la cual se incrementa o disminuye el número de células somáticas de la leche durante las infecciones intra mamarias también difiere de acuerdo con el patógeno: *E. coli* induce altos RCS en forma rápida ($> 500 \times 10^3$ células/ml) dentro de las 24 horas, que pueden caer a los niveles pre infección a las 48 horas, mientras que *S. aureus* genera un incremento más gradual a lo largo de un período de 48 a 72 hora (Pereyra et al, 2014).

2.7.3. Mecanismos humorales

Las concentraciones de inmunoglobulinas son bajas en la leche no afectada, pero se elevan en presencia de infección intramamaria. Este aumento se debe en parte a la producción de inmunoglobulinas a nivel local, pero principalmente a la mayor permeabilidad de las células endoteliales vasculares y las uniones estrechas de las células epiteliales mamarias. Por otro lado, La lactoferrina en la leche normal tiene una concentración baja, pero esta aumenta significativamente durante el período seco y en respuesta a infecciones intramamarias. La lactoferrina, al capturar el hierro, previene la proliferación de microorganismos que dependen de este elemento, como las bacterias coliformes (Bradford, 2010).

2.8. Signos clínicos

La infección puede causar la inflamación de una parte, varias secciones o la totalidad de la glándula, así como el aumento de la temperatura en el área afectada, enrojecimiento y dolor. Si se presentan todos o algunos de los síntomas mencionados, se puede considerar como un caso de mastitis clínica. Además, se observan cambios significativos en la leche producida por el tejido afectado, como modificaciones en el color, la presencia de grumos,

coágulos sanguinolentos o con pus, o una consistencia más líquida en la leche (Fernández et al., 2012).

2.9. Métodos de diagnóstico

2.9.1. Californian Mastitis Test

La prueba de mastitis de California (CMT) es ampliamente utilizada en ganadería lechera debido a su eficiencia para detectar mastitis. La prueba consiste en mezclar la leche con un reactivo y leer el resultado como trazas, basándose en la formación de gel. La solución de CMT reacciona con leucocitos produciendo viscosidad directamente proporcional al número de células somáticas presentes en la muestra de leche, indicando una infección en la glándula mamaria (Bekuma y Galmessa. 2018).

Cuadro 2. Rango de californian mastitis test.

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

Fuente: (Bekuma y Galmessa. 2018).

2.9.2. Conteo de Células Somáticas

El recuento de células somáticas (CCS) puede llevarse a cabo en la leche de diferentes formas: a) en cuartos individuales, b) en vacas individuales, c) en todo el rebaño y d) en un grupo de rebaños. La infección intramamaria es

el principal factor que causa cambios en el CCS en la leche. Cuando los microorganismos invaden un cuarto de la ubre y comienzan a multiplicarse, o cuando aumenta significativamente su número en un cuarto infectado, el cuerpo de la vaca debe reclutar leucocitos para combatir a estos microorganismos. Las glándulas mamarias que nunca han sido infectadas normalmente tienen un CCS de 20,000 a 50,000 células/ml. En grandes poblaciones de vacas, el 80% de los animales no infectados tendrán un CCS inferior a 200,000 células/ml, y el 50% tendrá un CCS inferior a 100,000 células/ml (Curi, 2019).

2.9.3. Conductividad eléctrica

La prueba de conductividad eléctrica (ECE) ha sido empleada como un marcador para detectar la mastitis en los últimos diez años. Este método se fundamenta en el incremento de la conductividad eléctrica de la leche, atribuible a un mayor contenido de electrolitos, en particular iones de sodio y cloro. Se ha desarrollado como una técnica para monitorear el estado de la mastitis (Hernández y Bedolla, 2008).

2.9.4. Pruebas de diagnóstico directo

La elección de los medios para las muestras de leche de cuartos o compuestas varía según el microorganismo patógeno de interés. El agar sangre (5%) es el más utilizado, favorece el crecimiento de la mayoría de los microorganismos aeróbicos responsables de la mastitis; por otro lado, el medio de agar MacConkey, selecciona las bacterias gram negativas y simplifica el diagnóstico de la mastitis causada por coliformes (Bradford, 2010).

