



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN DE CARÁCTER
COMPLEXIVO**

MODALIDAD: “ESTUDIO DE CASO”

**“ESTUDIO DE LAS BACTERIAS PATÓGENAS
PRESENTES EN LA LECHE DE VACA CON
MASTITIS”**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Mishell Selena Lucas Villegas

La Libertad, 2021



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**“ESTUDIO DE LAS BACTERIAS PATÓGENAS
PRESENTES EN LA LECHE DE VACA CON
MASTITIS”**

Previo a la obtención del título de:

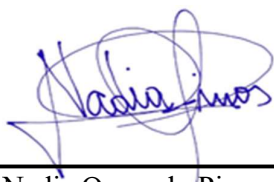
INGENIERA AGROPECUARIA

Autor/a: Mishell Selena Lucas Villegas

Tutor/a: Blgo. Javier Soto Valenzuela, MSc.

La Libertad, 2021

TRIBUNAL DE GRADO




Ing. Nadia Quevedo Pinos. PhD.
**DIRECTORA CARRERA DE
AGROPECUARIA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Lourdes Ortega Maldonado, MSc.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Blgo Javier Soto Valenzuela, MSc.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Andrés Drouet Candell, MSc.
**PROFESOR GUÍA DE LA UIC
SECRETARIO**

RESUMEN

La mastitis es una infección de la glándula mamaria provocada por acción bacteriana convirtiéndose en una infección que provoca daño en el epitelio mamario. Es así como surgió la necesidad de conocer las principales bacterias patógenas que pueden afectar las glándulas mamarias en las vacas, pues en muchas ocasiones la mastitis prevalece por falta de diagnóstico y medicación; por lo cual, tener información de la enfermedad fue de suma importancia. En el enfoque de la investigación se utilizó método cualitativo, deductivo y analítico. Se describieron las bacterias patógenas más importantes que producen mastitis, siendo *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *S. dysgalactiae* como las más frecuentes dentro de los estudios analizados, seguidos de *Corynebacterium bovis*, causante de elevar el CCS, *Staphylococcus coagulasa negativo*, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* y algunos *Bacillus*

Palabras claves: Mastitis, patógeno, calidad de la leche, glándula mamaria.

CARTA DE ORIGINALIDAD

Ing.

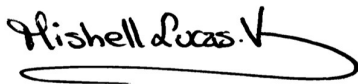
Nadia Quevedo Pinos, PhD.

**DIRECTOR/A DE LA CARRERA DE AGROPECUARIA
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

Presente. -

Cumpliendo con los requisitos exigidos por la Facultad de Ciencias Agrarias, carrera de Agropecuaria, envío a Ud. el componente práctico del examen complejo titulado “ESTUDIO DE LAS BACTERIAS PATÓGENAS PRESENTES EN LA LECHE DE VACA CON MASTITIS”, para que se considere su sustentación, señalando los siguiente:

1. La investigación es original.
2. No existen compromisos ni obligaciones financieras con organismos estatales y privados que puedan afectar, el contenido, resultados o conclusiones de la presente investigación.
3. Constatamos que la persona designada como tutor/a es el/la responsable de generar la versión final de la investigación.
4. El tutor certifica la originalidad de la investigación y el desarrollo de la misma, cumpliendo con los principios éticos.



Mishell Selena Lucas Villegas
AUTOR/A

Email: mishelitap16@gmail.com

Número Celular: 0989201494



Blgo. Javier Soto Valenzuela, MSc.
TUTOR

Email: jsotov@upse.edu.ec

Número Celular: 0998287233

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MARCO TEÓRICO	3
2.1	Mastitis.....	3
2.1.1	<i>Generalidades.....</i>	3
2.2	Tipos de mastitis.....	4
2.2.1	<i>Clasificación según el origen.....</i>	4
2.2.1.1	Mastitis contagiosa.....	4
2.2.1.2	Mastitis Ambiental.....	4
2.2.2	<i>Clasificación según la intensidad de infección.....</i>	4
2.2.2.1	Mastitis clínica.....	5
2.2.2.1.1	Mastitis moderadamente aguda (MMA).....	5
2.2.2.1.2	Mastitis severamente aguda (MSA).....	5
2.2.2.1.3	Mastitis crónica (MC).....	5
2.2.2.2	Mastitis subclínica.....	5
2.3	Métodos de detección de mastitis.....	6
2.3.1	<i>Prueba de campo.....</i>	6
2.3.1.1	Palpación de la ubre.....	6
2.3.2	<i>Pruebas químicas.....</i>	6
2.3.2.1	Papel indicador.....	6
2.3.2.2	Conductividad eléctrica.....	6
2.3.2.3	Prueba de Whiteside.....	6
2.3.3	<i>Pruebas biológicas.....</i>	7
2.3.3.1	Prueba de Wisconsin (WMT).....	7
2.3.3.2	Prueba de fondo negro.....	7
2.3.3.3	California mastitis test (CMT).....	8
2.3.4	<i>Pruebas bacteriológicas.....</i>	9
2.3.4.1	Conteo de células somáticas.....	9
2.3.4.2	Método Somaticell.....	9
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1	Metodología.....	10
3.1.1	<i>Métodos de investigación.....</i>	10
3.1.1.1	Método cualitativo.....	10
3.1.1.2	Método deductivo.....	10
3.1.1.3	Método analítico.....	10
3.1.2	<i>Procedimientos metodológicos.....</i>	10
3.1.2.1	Búsqueda por medios digitales.....	10
3.1.2.2	Recolección de datos mediante lectura evaluativa y elaboración de resúmenes.....	10

3.1.2.3	Análisis e interpretación de la información	11
3.1.3	<i>Fuentes de recopilación de información documental</i>	11
3.1.4	<i>Técnicas de análisis e interpretación de la información documental</i>	11
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1	Patógenos más frecuentes que causan mastitis	13
4.2	Infección y respuesta inflamatoria de los patógenos causantes de mastitis	15
4.3	Efectos de las bacterias patógenas en la calidad de la leche de vaca ...	16
4.4	Tratamiento de la mastitis	18
4.5	Fármacos usados para tratar vacas con mastitis	19
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
5.1	Conclusiones	22
5.2	Recomendaciones	23
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación de la prueba Wisconsin.....	7
Tabla 2. Interpretación de los resultados de la prueba de CMT.....	8
Tabla 3. Interpretación de la prueba de CTM según el grado de infección.....	8
Tabla 4. Cuadro clínico de la mastitis.....	12
Tabla 5. Descripción de las etapas infecciosas en mastitis.....	13
Tabla 6. Bacterias frecuentes que producen mastitis y tipo de transmisión.....	13
Tabla 7. Características favorables del canal del pezón y sus acciones.....	15
Tabla 8. Rangos estables de células somáticas en cuartos no infectados.....	16
Tabla 9. Etapas y procesos ante la respuesta inflamatoria de la glándula mamaria.....	16
Tabla 10. Efectos del aumento de CCS en las características organolépticas de la leche.....	16
Tabla 11. Cambios en la composición de la leche ocasionados por la mastitis.....	17
Tabla 12. Vías de acceso para el tratamiento de mastitis y sus peculiaridades.....	18
Tabla 13. Patógenos, tipos de mastitis y tratamientos.....	19
Tabla 14. Principales fármacos utilizados en el tratamiento de mastitis bovinas comercializados en Ecuador.....	20
Tabla 14. Continuación.....	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Papel indicador de pH usado para el diagnóstico de mastitis.

