

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORES: Ormaza Montenegro Dilan Joel.

Rueda Abad Ronald José.

TUTOR: Ibarra Rosero Edison Marcelo, Msc.

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Ormaza Montenegro Dilan Joel con el número de cédula 0401897905 ha elaborado el trabajo de titulación: “Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f.....

Ibarra Rosero Edison Marcelo, Msc.

TUTOR

f.....

Campos Vallejo Rolando Martín, Msc.

LECTOR

Tulcán, marzo de 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Rueda Abad Ronald José con el número de cédula 0704376060 ha elaborado el trabajo de titulación: “Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

f.....

Ibarra Rosero Edison Marcelo, Msc.

TUTOR

f.....

Campos Vallejo Rolando Martín, Msc.

LECTOR

Tulcán, marzo de 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Ormaza Montenegro Dilan Joel con cédula de identidad número 0401897905 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Ormaza Montenegro Dilan Joel

AUTOR

Tulcán, marzo de 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Rueda Abad Ronald José con cédula de identidad número 0704376060 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

f.....

Rueda Abad Ronald José

AUTOR

Tulcán, marzo de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ormaza Montenegro Dilan Joel declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Ormaza Montenegro Dilan Joel

AUTOR

Tulcán, marzo de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rueda Abad Ronald José declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

f.....

Rueda Abad Ronald José

AUTOR

Tulcán, marzo de 2021

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primero a nuestros padres por brindarnos la oportunidad de culminar nuestros estudios con éxito y apoyarnos en todo momento para alcanzar nuestros logros.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por permitirnos realizar nuestros estudios de tercer nivel.

A la Carrera de Desarrollo Integral Agropecuario, a sus docentes por las enseñanzas, motivaciones y aprendizajes impartidos para la formación de un perfil profesional.

A los Docentes: Ibarra Rosero Edison Marcelo, Msc., y Campos Vallejo Rolando Martín, Msc., quienes nos apoyaron brindándonos su conocimiento, para el correcto desarrollo de este trabajo de titulación.

A nuestra familia, compañeros y amigos quienes nos apoyaron incondicionalmente en todo el proceso de formación de la carrera, y de esta manera hicieron posible cumplir esta meta.

Ormaza Dilan y Rueda Ronald

DEDICATORIA

A mis padres, Maira y Héctor.

Por ser mis pilares fundamentales, por su apoyo, amor y valores transmitidos cada día para lograr este objetivo.

A mis abuelos, Gandy, Betty y Dalva.

Por cuidar, guiar y encaminar mi vida en cada momento.

A mi hermano, Gandhi.

Por ser importante en vida y llenarla de consejos y motivación para lograr esta meta.

DEDICATORIA

A Dios.

Por bendecir mi camino, guiar mi vida y acompañarme a lograr mis metas.

A mis padres, Martha y José.

Por ser mis bases primordiales, por sus valores, cariño y esfuerzos en mi formación profesional.

A mis hermanos, Cristhian y Milena.

Por apoyarme en todo momento en mis estudios y brindarme su confianza y paciencia para salir adelante.

Rueda Ronald

ÍNDICE

I. PROBLEMA	24
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	26
1.3. JUSTIFICACIÓN	26
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	27
1.4.1. Objetivo General.....	27
1.4.2. Objetivos Específicos	28
1.4.3. Preguntas de Investigación	28
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	29
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	29
2.2. MARCO TEÓRICO	34
2.2.1. GANADERIA LECHERA A NIVEL MUNDIAL	34
2.2.2. GANADERIA LECHERA EN EL ECUADOR	38
2.2.3. PREVALENCIA	42
2.2.4. MASTITIS.....	42
2.2.5. AGENTE CAUSAL	44
2.2.4.1. Bacterias Termodúricas	44
2.2.4.2. Bacterias Psicotróficas	45
2.2.4.3. Tipos de agentes patógenos causantes de mastitis	46
2.2.5. PATOGENIA	48
2.2.6. EPIDEMIOLOGÍA.....	51
2.2.7. CLASIFICACIÓN.....	51
2.2.8. DIAGNÓSTICO DE MASTITIS	53
2.2.9. SÍNTOMAS.....	55
2.2.10. TRATAMIENTO.....	56

2.2.11.	LOS NOSODES.....	58
2.2.11.1.	Mecanismo de acción	58
2.2.11.2.	Dinamización.....	59
2.2.11.3.	Los vehículos.....	60
2.2.11.4.	Sucusión.....	60
2.2.11.5.	Seguridad y eficacia.....	60
2.2.12.	CONTROL.....	60
2.2.13.	FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A MASTITIS	62
2.2.14.	BUENAS PRACTICAS DE ORDEÑO.....	63
2.2.15.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	64
2.2.15.1.	Placas Petrifilm 3M.....	64
III.	METODOLOGÍA.....	67
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO	67
3.1.1.	Enfoque mixto	67
3.1.2.	Tipo de Investigación	67
3.2.	HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	67
3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	68
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS	71
3.4.1.	Análisis Estadístico.....	77
3.4.1.1.	Población y muestra.....	77
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	79
4.1.	RESULTADOS.....	79
4.1.1.	PREVALENCIA DE MASTITIS.....	79
4.1.2.	IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE ETIOLÓGICO	79
4.1.3.	FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A MASTITIS	80
4.1.3.1.	Mantenimiento del equipo del ordeño	80
4.1.3.2.	Diagnóstico de la mastitis.....	80

4.1.3.3. Tipo de ordeño.....	81
4.1.3.4. Tipo de caminos para el traslado de los animales dentro de la UPA.....	82
4.1.3.5. Tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño	83
4.1.3.6. Secado de la ubre.....	84
4.1.3.7. Presellado de los pezones	85
4.1.3.8. Desinfección de equipos y utensilios que se utilizan en el ordeño.....	85
4.1.3.10. Tipo de pruebas de control de mastitis	86
4.1.3.11. Tipo de medicina alternativa (nosodes) para el control de la mastitis.....	86
4.1.3.12. Período secado.....	88
4.1.4. EFECTIVIDAD DE LOS NOSODES	88
4.1.5. COMPARACIÓN DE COSTOS DE TRATAMIENTO DE LA MASTITIS BOVINA.....	89
4.2. DISCUSIÓN	90
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
5.1. CONCLUSIONES	96
5.2. RECOMENDACIONES.....	97
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
V. ANEXOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de leche en el Ecuador en los últimos 3 años.	40
Figura 2. Principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño.	44
Figura 3. Desarrollo de la mastitis y de la defensa de la vaca contra la infección.	49
Figura 4. Forma de preparación del nosodes homeopático.	76
Figura 5. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de ordeño.	81
Figura 6. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para tipo de caminos para el traslado de los animales dentro de la UPA.....	83
Figura 7. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño.	84

Figura 8. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de medicina alternativa para el control de la mastitis.	87
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para la interpretación de resultados de CMT.....	54
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	69
Tabla 3. Porcentaje de prevalencia de mastitis según en número de UPAs evaluadas en el cantón Montúfar	79
Tabla 4. Porcentaje de patógenos causantes de mastitis en UPAs evaluadas en el cantón Montúfar.....	79
Tabla 5. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para la frecuencia del mantenimiento del equipo del ordeño.	80
Tabla 6. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el conocimiento acerca de la mastitis.....	80
Tabla 7. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de ordeño.....	81
Tabla 8. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de caminos para el traslado de los animales dentro de la UPA.....	82
Tabla 9. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño.	83
Tabla 10. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el secado de la ubre antes del ordeño.	84
Tabla 11. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el presellado de los pezones antes del ordeño.	85
Tabla 12. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para la desinfección de equipos y utensilios.....	86
Tabla 13. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de pruebas de control de la mastitis.....	86
Tabla 14. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de medicina alternativa para el control de la mastitis.	87
Tabla 15. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el periodo de secado que aplica al animal antes del ordeño.	88

Tabla 16. Porcentaje de efectividad de los nosodes aplicadas a UPAs positivas de mastitis bovina en el cantón Montúfar.....	88
Tabla 17. Comparación económica del tratamiento homeopático (nosodes DH7) y un antibiótico (Ceftiomic)	89

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación.....	107
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas	109
Anexo 3. Socialización con los ganaderos del cantón Montúfar.....	111
Anexo 4. Realización de la Prueba CMT	111
Anexo 5: Recolección de muestras de leche positiva a mastitis y cultivo en Placas Petrifilm 3M	112
Anexo 6: Placas Petrifilm 3M para el recuento de E. coli/Coliformes (EC).....	113
Anexo 7. Placas Petrifilm 3M para el recuento de Enterobacterias (EB).....	114
Anexo 8. Placas Petrifilm 3M para el recuento de Estafilococo (STX)	115
Anexo 9. Placas Petrifilm 3M para el recuento de Mohos y levaduras (YM).....	117
Anexo 10. Aplicación del tratamiento de nosodes DH7 por vía subcutánea en el pilegue ano-caudal.....	118

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue identificar el agente etiológico y evaluar los nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el cantón Montúfar de la provincia del Carchi. La primera etapa de la investigación consistió en determinar la prevalencia de la mastitis bovina en el cantón Montúfar, para lo cual se utilizó la prueba de California Mastitis Test (CMT) aplicada a 386 vacas en producción pertenecientes a 70 fincas ganaderas. Además, para la identificación del agente causal se utilizó placas Petrifilm 3M, para diferentes agentes causales de la mastitis, que se aplicó a las UPAS positivas. Para la evaluación de los nosodes se utilizó la dilución septecimal (DH7) de leche obtenida de vacas enfermas que presentaron un moderado y alto grado de infección, y luego esta se aplicó en dosis de 2ml por vía subcutánea en el pliegue ano-caudal, sobre animales confirmados como positivos. Finalmente, para determinar los factores de riesgo se aplicó un cuestionario mediante la técnica de la entrevista a los ganaderos de la UPAs que participaron en la investigación. Una vez analizada la información se obtuvo como prevalencia un valor de 35,71% (25/70) a nivel de UPAs, de estas se identificó como agentes causales de la mastitis a *Staphylococcus aureus* en el 100% de UPAs, seguida del 92% con *Enterobacter*, 64% con *Escherichia coli/ Coliformes*, no se observó crecimiento de *Mohos* y *Levaduras*. La efectividad del tratamiento de la mastitis con el uso de nosodes fue del 61,11%. Se definieron como factores de riesgo de la mastitis bovina en el cantón Montúfar al ordeño mecánico y los caminos húmedos.

Palabras claves: Mastitis, nosodes, factores riesgo, agente causal

ABSTRACT

The aim of this research was to identify the etiological agent and evaluate the nosodes in the treatment of bovine mastitis in the Montúfar canton, Carchi province. The first stage of the research consisted in determining the prevalence of bovine mastitis in the Montúfar canton. So that, the California Mastitis Test (CMT) was applied to 386 cows in production belonging to 70 cattle farms. In addition, to the identification of the causative agent, Petrifilm 3M plates were used for different causative mastitis agents, which were applied to the positive UPAs. For the evaluation of the nosodes, the septecimal dilution (DH7) of milk got from sick cows that presented a moderate and high degree of infection was used. Then, this was applied in doses of 2ml subcutaneously in the anus-caudal fold, on animals confirmed as positive. Finally, to determine the risk factors, a questionnaire was applied using the interview technique to the UPA farmers who participated in the research. Once the information had been analyzed, a prevalence value of 35.71% (25/70) was obtained at the level of UPAs, of which *Staphylococcus aureus* was identified as causal agents of mastitis in 100% of UPAs, followed by 92% with *Enterobacter*, 64% with *Escherichia coli* / *Coliforms*, no growth of *Molds* and *Yeasts* was observed. The effectiveness of the mastitis treatment with the use of nosodes was 61.11%. Mechanical milking and wet roads were defined as risk factors for bovine mastitis in Montúfar canton.

Key words: Mastitis, nosodes, risk factors, causative agent.

INTRODUCCIÓN

La mastitis es una enfermedad que está muy extendida en todo el mundo y se ha convertido en uno de los problemas más comunes en las granjas lecheras, generalmente la enfermedad más problemática que conduce a una disminución significativa en la producción y calidad de la leche. Es una enfermedad provocada por la intervención de múltiples factores: los animales, el medio ambiente, los patógenos y otros factores que incrementan el riesgo de infección. La presencia de esta patología en la glándula mamaria se ha convertido en uno de los mayores factores limitantes para el desarrollo económico de la ganadería, pues su impacto conducirá a una reducción significativa en la producción láctea, derivado de factores físicos, químicos, mecánicos e infecciosos (Guzñay, 2016).

El desarrollo de mastitis subclínica no muestra signos de inflamación externa. El signo más importante es: el aumento del contenido de células somáticas en la leche y la presencia de microorganismos patógenos en la ubre. La enfermedad se diagnostica mediante pruebas de recuento celular y estudios bacteriológicos. El mejor indicador para estimar la pérdida de mastitis en un hato ganadero es el recuento electrónico de células somáticas. Para la industria láctea, la conversión de la leche provocada por la mastitis afecta a los procesos de producción (Guzñay, 2016).

Entre las enfermedades más importantes que afectan a las vacas lecheras está la mastitis, es una forma patológica reconocida en el mundo, que causa enormes pérdidas económicas a los productores y a toda la industria. Se estima que entre el 15% y el 20% del ganadero bovino lechero se ven afectadas por alguna forma de mastitis en una o más cuartos mamarios (Andrade, Espinoza, Rojas, Ortiz, Salas y Falcón, 2017).

Cabe señalar que el desarrollo de esta enfermedad dependerá de muchos factores como: raza, nivel de producción, sistema de producción, manejo y factores ambientales, como la zona donde se ubica el animal, es decir, el ambiente adecuado para que los microorganismos patógenos desarrollen la infección. Desde un punto de vista higiénico o sanitario en las vacas tienen mucho que ver con la salud de las ubres, porque si existen prácticas inadecuadas y un abuso del mismo ocasionará que se inflame la glándula mamaria y de igual manera, la carga bacteriana también dependerá de la calidad del ordeño (Andrade et al., 2017).

En la actualidad, se ha reportado que más de 100 microorganismos que causan infecciones intramamarias, la mayoría de las cuales son causadas por *Staphylococcus*, *Streptococcus* y bacterias Gram-negativas. Estos microorganismos también incluyen *coliformes*, que generalmente se clasifican en patógenos infecciosos y ambientales; en función de su asociación epidemiológica con la enfermedad y su tendencia a causar infecciones oportunistas (Andrade et al., 2017).

Existen muchas referencias generales con relación al costo económico de las mastitis. Las pérdidas relacionadas por la mastitis a nivel global se estiman en 2.000 millones de dólares o el equivalente al 7-8% del valor de la producción lechera nacional. Si utilizáramos los mismos parámetros en España, únicamente el costo de esta enfermedad significaría unas pérdidas de entre 190-240 millones de dólares. Si trasladamos esta valoración sobre cada individuo, el costo referenciado por vaca y año, en el caso de España, equivaldría a una pérdida de entre 225 a 300 dólares anuales por vaca que, efectivamente, desaparecen sin notarse del resultado de la cuenta de explotación. La estimación de costos y los cálculos económicos son complejos y están relacionados con muchas variables, las cuales dependen de varios factores: enfermedad (morbilidad, prevalencia, gravedad, impacto, etiología, patología concurrente, etc.), estado del animal (lactancia, edad, nivel de producción), medio ambiente (identificación de casos, plan de tratamiento y prevención, eliminación, métodos de gestión), precio en una situación determinada (valor de los diferentes costos, precio de la leche y multas) (Baucells, 2019).