2.10. Factores de riesgo

Los factores de riesgo en la mastitis bovina incluyen aspectos relacionados con el animal y el entorno. La prevalencia aumenta con la edad, siendo más alta en vacas Holstein que en Jersey. Se asocia un mayor riesgo con un diámetro ancho del canal del pezón y tasas de ordeño elevadas. El estado del pezón es esencial, ya que su integridad protege contra agentes patógenos. Por otro lado, factores ambientales y de manejo desempeñan un papel importante. La procedencia de agentes patógenos del entorno, como la alimentación, el agua, la cama y el suelo, influye en la infección. Condiciones de alta humedad y temperatura promueven el crecimiento de microorganismos. Además, la virulencia bacteriana varía según la fase de lactancia y la gravedad de la infección intramamaria. La capacidad de los patógenos para colonizar el conducto del pezón y adherirse al tejido mamario es esencial en las causas bacterianas de la mastitis (Miranda, 2018).

2.11. Prevención

La prevención de la mastitis implica, en términos generales, mantener una buena higiene tanto del entorno donde se encuentran los animales (establos, granjas, etc.) como de las partes productoras, como las ubres y su entorno, para evitar la proliferación de bacterias. El control de los patógenos contagiosos, que se logra a través de prácticas de ordeño higiénicas, la desinfección de los pezones después del ordeño, la terapia de vaca seca, el buen funcionamiento del equipo de ordeño, el descarte de animales con infección crónica, la vacunación y una adecuada dieta. Todo esto tiene como objetivo minimizar la proliferación de las bacterias causantes de la infección (Bradford, 2010).

La prevención de la mastitis se basa en mantener una buena higiene tanto del entorno como de las partes productoras de los animales, controlando los patógenos contagiosos y ambientales, así como los patógenos

oportunistas de la piel. Estas medidas contribuyen a minimizar la proliferación de bacterias y prevenir la aparición de la enfermedad (Mera et al., 2017).

2.12. Impacto en la salud pública

La mastitis clínica es una enfermedad que representa un problema significativo para la salud pública, ya que la contaminación bacteriana de la leche puede contribuir a la propagación de enfermedades zoonóticas, como la tuberculosis, la brucelosis bovina y la faringitis estreptocócica. Es crucial para la producción ganadera y la industria láctea garantizar la atención y preservación de la salud pública al consumir leche y sus derivados. Esto implica asegurarse de que sean de alta calidad, estén libres de contaminantes y provengan de hatos ganaderos que estén libres de mastitis bovina y otras enfermedades infecciosas (Gonzales y Vidal del rio, 2021).

2.13. Impacto económico

Se sabe que esta enfermedad causa una gran pérdida o reducción de la productividad, influye en la calidad y cantidad de la producción de leche y provoca el sacrificio de animales a una edad inaceptable. La mayoría de las estimaciones han mostrado una reducción del 30 % en la productividad por cuarto afectado y una reducción del 15 % en la producción por vaca/lactancia, lo que convierte a la enfermedad en uno de los problemas más graves y costosos que afectan a la industria láctea en todo el mundo (Kasa, 2020).

Estudios han demostrado que, en los Estados Unidos, la tasa de incidencia de mastitis clínica durante la lactación es del 14%. Los costos asociados varían entre \$108 y \$122 por caso, teniendo en cuenta los gastos en medicamentos, servicios veterinarios, medidas preventivas, eliminación de la leche contaminada y las pérdidas de producción de leche. El costo atribuible a las formas subclínicas de mastitis representa la mayor parte del costo total de la industria en la prevención de la mastitis, oscilando entre \$100 y \$150 por vaca

al año, o de un 50% al 80% de las pérdidas totales de producción (Rodríguez y Muños, 2017).

2.14. Prevalencia e incidencias de mastitis

El estudio realizado por Ramírez et al. (2018), sostienen que, de un total de 257 observaciones de casos de mastitis clínica en los cuartos mamarios durante el período de estudio, la tasa de incidencia de mastitis clínica fue de 13.8 casos por cada 100 vacas-año. De los 257 casos reportados, se obtuvieron 180 resultados de cultivos a partir de muestras de los cuartos afectados por la mastitis. En 50 de estos resultados (27.7%), no se detectó ningún patógeno aislado, mientras que en 130 resultados (72.2%) se obtuvo aislamiento de algún patógeno. En ocho de los casos con aislamiento, se identificaron dos patógenos diferentes. Los patógenos más comúnmente aislados entre los 138 casos de aislamiento fueron el *S. agalactiae*, seguido por el *S. pyogenes* y el *Corynebacterium spp.*, con un porcentaje de 40.6%, 15.9% y 8.0%, respectivamente.