Figura 2A. Representación de la prueba fondo negro.

Figura 3A. Interpretación de los resultados de la prueba California (CMT).

Figura 4A. Prueba de mastitis California (CMT).

Tabla 1A. Géneros bacterianos, título de publicación y autores.

1 INTRODUCCIÓN

Para el INEC (2020), la industria láctea en Ecuador representa un rubro importante para los ganaderos que tienen relación directa o indirecta con este producto, además de ser considerada una de las actividades constante; en Ecuador se producen alrededor de 6.65 millones de litros de leche cruda diarios, alcanzando 996.503 cabezas de vacas ordeñadas en 2019. Debido a la constante demanda del producto para la población, la adquisición de la leche cruda tiene un crecimiento sostenible para la población.

Meneses (2020), asegura que en la provincia de Santa Elena la productividad de leche no presenta datos específicos, además el nivel de producción de leche es muy escaso, debido por la situación ambiental en la que se encuentran muchos hatos ganaderos.

El desarrollo de este importante sector puede verse afectado por las malas prácticas y enfermedades contagiosas o parásitas, entre ellas la mastitis, enfermedad importante que afecta al ganado, causando grandes pérdidas económicas a los productores. Además, los cambios en la composición de la leche reducen su calidad y cantidad de producción (Rivadeneira y Acuña, 2018).

La mastitis es una infección de la glándula mamaria provocada por acción bacteriana convirtiéndose en una infección que provoca daño en el epitelio mamario. También puede ser provocada en respuesta a lesiones físicas, químicas, mecánicas o térmicas entre otros factores que dan paso para el ingreso de bacterias patógenas en las glándulas mamarias (Guazha, 2020).

Las bacterias que causan mastitis varían y reflejan los factores predisponentes involucrados, pero se ha señalado como patógenos a *Streptococcus agalactiae* y *S. aureus* como responsables del 80 al 90% de los casos, estas bacterias aprovechan situaciones favorables para colonizar la glándula mamaria. El cuadro clínico de esta infección puede variar desde la inflamación sobreaguda con toxemia y muerte del animal (mastitis clínica), hasta casos nulos en los que no son visibles los cambios morfológicos en el animal afectado y solo puede ser detectada a través de pruebas diagnósticas (mastitis subclínica), siendo esta variante de la enfermedad la de mayor incidencia en la actualidad (Mera Andrade, et al., 2017).

Es así como surge la necesidad de conocer las principales bacterias patógenas que pueden afectar las glándulas mamarias en las vacas, pues en muchas ocasiones la mastitis prevalece

por falta de diagnóstico y medicación; por lo cual, tener información de la enfermedad es de suma importancia, pues permitirá implementar medidas eficientes para controlar y prevenir la enfermedad.

Problema:

La mastitis es una enfermedad que produce un impacto negativo en la calidad y cantidad de la leche obtenida de bovinos, y puede ser causada por diferentes bacterias patógenas.

Objetivos:

Objetivo General:

Describir las bacterias patógenas que se encuentran en la leche de vaca con mastitis.

Objetivos Específicos:

1. Reconocer las principales causas de mastitis en las vacas.
2. Determinar el patógeno más frecuente en la leche con mastitis.
3. Establecer los efectos de las bacterias patógenas sobre la calidad de la leche de vaca.
4. Identificar los antibióticos usados para tratar vacas con mastitis.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Mastitis

2.1.1 Generalidades

En conformidad con Andresen (2009), es la inflamación de la glándula mamaria que se representa con la invasión de microorganismos, está acompañada por una inflamación clínica o subclínica, es decir, cuando los cambios son detectables mediante inspecciones o palpación se habla de mastitis clínica, si no hay cambios detectables clínicamente y se recurre a métodos indirectos de campo o laboratorio hablamos de mastitis subclínica si los resultados son positivos.

La mastitis es causada por agentes químicos o físicos, pero en la mayoría de los casos están relacionados con una infección bacteriana. Cuando la enfermedad es de origen infeccioso, además de dañar el tejido mamario de las células somáticas (Valero-Leal, et al., 2010).

La mastitis clínica causa pérdidas económicas evidentes para el ganadero, por lo cual es un problema preocupante, el impacto de la mastitis subclínica no es evidente sin un análisis pérdidas de producción en un periodo largo, razón por la cual es difícil de controlar. Según algunas investigaciones aseguran que la mastitis causa disminución en la producción, además se caracteriza por alterar la composición de la leche y causar anomalías en los tejidos glandulares dependiendo del daño (Valero-Leal, et al., 2010).

El mismo autor menciona que, entre los cambios producidos en la composición de la leche, están:

- Disminución de la cantidad de lactosa debido al daño en el tejido y reducción de la actividad enzimática en las células secretoras.
- Aumento de la permeabilidad capilar, pérdida de uniones estrechas y producción local de leucocitos, provocando migración de la sangre a la leche.
- Aumento de la conductividad eléctrica por altas concentración de sodio, cloro y disminución de potasio.
- Disminución de la caseína, proteína principal de la leche.
- Aumento de proteínas de baja calidad.

2.2 Tipos de mastitis

2.2.1 Clasificación según el origen

2.2.1.1 Mastitis contagiosa

De acuerdo con Valero-Leal, et al. (2010), la mastitis contagiosa es causada por microorganismos como: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Corynebacterium bovis*, *Mycoplasma* spp; y sus reservorios son la glándula mamaria y la leche de vacas infectadas. La transmisión de estos microorganismos sucede durante el ordeño. *Streptococcus agalactiae*, es un patógeno obligado del cuarto mamario, que se localiza en la parte superficial de los tejidos y es ampliamente sensible a los antibióticos, lo que hace fácil su control e incluso su erradicación.

Su transmisión puede ocurrir en el momento del ordeño por prácticas como el uso compartido de toallas para lavar y secar las ubres o por medio de las manos contaminadas de los ordeñadores o por el uso de pezoneras no desinfectadas entre vacas en los ordeños mecánicos (Calderón y Rodríguez. 2008).

2.2.1.2 Mastitis Ambiental

Según Calderón y Rodríguez (2008), la mastitis ambiental es producida por bacterias, Gram negativas, patógenos ambientales como, *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., y algunas bacterias Gram positivas como: *Streptococcus uberis* y *S. dysgalactiae*.