Talavera (2017) explica la mastitis bovina todavía existe en todos los hatos lecheros, por lo que es muy prevaleciente y se considera la enfermedad más importante de las vacas lecheras a nivel mundial; pues ocasiona pérdidas debido a una disminución del 30% en la producción de leche, en la cual se estiman pérdidas de \$659,6 millones a los productores; el 5% al sacrificio prematuro de vacas y el 3% al desperdicio de leche contaminada con patógenos y residuos veterinarios. Del mismo modo, la mastitis bovina también provoca una disminución de la producción de leche y afectaciones en los cuartos mamarios causado por ciertos agentes causales que son patógenos para humanos y conjuntamente con los residuos veterinarios, afectan a la calidad, inocuidad y comercialización de la leche (pág. 2).

De acuerdo con Murillo, Vázquez, Ayala, Pesántez, Pesántez, Serpa, Rodas, Nieto, Calle, Bustamante, Dután, Andrade, Ortega, y Samaniego (2017) mencionan que la mastitis es una inflamación de la glándula mamaria que afecta principalmente a vacas lecheras de alta

producción, puede ser sintomática (clínica) y asintomática (subclínica), al no identificarse pasa desapercibida (pág. 2). Según Martínez, Cruz, Carrillo, Millán, Moreno y Figueroa (2015) estiman que, en Boyacá, Colombia, la forma clínica representó solo el 0,66%, mientras que la forma subclínica representó el 98,6%.

La prevalencia de una enfermedad es el número total de individuos que presentan síntomas o padecen una enfermedad durante un periodo de tiempo, dividido por la población con posibilidad de llegar a padecer dicha enfermedad. Proporciona una estimación del riesgo o probabilidad de que un individuo de esta población pueda llegar a padecer la enfermedad referida. La prevalencia es un concepto estadístico usado en epidemiología, sobre todo para planificar la política sanitaria de un país, una comunidad, etc. Es un indicador estático, ya que se refiere a un periodo de tiempo concreto. La incidencia es el número de nuevos casos que aparecen en una población conocida durante un periodo de tiempo. Siempre y cuando el animal no muera de una enfermedad o causa distinta durante el periodo de observación. Se interpreta como el riesgo que tiene un individuo de contraer una enfermedad dentro del periodo a riesgo (Bonifaz y Conlago, 2016).

La mastitis bovina afecta de forma directa a toda la producción láctea. En Ecuador existen investigaciones en diferentes cantones dentro de la Sierra, pero los datos existentes no son actualizados, ni datos de la región Oriental. En la comunidad de Paquiestancia en el cantón Cayambe, Ecuador, se realizó un estudio epidemiológico sobre la prevalencia, así como de incidencia de mastitis bovina utilizando una prueba de campo que en este caso fue la "California Mastitis Test" (CMT). La prevalencia (P) en la primera etapa es del 64% y en la segunda etapa del 66% en donde se determinó una incidencia (I) del 70%. El resultado de laboratorio confirmó la presencia de los siguientes agentes etiológicos: *Staphylococcus intermedius* 26%, *Staphylococcus áureos* 22%, *Streptococcus dysgalactiae* 13%, *Staphylococcus epidermis* 13%, *Escherichia coli* cepa 1 13%, *Micrococcus* 5%, *Corynebacterium sp* 4% y flora mixta contaminante 4%. Como se puede observar el *Staphylococcus intermedius*, es el agente etiológico que con mayor frecuencia origina la mastitis (Bonifaz y Conlago, 2016).

En la Provincia Bolívar, Ecuador, Andrade y Sánchez (2018) realizaron una investigación en cuatro fincas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria. El estudio lo realizaron en 58 vacas en producción, a través de las pruebas de fondo obscuro y CMT. Los resultados de prevalencia de mastitis fueron del 84,5% (49/58), por cuarto fue 47,8% (111/232). La

prevalencia de mastitis subclínica por fincas fue del 96,2% para Producoorp, Pinos con 81,8%. Garza Pamba con 61,5% y El Rosal con 87,5%. Las pérdidas económicas que generó la enfermedad medida en litros promedio por animal por día fue Producoorp con 192,3 litros. El Rosal con 69,6 litros, Garza Pamba con 64,1 litros y Pinos con 53,94 litros, con pérdidas económicas al día fueron de \$84,60, \$30,61, \$28,21 y \$23,73 respectivamente en las 4 fincas. Los patógenos que se encontraron presentes en la leche fueron: *Staphylococcus aureus* 55,2%, *Bacillus sp.*, 26,9%, *Staphylococcus sp.*, 6,0%, *Levaduras* y *Klebsiella sp.*, 3,0%, *Shigella sp.*, *Streptococcus sp.*, *Enterobacter*, *Escherichia coli* con 1,5% (págs. 48-54).

Por este motivo los programas preventivos de mastitis y de calidad de leche se deben llevar a cabo en todas las fincas y haciendas dedicadas a esta actividad y deben tener por objetivo la producción de leche de óptima calidad en su composición, este tipo de leche únicamente proviene de vacas sanas, bien alimentadas y que mantienen protocolos dentro y fuera del ordeño con la máxima actividad higiénica posible, además sin la presencia de sustancias adulteradas de ningún tipo dentro de la leche.

Por otro lado, los problemas que se presentan a través del uso de antibióticos se tienen que, las bacterias pueden presentar una natural resistencia a los antibióticos. Se sabe que existen genes mutantes que pueden inducir resistencia al ser traspasados entre las bacterias y transformando a las bacterias sensibles en resistentes, ocurriendo este fenómeno por una inadecuada dosificación del antimicrobiano o antibiótico (solamente aplicado 1 o 2 días de tratamiento, dosis sin calcular el peso real de una vaca, etc.) elección errónea o incorrecta del mismo (poner penicilina a una mastitis por coliformes o a un *Staphylococcus aureus* ya reconocido como resistente a la penicilina) (Bascañán, 2015). Además, los antibióticos tienen residuos en la leche por lo cual no se acepta en los centros de acopio y plantas procesadoras de leche lo que conviene tratar con nosodes por los múltiples beneficios como: no poseen retiro en leche, por lo tanto, no se descarta la leche y a la vez no generará pérdidas económicas al ganadero, entre otros.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017), el abuso y el uso inadecuado de antibióticos en animales y humanos están agravando la amenaza que representa la resistencia a los antimicrobianos. Ciertos tipos de bacterias que causan infecciones humanas graves han desarrollado resistencia a la mayoría o a todos los tratamientos disponibles, y existen muy pocas alternativas prometedoras en fase de investigación. "La falta de antibióticos eficaces resulta una amenaza a la seguridad tan grave como los brotes repentinos y letales de una enfermedad ",

afirmó el doctor Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General de la OMS. "La adopción de medidas contundentes en todos los sectores es primordial para hacer reducir la resistencia a los antimicrobianos y mantener el mundo a salvo".

Guzmán (2015) menciona que la mastitis, tradicionalmente se combate con antibióticos y se aplican en diferentes concentraciones según el patógeno específico. De igual forma, para tratar la inflamación de la glándula mamaria se emplean antibióticos convencionales o de rutina que son una solución parcial, pues su amplia utilización ha generado un potencial de residuo que causan problemas de salud al consumidor cuando no se consideran los tiempos de retiro del producto y es comercializado o destinado para consumo humano.

Guzmán (2015) afirma que la homeopatía como tratamiento se puede utilizar como una opción para la prevención y el control de la mastitis subclínica porque puede combatir infecciones y asegurar la pureza y calidad de la leche y productos derivados, porque el efecto catalítico de la medicina homeopática se realiza en dosis tan pequeñas que no deja residuos o depósitos en los animales, por lo que no existirán efectos o impactos en los consumidores.

En la actualidad, debido a que la mastitis es una patología que ocasiona altas pérdidas económicas, ha despertado interés en enfocarse en diferentes disciplinas para tratarla, intentando mostrar otros métodos de tratamiento para curarla (Guzmán, 2015). Mediante la medicina alternativa se han buscado nuevos tratamientos que permitan reducir los efectos secundarios, tiempos de retiro en leche nulos y buena respuesta en cada caso de mastitis, con los cuales esta problemática se pueda dar solución (citado por Romero, 2020).

Los costos que representa esta enfermedad dentro de la economía en el sistema de producción lechera es muy grande ya que para su tratamiento se requiere la utilización de fármacos principalmente antibióticos los cuales en la mayoría de casos tienen un tiempo de retiro en la leche de las vacas a las cuales se les aplica, razón por la cual la leche debe ser descartada ocasionando pérdidas económicas al productor. Es por esto que se justifica la realización del estudio para la pronta y acelerada identificación y tratamiento de la glándula mamaria que sufre de mastitis, ya que estudios locales y regionales demuestran que existen una alta incidencia de mastitis en la provincia del Carchi y en Ecuador en general.

A partir de los problemas de la salud pública, animal y la falta de estudios en el Carchi y en el Ecuador se realiza la presente investigación con el objetivo de identificar el agente etiológico y evaluar los nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el cantón Montúfar.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mastitis bovina es la enfermedad más costosa para los productores de leche a nivel mundial y además es considerada como el mayor problema que se presenta en el sector lácteo y la industria. En los últimos años a pesar de todo el avance científico desarrollado dentro de este campo, esta enfermedad se encuentra en la mayoría de las granjas o fincas que se dedican a la producción lechera. Los resultados mundiales obtenidos acerca de la mastitis bovina son del 30,0% del costo total que esta enfermedad representa con relación a las demás enfermedades que se presentan en el ganado lechero, debido a esto las pérdidas anuales, se estima en 35 billones de dólares americanos. Dentro de las principales causas que afectan a la calidad de la leche y bienestar del animal, están la limitada asepsia que existen dentro del manejo del ordeño, el incorrecto mantenimiento del equipo de ordeño, la no utilización desinfectante alcalinos o selladores de pezoneras, de igual manera el no identificar el agente causante de esta enfermedad y en último caso la baja efectividad en lo que respecta a medidas de control y tratamientos aplicados a los animales (Aymara y De La Cruz, 2015).

En la provincia de Cachi, el 39,9% de las vacas lecheras (más de un tercio de las vacas lecheras en producción de los ganaderos) tienen serios problemas para controlar la mastitis bovina, este problema posiblemente sea el efecto del descuido del pequeño y mediano productor en las buenas prácticas de ordeño, la mastitis afecta económicamente al ganadero de dos maneras: a través de costos directos e indirectos (Aymara y De La Cruz, 2015).

La mastitis afecta a la economía de los ganaderos a través de los costos directos e indirectos. Los costos directos están relacionados a la leche descartada, los costos de los fármacos y servicios veterinarios. Por otra parte los costos indirectos se encuentran relacionados a las sanciones por un incremento en el conteo de células somáticas y baja calidad de la leche, disminución de la producción láctea durante el resto del proceso de lactación, ya sea temporal o permanente, debido al daño ocasionado en la ubre o por infección subclínica, tiempo de trabajo extra para tratar y cuidar a la vaca con mastitis, mayores tasas de descarte, reducida vida productiva de la hembra y reemplazo prematuro que conducen a la pérdida del material genético (Cruz, Díaz, y Bonifaz, 2018).

Es importante mencionar que principalmente son gérmenes y son capaces de aislarse dependiendo a el tipo de agente que predomine dentro de la infección. La inadecuada terapéutica antimicrobiana de la mastitis bovina se ha convertido en un problema de salud pública debido a los residuos de antibióticos en leche y carne, lo que produciría que este grupo de antibióticos sean consumidos por el ser humano, ocasionando gérmenes fármaco-resistentes que, según el Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas de Argentina en el año 2050, serán la primera causa de muerte en la población humana (Malbran, 2015). La resistencia a los antibióticos tiene serias repercusiones en la economía mundial debido principalmente a los mayores costos en la terapia antimicrobiana y mortalidad más elevada (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (FAO, 2015).

Las medidas de prevención y control de la mastitis traen consigo beneficios al productor o ganaderos mejorando así su rentabilidad, la productividad de las explotaciones ganaderas de leche, así como la calidad composicional, higiénica y sanitaria.

Guzmán (2015) menciona que, en los Estados Unidos, el costo de los productores de leche se estima entre 1,2 y 1,7 billones de dólares por año, lo que representa aproximadamente el 6% de la producción bruta o total del país. La disminución en la producción de leche es el principal costo asociado con la mastitis subclínica, y el gasto importante está asociado con la mastitis clínica. Además, se estima que la pérdida provocada por el bajo rendimiento fluctúa entre 100 a 500kg/vaca por cada lactancia. En Colombia, la pérdida por cada 300 días de lactancia es de aproximadamente 170 dólares, mientras que en Europa las pérdidas son de 38 euros el trimestre por cada animal que recibe antibióticos para la mastitis bovina. Según los informes, en América del Norte la mastitis subclínica y la mastitis clínica reporta pérdidas en la producción por más de 700 litros de leche por lactancia (pág. 6).

Gómez (2015) menciona que los factores de riesgo asociados a mastitis bovina incluyen el manejo deficiente de los procesos del ordeño como: errores de manejo como el sobre-ordeño, falta de sellado de los pezones al término del ordeño, lavado deficiente o inadecuado de la ubre, equipo o material contaminado, época de lluvias, edad, implantación de la ubre, etcétera, un medio ambiente sucio predispone en gran medida a la presentación de la mastitis (pág. 1). De acuerdo con Vásquez (2018) menciona que dentro de la Asociación San Francisco de Línea Roja – Cantón Montúfar no incrementa la producción de leche porque existe baja calidad del producto por la presencia de mastitis, también la calidad bacteriana de la leche del centro de

acopio es baja debido que se mezcla la leche con varios productores. A esto se suma, la falta de procedimientos adecuados durante el ordeño puede generar problemas a nivel industrial, afectando a toda la cadena productiva y agroindustrial; a causa de un manejo de manera empírica en la cual desconocen buenas prácticas de manejo. Los productores de leche tienen un conocimiento limitado sobre las buenas prácticas de ordeño, pocos insumos, equipos y herramientas para el manejo técnico y adecuado de la leche que en ocasiones no son los más apropiados, la falta de lugares de ordeño especializados entre otros aspectos (págs. 51-52).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La no identificación del agente causal y de los factores de riesgo, así como el no uso de tratamientos alternativos para la mastitis bovina, ocasiona pérdidas económicas a los ganaderos del cantón Montúfar.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Se puede catalogar a la mastitis bovina como una enfermedad muy común en los bovinos, debido a que se encuentra en la mayoría de ellos, se la considera muy costosa para el ganado lechero en el mundo, si no se controla a tiempo ocasiona la pérdida de la glándula mamaria. Es por ello, que se deben realizar prácticas de buen manejo del ordeño conjuntamente con pruebas de campo que garanticen una producción de leche de calidad. La importancia radica en determinar la prevalencia de mastitis en las fincas lecheras con la finalidad de estimar un porcentaje o un número de vacas positivas a la infección. Esto permite definir un tratamiento y control de mastitis mediante la identificación del agente causal y así estimar que tan grande es el problema que se presenta en las fincas ganaderas del cantón Montúfar. Además, identificar las causas que generan baja producción de leche y a la afectación de la calidad nutricional de la misma. Por otro lado, al conocer el porcentaje de prevalencia existente en el hato ganadero permitirá verificar si se están realizando buenas prácticas de ordeño y prácticas sanitarias o siendo el caso el contrario, establecer medidas correctivas y preventivas en la unidad de producción, y así estimar lo que se debe invertir para el tratamiento de las vacas positivas a la infección (Aymara y De La Cruz, 2015).