Así mismo, estudios realizados en Ecuador por Bonifaz y Conlag (2016), utilizando la prueba de campo en leche (CMT), en donde evaluaron un total de 880 cuartos mamarios correspondientes a 220 vacas, los resultados epidemiológicos fueron los siguientes: se encontraron 141 casos verdaderos positivos (VP), lo que representa un 64% de las vacas que presentaban algún grado de mastitis subclínica o clínica, y 79 casos verdaderos negativos (VN), lo que equivale al 36% de las vacas libres de mastitis. Esto implica que, de los 880 cuartos muestreados, 564 (64%) estaban afectados por algún grado de mastitis. Al analizar el porcentaje de cuartos mamarios afectados individualmente, se observa que el cuarto más afectado fue el posterior derecho (PD), seguido del cuarto posterior izquierdo (PI) que presentaban trazas y grado 1 de mastitis. Los cuartos anteriores izquierdo (AI) y anterior derecho (AD) mostraron un alto porcentaje de mastitis en grado 1 y un menor porcentaje en trazas y grado 3. Además, se puede identificar que los cuartos anteriores tienen menos

probabilidad de presentar la enfermedad, mientras que los cuartos posteriores son los que presentaron más casos positivos tanto de mastitis subclínica como clínica.

De igual forma en Lurín, Lima, se realizó un estudio que determinó los agentes bacterianos causantes de mastitis clínica en bovinos de cuatro establos de crianza intensiva. Las cepas bacterianas más comunes aisladas de muestras de leche con mastitis clínica de las vacas del estudio fueron *Staphylococcus aureus* (24,84 ± 6,76%), y *Streptococcus agalactiae* (15,92 ± 5,72%), en porcentajes importantes (Villanueva y Morales, 2017).

En nuestra región, (Rodríguez y Muñoz, 2017) determinaron la frecuencia y susceptibilidad antimicrobiana de bacterias causantes de mastitis en bovinos de un establo de Conache, del distrito de Laredo. Se detectaron 31 vacas con mastitis bacteriana, donde el 76% presentó bacterias gram negativas y 24% gram positivas. Las bacterias gram negativas más frecuentes fueron *Escherichia coli* (28%) y *Klebsiella spp.* (24%); y la bacteria gram positiva más frecuente fue *Staphylococcus aureus* (16%). Además, sostienen que de las 31 vacas que tenían mastitis, 25 (81%) tenían mastitis clínica. De los 124 cuartos de las vacas que dieron positivo en la prueba de mastitis, 123 cuartos (99%) mostraron síntomas de mastitis, mientras que solo un cuarto se encontraba sano. La alta prevalencia de mastitis clínica puede atribuirse a la falta de prácticas de control de la mastitis, el estrés que experimentan los animales expuestos a las lluvias durante el verano, así como la presencia de insectos, aves de corral y perros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el distrito de Huanchaco, Provincia de Trujillo, departamento La Libertad. Posee un clima templado con pocas lluvias y temperaturas moderadas que oscila entre 23°C y 28°C, viento del S a 14 km/h, humedad del 73 %.

3.2. Población y muestra

La población que formó parte de este estudio se determinó de la siguiente manera: vacas lactantes con signos clínicos de enfermedad diagnosticadas mediante examen exploratorio, independientemente de la edad, raza, número de lactación, condición corporal y etapa de lactancia.

3.2.1. Tamaño de muestra

El número de individuos que formó parte del presente estudio fue estimado empleando el método de muestreo intencionado.

3.3. Variables independientes

Bacterias principales causales de mastitis clínica.

3.4. Variables dependientes

Cuartos mamarios con presencia de mastitis clínica.

3.5. Técnicas de laboratorio

3.5.1. Recolección de datos

La toma de muestras se llevó a cabo en dos establos lecheros del Distrito de Huanchaco. Se tomó muestras individuales de cada cuarto de todas las vacas seleccionadas previamente por el encargado del establo en frascos estériles.

Para la toma de muestra las vacas seleccionadas pasaron a la sala de ordeño, se realizó la desinfección de pezones con la solución Predipping, seguido se hizo la limpieza individual de los mismos con algodones con alcohol al 70%, luego se secó con un papel toalla para cada cuarto mamario exclusivamente.