Generalmente ocurre después del ordeño, pues el orificio del pezón permanece abierto durante un tiempo de 5 a 15 minutos. Cuando los microorganismos del ambiente tienen contacto con el pezón entran por el esfínter, además que pueden colonizar los extremos y penetrar su canal (Calderón y Rodríguez 2008).

2.2.2 Clasificación según la intensidad de infección

Puede clasificarse de acuerdo con el grado de la inflamación y a las lesiones locales e implicaciones sistémicas en la vaca. En términos generales; se clasifica en mastitis clínica y mastitis subclínica, es decir puede estar acompañada de signos clínicos o no (Calderón y Rodríguez 2008).

2.2.2.1 Mastitis clínica

Calderón y Rodríguez (2008), mencionan que es una anomalía de la glándula mamaria de la vaca y de la leche, es fácilmente observada, caracterizada por dolor en la ubre, enrojecimiento, apariencia anormal de la leche y en ocasiones aumento de temperatura rectal, reduce el rendimiento de producción y calidad de la leche.

Según Calderón y Rodríguez (2008), aseguran que la mastitis clínica se divide en:

- Mastitis moderadamente aguda (MMA)
- Mastitis severamente aguda (MSA)
- Mastitis crónica (MC)

2.2.2.1.1 Mastitis moderadamente aguda (MMA)

La infección dura más de 24 horas, las ubres tienen aspectos normales, pero en la leche se observan grumos que pueden ser observados al realizar la prueba de fondo oscuro, reduciendo un 30% de producción, la infección se trata localmente vía intramamaria.

2.2.2.1.2 Mastitis severamente aguda (MSA)

Es caracterizada por la aparición súbita de la enfermedad puede estar acompañada con o sin síntomas sistémicos, la infección tiene una duración de 72 horas. La leche sale con más grumos, calentura e inflamación de la glándula y se pierde 40% de producción. Se trata local y parenteral.

2.2.2.1.3 Mastitis crónica (MC)

La infección tiene más de 5 días, la leche sale con grumos, inflamación severa de la ubre, con temperatura alta y endurecida, la calidad de la leche es baja pues se muestra con manchas de sangre, el ganado presenta problemas de coordinación muscular fibrosis mamaria. Se pierde el 50% de producción y se puede tratar local y parenteral.

2.2.2.2 Mastitis subclínica

Se caracteriza por la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas en leche, esta puede desarrollar fácilmente una inflamación y no tener tratamiento. Este tipo de mastitis no presenta cambios visibles en la leche o ubre.

2.3 Métodos de detección de mastitis

2.3.1 Prueba de campo

2.3.1.1 Palpación de la ubre

Este tipo de prueba puede revelar engrosamiento y estrechamiento de algunos de los cuartos, lesiones traumáticas y alteraciones de la piel y pezón. Con la palpación de la ubre se pueden apreciar zonas endurecidas y con dolor. Además, se puede apreciar un aumento de grosor en el tejido epitelial, los mismos que originan trastornos en la emisión de leche. Si mediante la palpación se logra observar una inflamación aguda, el cuarto tiende a tener un aspecto aumentado de tamaño mostrando enrojecimiento con elevada temperatura (30°C) (Bedolla, et al., 2007).

2.3.2 Pruebas químicas

2.3.2.1 Papel indicador

Calderón y Rodríguez (2008), mencionan que se pueden comprobar las alteraciones del pH de la leche. Según la gravedad de la mastitis el pH puede aumentar de normal (6.6) hasta un grado alcalino.

2.3.2.2 Conductividad eléctrica

Se basa en el aumento de la conductividad eléctrica en la leche debido a un aumento electrolítico de iones de sodio y cloro, es un método para monitorear el estado de la mastitis permitiendo el monitoreo individual por cuarto. Permite la identificación de mastitis clínica con precisión, en caso de mastitis subclínica la precisión es solo del 50%. A veces da un resultado de un gran número de falsos positivos o de falsos negativos, por lo que no es muy confiable (Bedolla, et al., 2007).

2.3.2.3 Prueba de Whiteside

En concordancia con Bedolla, et al. (2007), aluden que consiste en la mezcla de la leche con una solución de NaOH al 4%, ocasionando que la leche se gelifique formando grumos visibles. Si el contenido de la leche tiene mayor número de células somáticas los grumos serán más grandes.

2.3.3 Pruebas biológicas

2.3.3.1 Prueba de Wisconsin (WMT)

De acuerdo con Bedolla, et al., 2007, aseguran que los rebaños con una puntuación baja de 3 y 12 ml estarán en condiciones de buena a regular, mientras que los rebaños con puntuaciones superiores a 12 ml requieren de atención inmediata, esta prueba fue diseñada para el uso en laboratorios y es utilizada para el conteo de células en muestras de leche fresca mezclada o leche de tanques de enfriamiento, los resultados se miden cuantitativamente dependiendo de la viscosidad. Los resultados se miden en mililitros y su valor de células somáticas, para ello se emplea la siguiente tabla:

Tabla 1. Interpretación de la prueba Wisconsin

Wisconsin (Mililitro)	Conteo celular somático	Perdida de producción	Wisconsin (Mililitro)	Conteo celular somático	Perdida de producción
3	140.000	5%	20	920.000	9-18%
4	165.000		21	990.000	
5	195.000		22	1.055.000	
6	225.000		23	1.130.000	
7	260.000		24	1.200.000	
8	300.000	8%	25	1.200.000	
9	340.000		26	1.360.000	
10	380.000		27	1.440.000	
11	420.000		28	1.525.000	
12	465.000		29	1.610.000	
13	515.000		30	1.700.000	
14	565.000		31	1.800.000	
15	620.000	9-18%	32	1.920.000	19-25%
16	675.000		33	2.030.000	
17	730.000		34	2.030.000	
18	790.000		35	2.800.000	
19	855.000				

Fuente: (Bedolla, et al., 2007)

2.3.3.2 Prueba de fondo negro

Los primeros chorros de leche son los que tienen mayor contaminación, ya que es la leche que se encuentra en la cisterna del pezón por lo tanto debe ser extraída, pues se podrá observar la presencia de grumos y alteración del color (Bedolla, et al., 2007).

2.3.3.3 California mastitis test (CMT)

En concordancia con Bedolla, et al. (2007), aseguran que se considera uno de los mejores métodos para detectar el índice de mastitis (CMT). Es de fácil manejo y buena sensibilidad que se fundamenta en la capacidad que tiene el reactivo Lauril Sulfato de sodio para reaccionar con el DNA celular produciendo viscosidad directamente proporcional al número de células somáticas en la muestra de leche.

Valero-Leal, et al. (2010), aseguran que la prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre convirtiéndose en agentes proteicos de la leche en gelatina. A mayor presencia de células se libera una mayor concentración de ADN, es por lo que se da la formación espesa. Los resultados pueden ser interpretados en cinco clases (Tabla 2).