La identificación del agente etiológico sirve para controlar esta inflamación ya sea de forma clínica o subclínica, otra ventaja es aplicar un tratamiento adecuado y específico como un antibiótico, antimicótico o algún tipo de medicina alternativa, de esta manera se logra reducir pérdidas económicas en cuanto a la producción de leche como también a su calidad. Además,

evitar la resistencia antimicrobiana debido a la utilización de tratamientos inadecuados y la aplicación indiscriminada de los antibióticos. Asimismo, establecer un programa de control más específico con el fin de disminuir el progreso de la enfermedad y poderla tratar a tiempo (Talavera, 2017).

Conociendo la problemática que sufre el sector pecuario con la aplicación indiscriminada de productos veterinarios como opción para tratar la mastitis, se hace necesario implementar alternativas de prevención, control y disminución de la enfermedad de forma económica y ecológica como los tratamientos homeopáticos. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la aplicación de la terapia con nosodes en vacas afectadas con mastitis, las ventajas que presentan los productos homeopáticos son estimular los mecanismos de defensa y no constituye un riesgo para la salud pública, además, no deja residuos que puedan afectar al ser humano, Pérez, Arias y Cuesta (citado por Talavera, 2017). Por esta razón se realiza esta investigación con el fin de conocer el alto índice de mastitis, y como prevenir y controlar esta enfermedad mediante una alternativa de medicina diferente a la convencional y observar el comportamiento o el efecto que tiene esta medicina a esta enfermedad. Con la inclusión de la terapia homeopática como base de tratamientos en la mastitis subclínica bovina se abaratarían costos de tratamientos ya que es un método económico y fácil de realizar, a su vez estos productos no poseen retiro en leche, la disminución de residuos tóxicos que afectan el medio ambiente razones por las cuales la leche no se descarta del tanque de entrega a las fábricas y centros de acopio. Los nosodes estimula el sistema inmunitario teniendo una acción similar a una vacuna. Además, es 100% segura por lo que no deja ningún tipo de reacción en el animal, es de fácil de aplicación y existen diferentes vías de administración como sublingual y ano-caudal. Presenta compatibilidad farmacéutica debido a que se puede combinar otros medicamentos y terapias sin afectar su eficacia y promueven la producción de anticuerpos que reconozcan y ataquen la infección que sufre el animal (Aymara y De La Cruz, 2015).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Identificar el agente etiológico y evaluar los nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el cantón Montúfar.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la prevalencia de mastitis bovina subclínica mediante la prueba de CMT (California Mastitis Test) en fincas del cantón Montúfar.
- Identificar el agente etiológico de la mastitis bovina mediante placas Petrifilm 3M de las fincas evaluadas del cantón Montúfar.
- Identificar los factores de riesgos asociados a la mastitis bovina en el cantón Montúfar mediante una entrevista.
- Elaborar nosodes DH7 para el tratamiento de mastitis bovina
- Evaluar el efecto de los nosodes mediante la prueba de CMT para el tratamiento de mastitis bovina.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cómo determinar la prevalencia de mastitis bovina en fincas del cantón Montúfar?
- ¿Cómo identificar el agente etiológico de la mastitis bovina en las fincas evaluadas del cantón Montúfar?
- ¿Cómo identificar los factores de riesgos asociados a la mastitis bovina en las fincas evaluadas del cantón Montúfar?
- ¿Cómo elaborar nosodes DH7 para el tratamiento de mastitis bovina?
- ¿Cómo evaluar el efecto de los nosodes mediante la prueba de CMT para el tratamiento de mastitis bovina?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Bonifaz y Conlago en el año 2016 en la Universidad Politécnica Salesiana realizaron una investigación de carácter epidemiológico sobre la prevalencia e incidencia de mastitis que se presenta en las vacas, se la realizó a través de la prueba de campo CMT, otro objetivo fue identificar a el agente causal de la misma, mediante pruebas microbiológicas tipo cultivo y de igual manera antibiograma para la resistencia en antibióticos en la comunidad de Paquiestancia cantón Cayambe. El muestreo de leche consistió en dos etapas con intervalo de cuatro meses en la cual se muestrearon 880 cuartos mamarios provenientes de 220 vacas en productividad en 42 fincas ganaderas, en seguida se determinó una prevalencia correspondiente a la primera fase con valores del 64% y, la segunda fase con valores del 66,0%, con una incidencia del 70%. Los datos obtenidos en el laboratorio ayudaron a identificar la presencia del microorganismo tales como: *Staphylococcus áureos* 22,0%, *Micrococcus* 5,0%, *Corynebacterium sp* 4,0% y *E. coli* 13,0%. Los datos obtenidos mediante el análisis del antibiograma en los animales muestreados, los resultados fueron que muestran resistencia a la Etreptomicina en un 48,0%, a la Amoxicilina en un 35,0%, a la Cefalexina en un 5,0%, y Gentamicina 4,0%. Dentro de factores de riesgo que influyeron en la prevalencia e incidencia de mastitis bovina se encuentra la falta de conocimiento acerca de las buenas prácticas de ordeño. En los factores de riesgo que ayudaron a determinan la presencia de la mastitis bovina en el estudio son; 93% tienen ordeño manual, 85% conoce acerca de la mastitis bovina, 91% no practica la prueba CMT.

Coronel y Espinosa (2017) en la Universidad de Cuenca desarrolló una investigación con el tema de “Prevalencia e incidencia de mastitis subclínica bovina en ganado bovino en producción lechera de la zona occidental en la provincia del Azuay”, cuyos objetivos fueron determinar la prevalencia de mastitis subclínica bovina (MSC) en 4 cantones de la zona occidental de la provincia del Azuay: Girón, San Fernando, Santa Isabel y Pucará. Se analizó 9.652 cuartos mamarios de 2.413 vacas pertenecientes a 425 ganaderías. Para la valoración de la MSC, se realizó la prueba de california mastitis test (CMT) y para la interpretación se utilizó la clasificación de Gómez, *et al.*, (2014) el cual determina como: negativo, leve (+), moderado (++) y abundante (+++). La prevalencia de MSC analizada por vaca fue de 42,1%. Al valorar el total de cuartos se determinó un 21,2% de prevalencia. No existió interacción ($P>0,05$) de MSC entre los diferentes cuartos. Por medio de la prueba de CMT se encontró una prevalencia

de (42,1%), siendo 1.016 vacas positivas a mastitis subclínica. Por otro lado, de los 425 hatos analizados 317 resultaron positivas a CMT con una prevalencia 74,6%. En las ganaderías estudiadas según el sistema de ordeño, se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,05\%$) entre el ordeño manual y mecánico (73,7% y 100%), siendo este último el de mayor prevalencia.

Cervantes, Portela, Hernández, Domínguez, Gómez, Boucrin, Villagómez, Cortés y Barrientos en el año 2017 desarrollaron una investigación con el objetivo de realizar la identificación de los microorganismos que son causantes de la mastitis bovina subclínica en una región trópica, utilizaron 214 vacas de seis unidades de producción, cuatro en sistemas de doble propósito constituidas por razas criollas locales y dos de lechería familiar con razas europeas adaptadas, clasificadas por adopción buenas prácticas de ordeña calificadas como mediana (BPM) o baja (BPB) y de ordeña manual y mecánica. Explicaron que la prueba tamiz la realizaron con la prueba CMT, a partir del resultado trazas hicieron el conteo de células somáticas, valores > 200.000 células/ml, y cultivaron en medio cromogénico selectivo para Gram positivos (G+) *S. agalactiae*, *S. uberis* y *S. aureus* y Gram negativos (G-), *E. coli*, *Klebsiella*, *Pseudomona*, *Candida albicans* y *Proteus mirabilis*. La distribución de los patógenos de la mastitis dependió del sistema de ordeño, siempre con mayor cantidad en ordeño a manual. Las buenas prácticas de ordeña, tanto en ordeña manual como mecánica, llevan a mejorar el rendimiento y la salud de los hatos, al reducir la exposición de las vacas a los patógenos tanto ambientales como infecciosos e incidir en las terapias adecuadas que reduzcan esta enfermedad, a través de las diversas tecnologías disponibles para su diagnóstico y prevención.

Andrade y Sánchez 2018 en la Escuela Politécnica del Ejército desarrollaron una investigación, con el objetivo del estudio fue valorar el estado clínico, microbiológico y estimación de pérdidas económicas de mastitis en cuatro fincas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria “El Salinerito”. El estudio se realizó en un total de 58 vacas en producción, evaluando todos los cuartos de cada animal ($n=232$) mediante parámetros clínicos, fondo obscuro y la prueba de California para mastitis (CMT). La prevalencia de mastitis por animal fue de 84,5% (49/58), por cuarto fue 47,8% (111/232). Se aislaron 68 patógenos en cinco diferentes medios de cultivo, de las cuales se distinguen: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp., *Escherichia coli*, *Shigella* sp., *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., y levaduras. *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* sp., *E. coli*, *Shigella* y *Bacillus* sp son resistentes a penicilina y ampicilina. Todos los microorganismos presentan susceptibilidad a cefotaxima; *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* sp, *Enterobacter* sp., *Streptococcus* sp. son sensibles

a bacitracina, oxitetraciclina y neomicina. *Bacillus* sp. es susceptible a varios antibióticos. La pérdida de leche por vaca promedio de las cuatro fincas del estudio fue 6,5 litros, la finca el Rosal fue la que más producción perdía y la finca Producoop la que más pérdidas económicas presentó.

Mora, Vargas, Romero y Camacho, en el año 2015, desarrollaron una investigación con el objetivo de evaluar los factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. Mediante regresión logística se evaluaron posibles factores de riesgo que afectan la incidencia de mastitis. Se exploraron 2 modelos mixtos lineales generalizados (GLMM), sin (modelo base) y con (modelo alternativo) efectos de lactancia previa. Los factores fijos con efecto significativo fueron: zona agroecológica, grupo racial, año, número y mes de parto, periodo de lactancia, duración y producción de leche en lactancia previa e historial previo de mastitis. Las categorías de mayor vs. menor propensión a contraer mastitis fueron, respectivamente: zona bosque seco tropical (OR Odds ratio:11,03) vs. bosque húmedo tropical (OR:0,97), grupo racial Jersey×Pardo Suizo (OR:1,67) vs. Pardo Suizo (OR:1), partos en años previos a 1995 (OR:2,19) vs. posteriores a 2010 (OR:1), número de parto 4 (OR:1,19) vs. primer parto (OR:0,54), mes de parto Marzo (OR:1,25) vs. Octubre (OR:0,95), periodo de lactancia 1-30 días (OR:104) vs. 391420 días (OR:0,94). En covariables, un incremento de 30 días en longitud de la lactancia anterior se asoció con OR de 1,04 y un incremento de 1.000kg en producción en la lactancia previa se asoció con un OR de 1,17. Estos hallazgos pueden ser útiles para el desarrollo de protocolos preventivos enfocados a reducir la incidencia de mastitis en los grupos de mayor riesgo.

Aymara y De La Cruz en el año 2015 en la Universidad Técnica de Cotopaxi desarrollaron una investigación, cuyos objetivos fueron evaluar la vacuna homeopática a partir de cuartos enfermos de vacas y comparar los efectos de los nosodes homeopáticos mediante la elaboración de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos para mejorar la calidad de leche, además de analizar el costo de este tipo de medicina alternativa con productos convencionales. Utilizaron 18 bovinos de raza Holstein, Friesian, Mestizos, los cuales fueron divididos en tres tratamientos, en donde el Tratamiento 1 correspondió a la aplicación ano-caudal, el Tratamiento 2 a la aplicación sublingual y el Tratamiento 3 a la aplicación intramamaria de un antimastítico farmacológico. Usaron el siguiente procedimiento que consistió en la elaboración de nosodes homeopáticos, en un frasco de vidrio color ámbar se coloca 1ml de leche infestada con mastitis. Añadieron 9ml de alcohol etílico al 40% de pureza, inmediatamente procedieron a dinamizar

por dos minutos de forma ininterrumpida y ordenada. De la primera dilución se extrae 1ml de material, luego depositaron en un recipiente esterilizado y añadieron 9ml de agua desmineralizada, después procedieron a dinamizar por 25 minutos. Este mismo procedimiento se realiza en las diluciones 3, 4 y 5 respectivamente utilizando agua desmineralizada en partes 1:9. De la quinta dilución se extrae 1ml, posteriormente depositaron en un frasco color ámbar y añadieron 9ml de alcohol etílico al 40% y a continuación procedieron a dinamizar por 2-5 minutos. Esta dilución se la denomina la tintura madre sexta dilución. De esta dilución es la que se obtiene posteriormente el tratamiento homeopático para control de mastitis en vacas afectadas. De la sexta dilución a base de alcohol etílico, en seguida extrajeron 1ml y depositaron en otro frasco limpio, luego añadieron 9ml de agua desmineralizada y procedieron inmediatamente a dinamizar por 2-5 minutos. Esta séptima y última dilución la denominaremos nosodes homeopático DH7 para el tratamiento de la mastitis.

Talavera en el año 2017 en la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua desarrolló una investigación cuyas variables investigadas fueron el diagnóstico por cuarto mamario y por vaca, además la prevalencia de mastitis subclínica en los cuartos mamaros, identificación de agentes causales de mastitis subclínica y efectividad de la aplicación de nosodes homeopático decimal y centesimal en la evolución de la prevalencia y grado de infestación de mastitis subclínica. Se trabajó con 82 bovinos de los cuales a 28 se los tomó en cuenta, para el T1, el cual consiste en un tratamiento decimal (DH10). Para el T2 se tomó en cuenta a 29 animales, este tratamiento es el centesimal (CH10). En 25 bovinos que resultaron negativas a la prueba se calculó la prevalencia e infestación de la UPA. En el T1 y T2 se realizaron seis aplicaciones de 2ml de nosodes por vía ano-caudal (tres aplicaciones cada 24 horas por tres días y tres aplicaciones más con intervalos semanales). La prevalencia en vacas se redujo a 43% en el T1 y 28% en T2; en cuartos mamaros disminuyó 70,14% en el T1 y 83,78% en el T2, esta reducción fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$). Se aislaron bacterias de 57 vacas positivas a CMT: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus epidermis* y *Klebsiella pneumoniae*.

Morales y Ruíz en el año 2017 realizaron una investigación denominada: Efectividad del nosodes homeopático DH10 para el control de mastitis subclínica bovina con el fin de proporcionar una nueva alternativa de tratamiento contra la mastitis subclínica bovina, evitando el uso de antibióticos comerciales, tratando de reducir los costos económicos cuando los animales padecen dicha enfermedad y tratar de mantener la inocuidad láctea para el consumo humano, la técnica utilizada es DRAMINSKI 4Q para detectar mastitis subclínica. Se

muestrearon un total de 87 cuartos mamarios correspondientes a 22 vacas en producción láctea, de estas; 6 vacas resultaron positivas a mastitis subclínica y teniendo un total de 6 cuartos mamarios afectados, detectadas mediante el detector Draminski 4Q, representando el 27% del total del hato en producción láctea. De las 6 vacas afectadas con mastitis subclínica, 4 de ellas fueron sometidas al tratamiento con el nosodes DH10, las que representan el 66,7%, los 2 restantes se tomaron como vacas control y representan el 33,3%. El nosodes DH10 elaborado con leche infectada con mastitis subclínica según el detector Draminski 4Q presentó una efectividad del 100% en cuatro vacas sometidas al tratamiento, aplicado por vía subcutánea en el pliegue ano-caudal, a dosis de 1ml (cc), cada 24 horas durante 7 días.