Se procedió a recolectar asépticamente entre 5 a 6ml de leche de cada cuarto en frascos estériles etiquetados en consecuencia.

Las muestras tomadas se almacenaron en un cooler refrigerante con gel congelado para conservar temperaturas de 4°C, para ser trasladados al laboratorio del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Privada Antenor Orrego para su posterior análisis (Villanueva y Morales, 2017).

3.5.2. Cultivo de muestras en agar Sangre y MacConkey

Para el cultivo de las muestras se colocó al mechero el asa de siembra para esterilizarla, luego se extrajo una muestra de leche de los frascos estériles y

se procedió a realizar un barrido de forma horizontal del extremo de la placa hacia el interior para lograr que las unidades formadoras de colonias no se aglutinen. Posteriormente se rotuló el cultivo y se llevó a la estufa por 24 a 48 horas a una temperatura de 37°C. Este método se utilizó para los dos agares.

Cabe recalcar que se utilizó una placa con agar sangre y una placa con agar MacConkey para la misma muestra para confirmar su pureza y diferenciar las bacterias.

De los cultivos de agar sangre se observó el tipo de hemólisis de las colonias. Se realizó la prueba de catalasa para diferenciar *Staphylococcus* de *Streptococcus*.

A cada cultivo se le realizó la tinción de Gram para confirmar su pureza y diferenciar a las bacterias gram positivas y gram negativas (Amand de Mendieta et al., 2001 citado en Rodríguez y Muñoz, 2017).

3.5.3. Pruebas de coagulasa

La prueba de coagulasa en tubo se utilizó para distinguir entre *S. aureus* y otros *Staphylococcus* coagulasa positiva (SCP) de los *Staphylococcus* coagulasa negativa (SCN). Por otro lado, se realizó el sembrado en agar manitol salado con el objetivo de diferenciar las bacterias pertenecientes al género *Staphylococcus* (Mac Faddin, 2000; Sacsquispe y Ventura, 2001 citado en Rodríguez y Muñoz, 2017).

3.5.4. Pruebas bioquímicas

Se llevó a cabo pruebas bioquímicas diferenciales en agar hierro triple azúcar (TSI) en las colonias de bacilos gram negativos con el fin de identificar

bacterias que fermentan glucosa, lactosa o sacarosa, y determinar si hay producción de gas (H₂S).

En la prueba de agar hierro-lisina (LIA), se examinó la descarboxilación de lisina o la desaminación de lisina. Además, se llevó a cabo las pruebas de citrato de Simmons, hidrólisis de urea, producción de indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer (Mac Faddin, 2000; Sacsquispe y Ventura, 2001 citado en Rodríguez y Muñoz, 2017).

3.6. Análisis estadístico

El análisis e interpretación de datos se desarrolló a través de la aplicación de la estadística descriptiva a través del software Excel.

IV. RESULTADOS

En el cuadro 3, se observa, que de un total de 28 muestras de leche que fueron analizadas de 18 vacas positivas a mastitis, se identificaron cuatro tipos de bacterias causantes de mastitis clínica, siendo las más frecuente el *Staphylococcus aureus* con el 43% (12/28), seguido de *Streptococcus agalactiae* y *Escherichia coli* con el 25% (7/28) respectivamente y *Klebsiella spp* con el 7% (2/28).

Cuadro 3. Frecuencia de bacterias en 28 muestras positivas a mastitis clínica en Huanchaco 2023.

	Bacterias	Numero	Porcentaje
Gram positivas	<i>Staphylococcus aureus</i>	12	43
	<i>Streptococcus agalactiae</i>	7	25
Gram negativas	<i>Escherichia coli</i>	7	25
	<i>Klebsiella spp.</i>	2	7
Total		28	100

En la Figura 1, se observa el porcentaje del tipo de bacterias causantes de mastitis clínica, siendo predominante las bacterias contagiosas con un 68% (19/28), seguida de las bacterias ambientales con un 32% (9/28).