Tabla 2. Interpretación de los resultados de la prueba de CMT

Grado de CMT	Significado	Rango de células somáticas	Interpretación
N	Negativo	0 – 200.000	Cuarto sano
T	Trazas	200.000 – 400.000	Mastitis subclínica
1	Ligeramente positivo	400.000 – 1,200.000	Mastitis subclínica
2	Positivo	1,200.000 - 5,000.000	Infección seria
3	Muy positivo	Mas de 5,000.000	Infección seria

Fuente: (Valero-Leal, et al., 2010)

Interpretación de la prueba de CTM es analizada de la siguiente manera según el grado de infección que representa:

Tabla 3. Interpretación de la prueba de CTM según el grado de infección

Grado de CMT	Significado
N	No hay precipitado, por ende, no hay infección. La mezcla permanece en estado líquido y homogéneo.
T	Hay algo de engrosamiento. La reacción es reversible y la viscosidad tiende a desaparecer.
1	La mezcla espesa, pero no hay formación de gel en medio de la paleta y la viscosidad observada tiende a persistir. La mezcla cae poco a poco.
2	Formación de gel en el centro de la paleta durante la agitación. El gel se acumula en la parte inferior de la paleta cuando el movimiento giratorio se interrumpe. Cuando se vierte la mezcla la más gelatinosa cae y puede dejar un poco de líquido en el pocillo.
3	Se forma gel en el centro de la paleta y se pega en el fondo del recipiente, pero no a los lados. Cuando se vierte la mezcla, se cae sin dejar líquido detrás.

Fuente: (Valero-Leal, et al., 2010)

2.3.4 Pruebas bacteriológicas

2.3.4.1 Conteo de células somáticas

Es un indicador del estado de salud de la glándula mamaria, permite conocer el número de células por mililitro de leche, es decir mide la concentración de leucocitos en la leche. Denominado método óptico, es el recuento directo mediante el microscopio utilizando un aumento de 500x. Este método es el más preciso, a pesar de que requiere más tiempo y los equipos son costosos (Bedolla, et al., 2007).

2.3.4.2 Método Somaticell

Puede ser utilizada para el diagnóstico de la mastitis subclínica, la leche analizada puede ser de una o más vacas, además es un método que ayuda a la programación del manejo del hato durante un mes. Se puede realizar el análisis de muestras individuales para determinar la probabilidad de mastitis, también se analiza en la leche de tanques, la calidad de leche del hato, con ello se puede estimar el porcentaje de animales con infección (Bedolla, et al., 2007).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Metodología

3.1.1 Métodos de investigación

En el enfoque de la investigación se utilizó método cualitativo, deductivo y analítico.

3.1.1.1 Método cualitativo

Se utilizó este método debido a que se realizó la recopilación y análisis de información mediante revisión documental.

3.1.1.2 Método deductivo

Este método aportó a la investigación para realizar las conclusiones y recomendaciones a través de los estudios analizados, relacionados con los objetivos planteados.

3.1.1.3 Método analítico

El análisis de los resultados permitió identificar las bacterias patógenas más frecuentes que producen mastitis en las vacas productoras de leche, las causas principales que ocasionan la mastitis, efectos sobre la calidad de la leche, su tratamiento y antibióticos que se utilizan y comercializados en el Ecuador.

3.1.2 Procedimientos metodológicos

3.1.2.1 Búsqueda por medios digitales

La información para el presente tema de investigación fue recopilada de libros electrónicos, páginas webs, repositorios electrónicos en PDF, que contribuyeron con el estudio de caso.

3.1.2.2 Recolección de datos mediante lectura evaluativa y elaboración de resúmenes

Se realizó una lectura comprensiva y crítica de los documentos obtenidos para una adecuada recopilación de información, las mismas que estuvieron centradas para el desarrollo del estudio de las bacterias patógenas presentes en las glándulas mamarias con mastitis.

3.1.2.3 Análisis e interpretación de la información

La interpretación, comprensión y análisis de la información se centró en investigaciones científicas, reportes de organismo internacionales y gubernamentales de la producción bovina, dónde se describe el origen, intensidad de la enfermedad, diagnóstico y los microorganismos patógenos que provocan mastitis bovina.

3.1.3 Fuentes de recopilación de información documental

Para la obtención y recopilación de la información se utilizaron documentos digitales como PDF, de páginas web como los sistemas de información Latindex y Google académico; las mismas que son fuentes confiables de artículos científicos de revistas indexadas, además de publicaciones del Censo Agropecuario del Ecuador.

3.1.4 Técnicas de análisis e interpretación de la información documental

Para la recopilación y análisis de la información se elaboraron y complementaron tablas, las mismas que son recursos que permiten la extracción de la información relevante planteada por varios autores, pues no solo ayudan a conservar ideas principales de un texto, sino que simplifica su comprensión.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sin duda alguna la mastitis es una enfermedad que se caracteriza por ser una de las principales dentro de la industria láctea, cada microorganismo descrito, además de estar asociado a las ubres infectadas, lesiones en los pezones y colonización de las ubres, puede causar mastitis clínica con síntomas que incluyen inflamación, enrojecimiento, dureza y fuerte dolor en la ubre. La mastitis bovina es una enfermedad infectocontagiosa de la glándula mamaria, la inflamación se produce como respuesta a la invasión, a través del canal del pezón, de diferentes tipos de bacterias.

Reyes Gutiérrez, et al. (2013), menciona que cuando la mastitis llega a un nivel de infección puede ser diagnosticada fácilmente. Se pueden observar 5 signos de inflamación, detallados en la Tabla 4.

Tabla 4. Cuadro clínico de la mastitis.

Signos	Descripción
Tumor	La glándula mamaria se muestra con mayor volumen, turgentes y endurecidas. Ocasionado por la hiperemia y presencia de exudado.
Calor	Provocada por el aumento de las reacciones enzimáticas que son producidas por los intersticios tisulares. Se puede detectar comparando la temperatura de la glándula que muestra signos de afectación con las del resto.
Enrojecimiento	Se debe a la hiperemia y se puede observar a través de los pelos finos y cortos que recubren la ubre.
Dolor	Es provocado por la compresión de las terminaciones nerviosas. Se descubre en el momento de realizar la palpación de la glándula, sobre todo si el animal muestra incomodidad cuando se va a ordeñar.
Alteración funcional	Sucede cuando la cantidad y composición de la leche es alterada, la alteración cuantitativa se da cuando se reduce la producción hasta la completa agalactia, es decir, la suspensión total de producción. Los cambios cualitativos son cuando la leche secretada presenta partes del exudado, es decir contiene suero sanguíneo, fibrina, sangre total y leucocitos. Además de encontrarse patógenos que afectan la glándula mamaria. Otro signo clínico es la inflamación de los ganglios mamaros.

Fuente: (Reyes Gutierrez, et al., 2013)

Por otro lado, cuando se presenta mastitis subclínica no se muestran sintomatologías clínicas ni cambios evidentes en la calidad física de la leche, pues se considera una infección asintomática; la detección se realiza mediante un examen de recuento de células somáticas,

conteos superiores a 200.000 células/ml tienen probabilidad del 85% de estar infectadas, así mismo representan el 80% de pérdidas totales en el sector ganadero. Según Boscán Ocando, et al. (2009), mencionan que la mastitis de tipo subclínica representa del 70 al 80% de pérdidas, además se caracteriza por no presentar cambios físicos en la leche y carece de signos apreciables en la glándula mamaria.