Barrera y Escoto en el año 2008 en la Universidad Nacional Agraria desarrollaron una tesis cuyos objetivos fueron comprobar la efectividad del nosodes en el tratamiento de la mastitis bovina en la finca Santa Ana ubicada en la comarca el Toro Municipio de Paiwas, además evaluar el nosodes elaborado sobre la dinámica de presentación de cuartos enfermos y sanos en la terapia de la mastitis subclínica bovina y comparar los efectos de tratamiento de nosodes por ambas vías de administración (pliegue ano-caudal y sublingual). Seleccionaron 30 vacas con mastitis dividiéndolos en tres grupos de 10 cada uno donde las hembras se encontraban entre dos y tres meses de lactancia. Se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para las variables fecha y vacas, y significativa ($P < 0.05$), para las variables tratamiento y cuartos afectados. En los tratamientos el que controló mejor las afecciones en menos tiempo fue el químico, seguido del nosode de aplicación subcutánea en el pliegue ano-caudal, y el de menor control el nosode de aplicación sublingual, aunque este no difirió significativamente del nosode de aplicación subcutánea en el pliegue ano-caudal. El cuarto que presentó la mayor afectación fue el cuarto trasero derecho (64%) seguido del cuarto delantero derecho (61%), el delantero izquierdo presentó la menor afectación con 49%, y el trasero izquierdo un porcentaje de afectación intermedia de 53%.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. GANADERIA LECHERA A NIVEL MUNDIAL

Alrededor de 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche. En la mayoría de los países en desarrollo, la leche es producida por pequeños agricultores y la producción lechera contribuye a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de los hogares. La leche produce ganancias relativamente rápidas para los pequeños productores y es una fuente importante de ingresos en efectivo. En la última década, países que se encuentran en desarrollo han ido aumentando significativamente su participación en la producción de leche a nivel mundial. Esto se debe al crecimiento de animales que son destinados a la producción lechera, y no al de la productividad de carne. En muchos países en desarrollo, la mala calidad de los forrajes existentes en las fincas, las enfermedades que sufre el animal, el acceso limitado que tienen los productores a los mercados y la baja calidad genética de los animales destinados a la producción láctea limitan la productividad lechera. A diferencia de los países desarrollados, muchos países en desarrollo tienen climas como lo son los cálidos o húmedos los cuales afectan a la producción lechera. Algunos países del mundo en desarrollo tienen una larga tradición de producción lechera, y la leche o sus productos desempeñan un papel importante en la dieta. Otros países solo han mostrado en los últimos años un aumento significativo de la producción lechera. La mayoría de los países del primer grupo están situados en el Mediterráneo o el Cercano Oriente, el subcontinente indio, las regiones de sabana de África occidental, las tierras altas de África oriental y partes de América Latina y Central. Los países sin una larga tradición de producción lechera se encuentran en Asia sudoriental (incluida China) y las regiones tropicales con altas temperaturas y/o humedad ambiental, Observatorio de la cadena Láctea Argentina (OCLA, 2019).

La producción de leche de las cinco regiones exportadoras clave de la UE-28, Argentina, Australia, Nueva Zelanda y los Estados Unidos representan más del 65% de la producción mundial de leche y alrededor del 80% de las exportaciones mundiales de productos lácteos, por lo que son fundamentales para influir en la dirección de los precios en los mercados mundiales. Durante noviembre, las entregas mundiales de leche alcanzaron un promedio de 805 millones de litros/día. Esto es un 0,4% por debajo de los niveles de 2017, lo que equivale a un promedio de 3,3 millones de litros menos por día. El crecimiento interanual en el suministro de leche se ha desacelerado en los últimos meses, y se contrajo en noviembre por primera vez desde febrero de 2017 (OCLA, 2019).

La menor producción en la UE y Australia es probablemente un efecto en cadena de las condiciones de sequía que ambas áreas han experimentado esta temporada. Mientras tanto, los márgenes estrechos han continuado desacelerando el crecimiento en la producción de los EE. UU., con un crecimiento de la producción interanual que cayó a 0,6%. La producción de leche en Nueva Zelanda continúa mostrando un crecimiento con las entregas de noviembre un 1% por encima de los niveles de 2017. Se estima que las entregas de la UE-28 para noviembre se reducirán un 0,8% en comparación con el año anterior, lo que equivale a un promedio de 3,1 millones de litros/día. Irlanda continuó registrando un crecimiento de dos dígitos en noviembre, con un aumento anual del 23% o 88 millones de litros adicionales. Este crecimiento fue compensado por una reducción en las entregas en Alemania, Francia y los Países Bajos. Las entregas de estas regiones clave se redujeron en un total de 178 millones de litros año con año (OCLA, 2019).

En los Estados Unidos el departamento de agricultura y ganadería (USDA) publicó un informe que trata acerca de la evolución en el sector lácteo, principalmente enfocado al aumento de su producción, en principales países en los años 2013 y 2017, razón por la cual la producción de leche a nivel mundial alcanzó valores de los 606.440 millones de toneladas, teniendo en primer lugar a la Unión Europea. Con valores cerca de los 155.855 millones de toneladas, en segundo lugar, tenemos a la India, teniendo en cuenta que la producción de leche corresponde a la búfala y bovina, con 160.000 millones de toneladas, en tercer lugar, se sitúa el país de Estados Unidos con valores de las 98.112 toneladas, China por su parte se encuentra en cuarto lugar con 37.000 toneladas (Vargas, Aguilar y Álvarez, 2019).

En América del Sur la producción lechera se encuentra representada principalmente por el país de Brasil con un valor de producción de leche con 32 mil millones de litros, seguido por países como Argentina, México, Colombia y Ecuador que se encuentra ocupando el quinto lugar. Según la FAO, estima que la producción mundial lechera alcance valores superiores y crezca un 2% durante los próximos 10 años, siendo así un porcentaje igual a los alcanzados en años anteriores, con valores promedio de 805 millones de toneladas (citado por Vargas, Aguilar y Álvarez, 2019).

Según datos obtenidos de la FAO en el año 2015, las predicciones según agrónomos en los años 2015-2016 muestran que el consumo de lácteos abarca cerca de 6.000 millones de personas en todo el mundo; en la mayoría de los casos estas personas se encuentran residiendo en países subdesarrollados. La leche es uno de los productos agrícolas más producidos y valiosos del mundo. La leche, alcanzó una producción total de 770.000 millones de litros valuada en 328.000 millones de dólares estadounidenses, ocupó el tercer lugar por tonelaje de producción y fue el producto agrícola más importante en términos de valor en el mundo. La leche forma parte del 27% del valor agregado global del ganado y el 10% de la agricultura. La leche es un producto local. Se produce y se consume básicamente en todos los países del mundo y en la mayoría de ellos, se posiciona entre los primeros cinco productos agrícolas tanto en términos de cantidad como de valor. La leche entera fresca de vaca representa el 82,7% de la producción global de leche, seguida por la leche de búfalo (13,3%), cabra (2,3%), oveja (1,3%) y camello (0,4%) (Vargas, Aguilar y Álvarez, 2019).

La leche es un producto global. La leche y los productos lácteos representan cerca del 14% del comercio agrícola mundial. En especial, la leche entera en polvo (LEP) y la leche descremada en polvo (LDP) son los productos agrícolas más comercializados en el mundo en cuanto al porcentaje de producción comercializada, mientras que los productos lácteos frescos, con menos del 1% de la producción comercializada, son los productos agrícolas menos comercializados. El sector lechero está creciendo rápidamente: Se estima que la producción de leche aumentará 177 millones de toneladas para 2025, con una tasa de crecimiento promedio del 1,8% por año, en los próximos 10 años. Durante el mismo periodo, se estima que el consumo per cápita de productos lácteos aumentará un 0,8% y 1,7% por año en los países en desarrollo, y entre 0,5% y 1,1% en los países desarrollados. Debido al gran tamaño de la industria lechera, estas tasas de crecimiento pueden producir importantes beneficios de desarrollo para el sustento de las personas, así como también para el ambiente y la salud pública (FAO, 2015).

El sector lechero es heterogéneo. La producción de leche en el mundo deriva principalmente del ganado vacuno, los búfalos, las cabras, las ovejas y los camellos. Los animales lecheros se crían en una infinidad de sistemas de producción, que se pueden clasificar en cuatro tipos. Sistemas especializados sin tierra, cuyo objetivo principal es la producción de leche. Sistemas integrados de cosecha y producción lechera, orientados al mercado y a la subsistencia, que se enfocan en la producción conjunta de varios productos como, por ejemplo: la leche, la carne y

la cosecha. Sistemas de pastoreo que dependen de la movilidad para la producción de leche, y en menor medida, de otros productos y servicios ganaderos (FAO, 2015).

Los productos lácteos son clave para la nutrición y la salud. La leche y los productos lácteos son alimentos ricos en nutrientes. Proporcionan energía y una gran cantidad de proteínas y micronutrientes, entre los que se incluyen: calcio, magnesio, selenio, riboflavina y vitaminas B5 y B12, que son fundamentales para reducir el hambre y la desnutrición, en especial entre los más vulnerables (por ejemplo: mujeres embarazadas y niños). La mayoría de los países que poseen lineamientos para la alimentación recomiendan los lácteos como un componente de una dieta balanceada. A nivel mundial, la leche contribuye en promedio 134kcal de energía/persona por día, 8,3g de proteínas/persona por día y 7,6g de grasas/persona, o 5%, 10% y 9% del suministro total de energía, proteínas y grasas, respectivamente. Es la quinta fuente de energía más grande y la tercera fuente de proteínas y grasas más grande para los humanos (FAO, 2015).

Los productos lácteos son una fuente de nutrición asequible para obtener los niveles recomendados. Por ejemplo, en los Estados Unidos, la leche y los productos derivados de la leche, tienen un valor de \$0,23 por 100kcal y cuestan menos por kcal que la carne, la carne de ave y la de pescado (\$0,41 por kcal), las frutas y los vegetales; son similares a los huevos, el azúcar, los dulces y otras bebidas; y solo un poco más costosos que los granos, las judías secas, las legumbres y los frutos secos. En Alemania, el precio de 100kcal de leche y de productos lácteos es €0,19 aproximadamente: solo las grasas, entre las que se incluyen la manteca y la margarina (€0,08 por kcal); los fideos, el arroz y el pan (€0,11); y los dulces y aperitivos (€0,13) son menos costosos (FAO, 2015).

La industria lechera crea puestos de trabajo. Por lo general, la industria láctea está organizada en cooperativas o trabaja en colaboración con otros actores de la cadena de valor para procesar y vender la leche y los productos lácteos a los consumidores. A nivel mundial, la leche descremada (75%), el queso (12%) y la manteca (3%) representan más del 90% de toda la leche procesada. Las actividades de procesamiento, desde la pasteurización hasta la fabricación del yogurt, no solo agregan valor a la leche cruda, sino que además crean puestos de trabajo. El empleo es un camino importante para salir de la pobreza, y la creación de puestos de trabajo es un desafío mundial: se necesitarán 470 millones de puestos de trabajo a nivel mundial para los nuevos trabajadores del mercado entre 2016 y 2030. Las evidencias provenientes de

Bangladesh, Kenia y Ghana sugieren que cada 100 litros de leche comercializada se crean entre 1,2 y 5,7 puestos de trabajo de tiempo completo (FAO, 2015).

En Gran Bretaña, existen cerca de 13.000 granjas lecheras que crean un total de 28.000 puestos de trabajo de tiempo completo solo en lo que respecta a la granja. Las 6.200 granjas lecheras en Australia generan cerca de 39.000 puestos de trabajo de tiempo completo. Las más de 736 empresas lecheras que hay en China emplean a más de 27.000 personas. En líneas generales, es probable que aproximadamente 240 millones de personas estén empleadas directa o indirectamente en el sector lechero. Con aproximadamente 150 millones de granjas lecheras en el mundo, es posible que el sector lechero contribuya al sustento de mil millones de personas en el mundo (FAO, 2015).

La industria lechera desempeña un papel importante en la salud pública. Si bien el consumo de productos lácteos es parte de una dieta saludable, las enfermedades zoonóticas y aquellas transmitidas por los alimentos que se originan en los animales lecheros pueden ser perjudiciales para las personas. Existen cerca de 45 patógenos zoonóticos en los bovinos, la mayoría de ellos (69%) están presentes en todo el mundo. En el 44% de estos patógenos también es posible la transmisión entre humanos. Al mismo tiempo, el consumo de productos lácteos, y en especial el consumo de leche cruda y otros productos no pasteurizados, puede ocasionar enfermedades transmitidas por los alimentos. También es posible que el hecho de que los animales lecheros reciban excesivos antibióticos contribuya a que exista una resistencia a los antimicrobianos en los humanos (FAO, 2015).

2.2.2. GANADERIA LECHERA EN EL ECUADOR

La actividad económica de la ganadería vacuna representa el 5% aproximadamente al producto interno bruto agrícola (PIBA) nacional. Su contribución es muy importante para el desarrollo en todas las regiones del Ecuador: Costa, Sierra y Amazonía. Es una actividad que genera alimentos de primera necesidad (leche, carne y sus derivados) contribuyendo a la seguridad y soberanía alimentaria del Ecuador (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

En el tercer y último censo agropecuario realizado en el año 2015, indica que el 6,68% de los productores de leche sí tienen ayuda para el asesoramiento técnico, mientras que un 93,22% de ganaderos no lo tienen, motivo por el cual se deduce la mínima importancia que se le presta a la producción ganadera, además se evidencia el desconocimiento existente por parte de los

ganaderos acerca de un correcto manejo sanitario, nutricional, reproductivo y productivo dentro de los hatos ganaderos; En la mayoría de las veces recurren a prácticas tradicionales de manejo las cuales limitan su desarrollo y progreso. Del 40% de la población ecuatoriana que vive dentro del sector rural, sus dos tercios se encuentran conformando por hogares que se dedican a la producción pecuaria; por esto se puede calcular que más del 25% de la población ecuatoriana se encuentra vinculada a la actividad productiva pecuaria (INEC, 2015).