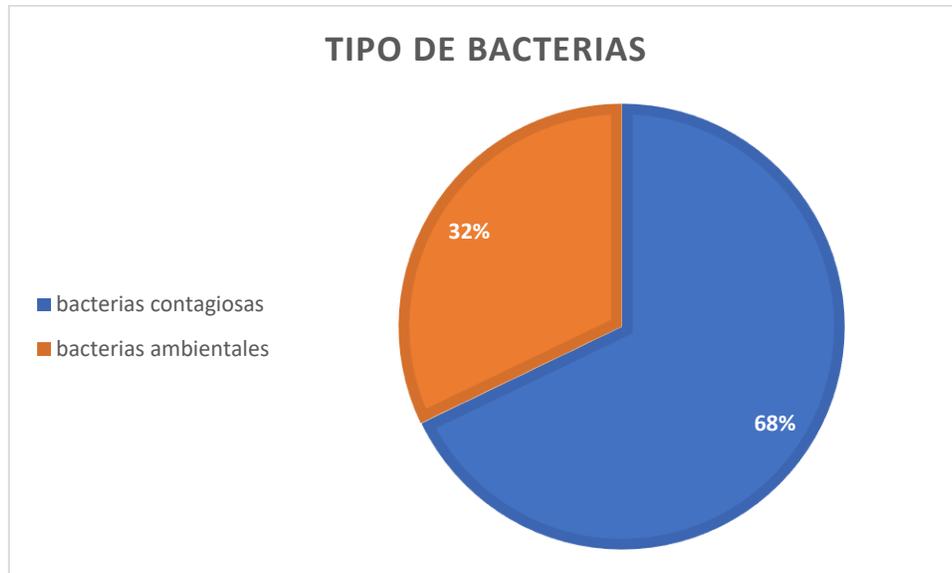


Figura 1. Porcentaje del tipo de bacterias identificadas

En el cuadro 4. Se observa la frecuencia de casos de mastitis clínica por cuartos mamarios, siendo los más afectados el cuarto Posterior derecho con 32% (9/28) y posterior izquierdo 25% (7/28) seguido de los cuartos anterior derecho y anterior izquierdo con el 21% (6/28) respectivamente.

Cuadro 4. Frecuencia de cuartos afectados por bacterias causantes de mastitis clínica en Huanchaco 2023.

Cuarto afectado	Numero	Porcentaje
Anterior derecho	6	21
Anterior izquierdo	6	21
Posterior derecho	9	32
Posterior izquierdo	7	25
Total	28	100

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se identificó un mayor porcentaje de bacterias gram positivas, siendo las especies aisladas de mayor frecuencia: *Staphylococcus aureus* con el 43% y *Streptococcus agalatae* con el 25%. Los hallazgos de aislamiento de las muestras realizadas y su frecuencia concuerdan con lo citado por Ramírez et al. (2018) Colombia; Villanueva y Morales. (2017) Lima, 40.6% y 15.9%; 24,84% y 15,92% respectivamente. Estas bacterias son consideradas contagiosas, y la trasmisión se da por malas prácticas de manejo al momento del ordeño.

Respecto a las bacterias gram negativas se identificaron *Escherichia coli* con el 25% y *Klebsiella* spp. con el 7%, lo que difiere con la investigación realizada por Rodríguez y Muñoz. (2017) Laredo. Con el 28% y 24% respectivamente. Quienes reportan mayor predominancia de bacterias gram negativas; estas diferencias podrías deberse a las malas condiciones de manejo y sanitarias que predisponen a la proliferación de dichas bacterias.

Así mismo, en el estudio se observó el porcentaje de incidencia del tipo de bacterias causantes de mastitis clínica, siendo predominante las bacterias contagiosas con un 68% (19/28), seguida de las bacterias ambientales con un 32% (9/28). Resultados que se atribuye a los factores ambientales y de manejo, los que desempeñan un papel importante, tal como, la procedencia de agentes patógenos del entorno, la alimentación, el agua, la cama, el suelo y manejo en el ordeño, quienes influye en la infección; es probable que las condiciones de alta humedad y temperatura promueven el crecimiento de microorganismos (Miranda, 2018).

Respecto a los cuartos afectados por mastitis clínica, se observó que el cuarto mamario más incidente fue el posterior derecho con el 32% seguido del cuarto mamario izquierdo con el 25% a diferencia de los cuartos mamarios delanteros que tuvieron menor incidencia con el 21% respectivamente. Los resultados obtenidos concuerdan con la investigación realizada por Bonifaz y Conlag. (2016) Ecuador. Quienes refieren que, los cuartos anteriores tienen menos probabilidad de presentar la enfermedad, mientras que los cuartos posteriores presentaron más casos positivos de mastitis clínica.