En la Tabla 5 se describen las etapas infecciosas que provoca la mastitis en el tejido glandular de las vacas.

Tabla 5. Descripción de las etapas infecciosas en mastitis.

Etapa	Descripción
Invasión	Las bacterias patógenas pasan del exterior de la ubre hacia el conducto glandular, ya sean de origen infeccioso o ambiental.
Infección	Los microorganismos proliferan e invaden el tejido mamario provocando daño epitelial.
Inflamación	Debido a la infección provocan inflamación del tejido, a su vez puede dar lugar a una mastitis clínica o subclínica según la severidad de la infección.
Terminal	Finalmente atrofian la glándula mamaria generando signos crónicos.

Fuente: (Andrade Céron y Sánchez Galarza, 2018).

De acuerdo con la revisión literaria de los artículos científicos analizados, se muestran los patógenos más frecuentes causantes de la mastitis en la Tabla 6:

4.1 Patógenos más frecuentes que causan mastitis

Tabla 6. Bacterias más frecuentes que producen mastitis y tipo de transmisión.

Patógenos	Tipos de transmisión
<i>Staphylococcus aureus</i>	Infeccioso
<i>Streptococcus agalactiae</i>	
<i>Corynebacterium bovis</i>	
<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>	Ambientales
<i>Streptococcus uberis</i>	
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	
<i>Escherichia coli</i>	
<i>Klebsiella</i>	
<i>Bacillus</i>	

Staphylococcus aureus, es un patógeno obligado de la ubre que se puede encontrar en lesiones de los pezones, puede vivir dentro y fuera de la ubre y su carácter contagioso provoca su rápida propagación, además de producir un conteo elevado de células somáticas, originando impactos negativos dentro de la ganadería. Rivadeneira y Acuña (2018),

sostienen que son responsables del 30 al 40 % de todas las infecciones, siendo la ubre infectada y el pezón lesionado, la causa primaria. De tal forma que, en estudios realizados por Calderón y Rodríguez (2008), de un total de 11.416 cuartos pertenecientes a 2.854 vacas mediante un muestreo no probabilístico, se recogieron muestras de leche para aislar patógenos relacionados con la mastitis bovina con la prueba California mastitis test, el *S. aureus* representó el 29.9% de las infecciones, como principal patógeno encontrado.

Cabe recalcar que el porcentaje de infecciones dependerá de la cantidad de animales y las condiciones ambientales en las que se encuentren.

Streptococcus agalactiae, es un microorganismo contagioso de la glándula mamaria, provoca mastitis subclínica y vive en los conductos galactóforos. Comparativamente Corbellini (2010), afirma que el progreso crónico de la mastitis implica destrucción de alveolos, taponan los conductos galactóforos, el mismo que es reemplazado por tejido fibroso afuncional. Por otra parte, Calderón y Rodríguez (2008) mencionan que *S. agalactiae* representó el 6.84% del total de muestras infectadas, coincidiendo con Andrade Becerra, et al. (2014) analizando un total de 643 muestras de leche determinaron que el 6.5% estuvieron infectadas con *S. agalactiae*, dichos porcentajes se consideraron bajos en referencia con Rivadeneira y Acuña (2018) quienes aseguran que son patógenos responsables de valores superiores al 40% de infecciones totales, pues dichos valores están relacionados a los procedimientos estrictos en programas de controles.

Corynebacterium bovis, limita la colonización al canal del pezón, dando como resultado mastitis subclínica mediante el recuento elevado de células somáticas y pérdidas de producción de la leche. Andrade Becerra, et al. (2014), comentan que es un habitante normal del conducto del pezón, en el cual se aísla sin estar asociado a mastitis. En el mismo estudio se aisló un 0,30% de 2 pruebas de un total de 643 muestras.

Staphylococcus coagulasa negativo, es un microorganismo de origen ambiental, considerado oportunista. Bonifaz y Conlago (2016), confirman que este patógeno representó el 11.3% de las bacterias oportunistas.

Streptococcus uberis y *S. dysgalactiae*, son bacterias que se encuentran diseminados en el medio ambiente, en especial si existen un grado de humedad (lodo) y con alto contenido de materia orgánica (heces), las infecciones por *Streptococcus* en ocasiones pueden volverse crónicas en periodos de secado (sin leche) de la vaca. Calderón y Rodríguez (2008), aseguran

que producen mastitis leves y moderada, especialmente en el periodo seco, pues se han aislado en heces, en genitales externos, ubres y lesiones en los pezones. Estos mismos autores aislaron el 5.74% de *S. uberis* de las muestras de leche, adicionalmente es un microorganismo que tiene una amplia distribución en el hato; también se aisló *S. dysgalactiae* con un valor de 2.62% de las muestras considerándose un porcentaje menor.

Escherichia coli, es una bacteria del ambiente, se encuentra principalmente en el estiércol, puede causar mastitis clínica, su índice de patogenicidad dependerá de la ubicación geográfica y el nivel tecnológico de cada finca. Cedeño (2017), asegura que la infección del patógeno se debe a la contaminación fecal. Por otro lado, en un estudio realizado por San Martín, et al. (2010) a partir de 963 muestras de leche, aislaron 449 cepas bacterianas, donde *Escherichia coli* representó el 40.76% en una región geográfica; mientras que, en otra región geográfica de un total de 2000 cepas, se aislaron 1.012 cepas (3.95%) de *E. coli*.

4.2 Infección y respuesta inflamatoria de los patógenos causantes de mastitis

Reducir la carga microbiana del tejido epitelial y preservar la funcionabilidad del canal del pezón se considera la barrera de defensa más importante de la glándula mamaria, pues evitará la penetración y colonización del parénquima, ya que puede ocurrir la inflamación y daño del epitelio secretor afectando la calidad de la leche. Algunas características del canal del pezón (Tabla 7), rangos estables de células somáticas (Tabla 8), así como las etapas y procesos de la respuesta inflamatoria de la glándula mamaria (Tabla 9), son muy importantes en el proceso inflamatorio.

Tabla 7. Características favorables del canal del pezón y sus acciones.

Característica	Acción
Largo del canal del pezón	Tienen mayor susceptibilidad en las infecciones, tanto durante la lactancia como en los rimeros de días de secado en vacas con flujos muy altos de leche.
Diámetro máximo del flujo de la leche	
Masa descamable de queratina	Impide la prevención bacteriana.

Rangos estables de células somáticas en cuartos no infectados:

Tabla 8. Rangos estables de células somáticas en cuartos no infectados.