Aproximadamente, se dedican 3,5 millones de hectáreas a la producción de leche; la mayor concentración está en la Sierra (75%), la Amazonía (11%) y la diferencia (14%) en el resto del país. En la Sierra, la leche es el único producto de venta estable para el campesino, en las zonas altas no existen muchas opciones de siembra; entonces, la leche se convierte en el sueldo del campo, porque recibe el fruto de su venta cada 15 días. La estructura de la producción es interesante: existen 298 mil productores, la gran mayoría son medianos y pequeños; así que hablar de grandes productores es muy relativo. Por el tamaño, la mayoría de las propiedades es de menos de 100 hectáreas, ahí se produce el 65% de la leche, gran parte en la Sierra Ecuatoriana (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

La Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), que conoce la realidad del campo y de la leche como única actividad de sustento de las familias y que, cuando las comunidades están desorganizadas, caen fácilmente en manos de intermediarios inescrupulosos, ha organizado centros de acopio y capacita a las comunidades para que puedan manejar por sí mismas las instalaciones. Lo que sirve para comercializar eficientemente y evita los mediadores que primero no les pagaban lo justo y, luego, no les daban la seguridad de compra y cuando había abundancia de leche era un desastre, no contaban con su sustento. Los centros de acopio organizan y logran que un pequeño productor pueda comercializar con otros mil (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

Ecuador es un país donde una de sus actividades económicas importantes es la ganadería, existen 5'358.904 cabezas de ganado, de las cuales 1'127.363 son vacas que se encuentran en producción de leche con 6'375,323 litros. En el sector oriental se encuentran 23.972 vacas en producción lechera con 111.915 litros de leche. Sin embargo, de acuerdo a los datos proporcionados por la Instituto Nacional de Estadísticas y Censos la cifra de cabezas de ganado vacuno es de 4'604.624. Asimismo, señala que el área o superficie total cultivada asciende a 12'550.643 hectáreas (ha); que corresponde a los cultivos permanentes en la cual representan

el 11,64%, pastos cultivados el 18,08%, pastos naturales 6,80%, entre otros. Esto quiere decir que 3´124.000 ha se cultivan pasturas para la producción bovina, siendo ésta la principal fuente de alimento. Por tal motivo, es significativo generar conocimiento relacionado a un manejo correcto de los pastos, como también en las demás áreas de gran importancia como sanidad y reproducción animal; para aumentar e incrementar la productividad del sector (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

Quienes se dedican principalmente a esta actividad son los pequeños y medianos productores, ellos poseen en su mayoría ganado mestizo y al no conocer las prácticas o tratamientos correctos tienen graves falencias en el manejo del proceso sanitario, afectando así principalmente a su ganado con problemas de mastitis clínica y de mastitis subclínica, otro gran problema por la falta de conocimiento para esta enfermedad es el uso indiscriminado de fármacos o antibióticos causan resistencia bacteriana, pérdida de glándulas mamarias, eliminación temprana de animales e impacto en la salud pública, lo que refleja la ineficiencia del proceso de producción (INEC, 2015).

La producción lechera de Ecuador se distribuye en tres regiones, de las cuales la región Sierra representa el 75,9%, la región Costa aporta el 16,6% y la región Oriental representa el 7,6%. En lo que se refiere a la producción lechera por vaca, la media de la región que más sobresale es la Sierra con 6,7 litros por cada vaca en el día, seguida de la región Oriental con 4,7 litros por cada vaca en el día y finalmente en la región de la Costa con 3,6 litros por cada vaca en el día (INEC, 2015).

Año	Numero de Vacas	Producción leche (l)	Promedio l/vaca
2014	979.848	5.490.359	5,60
2015	860.886	4.982.370	5,79
2016	896.170	5.319.288	5,94
2017	856.164	5.319.405	6.21

Figura 1. Producción de leche en el Ecuador en los últimos 3 años.

Fuente: (INEC-FONSAT, 2017) (citado por Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

En Ecuador, la producción de leche se mantuvo constante durante el año 2014 hasta el 2017; esto significa que, aunque la producción de vacas se ha reducido, la producción de leche ha aumentado y la producción promedio por litro de cada vaca es mayor. Los aspectos económicos juegan un papel importante en la producción de leche. Para los consumidores, el costo de producción de los alimentos agrícolas ha ido en aumento cada año, pero estos productos no han mostrado una relación costo-beneficio suficiente a nivel de cada productor para mantener y fomentar la producción láctea dentro del país. En lo que respecta a la producción láctea, se enfrenta a un problema simple, pero una solución muy compleja relacionada con el precio de compra de la leche a nivel de cada UPA. Los precios internacionales no permiten que las empresas procesadoras de la leche paguen a los productores más de 25 centavos por litro de leche, por ejemplo, en países sudamericanos como Uruguay el costo de producción por litro de leche es cercano a los 30 centavos. El valor de un litro de leche en el Ecuador se encuentra aproximadamente en 0,35 USD (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

Según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador (INEC), aproximadamente 25.000 hectáreas en el norte de Ecuador están dedicadas a la ganadería, incluida el ganado para producción de carne y ganado para la producción de leche. La mayor parte de la producción de productos lácteos la realizan productores de nivel medio y bajo, cuyos niveles de productividad y competitividad son bastante bajos. La productividad de este segmento es de 10 litros/ha diarios. En comparación con la productividad de los agricultores grandes o ganaderos tecnificados es de unos 30 a 40 litros/ha. diario. Asimismo, la gran mayoría utiliza sistemas de producción lácteos artesanales de baja tecnología, Villanueva (citado por Balarezo, 2011).

En las provincias de Imbabura y Cachi de Ecuador, muchas familias rurales dependen de la industria láctea para su sustento. Estos pequeños agricultores tienen un rebaño de hasta 20 vacas y es difícil vender leche a un precio justo. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID (citado por Balarezo, 2011).

USAID (citado por Balarezo, 2011) señala que tradicionalmente, los pequeños productores venden la leche a intermediarios, que enfrentan problemas de no tener precios justos y de pagos a tiempo. Al mismo tiempo, las fábricas de queso y productos lácteos no expandían sus operaciones porque necesitaban de una fuente permanente de leche de excelente calidad.

2.2.3. PREVALENCIA

La prevalencia de una enfermedad es el número total de individuos que presentan síntomas o tienen una determinada enfermedad durante un período de tiempo, dividido por el número total de la población con la posibilidad de padecer dicha enfermedad. Proporciona una estimación del riesgo o probabilidad de que los individuos de esta población puedan llegar a padecer la enfermedad referida. La prevalencia es un concepto estadístico utilizado en epidemiología, especialmente para planificar la política sanitaria de un país, comunidad, etc. Es un indicador estático porque se refiere a un período de tiempo específico y concreto (Bonifaz y Conlago, 2016). Asimismo, Gutiérrez (2017) indica que la prevalencia mide la proporción de la población que se encuentran enfermas al momento de evaluar el padecimiento en la población que mide el porcentaje de la población con la enfermedad en la cual se realiza el diagnóstico en casos existentes (Pág. 113).

La prevalencia de la enfermedad puede cuantificar la proporción de la población que padece la enfermedad (o cualquier otro evento) en un momento dado y puede estimar la proporción de la población que padece la enfermedad en ese momento. Este es un parámetro útil porque puede describir un fenómeno de salud, identificar su frecuencia poblacional y generar hipótesis explicativas. Es comúnmente utilizado por epidemiólogos, agencias de seguros y diferentes campos de la salud pública (Sant Joan de Déu, 2016).

2.2.4. MASTITIS

La mastitis bovina es una inflamación que se produce en glándula mamaria, la cual ocasiona cambios en la composición de la leche y de igual forma afecta al tejido de la glándula del animal. Es una de las enfermedades más comunes de las vacas lecheras. La mastitis bovina produce impactos negativos dentro de la calidad y la cantidad de leche que es producida por el animal infectado, causando así pérdidas a la industria ganadera. Si no se trata a tiempo, se puede convertir en crónica, y hacer que la vaca se tenga que sacrificar (Farmaland, 2018).

La mastitis bovina es la inflamación de uno o varios cuartos del animal, la palabra mastitis se deriva de la palabra griega "mastos", que significa "mama", y de la inflamación es "inflamación". Esta enfermedad se produce como una respuesta por parte de los tejidos productores de la leche debido una lesión traumática o el principal factor que produce esta enfermedad que es la presencia de microorganismos infecciosos que han ingresado a la ubre. La mastitis se presenta como el resultado de la interrelación de diferentes causantes, los cuales

son el ser humano, el ganado, el medio ambiente, los agentes patógenos y el manejo del hato (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

La mastitis bovina es considerada como una de las enfermedades infecciosas que tienen un gran impacto económico en las explotaciones ganaderas debido a sus efectos nocivos sobre la producción, salud animal y de igual manera la salud pública. Los problemas asociados al manejo y crianza de los animales que se encuentran en condiciones sanitarias inadecuadas, así como también los procesos inadecuados de ordeño mecánico o manual son responsables de la persistencia de una serie de agentes patógenos que causan graves daños al tejido mamario del animal. Depende de la producción, así como también de la calidad de la leche en los diferentes sistemas de producción lechera. La mastitis puede causar malestar, dolor y presión en las vacas que se encuentran en producción, destruyendo así la salud de los animales, afectando la producción de leche y la calidad física y química de la misma, aumentando así la carga bacteriana lo que perjudica al sabor y olor de la misma. Dependiendo de la gravedad de la enfermedad, enfermedades secundarias como fibrosis, edema inflamatorio, atrofia del tejido mamario, abscesos o incluso gangrena en casos graves, el resultado final puede ser una pérdida mamaria total o parcial (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

Se considerada a la mastitis bovina como la enfermedad más común y cara en las granjas lecheras, debido a la disminución de la cantidad y calidad de la leche que sufre el animal que la padece, los costos de procesamiento y la eliminación de desechos producidas por esta enfermedad han causado graves pérdidas económicas a los ganaderos. La leche descartada, la mano de obra extra utilizada para el manejo y control de las vacas enfermas, las estrictas medidas de desinfección de los equipos de ordeño y el control veterinario, etc., hacen de esta enfermedad un grave problema para el sector lácteo (Zambrano, Molina, Pinargote y Barahona, 2018).

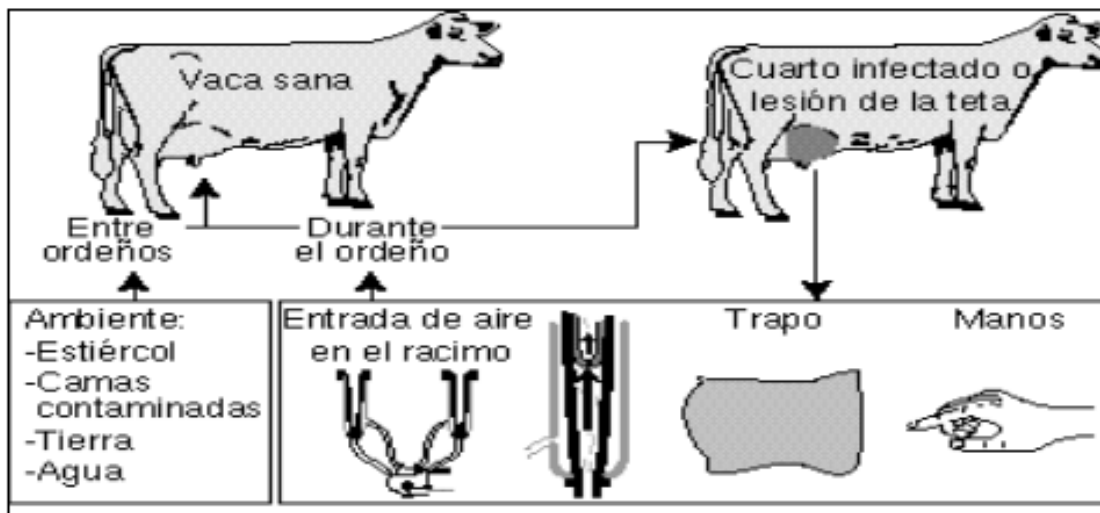


Figura 2. Principales rutas de transmisión bacteriana durante el ordeño.
Fuente: Díaz (citado por Molina y Espinoza 2008).

2.2.5. AGENTE CAUSAL

La mastitis bovina es causada por más de 100 agentes etiológicos tanto contagiosos como ambientales y oportunistas, los cuales ocasionan grandes pérdidas económicas a los ganaderos en todo el mundo, debido a la disminución que causan en la producción de leche. Lo anterior, como consecuencia principalmente del deficiente manejo e higiene de las vacas antes, durante y después de la ordeña, así como al tipo de instalaciones y equipo con que cuentan las explotaciones, ya que los patógenos pueden transmitirse de vaca a vaca durante el proceso de la ordeña, a través de los utensilios, trapos sucios, el suelo, el agua contaminada, el estiércol, así como de las camas donde se echan los animales, por lo que se recomienda tomar las medidas pertinentes de higiene y control para evitar esta enfermedad (Ruíz, 2016).

Aunque existen otras razones, la principal causa de esta enfermedad es contagiosa. Los agentes infecciosos que producen mastitis son diversos. En el ganado bovino, los patógenos comúnmente encontrados son: *Escherichia coli*, *Pasteurella sp.*, *S. aureus*, *Clostridium perfringens*, *Nocardia asteroides*, *Mycoplasma Boris*, *Corynebacterium pyogenes*, *Pseudomonas sp*; Además también puede ser causadas por levaduras y hongos de los géneros *Candida*, *Cryptococcus* y *Trichosporum*, Philpot y Nickerson (citado Ruíz, 2016).

2.2.4.1. Bacterias Termodúricas

Pueden sobrevivir a temperaturas mucho más altas que la temperatura máxima de crecimiento. Dichos microorganismos sobreviven calentamientos sobre una matriz, que es el alimento, a temperaturas que oscilan de 60°C a 80°C. En la industria láctea, el término se refiere a aquellos

microorganismos capaces de sobrevivir procesos de pasteurización, pero no crecen a temperaturas de pasteurización. La fuente primaria de contaminación es la inadecuada limpieza de equipos y utensilios. Debido a que consistentemente las cuentas altas de termodúricos están vinculadas con prácticas de producción ineficientes poco higiénicas, las cuentas de termodúricos se utilizan como indicador de mala higiene del equipo y para detectar fuentes de organismos que causan conteos altos en productos lácteos pasteurizados (Peralta, 2017).

El término bacterias termofílicas se refiere a microorganismos que crecen en los alimentos a altas temperaturas (55°C o más). En la industria láctea, las bacterias termofílicas suelen ser una especie *Bacillus*, la leche se puede obtener de diversas fuentes en granjas o mediante equipos mal esterilizados en plantas de procesamiento. Cuando la leche o los productos lácteos mantienen altas temperaturas durante mucho tiempo, el número de estos microorganismos aumenta rápidamente. Los microorganismos proteolíticos constituyen un grupo muy variado, entre los que podemos encontrar especies de los géneros, *Clostridium*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Mucor* entre otros (Peralta, 2017).

La hidrólisis de proteínas por microorganismos en los alimentos puede provocar muchos cambios en el olor, el sabor y la textura. Las enzimas proteolíticas, especialmente las de las bacterias psicotróficas en la leche, generalmente permanecen activas después del tratamiento térmico, reduciendo así la calidad de los productos tratados térmicamente. Por otro lado, la actividad proteolítica microbiana puede ser ideal en ciertos alimentos porque contribuye al desarrollo del sabor, cuerpo y textura, como ocurre durante la maduración del queso (Peralta, 2017).

2.2.4.2. Bacterias Psicotróficas

Son los que pueden formar colonias visibles (o enturbiamiento) a temperaturas de refrigeración. En términos generales, psicrótrofo significa desarrollo a bajas temperaturas, por lo que, en un sentido amplio, son psicotróficos todos los microorganismos que pueden crecer y multiplicarse en frío. De forma más concreta, se puede decir que son psicotróficos los microorganismos que exigen o toleran temperaturas bajas para su crecimiento, comprendido entre 4°C y 20°C. Para ser más precisos, serían psicotróficos los microorganismos que, aunque se multiplican a temperaturas propias de refrigeración (0°C a 6°C), su temperatura óptima de crecimiento se estima entre 10°C a 20°C; son psicrófilos los que exigen temperaturas bajas y tienen su óptimo

crecimiento a 0°C o sus proximidades. Es necesario mencionar, a *Pseudomonas*, ampliamente reconocido como género predominantemente de alteración (Peralta, 2017).

Estos organismos son capaces de provocar alteración debido a dos importantes características. Primero, debido a que son psicrotróficos, y por lo tanto se pueden multiplicar a temperaturas de refrigeración. Y segundo, debido a que atacan diversas sustancias en los tejidos (por ejemplo, de pescados, mariscos, carnes) para producir compuestos asociados con malos olores y sabores. Dentro de estos compuestos se encuentran: metil mercaptanos, dimetil disulfuros, dimetil trisulfuros, 3-metil-1-butanal, trimetilamina, y etil ésteres de acetato, butirato y hexanoato. Este género se encuentra formando parte del microbiota natural en productos tropicales y subtropicales, en concentraciones insignificantes del total de la población bacteriana (Peralta, 2017).