VI. CONCLUSIONES

- Se identificó que *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* son las bacterias contagiosas de mayor frecuencia.
- Las bacterias ambientales causantes de mastitis clínica identificadas fueron *Escherichia coli* y *Klebsiella* spp.
- Los cuartos mamarios con mayor predisposición para contagio de mastitis clínica bovina fueron los cuartos posterior derecho y posterior izquierdo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Manejar registros para casos de mastitis clínica y sub clínica.
2. Realizar periódicamente cultivos y antibiogramas para un tratamiento adecuado.
3. Capacitar periódicamente al personal sobre las buenas prácticas de ordeño.
4. Se recomienda otros estudios donde se asocie a factores predisponentes, edad, estado reproductivo, etapa de producción.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- BEDOLLA, C. 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. REDVET revista electrónica de veterinaria, México. 9(4): 1-16.
- BRADFORD, S. 2010. Medicina interna de grandes animales; Salud y trastorno de la glándula mamaria: ELSEVIER. En C.C. ELSEVIER MOSBY. (pp. 1112 – 1143).
- BONIFAZ, N. Y CONLAGO, F. 2016. Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia, Ecuador. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 24(2):43-52.
- BEKUMA, A.; GALMESSA, U. 2018. Review on Hygienic Milk Products Practice and Occurrence of Mastitis in Cow's Milk. Agri Res& Tech: Open Access J.; 18(2): 556053
- CALDERÓN, A.; RODRÍGUEZ, V. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense. Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 21(4), 582-589
- CURI, Y.2019. Conteo de células somáticas en leche de vaca en el centro poblado de Kerapata, Abancay 2019. Tesis para optar el título profesional de médico

veterinario y zootecnista. Universidad nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Perú.

EVARISTO, C. 2021. Impacto de la mastitis clínica sobre la reproducción y campaña láctea en vacas Holstein de crianza intensiva de la cuenca de lima en el 2019. Tesis para optar el grado de maestro en investigación en ciencias veterinarias. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Perú.

FERNÁNDEZ, O.; TRUJILLO, J.; PEÑA, J.; CERQUERA, J.; GRANJA, Y. 2012. Mastitis bovina: generalidades y métodos de diagnóstico. Colombia. Revista Veterinaria REDVET 13(11).

GOULART, D Y MELLATA, M. 2022. Escherichia coli Mastitis en ganado lechero: etiología, diagnóstico y desafíos del tratamiento. Frente. Microbiol. 13:928346. doi: 10.3389/fmicb.2022.928346

GONZÁLEZ, R. Y VIDAL DEL RÍO, M. 2021. Mastitis bovina y calidad de la leche, un desafío para la salud humana. Revista Universidad y Sociedad, 13(S1), 89-96.

GUZMAN, D. 2015. Factores inherentes para la presentación de mastitis bovina y nuevos avances en su tratamiento. Trabajo de grado para optar el título de medicina veterinaria. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.

GUERRERO, A. 2017. Prevalencia de mastitis clínica y subclínica en los establos lecheros de la universidad nacional agraria la molina periodo 2012-2016. Tesis para optar el grado de maestro. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

- HERNÁNDEZ, J., Y BEDOLLA, J. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, IX(9), 1-34.
- KASA, G., TEGEGNE, B., & TADESSE, B. 2020. Isolation and Identification of Major Pathogenic Bacteria from Clinical Mastitic Cows in Asella Town, Ethiopia. Veterinary medicine international, 2020, 6656755.
- MERA, R.; MUÑOZ, M.; ARTIEDA, J. R.; ORTÍZ, P; GONZÁLEZ, R.; VEGA, V. 2017. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. REDVET revista veterinaria, España. 18(11): 1-16.
- MIRANDA, M. 2018. Determinación de patógenos frecuentes con su perfil de sensibilidad de la mastitis sub clínica presentada en 4 establos lecheros de Lurín. Tesis para optar el título profesional de médico veterinario zootecnista. Universidad Científica del Sur. Perú.
- PEREYRA, E.; DELLARD, B. y CALVINHO, L. 2014. Aspectos de la respuesta inmune innata en las infecciones intramamarias causadas por *Staphylococcus aureus* en bovinos. Revista Argentina de Microbiología. 46(4): 363 - 375
- RAMIREZ, N.; FERNANDEZ, J.; GUILLERMO, L. 2018. Tasa de incidencia de mastitis clínica y susceptibilidad antibiótica de patógenos productores de mastitis en ganado lechero del norte de Antioquia, Colombia. REDVET revista de medicina veterinaria. 36: 75-87.