Indicadores	Valor
Conteo de células somáticas (CCS)	<100.000/ml, cuartos no infectados.
Conteo de células somáticas (CCS)	500.000/ml a 1000.000/ml, cuartos infectados con mastitis subclínica leve.
Células somáticas	%
Polimorfonucleares (PMN)	12 %
Macrófagos (MA)	60 %
Linfocitos (L)	28 %
Células epiteliales	12 – 15 % primeras 4 semanas de lactancia y menor al 2% a mediados.

Etapas de la glándula mamaria ante la respuesta inflamatoria:

Tabla 9. Etapas y procesos ante la respuesta inflamatoria de la glándula mamaria.

Etapas	Proceso
Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Provoca reacción del endotelio. ▪ Incremento del flujo sanguíneo en el lecho capilar. ▪ Incremento de la permeabilidad del endotelio.
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Migración de Polimorfonucleares (PMN) y Macrófagos (MA) desde la sangre y del intersticio circundante a los alvéolos y la leche. ▪ Activación de funciones de PMN y MA. ▪ Penetración anormal de componentes del plasma sanguíneo a la leche.
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Considerada fase crónica. ▪ Disminuye la actividad secretoria, degeneración y lisis de las células alveolares.

Fuente: (Mera Andrade, et al., 2017)

4.3 Efectos de las bacterias patógenas en la calidad de la leche de vaca.

Los efectos que se dan a continuación de la infección bacteriana producen alteraciones en las características organolépticas de la leche, pues provocan consistencias, olores y sabores anormales mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10. Efectos del aumento de CCS en las características organolépticas de la leche.

Causa	Consecuencias	Enzima responsable
Aumento del conteo de células somáticas	Sabores rancios	Lipasas
	Sabores agrios	Proteolíticas
	Sabores salados	Exceso de Na y Cl

Mera Andrade, et al. (2017), asegura que la calidad de la leche puede deteriorarse debido al manejo incorrecto de utensilios de ordeño, adulteraciones, aumento de carga microbiana, las mismas que dan propiedades indeseables de acidez, agrio y rancio. El elevado conteo bacteriano y la presencia de organismos no patógenos pueden afectar la calidad y aceptación de la leche para el consumidor. Además, asegura que el elevado CCS tiene un valor reducido en la industria, debido a que la leche que procede de vacas con mastitis tiene menos grasas y proteínas, afectando las características organolépticas de otros subproductos. A continuación, en la Tabla 11 se detallan algunos cambios en la composición de la leche.

Tabla 11. Cambios en la composición de la leche ocasionados por la mastitis.

Parámetro	Cambio	Causa
Lactosa	Disminuye	Disminuye la síntesis
Grasa	Disminuye	
Caseína	Disminuye	
Proteínas del suero	Aumenta	Pasan de la sangre
Cloruro	Aumenta	
Sodio	Aumenta	
pH	Aumenta	Paso de las sustancias alcalinas de la sangre

Fuente: (Mera Andrade, et al., 2017)

Corbellini (2010), asegura que los siguientes aspectos influyen en la calidad de la leche:

- El incremento de la enzima plasmina aumenta el número de células somáticas provocando cambios en la composición de la leche.
- Disminución de la capacidad de síntesis del epitelio alveolar.
- Aumento de ácidos grasos libres y disminución de los fosfolípidos.
- Se reduce la cantidad de lactosa en la leche.
- Alteración de la capacidad de filtración del epitelio mamario sobre los minerales sanguíneos, aumentando la concentración de Na^{2+} y Cl^{1-} , disminuyendo Ca^{2+} , Fosfatos, Mg^{2+} y K^{2+} .
- Elevación del pH de la leche y aumento de la conductividad eléctrica.
- La densidad de la leche se reduce y el punto de congelamiento puede incrementarse.
- Afectación de las concentraciones de algunas vitaminas hidrosolubles.
- Aumento de la concentración de diversas enzimas.
- Alteración de los productos cultivados debido al deterioro de las proteínas de la leche.
- El mal uso de los antibióticos.

El mismo autor asegura que el efecto perjudicial de la mastitis en la calidad de la leche puede continuar aún después que la infección mamaria fue eliminada, a pesar de que el conteo de células somáticas esté en niveles bajos, pues recalca que la actividad proteolítica no desaparece después de la infección mamaria, sino se mantiene más alta.

4.4 Tratamiento de la mastitis.

Varios antibióticos se recomiendan para los casos de mastitis clínica y subclínica. La selección de los tratamientos y medicamentos deben ser realizados por médicos veterinarios, para que el tratamiento sea efectivo se deben considerar los siguientes puntos:

- Elegir el fármaco indicado para la mastitis, tomando como referencia los exámenes de cultivo bacteriano y del antibiograma.
- Concentración correcta del fármaco.
- Seguir con el tratamiento hasta lograr la curación.
- Administrar terapias de soporte.

El tratamiento de mastitis de dos vías, se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Vías de acceso para el tratamiento de mastitis y sus peculiaridades.

Vía	Peculiaridades
V. Sistémica	Capacidad del antibiótico para atravesar las barreras anatómicas de la ubre.
	Se usa en zonas donde existe una pobre distribución del fármaco.
	Se usa cuando la infección de los tejidos es tan notoria y la vía intramamaria no alcanza la concentración necesaria.
	Considerar al elegir un medicamento sistémico las características de liposolubilidad, farmacología y características físico-químicas.
V. Intramamaria o intracisternal	Considerado el principal mecanismo de tratamiento de las mastitis.
	El fármaco se distribuye por difusión pasiva, dependiendo de la concentración y de las características químicas del medicamento.
	Se pueden aplicar fármacos de absorción y distribución rápida, los mismo se eliminarán de forma más rápida.

Fuente: (Álvarez Díaz, C. y Aguilar Gálvez, F., 2019)

Hoy en día existen varios tratamientos para el control y prevención de la mastitis bovina, varios son los patógenos que afectan a la glándula mamaria ocasionando infecciones, además de causar varios tipos de mastitis con manifestaciones observables (mastitis clínica) y sin manifestaciones visibles (mastitis subclínica). Para ello se describe a continuación los diferentes patógenos más comunes y el tipo de mastitis que causa y su tratamiento (Tabla 13).

Tabla 13. Patógenos, tipos de mastitis y tratamientos.