Sin embargo, debido a que:

- 1) Posee un tiempo de generación más corto que otros microorganismos,
- 2) Son microorganismos antagonistas o que presentan reacciones sinérgicas,
- 3) Poseen habilidad para atacar moléculas proteicas largas, y
- 4) Superan la actividad bioquímica de otros géneros, y aunado a que se incurre en prácticas inadecuadas de higiene durante la manipulación y/o almacenamiento de los alimentos, son las razones por las cuales este género se convierte en predominantemente de alteración (Peralta, 2017).

2.2.4.3. Tipos de agentes patógenos causantes de mastitis

- **Patógenos causantes de mastitis contagiosa**

Los patógenos más comunes que se presentan en la mastitis bovina son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. La fuente de infección puede ser las manos del ordeñador. Se han tomado muestras de animales positivos a mastitis subclínica. La principal forma de transmisión de la enfermedad es directamente de vaca a vaca, esto pasa cuando se manipulan los mismos instrumentos de limpieza para todos los animales, de igual manera la utilización de pezoneras y la mala desinfección del equipo de ordeño. *Mycoplasma bovis* es el agente que menos se presenta como causante de la mastitis bovina contagiosa. En la mayoría de los casos causados por *M. bovis* se presentan debido a la llegada de nuevos animales en la finca. Dichas bacterias que resultan ser las más contagiosas para la mastitis bovina infectan aproximadamente del 7 al 40% de los animales que se encuentran en la finca (Ruíz, 2016).

- **Patógenos oportunistas**

Los patógenos oportunistas que residen en la piel del pezón tienen la habilidad de provocar una infección intramamaria a través de una infección ascendente a través del canal del pezón, los *Staphylococcus spp* coagulasa negativo (SCN) son las bacterias oportunistas más comunes causantes de mastitis (Ruíz, 2016).

- **Patógenos ambientales**

En este caso la mastitis se ve asociada a diferentes tipos de bacterias las cuales se las clasifican en tres grupos: a) *Coliformes*: Principalmente *E. coli* y *Klebsiella spp*. b) *Streptococcus spp* ambientales: *S. disgalactiae* y *S. uberis*. c) *Arcanobacterium pyogenes*. El hábitat de este tipo de bacterias es el entorno donde se encuentran las vacas y su principal fuente de infección es el entorno animal. Esto se debe a la falta de higiene que existe dentro de las instalaciones, manipulación inadecuada del ordeño, presencia de heridas en los pezones y mal control de vectores de contagios como lo son principalmente las moscas. *Escherichia coli* es una causa común de la mastitis bovina clínica. En lo que corresponde a *Streptococcus pyogenes*, se lo puede aislar como una causa de mastitis bovina estacional debido a que afecta principalmente a vacas en estado seco y vacas en las etapas finales de gestación (Ruíz, 2016).

- **Patógenos mayores**

Dentro de este grupo podemos clasificar a los patógenos dentro de dos grupos: patógenos contagiosos y patógenos medioambientales. Se puede encontrar a patógenos contagiosos a los: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus agalactiae* y *M. bovis*. En lo que corresponde a bacterias medioambientales podemos encontrar a: *Staphylococcus uberis* y *Staphylococcus dysgalactiae* y de igual manera en menor cantidad a *Staphylococcus equinus* (Ruíz, 2016).

- **Patógenos menores**

Se puede definir como patógenos menores a los que comúnmente son causantes de mastitis subclínica bovina y en otras ocasiones de mastitis clínica bovina, aquí podemos encontrar a patógenos tales como *Staphylococcus chromogenes* que normalmente se los encuentra en muestras de leche y en algunos casos también en el canal del pezón; *Staphylococcus xylosus* y *Staphylococcus sciuri* son aquellos que están presentes en el medio ambiente, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus simulans* y *Staphylococcus epidermidis* están presentes en la flora común de la piel del pezón de la vaca (Ruíz, 2016).

- **Patógenos poco comunes**

También se han presentado otro tipo de bacterias las cuales son las responsables de afectar a una sola vaca o en menor cantidad rejos, aquí se encuentran *Nocardia asteroides*, *Nocardia brasiliensis* y *Nocardia jarcinica*, *Histophilus somni*, *Pasteurella multocida*, *Pasteurella mannheimia*, *Campylobacter jejuni*, *B. circus*, así como también otras Gram negativas tales como *Citrobacter spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Proteus spp.*, *P. aeruginosa* y *Serratia spp.* *Leptospira spp.*, *leptospira interrogans serovariedad pomona*, principalmente *Leptospira interrogans serovariedad hardjo*. También se ha tomado en cuenta a las bacterias anaerobias las cuales comúnmente se asocian con bacterias facultativas, las cuales pueden ser; *Peptostreptococcus indolicus*, *Prevotella melaninogenica*, *Eubacterium combesii*, *Clostridium sporogenes* y *Fusobacterium necrophorum*. Hay que tener en cuenta a las infecciones producidas por hongos como: *Trichosporon spp.*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus nidulans* y *Pichia spp.* Las levaduras también causan esta infección, en este grupo podemos encontrar: *Candida spp.*, *Cryptococcus neoformans*, *Saccharomyces spp.* y *Torulopsis spp.*, (Ruíz, 2016).

2.2.5. PATOGENIA

Radostits (citado por Ruíz, 2016) menciona que la infección se produce en la glándula mamaria, se presenta en tres etapas: invasión, infección e inflamación.

- **La invasión:** Los microbios ingresan a la leche que se encuentra en las glándulas mamarias desde el exterior del pezón. Las bacterias que causan la mastitis bovina ingresan a la glándula mamaria a través del esfínter del pezón, la cual se considera como primera y la más importante barrera defensiva de la ubre. Por tanto, antes de que las bacterias penetren y se asienten dentro del parénquima, es muy importante reducir la carga microbiana existente en la piel del pezón y mantener la función del canal y de igual manera del esfínter, pues en este último caso se producirá una respuesta inflamatoria y consecuentemente se dañará. La calidad del epitelio y la leche. Hay que tomar en cuenta la longitud del canal que mide de 8-15mm. Aunque las proteínas catiónicas y algunos ácidos grasos de cadena larga con actividad bactericida se han caracterizado en la estructura de la queratina, ahora se sabe que no son activos "in vivo". Ciertas propiedades físicas del tubo del pezón parecen jugar un papel más importante en el mecanismo de defensa del tubo, incluida la longitud del tubo, el diámetro máximo alcanzado con el flujo máximo (entre 2-3 minutos de ordeño) y la proteína de ángulo

escamoso. Las vacas con alta lactancia máxima son más susceptibles a nuevas infecciones durante la lactancia y los primeros días después del secado. De manera similar, la presencia de la calidad general de queratina también es importante para prevenir la prevención de bacterias, porque las células de la capa superficial del epitelio queratinizado del tubo pueden adsorber bacterias en la "membrana" de los lípidos extracelulares (Sánchez, 2018).

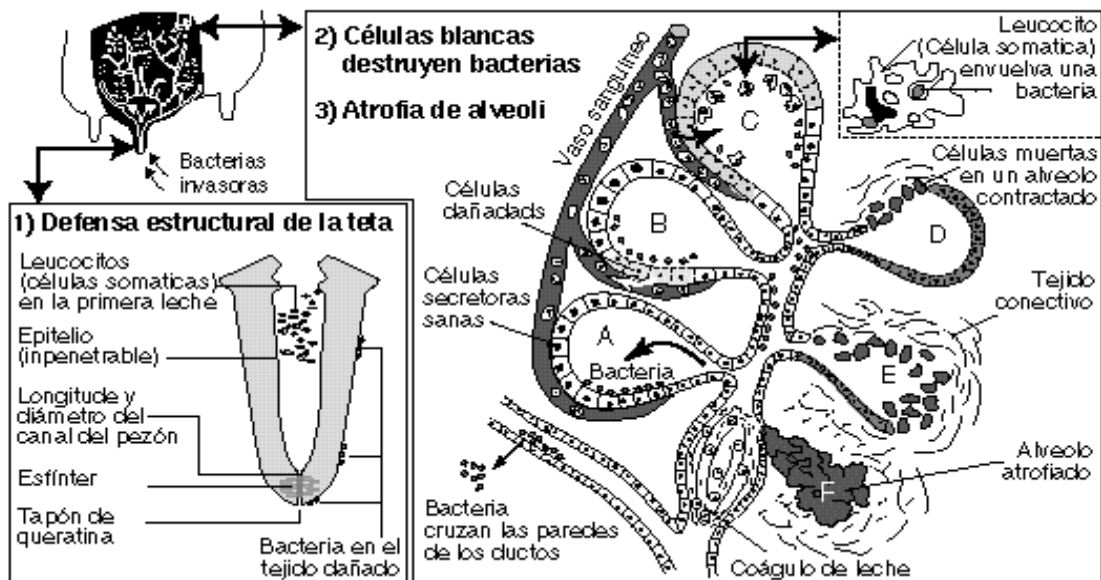


Figura 3. Desarrollo de la mastitis y de la defensa de la vaca contra la infección.
Fuente: InfoCarne recuperado por Sánchez (2018)

- **La Infección:** los gérmenes se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario, estableciéndose una población bacteriana en el canal del pezón o conducto glandular para diseminarse en el tejido mamario. Es la etapa en la que los gérmenes se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario; se establece una población microbiana que se disemina por toda la glándula, dependiendo de la patogenicidad del microorganismo. El tipo de bacteria determina su capacidad de multiplicarse en la leche y adherirse al epitelio mamario. La virulencia de especies bacterianas individuales al parecer se debe, por lo menos en parte, a esta capacidad de adherencia. La infección se produce más fácilmente en el período de secado, debido a la ausencia de flujo. Se ha aceptado en términos generales este concepto, pero un análisis cuidadoso sugiere que la susceptibilidad es alta en el período de secado, aunque mucho menor en el cuarterón glandular que ha permanecido seco durante algún tiempo (Sánchez, 2018).

- **La inflamación:** aumenta el conteo de leucocitos en la leche ordeñada, Inflamación: además de observar anomalías en los pezones y ubres, también aumenta el recuento de glóbulos blancos en la leche. Por ejemplo: hinchazón, temperatura corporal o incluso gangrena, manifestada como mastitis clínica (Sánchez, 2018).
- Una vez que las bacterias (o sus toxinas) cruzan la línea protectora o de defensa del canal del pezón y alcanzan el tejido superior, se activa la segunda línea de defensa, que incluye factores inespecíficos humorales en la leche o secreciones de la glándula mamaria y ubre secas como (lactoferrina, lactoperoxidasa inmune, lizosima, etc.) y mecanismos de defensa inmunes o específicos de tipo humoral (Inmunoglobulina y otros factores solubles) o de base celular, incluido el sistema fagocítico (macrófagos (MA) y PMN) y sistema de linfocitos (T, B y linfocitos no clasificados).
- Polimorfonucleares, macrófagos, linfocitos y escasas células epiteliales constituyen las llamadas células somáticas (Sánchez, 2018).

Como otros tejidos, la glándula mamaria, la respuesta inflamatoria involucra tres etapas, en las que el sistema de microcirculación juega un papel central:

Etapa 1: el proceso inflamatorio comienza con la reacción del endotelio capilar cerca de las células alveolares invadidas por las bacterias. En esta fase aguda, el flujo sanguíneo en el lecho capilar y la permeabilidad del endotelio aumentan, porque las células endoteliales se encogen, dejando un espacio entre ellas, permitiendo que las proteínas sanguíneas, los iones y el agua pasen a través del intersticio, provocando edema. Los PMN en la sangre comienzan a adherirse al endotelio (Sánchez, 2018).

Etapa 2: en esta etapa subaguda, los macrófagos y las células polimorfonucleares migran desde la sangre y el intersticio (circundante) a los alvéolos infectados y la leche. Los macrófagos actúan como células de "alerta temprana", identificando todas las sustancias que son ajenas o extrañas al cuerpo. La función de las células polimorfonucleares es destruir y fagocitar los microorganismos invasores y cualquier otro tipo de proteínas extrañas, y eliminar los desechos producidos en el foco de la infección. Debido a los cambios en la barrera epitelial del endotelio capilar de la glándula mamaria, atraviesan los componentes del plasma sanguíneo a la leche (la proteasa y lipasa contenidas en el plasma acelerarán la descomposición de la leche, grasa de la leche, proteína y plasmida (una enzima proteolítica que puede causar un daño extenso a la

caseína). A medida que aumenta el número de células somáticas en la leche, la composición de la leche también comienza a cambiar. Se reduce el contenido de lactosa en la leche con mastitis y para mantener el equilibrio osmótico de la leche, la composición mineral de la leche ha cambiado. La concentración de ciertas vitaminas hidrosolubles en la leche también puede verse afectada (esto afecta la capacidad de fermentación) (Sánchez, 2018).

Etapa 3: el final del proceso inflamatorio (período proliferativo crónico) significa una reducción o cese de la actividad sintética y de secreción, desnaturalización y lisis de células alveolares, y reemplazo de estas por tejido conectivo funcional, resultando en pérdida de producción (Sánchez, 2018).

2.2.6. EPIDEMIOLOGÍA

La prevalencia que presenta la enfermedad es de aproximadamente 50% de las vacas y el promedio de cuartos infectados es del 25%. El promedio de incidencia anual de la mastitis clínica en los hatos es del 10-12% pero en algunos hatos la incidencia alcanza un promedio del 16-65%. El riesgo principal de contraer la enfermedad ocurre en el inicio de la lactación, generalmente en los primeros 50 días. El riesgo de contraer mastitis clínica se incrementa en el parto; en hatos de vacas especializadas en la producción de carne se estima que de un 32-37% de las vacas y un 18% de los cuartos presentan infecciones intramamarias lo que representa un efecto negativo en el peso al nacimiento de los recién nacidos (Ruíz, 2016).

2.2.7. CLASIFICACIÓN

Philpot y Nickerson (citado por Ruíz, 2016). clasifican a la mastitis de la siguiente forma:

- **Mastitis Subclínica:**

Predominante en las infecciones intramamarias; es de 15 a 40 veces más común que la mastitis clínica y no puede ser detectada a través de la observación visual de la ubre o de la leche porque presentan una apariencia normal; por lo tanto, solo puede ser detectada a través de pruebas que evidencien la presencia de los microorganismos infecciosos. La mastitis subclínica es la forma de mastitis provoca mayores pérdidas económicas por disminución de la producción y de la calidad de la leche. Es una infección de larga duración, de difícil diagnóstico y tratamiento y constituye un reservorio de la infección para otros animales del rebaño (Ruíz, 2016).

- **Mastitis clínica:**

Se caracteriza por anomalías visibles en la ubre y leche cuya gravedad puede variar mucho durante el curso de la enfermedad; los cuartos mamarios pueden estar rojizos, inflamados y endurecidos a la palpación. Las anomalías visibles de la leche varían de coágulos a flóculos además de secreciones como suero o sanguinolentas. Generalmente, la mastitis clínica es provocada por patógenos de los géneros *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Coliformes*. Se considera que no debe existir más de 0,5% del total del hato con mastitis clínica en tratamiento, el descarte por mastitis por año no debe ser mayor del 3% y las muertes por mastitis no deben superar el 1% del hato al año (Ruíz, 2016).