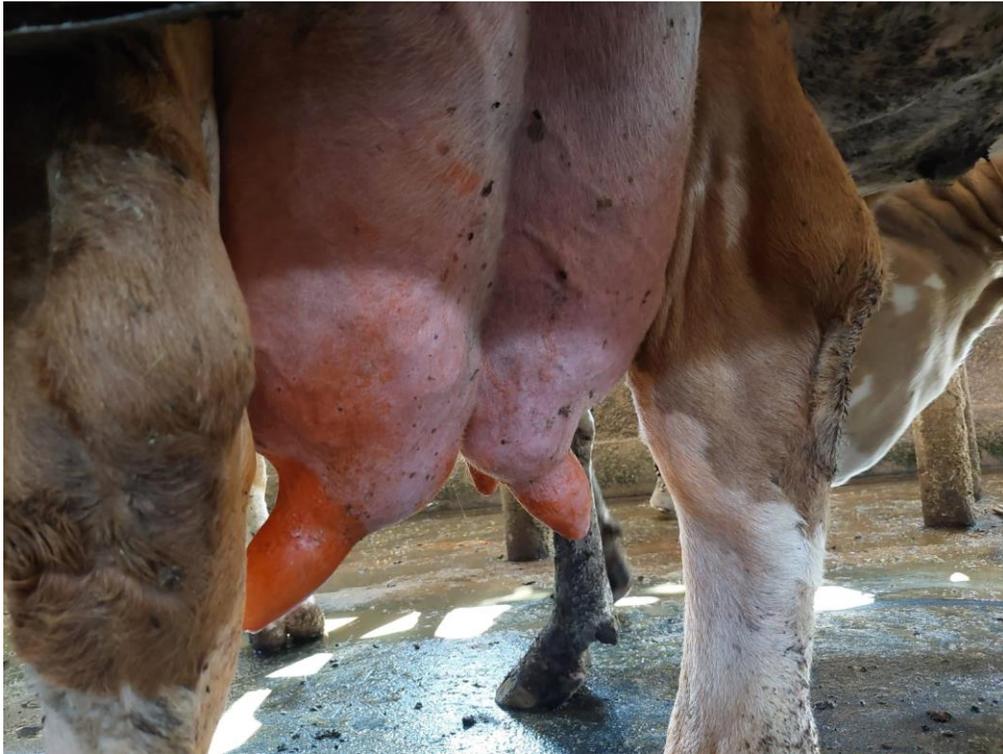
- ROCHA, L.; SILVA, D.; SILVA, M.; VIDIGAL, P.; SILVA, J.; GUERRA, S., ET AL. 2019. Comparative genomics of *Staphylococcus aureus* associated with subclinical and clinical bovine mastitis. PLoS ONE 14(8): e0220804.
- RODRIGUEZ, R.; MUÑOS, E. 2017. Frecuencia y susceptibilidad antimicrobiana de bacterias causantes de mastitis en bovinos de un establo de Trujillo, Perú. Revista Investigación Veterinaria Perú. 28(4): 994-1001.
- RUIZ, A.; PEÑA, J.; REMÓN, D. 2016. Mastitis bovina en Cuba. Artículo de revisión. Revista de Producción Animal, 28(2-3), 39-50.
- VILLANUEVA, T. Y MORALES, S. 2017. Resistencia antibiótica de patógenos bacterianos aislados de mastitis clínica en bovinos de crianza intensiva. REDVET Rev. Electrón. vet. Volumen 18. Nº 12.
- WATTS, J. L., LOWERY, D. E., TEEL, J. F., & ROSSBACH, S. 2000. Identification of *Corynebacterium bovis* and other Coryneforms Isolated from Bovine Mammary Glands. Journal of Dairy Science, 83(10), 2373–2379.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Identificación de vacas positivas a mastitis clínica



Anexo 2. Examen exploratorio de la glándula mamaria.



Anexo 3. Recolección de muestra y rotulación



Anexo 4. Sembrado en agar MacConkey