Patógenos	Tipo de mastitis	Tratamiento
<i>Staphylococcus aureus</i>	Mastitis clínica peraguda y aguda	Tratamiento sistémico con antibioticoterapia a base de estreptomicina y penicilina.
		Para el tratamiento intramamario se recomienda viales de cloxacilina, eritromicina, o antibióticos a base de penicilina G.
	Mastitis subclínica	Se recomienda que se realicen los tratamientos en periodos secos a base de penicilina con estreptomicina, cefalosporina o cloxacina benzatínica.
<i>Staphylococcus coagulasa negativa</i>	Mastitis clínica y subclínica	Se recomienda mantener un buen control de la máquina del ordeño, entorno limpio, una buena limpieza del pezón después del ordeño y un tratamiento en periodo seco.
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Mastitis clínica y subclínica	Tratamiento terapéutico a base de penicilina con aplicaciones diarias por medio de suspensiones intramamarias a través del orificio del pezón.
		Tratamiento antibioticoterapia de cefalosporina o cloxacina sódica en, preferible administrar en periodo seco.
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	Mastitis clínica leves y subclínica	Tratamiento a base de penicilina, considerar la limpieza de los hatos, mantenimiento de las ubres antes, durante y después del ordeño.
<i>Streptococcus uberis</i>		
<i>Escherichia coli</i>	Mastitis clínica aguda	Se recomienda tratamiento sistémico con sulfadimetoxina o antibióticos como penicilina, ampicilina u oxitetraciclina. Complementar con infusiones mamaria de penicilina sódica.
<i>Klebsiella</i>		Se recomienda el uso de flunixin meglumine y antihistamínicos en situaciones graves.

Fuente: (Álvarez Díaz, C. y Aguilar Gálvez, F., 2019)

4.5 Fármacos usados para tratar vacas con mastitis.

Actualmente existen varios medicamentos para tratar la mastitis, la mayoría de ellos están compuestos por varias combinaciones de antibióticos. Álvarez Díaz y Aguilar Gálvez (2019), mencionan que los fármacos para el tratamiento de mastitis clínica y subclínica sirven para combatir microorganismos ambientales y contagiosos, por ello se detalla los siguientes productos que se expenden en Ecuador en la Tabla 14.

Tabla 14. Principales fármacos utilizados en el tratamiento de mastitis bovinas comercializados en Ecuador.

Nombre comercial	Distribuidor comercial	Composición	Modo de aplicación	Dosis	Descripción
Polymast rojo	James Brown	Cada jeringa de 10 ml: Sulfato de neomicina 100 mg. Gramicidina 2 mg. Polimixina B18 mg. Flumetaconal 1mg.	Vía entamaria por el canal del pezón en los cuartos de la ubre afectados.	Una jeringa de 10 ml en el cuarto enfermo, previo al ordeño, repetir tratamiento por 3 días.	Indicado para el tratamiento de mastitis, provocado por bacterias Gram negativas y Gram positivas, de amplio espectro en la mastitis clínica aguda y subclínicas.
Neoclodelin	Chalver	Cada jeringa de 10 ml: Lincomicina 20 mg. Neomicina 50 mg. Betametasona 0.4mg. vehículo csp 1 ml.	Solución estéril para infusión intramamaria.	Aplicar por el pezón una jeringa, dar masajes ascendentes, aplicar cada 12 horas durante 3 veces.	Recomendado para mastitis subclínica y clínicas, acaba con la infección, inflamación y evita el tejido fibrótico.
Clordelin V	Chalver	Lincomicina clorhidrato 300 mg. vehículo csp. 100 ml	Solución inyectable Intramuscular Intravenosa.	10 mg/kg de peso, en la práctica 3.3 ml/100 kg. Preventivo: Diluir 50 ml en 500 l de agua de bebida, dar durante 2-3 días. Curativo: diluir 50 ml en 200 l de agua, dar durante 2-3 días. En infusión intravenosa diluir en agua destilada, solución salina normal, aplicar lentamente. duración por 3 a 5 días.	Acción sobre patógenos Gram positivas y bacterianos. Está indicado en el tratamiento de mastitis causada por <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp. y <i>Corynebacterium</i> spp.
Class	Celabs	Penicilina G Benzatínica 3 ml.UI Penicilina G Procaínica 3 ml.UI Penicilina G Potásica 3 ml.UI Estreptomina 2.500 mg. Diclofenaco sódico 230 mg.	Solución inyectable Intramuscular profunda.	1 ml/ 15 kg de peso. Repetir la dosis después de 48 a 72 horas. D Suspensión estable durante 7 días en refrigeración.	Indicado para el control y tratamiento de enfermedades infecciosas sensibles a la penicilina y estreptomina, acompañadas de procesos inflamatorios.

Tabla 14. Continuación.

Mastibroke lactación	Farbiopharma	Cada jeringa de 5 ml: Cefalexina sódica 200 mg. Flunixin meglumine 50 mg	Solución estéril para la infección intramamaria.	1 jeringa (5ml) por cada trimestre. Realizar segunda aplicación 24 horas después.	Indicado para el tratamiento de mastitis clínica y subclínica durante el periodo de lactancia causada por <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp., <i>Corynebacterium</i> spp., <i>Pasteurella</i> spp., <i>Escherichia coli</i> , etc. Antiinflamatorio no esteroideo, analgésico y antipirético.
Mastibroke secado	Farbiopharma	Cada jeringa de 5 ml: Cefalexina sódica 250 mg. Penicilina Procaínica 300000 UI. Dihidroestreptomicina Sulfato 100 mg.	Solución estéril para la infección intramamaria.	1 jeringa (5ml) por cuarto.	Indicado para a prevención y tratamiento de las mastitis causadas por <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp., <i>Corynebacterium</i> spp., <i>Pasteurella</i> spp., <i>Escherichia coli</i> , etc. Para aquellas vacas que han padecido o estén padeciendo de mastitis subclínica.
Cefaspur	James Brown	Ceftiofur clorhidrato.	Solución inyectable Intramuscular profunda.	Bovinos: 1-2 ml/ 50 kg de peso. Repetir cada 24 horas durante 3 a 5 días.	Para el control y el tratamiento de enfermedades ocasionadas por Gram positivas y negativas.
Gentafarm	Divasa – Farmavic	Gentamicina sulfato 30 mg. Sulfadimetoxina 200mg. Trimetoprin 40 mg. Excipientes c.b.p 1ml	Solución inyectable Intramuscular profunda.	La dosis diaria en las diferentes especies es de 1ml/ 10 kg p.v. 30 a 40 ml/animal al día (jóvenes): 1 a 5 ml/ animal al día, tratamiento por 3 a 5 días.	Combinación antibiótica de amplio espectro. Tratamiento en enfermedades infecciosas.