De acuerdo con (Ruíz, 2016) menciona que la mastitis clínica puede ser clasificada de acuerdo a su nivel de gravedad; así:

- **Mastitis clínica subaguda:** Es una forma de inflamación moderadamente clínica; se producen pequeñas alteraciones en la leche como coágulos, flóculos pequeños o adquiere una apariencia acuosa, decolorada. El cuarto afectado puede estar levemente inflamado, sensible al toque, puede haber o no inflamación local y reducción de la producción sin que presente problemas sistémicos (Ruíz, 2016).
- **Mastitis clínica aguda:** se caracteriza por el apareamiento súbito de síntomas: la ubre está rojiza, inflamada, endurecida y sensible al tacto. La leche tiene un aspecto anormal purulento, de suero aguado o sanguinolento y la producción se reduce drásticamente. Al padecimiento se suman signos sistémicos como: postración, diarrea, pulso acelerado, disminución de la función ruminal, temblores y depresión (Ruíz, 2016).
- **Mastitis clínica hiperaguda:** este tipo de inflamación es rara, se caracteriza por un desarrollo muy rápido; los síntomas presentados son los mismos que en el caso de la mastitis clínica aguda, pero este caso es mucho más grave por los síntomas adicionales que incluyen: fiebre, choque, fibrosis de la ubre, septicemia, extremidades frías, reducción del reflejo pupilar (Ruíz, 2016).
- **Mastitis crónica:** es de larga duración y se puede establecer como cualquier otra de las formas clínicas previamente descritas o puede iniciarse con una infección subclínica, con apareamientos clínicos repentinos e intermitentes; los síntomas son de desarrollo

progresivo de tejido fibroso, alteraciones en tamaño y forma del tejido y reducción del rendimiento de la producción de leche (Ruíz, 2016).

- **Mastitis No Específica:** también se la conoce como mastitis aséptica o mastitis no bacteriana; se caracteriza por el aumento del conteo de células somáticas mas no se aísla ningún microorganismo causal en las muestras de leche; puede ser originada a causa de traumas físicos en la glándula mamaria, irritaciones químicas, por el uso de productos para el tratamiento de mastitis o por el inadecuado funcionamiento de los equipos de ordeño. Este tipo de mastitis puede ser de naturaleza clínica o subclínica. *Staphylococcus aureus* o *Streptococcus agalactiae* es aislado de un cuarto con o sin aumento de células somáticas; en este caso, las bacterias aisladas representan apenas una colonización del canal del pezón, pero no caracterizan una infección intramamaria propiamente dicha (Ruíz, 2016).
- **Mastitis Iatrogénica:** asociada al uso inadecuado de cánulas intramamarias, con la etiología de mohos o levaduras de los géneros: *Cándida*, *Cryptococcus* y *Trichosporum* (Ruíz, 2016).

2.2.8. DIAGNÓSTICO DE MASTITIS

Philpot y Nickerson (citado por Ruíz, 2016) mencionan varias pruebas para la detección de mastitis:

- **Examen físico de la glándula mamaria:** Se realiza con la ubre vacía, después del ordeño; hay incremento de la temperatura de la glándula o del cuarto afectado, enrojecimiento, endurecimiento y dolor; pueden presentarse cuartos atrofiados o deformes con áreas de tejido cicatrizante (citado por Ruíz, 2016).
- **Pruebas de despunte:** Consiste en examinar el primer chorro de leche a través de un jarro de fondo oscuro; permite detectar la leche anormal que no debe enviarse al tanque, e identifica vacas con mastitis que requieren tratamiento (citado por Ruíz, 2016).

Ruíz (2016) menciona que, al observar la sintomatología de la vaca, se recoge muestras de leche y se puede hacer las siguientes pruebas para diagnosticar la mastitis en la vaca:

- **Recuento de células somáticas:** un alto número de células somáticas se relaciona con una reducción de la producción de leche (más de 200.000 células/ml indica mastitis subclínica).
- **Cultivo de bacterias de la leche:** se identificarán microorganismos causantes de la inflamación de la glándula (más de 50.000 bacterias/ml indica la fuente de contaminación). Además, se identificará a través de las placas Petrifilm 3M.
- **California Mastitis Test:** indica la cantidad de células somáticas presentes en la leche de la muestra recogida. Es una prueba utilizada durante varias décadas; es la prueba más utilizada en el campo para diagnosticar mastitis. Esta prueba estima la cantidad de células somáticas de la leche, y es realizada antes del ordeño y luego de la eliminación de los primeros chorros de leche. También menciona que la prueba de CMT, a pesar de presentar alta sensibilidad, presenta deficiencias en especificidad, dando falsos positivos durante la primera semana después del parto, en vacas que tienen más de siete meses de producción y varios partos, por lo que se debe tener en cuenta que la viscosidad va a ser similar en los 4 pezones. La prueba se fundamenta en agregar un detergente a la leche, en iguales proporciones, el dodecil sodio sulfato y el cristal violeta, que causan la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la leche y éste en combinación con los agentes proteicos de la leche se convierte en gelatina (Ruíz, 2016).

Tabla 1. Criterios para la interpretación de resultados de CMT

Interpretación de la prueba CMT – detector y cuantificador de mastitis subclínica en campo			
Apariencia de la mezcla de prueba	Puntaje CMT	Cantidad de células somáticas	Pérdidas en la producción lechera diaria
Líquido mezclado, no precipitado	Negativo (-)	Sin infección	0,0%
Precipitado leve, tiende a desaparecer con el movimiento de la paleta	Trazas (S)	< de 750.000 células	5,0%

Precipitado definido, pero no gelifica con el movimiento de la paleta	1 (+)	Entre 750.000 y 2.000.000 de células	8,0%
Formación de un gel definido, denso floculento	2 (++)	>2.000.000 de células	9 – 18%
Formación de un gel fuerte que tiende a adherirse a la paleta. Forma un pico central definido	3 (+++)	>2.000.000 de células	19 – 25%

Fuente: Villacis, J. 2019. Detector y cuantificador de mastitis subclínica en campo. Proganaves

2.2.9. SÍNTOMAS

Belloda (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) explica que al principio de la infección no se presenta ningún signo clínico de la enfermedad, no hay fiebre ni reacción local y la leche tiene apariencia normal. Luego aparecen alteraciones más notables, la leche se hace acuosa, azulosa y después grumosa, viscosa y amarillenta y la producción disminuye; al mismo tiempo, van apareciendo lesiones en la glándula, como son nódulos en la base de los pezones. A partir de estos nódulos fibrosos se extiende el proceso de esclerosis, invadiendo progresivamente el tejido conjuntivo intestinal, aprisionando el tejido noble; por último, todo el cuarto está indurado, fibroso, constituyendo una masa dura. Los cuartos indurados son cuartos perdidos, sólo hay mejoría al terminar la lactancia, pero una vez renovada la actividad de la ubre vuelve a despertarse el proceso.

Según (Sánchez, 2015) La mastitis también se puede clasificar según sus síntomas:

Mastitis subclínica.

- La leche parece normal y no hay signos visibles de inflamación en los pezones.
- El recuento de células somáticas en la leche animal es muy alto. El aislamiento microbiano ayuda al diagnóstico.

Mastitis clínica.

Dependiendo del tipo de patógeno involucrado, la fiebre y el letargo pueden estar relacionados con signos evidentes de inflamación. Las glándulas mamarias presentan (enrojecimiento, fiebre, hinchazón, dolor) que provocan cambios químicos, físicos en la en la leche (desde leves grumos en la leche hasta gruesos coágulos de fibrina en la leche).

Mastitis aguda gangrenosa.

- La pérdida de apetito, la deshidratación, el letargo, la fiebre y los signos de toxemia a veces pueden provocar la muerte.
- Al principio de la enfermedad, la ubre está enrojecida, hinchada y caliente. A las pocas horas, los cuartos mamarios se enfrían y las descargas se convierten sanguinolentas y acuosas. Puede haber gas durante el ordeño. Finalmente, puede perderse los cuartos mamarios dañados necróticos.

Mastitis aguda.

Presencia de fiebre, dolor, calor, hinchazón o endurecimiento de la glándula mamaria y la secreción suele ser acuosa o de color amarillo pálido.

Mastitis crónica.

- La aparición de signos clínicos característicos de la infección aguda y sin ningún signo clínico durante mucho tiempo.
- Las secreciones suelen contener coágulos (Sánchez, 2015).

2.2.10. TRATAMIENTO

La mastitis clínica debe considerarse que el tratamiento parenteral es más eficaz que el tratamiento intramamario, si se tiene en cuenta que la distribución de antibióticos en el tejido mamario no es buena debido al edema y la inflamación. La utilización de la oxitocina para limpiar los conductos de los pezones, la aplicación de penicilina para tratar *streptococi* y espiramicina, para tratar *staphylococi* (resistente a la penicilina), protegiendo durante mucho tiempo la espiramicina. Además, de la trimetoprim o la sulfadiazina y enrofloxacin debe considerarse en el tratamiento de casos graves de bacterias coliformes en el tratamiento de casos clínicos. También, es importante realizar dosificaciones en función del peso corporal del animal en el transcurso de cuatro a cinco días (Uribe, 2016).

Una de las principales razones para utilizar fármacos intramamarios es que brindan la facilidad y compatibilidad de combinar antibióticos y propiedades antiinflamatorias, lo que se refleja principalmente en el tiempo de recuperación de la vaca y en la reducción del riesgo de infección (lo que significa una menor pérdida económica). La terapia intramamaria, combinada con una mezcla entre antibióticos se consigue el mejor equilibrio como tetraciclina, neomicina y bacitracina, y añadiendo prednisolona (un esteroide antiinflamatorio), que actúa rápidamente en la estructura de la glándula mamaria logra reducir la inflamación y el dolor en el animal, lo que también ayuda a que los antibióticos penetren adecuadamente para completar su trabajo de manera eficaz. Debido a que este tipo de tratamiento tiene un amplio espectro de acción, es una opción muy efectiva, capaz de luchar contra cualquiera de las bacterias más comunes que pueden aparecer en la mastitis clínica, y también se puede aplicar durante la lactancia, por lo que después de su última aplicación el tiempo de retiro es corto con una duración de 4 días (Fonseca, 2020).

Para la mastitis subclínica, en el caso de *Staphylococcus* resistente a la penicilina, se ha utilizado con éxito espiramicina inyectable durante 5 días, y el mismo producto se utiliza por vía intramamaria en el último día de secado de la vaca. Dado que el periodo de secado es largo no existe problema con la vida útil de la espiramicina. Para *Staphylococcus* que es sensible a la penicilina, el producto se puede usar para inyección parenteral durante 5 días y el último día por vía intramamario. La dosis se calcula cuidadosamente en función del peso del animal (Salazar, 2018).

Otro tipo de tratamiento para la mastitis subclínica bovina es la aplicación de nosodes, la cual vendría ser en sí un tipo de medicina alternativa. Estos nosodes se obtienen a través de secreciones de animales infectados, en este caso leche infectada, en donde se elabora diluciones y dinamizaciones para obtener una sustancia llamado nosodes. Esto se puede aplicar en el animal por vía sublingual y subcutánea en el pliegue ano-caudal, la ventaja de esta alternativa de medicina natural a diferencia de los medicamentos tradicionales como son los antibióticos no deja residuos; por lo tanto, la leche no se descarta y no presenta ningún peligro para el consumo humano, además su costo es menor (Salazar, 2018).

2.2.11. LOS NOSODES

Nosodes es un medicamento homeopático, elaborado a partir de productos de origen microbiano, estos productos no tienen definición química y están elaborados a partir de secreciones o excrementos patológicos o no patológicos, tejidos animales y vegetales y alérgenos (Briones, s.f.).

Salazar (citado por Aymara y De La Cruz, 2015) menciona que son productos de origen patológico empleados a título de medicamento homeopático. De tal manera que dichos medicamentos pueden prepararse partiendo de un exudado, un pus, un microbio, un trozo de tejido enfermo, un parásito. Los nosodes no son únicamente aquellos productos de origen patológico que hayan pasado por la experimentación pura, previa atenuación, sino también debe ser producto de origen patológico y usarse en diluciones o atenuaciones según el principio de similitud, ya sea sintomática o etiológica (pág. 13).

- a) **Nódulos complejos:** Generalmente se elaboran a partir de excreciones o secreciones patológicos de enfermedades infecciosas. Este es el caso de las *Hydrophobinum*, que se obtienen de la saliva de perros rabiosos, como *Bacillinum*, *Psorinum*, *Syphylinum* y *Medorrhinum* (Briones, s.f.).
- b) **Nódulos simples:** Se originan a partir de microorganismos puros o cultivos virales obtenidos en laboratorio. Dentro de esta categoría está el *Staphylococcus aureus*, *Influenzinum*, *Distemperinum* y la mayoría de estos nosodes que se utilizaron en este siglo (Briones, s.f.).
- c) **Nódulos organoterápicos:** Se preparan a partir de tejidos animales y en la mayoría de los casos son patológicos siendo los más comunes el nosode de cáncer y *Pyrogenium* hechos de músculo de ganado en descomposición (Briones, s.f.).

2.2.11.1. Mecanismo de acción

Avello (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) menciona que, al administrarse el medicamento homeopático, en primer lugar, se enfrentan directamente y de forma inespecífica a los monocitos/macrófagos. Tras la fagocitosis, los macrófagos devuelven un segmento de aminoácidos a su superficie.

Falcon (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) explica que la acción del nosodes será estimular los mecanismos naturales de vicariación positiva; con o permitiendo la desintoxicación y la eliminación de las homotoxinas; La acción del nosodes permite posteriormente a toda enfermedad poder eliminar las toxinas depositadas en el tejido extracelular. Por lo tanto, debe ser de rigor que después de cada patología se administre el nosodes de la patología o de los microorganismos involucrados en la patología para garantizar la limpieza del terreno.

Briones, De Medio, Silva (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) la homeopatía es una terapia reactiva, cuyos medicamentos inducen mecanismos de autocuración y resultan inmunomoduladores. La curación sólo puede efectuarse por reacción de la fuerza vital contra el correcto medicamento que se haya tomado.

La homeopatía trabaja con efectividad ante trastornos reversibles, por su fundamento biofísico y se basa en estimular la capacidad bioenergética de cada organismo vivo para que este luche y resuelva la irregularidad presentada. El remedio no cura por sustancia sino por su capacidad energética para excitar un complejo reactivo natural. El medicamento homeopático no obra por la cantidad de droga ingerida, sino por su efecto dinámico que se prolonga según el poder de reacción o sensibilidad del organismo y el grado de dinamización del medicamento, por tanto, no se acumula, ni se elimina por la orina, excremento, intercambio gaseoso, secreciones diversas o por la piel, como suele ocurrir en la alopátia (Aymara y De la Cruz, 2015).

2.2.11.2. Dinamización

Brizuela (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) explica que luego se prosigue con la elaboración homeopática propiamente dicha que consiste en realizar lo que se denomina dinamización. Este término engloba dos características fundamentales que le dan la actividad medicamentosa a la droga inicial: dilución, sucusión, raspado y trituración. Dilución: existen tres escalas reconocidas en Homeopatía:

- Escala decimal: realiza diluciones en la proporción 1/10. Es decir, la dilución se realiza empleando la sustancia a diluir (cepa) en 9 partes de vehículo inerte, tanto si es sólido como líquido, se denominan con las siglas D, DH, X o XH.
- Escala centesimal: realiza diluciones en la proporción 1/100. Sustancia a diluir en 99 partes de un vehículo, se denominan con las siglas CH, H o C. –

- Escala cincuentamilesimal: realiza diluciones en la proporción 1/50000, pero en dos etapas sucesivas (pág. 15).