Fuente: (Álvarez Díaz y Aguilar Gálvez, 2019)

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se reconocieron las principales causas de mastitis en las vacas, pues se dan por malas prácticas de ordeño e inadecuadas prácticas de sanidad, cabe recalcar que muchos microorganismos son de origen ambiental o infeccioso que pueden sobrevivir en condiciones de humedad si el hato no está en buenas condiciones; es importante reconocer que la mastitis es una enfermedad multifactorial, por lo que no solo depende de las causas antes mencionadas, sino también de otros factores como el medio ambiente, nutrición, genética y sobre todo a la resistencia de antibióticos.
- Se describieron las bacterias patógenas más importantes que producen mastitis, siendo *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *S. dysgalactiae* como las más frecuentes dentro de los estudios analizados, seguidos de *Corynebacterium bovis*, causante de elevar el CCS, *Staphylococcus* coagulasa negativo, *Streptococcus uberis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* y algunos *Bacillus*, microorganismos considerados oportunistas; también se consideró que algunas son de tipo infecciosas que dependerán de la ubre para su proliferación; así como otras de origen ambiental, conocidas como bacterias oportunistas.
- Se determinó que el patógeno más frecuente causante de mastitis fue el *Staphylococcus aureus*, el mismo que fue diagnosticado mediante la prueba mastitis de California (CMT).
- Siguiendo el orden de los objetivos planteados se consideró que varios son los efectos que pueden producir las bacterias patógenas sobre la calidad de la leche, ya sea en sus características organolépticas y en su composición, ya que estos microorganismos elevan el conteo de células somáticas, a causa de la mastitis: reduciendo la calidad y producción de la leche.
- Para finalizar, se identificaron los antibióticos que son comúnmente usados para tratar vacas con mastitis, tales como: Polymast rojo, Neoclodelin, Clodelin V, Class, Mastibroke lactación, Mastibroke secado, Cefaspor y Gentaform.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda a los ganaderos implementar un plan de manejo, control, diagnóstico y profiláctico en los hatos ganaderos para garantizar el estado de salud de las vacas y así evitar la proliferación de agentes bacteriológicos que puedan afectar la salud del consumidor.
- Realizar pruebas de campo (CMT) antes de las prácticas de ordeño, para detectar a tiempo la enfermedad, evitando la repercusión en la calidad y producción de la leche.
- Es recomendable realizar pruebas de cultivos para suministrar adecuadamente los medicamentos, de la misma manera se puede evitar la resistencia de los microorganismos a ciertos fármacos.
- Tener cuenta los diferentes métodos de detección, que son una herramienta que permite identificar la mastitis ya sea clínica o subclínica.
- Es necesario respetar las frecuencias y dosificaciones de los antibióticos, para evitar la aparición de microorganismos multirresistentes.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Díaz, C. y Aguilar Gálvez, F., 2019. *Mastitis Bovina*. [En línea] Available at: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15205/1/MASTITIS-BOVINA.pdf>
[Último acceso: 17 04 2021].

Andrade Becerra, R. J. y otros, 2014. Prevalencia de bacterias causantes de mastitis en fincas lecheras de Toca. *Revista Ciencia y Agricultura*, junio, 11(1), pp. 47-53.

Andresen, H., 2009. Mastitis: prevención y Control. *Scielo*, diciembre, 12(2), pp. 55-64.

Bedolla, Castañeda y Wolter, 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. *REDVET*, Septiembre , 8(9), p. 17.

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*, 24(2), pp. 43-52.

Boscán Ocando, J. y otros, 2009. BACTERIAS PATÓGENAS POTENCIALES AL INICIO DEL PERÍODO SECO DE VACAS DOBLE PROPÓSITO CON MASTITIS SUBCLÍNICAS. *Scielo*, junio, 19(3), pp. 277-283.

Calderón, A. y 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. Scielo*, 21(4), p. 8.

Cedeño, C. B., 2017. *Sitio Argentino de Producción Animal*. [En línea] Available at: https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/128-Etiologia.pdf
[Último acceso: 23 04 2021].

Corbellini, C., 2010. *LA MASTITIS BOVINA Y SU IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DE LA LECHE*. [En línea] Available at: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf>
[Último acceso: 29 marzo 2021].

Fernández, O. et al., 2012. Mastitis Bovina: Generalidades y métodos de diagnóstico. *Revista Veterinaria REDVET*, p. 11.

Guazha, C., 2020. *Aislamiento e identificación de bacterias patógenas presentes en la leche de la vaca con mastitis de las Islas Santa cruz e Isabela de las Islas Galápagos - Ecuador*, Galápagos: s.n.

INEC, 2020. *Ecuadorencifras*. [En línea] Available at: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf

Meneses, E., 2020. *PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE EN BOVINOS A PARTIR DE ESTIMACIONES DEL APORTE ENERGÉTICO DE ESPECIES FORRAJERAS*. [En línea] Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5396/1/UPSE-TIA-2020-0007.pdf>

[Último acceso: 01 04 2021].

Mera Andrade, R. y otros, 2017. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, noviembre, 18(11), p. 17.

Reyes Gutiérrez, J. y otros, 2013. *MÓDULO DE CLÍNICA DE BOVINOS, ENFERMEDADES BACTERIANAS ENDÉMICAS*, Guzmán, Municipio de Zapotlán el Grande: Centro Universitario del Sur.

Rivadeneira, A. y Acuña, V., 2018. *Aislamiento, Identificación y Antibiograma de patógenos en la Leche con Mastitis en Ganaderías Bovinas de la Provincia de Pichincha*, Sangolquí: s.n.

San Martín, y otros, 2010. Resistencia bacteriana en cepas patógenas aisladas de mastitis en vacas lecheras de la V Región, Región Metropolitana y Región, Chile. *Archivos de medicina veterinaria*, 34(4), pp. 221-234.

Valero-Leal, K. y otros, 2010. PATÓGENOS CONTAGIOSOS Y AMBIENTALES AISLADOS DE CUARTOS MAMARIOS CON MASTITIS SUBCLÍNICA DE ALTO RIESGO EN TRES FINCAS DEL ESTADO ZULIA. *Scielo*, Enero, 20(5), pp. 498-505.

ANEXOS



Figura 1A. Papel indicador de pH usado para el diagnóstico de mastitis.



Figura 2A. Representación de la prueba fondo negro.



Figura 3A. Interpretación de los resultados de la prueba California (CMT).



Figura 4A. Prueba de mastitis California (CMT).

Tabla 1A. Géneros bacterianos, título de publicación y autores.

Género	Título de la publicación	Autores
<i>Staphylococcus</i>	Mastitis Bovina	Álvarez Díaz, C. & Aguilar Gálvez, F., 2019
	Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en paquiestancia, ecuador.	Bonifaz, N. y Conlago, F., 2016
	Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense.	Calderón, A. y Rodríguez, V., 2008
	Mastitis Bovina: Generalidades y métodos de diagnóstico.	Omar, F. et al., 2012
	Aislamiento, Identificación y Antibiograma de patógenos en la Leche con Mastitis en Ganaderías Bovinas de la Provincia de Pichincha, Sangolquí.	Rivadeneira, A. & Acuña, V., 2018
<i>Streptococcus</i>	Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense.	Calderón, A. y Rodríguez, V., 2008
	Aislamiento e identificación de bacterias patógenas presentes en la leche de la vaca con mastitis de las Islas Santa cruz e Isabela de las Islas Galápagos - Ecuador, Galápagos.	Guazha, C., 2020
	Prevalencia de bacterias causantes de mastitis en fincas lecheras de Toca.	Andrade Becerra, R. J. y otros, 2014.
<i>Escherichia</i>	Resistencia bacteriana en cepas patógenas aisladas de mastitis en vacas lecheras de la V Región, Región Metropolitana y Región, Chile.	San Martín, y otros, 2010
	Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense.	Calderón, A. y Rodríguez, V., 2008