2.2.11.3. Los vehículos

Lozano (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) menciona que se utilizan para realizar las diluciones son normalmente soluciones hidroalcohólicas o lactosa, sacarosa, glicerina, agua destilada entre otros, dependiendo de la solubilidad de la materia prima (pág. 15).

2.2.11.4. Sucusión

Brizuela (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) indica que consiste en un movimiento vertical del frasco que contiene la dilución, impactando un número de veces sobre una superficie resistente y elástica (pág. 15).

2.2.11.5. Seguridad y eficacia

Moleros (citado por Aymara y De la Cruz, 2015) menciona que algunos de los nosodes constituyen grupos de remedios con patogenesia propia y, por tanto, su uso clínico puede seguir las normas de la prescripción homeopática. La Homeopatía hace referencia que lo semejante cura lo semejante, es decir, que la fórmula administrada a nuestro paciente cubra el cuadro físico y mental del enfermo, y en este sentido los organoterápicos actúan específicamente en el órgano en cuestión. De ahí que tengamos dos grupos de medicamentos homeopáticos, los que poseen experimentación pura y se emplean buscando su similitud sintomática (pág. 16).

2.2.12. CONTROL

Las medidas de control de mastitis ayudan a bajar el conteo de células somáticas. En el hato el CCS debe de ser mantenido por debajo de 200.000 células por mililitro (ml) o centímetros cúbicos (cc) para alcanzar la producción máxima y leche de calidad. El primer paso para controlar mastitis es reducir la incidencia y severidad de la Mastitis clínica. Las prácticas de manejo deben de ser usadas para reducir la mastitis subclínica y el elevado conteo de células somática (García, 2016).

García (2016) menciona las medidas de control incluyen:

- **Chequeos de equipos.** La casa vendedora del equipo debe tener personal o un veterinario o ambos que chequeen la máquina de ordeño al menos una vez al año, o en hatos grandes a medianos dos veces al año.

- **Chequeos de los procedimientos de ordeño.** Examinar las rutinas de ordeño, incluyendo preparación de las ubres, estimulación de la bajada de la leche, tiempo de ordeño por vaca, vaca con tetas secas y escurrido de tetas después del ordeño.
- **Chequeos de ubres.** Examinar el final de las tetas buscando lesiones, examinar la leche con CMT, y hacer CCS cada mes.
- **Sellado de pezones.** Regularmente sellar todos los pezones con un sellador efectivo y no irritante, después de remover las máquinas de ordeño. Esto va a ayudar a reducir la incidencia de una infección nueva en las ubres. Use un sellador de pezones que ya este probado como redactor de los casos de mastitis contagiosa.
- **Tratamiento a las vacas infectadas.** El tratamiento es más efectivo cuando los antibióticos son los indicados al tipo de bacterias que causan la mastitis. Para estar seguro se debe de hacer cultivos y antibiogramas (análisis de sensibilidad a antibióticos). Se debe evitar los residuos de antibióticos en la leche siguiendo las recomendaciones del periodo de retirada de la leche listado en la etiqueta del producto y usar un equipo de detección de residuos de drogas o usar una terapia contra mastitis alternativa no antibiótica.
- **Secado.** Los ganaderos pueden reducir el alto número de CCS en sus hatos secando las vacas con alto CCS. Secar las vacas que tienen 12 meses o más en ordeño, las que producen menos de 20lbs de leche o que tienen casos repetidos.
- **Tratamiento de vacas secas.** Aproximadamente el 40% de las infecciones nuevas en las ubres ocurren durante el periodo seco o dentro de los primeros días después del parto. La administración de un tratamiento para secado de vacas cuando las vacas son secadas va a ayudar a reducir las infecciones nuevas. Los tratamientos efectivos de vacas secas tienen una alta concentración de antibióticos que permanecen activos por largo tiempo en la ubre, más que el tratamiento usado para vacas en ordeño (García, 2016).

2.2.13. FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A MASTITIS

Entre los factores de riesgo más importantes que afectan a la infección de mastitis bovina incluye: hábitos de ordeño inadecuados, lugar y tipo de ordeño, lugar de pastoreo, diseño de establos, calidad de estos, clases de residuos orgánicos que se manipulan y acumulan en exceso. Animales y sus condiciones de hacinamiento, sistema de limpieza, días de leche y tiempos de entrega, época del año, entre ellos. El riesgo de desarrollar mastitis puede aumentar cuando el potrero o el manejo de los mismos estén inundados o sucios, La limpieza de la instalación tiene un gran impacto en la tarifa (Rojas, 2017).

- **Edad y número de partos**

Una vaca que tiene más de cuatro puede ser más susceptible para contraer la mastitis. La prevalencia de esta enfermedad aumenta con la edad que tiene el animal y de igual manera con el número de partos (Rojas, 2017).

- **Etapa de lactancia**

La mayoría de las nuevas infecciones ocurren en la primera mitad del período seco y los dos primeros meses de lactancia, especialmente producido por los patógenos ambientales. La incidencia de infección suele ser alta en el último trimestre de la gestación y unos días antes del parto, y luego disminuye significativamente después del parto. En las vacas lecheras, estas infecciones prenatales están relacionadas con patógenos menores, pero algunas investigaciones han encontrado evidencia de infecciones patógenas importantes. Las vacas de calostro con estas infecciones pueden representar un importante reservorio de infección para los animales no infectados del rebaño (Rojas, 2017).

- **Raza**

En la mayoría de los casos la raza Holstein-Friesian es la que presenta mayor incidencia de mastitis bovina en relación con otras razas como la Jersey, Normando, entre otras. Pero esto puede reflejar diferencias significativas dentro del manejo de estas, en lugar de una verdadera diferencia genética (Rojas, 2017).

- **Características de ordeño**

La máquina de ordeño cambia la estructura del canal del pezón, reduciendo así su resistencia a la invasión de agentes extraños. El uso inadecuado de las pezoneras puede afectar la integridad

del pezón. Los principales factores que afectan a la infección intramamaria derivada del ordeño mecánico incluyen: los cambios en la concentración de microorganismos en la piel y el esfínter del pezón; la resistencia de los conductos del pezón a la invasión bacteriana; la dispersión de microorganismos en las glándulas mamarias y la frecuencia y cantidad de descarga de leche (Rojas, 2017).

- **Higiene de la ubre**

Las ubres a las que no se les aplica una li pieza adecuada, se encuentran asociadas con un RCS elevado y de igual manera con una mayor prevalencia de infección intramamaria debida a la presencia bacteriana. La limpieza y desinfección pre-ordeño juega un papel muy importante debido a que reduce la contaminación de organismos en la piel (Rojas, 2017).

- **Prácticas de higiene y de manejo en el hato**

El medio ambiente es un lugar donde se encuentran miles de bacterias y agentes infecciosos que pueden ocasionar mastitis bovina. La limpieza inadecuada de las instalaciones del hato, se manifiesta en un aumento bacteriano generando un foco de contaminación. Los equipos o materiales usados para el ordeño en malas condiciones de aseo o contaminados. Dentro de las prácticas de manejo que favorecen el desarrollo de la mastitis se encuentran no realizar el sellado de los pezones, mal o inadecuado lavado de la ubre y la manipulación de esta (Rojas, 2017).

2.2.14. BUENAS PRACTICAS DE ORDEÑO

Las buenas prácticas de ordeño son un pilar fundamental para la obtención de una materia prima de calidad, que nos permita un óptimo procesado de la leche y un producto final de excelencia. La producción de leche de la mejor calidad no solo permitirá obtener lácteos y derivados excelentes tanto a nivel nutritivo como sensorial, sino también conseguir los mejores productos desde el punto de vista higiénico-sanitario. El ordeño se debe realizar con paciencia y tranquilidad por personal capacitado y responsable. El lugar de ordeño debe estar limpio y libre de agentes contaminantes. Para realizar un buen ordeño, los ganaderos deben procurar arrear las vacas con calma, sin palos, sin animales ajenos a la producción lechera. Se deben evitar los gritos o ruidos fuertes que puedan estresar al animal, ya que esto puede afectar a la calidad de la producción (Camacho, 2018).

Los pasos para un buen ordeño según (PRONACA, 2016) son:

- Mantener las instalaciones y utensilios del ordeño limpios
- Arrear las vacas con tranquilidad
- Ponerse la ropa adecuada y lavarse las manos
- Limpiar pezones
- Realizar presellado
- Realizar el despunte
- Realizar la prueba de CMT
- Realizar el secado y limpieza del pezón
- Proceder a ordeñar
- Proceder a realizar el sellado
- Sacar las vacas fuera del lugar de ordeño

2.2.15. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico de muestras de leche incluye asepsia, identificación, transporte y almacenamiento adecuado de muestras, cultivo e identificación de microorganismos causantes de mastitis bovina.

2.2.15.1. Placas Petrifilm 3M

Son medios especiales de cultivos que ofrecen soluciones a través de pruebas fáciles de usar, rápidas, precisas y confiables, para análisis de diferentes tipos de microorganismos, en forma cuantitativa, resultados que se constituyen en indicadores de calidad (ADITMAQ, 2019).

Pruebas para Microorganismos Indicadores

- 6414 *E. coli/coliformes*
- 6416 *Coliformes totales*
- 6491 *Staphilococo express*
- 6448 *Listeria enviorment*
- 6421 Placas Petrifilm *Enterobacterias*
- 6433 Hisopo Quick Sawb
- 6462 Petrifilm Acid Lácticas
- Petrifilm para *Mohos y levaduras*

Las placas 3M Petrifilm™ utilizan un 75% menos energía, consumen un 79% menos de agua, producen un 75% menos de gases de efecto invernadero y disminuyen un 66% los residuos (en peso y volumen) en comparación con los métodos tradicionales (agar) (ADITMAQ, 2019).

Ventajas

- Elimina el lento y engorroso paso de preparación de medios de agar.
- Pruebas rápidas, confiables y consistentemente precisas.
- Estandarizada y simplifica el proceso de pruebas de indicadores cuantitativos microbianos.
- Garantiza los niveles más altos de calidad del producto (ADITMAQ, 2019).

Petrifilm *E. coli/coliformes*

Las Placas Petrifilm para el Recuento de Coliformes (Coliform Count, CC) contienen nutrientes de Bilis Rojo-Violeta, (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, y un indicador tetrazolium, que facilita el recuento de las colonias. La película superior atrapa el gas producido por los coliformes fermentadores de lactosa. La Organización sin fines de lucro (AOAC) Internacional y el Manual de Análisis Bacteriológico de la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) de los Estados Unidos definen los coliformes como colonias de bastoncillos Gram-negativos que producen ácido y gas durante la fermentación metabólica de la lactosa. Las colonias de coliformes crecen en la Placa Petrifilm CC y producen un ácido que causa el oscurecimiento del gel por el indicador de pH. El gas atrapado alrededor de las colonias rojas de coliformes confirma su presencia (ADITMAQ, 2019).

- Resultados en 24 horas
- Prueba lista y fácil de usar, solo 3 pasos: Inocula, Incuba, Interpreta.

Petrifilm *Staphilococo express*

Las Placas Petrifilm *Staph Express* para Recuento de *Staphylococcus aureus* son un medio de cultivo listo para ser empleado, que contiene un agente gelificante soluble en agua fría. El medio modificado cromogénico Baird-Parker en la Placa es selectivo y diferencial para el *Staphylococcus aureus*. Las colonias rojo-violeta en la Placa son *S. aureus*. Cuando solamente se aprecien colonias rojo-violeta, cuente las colonias y la prueba se habrá completado. Si encuentra flora de acompañamiento en el fondo de su prueba de *Staphylococcus aureus*, el Disco *Staph Express* Petrifilm de 3M™ se debe utilizar para diferenciar el *S. aureus* del resto

de las colonias sospechosas. El Disco *Staph Express* Petrifilm se debe utilizar cuando la placa presente colonias que no sean color rojo-violeta; por ejemplo, colonias negras o azul-verdosas. El Disco *Staph Express* Petrifilm contiene un indicador y ácido desoxirribonucleico (DNA). El *S. aureus* produce desoxirribonucleasa (DNasa) y la DNasa reacciona con el indicador para formar zonas rosadas. Cuando el Disco se inserta en la placa, el *S. aureus* (y ocasionalmente el *Staphylococcus hyicus* y el *Staphylococcus intermedius*) produce una zona rosada. Otros tipos de bacteria no producen zonas rosadas. El *S. aureus*, el *S. hyicus* y el *S. intermedius* integran la mayoría del grupo de los organismos comúnmente conocidos como *Staphylococcus coagulasa* positiva (ADITMAQ, 2019).

- Resultados en 24 horas
- Prueba lista y fácil de usar, solo 3 pasos: Inocula, Incuba, Interpreta.

Petrifilm para Enterobacterias

Las placas Petrifilm para *Enterobacteriaceae*. Un indicador rojo en la placa colorea todas las colonias y el film superior atrapa el gas en caso de que éste sea producido por las bacterias. Las bacterias acidificantes aparecen como colonias rojas rodeadas por una zona amarilla asociada a la producción de ácido que es detectado por el indicador de pH del medio (ADITMAQ, 2019).

- Resultados en 24 horas
- Prueba lista y fácil de usar, solo 3 pasos: Inocula, Incuba, Interpreta.

Petrifilm para Mohos y levadura

Las Placas Petrifilm para Recuento de Mohos y Levaduras (Yeast & Molds, YM) son un medio de cultivo listo para usarse, que contiene nutrientes de Saboraud, dos antibióticos, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de fosfatos (BCIP) que promueve el contraste y facilita el recuento de las colonias (ADITMAQ, 2019).

- Resultados en 48 horas
- Prueba lista y fácil de usar, solo 3 pasos: Inocula, Incuba, Interpreta.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque mixto

La presente investigación tuvo un enfoque mixto:

Cuantitativo

Escudero y Cortés (2018) menciona que el enfoque cuantitativo permite la recolección de datos e información, medición numérica y análisis estadístico.

El enfoque de la investigación fue cuantitativo debido a que se determinó la prevalencia de mastitis bovina y factores de riesgos.

Cualitativo

Escudero y Cortés (2018) El enfoque cualitativo permite la recolección de datos sin medición numérica y descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

El enfoque de la investigación fue cualitativo debido a que se determinó el efecto de los nosodes y del agente causal.

3.1.2. Tipo de Investigación

Exploratoria

La investigación exploratoria constituye una aproximación científica al estudio de un fenómeno, acopia datos empíricos, para la búsqueda de relaciones relevantes y la formulación de hipótesis. Además, se utiliza la metodología cualitativa y los métodos y técnicas empíricas (SlideShare, 2016).

Fue exploratoria debido a la identificación del agente causal de la mastitis.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

H₁: La identificación del agente causal y de los factores de riesgo, así como el uso de nosodes influyen en la prevalencia de mastitis bovina en el Cantón Montúfar.

H₀: La identificación del agente causal y de los factores de riesgo, así como el uso de nosodes no influyen en la prevalencia de mastitis bovina en el Cantón Montúfar.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

- Prevalencia de mastitis en el Cantón Montúfar.
- Factores de riesgo asociados a la mastitis bovina.
- Tipos de agentes causales.
- Tipos de nosodes.
- Dosis de nosodes.
- Efecto de los nosodes para el tratamiento de mastitis bovina.

3.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Prevalencia de mastitis en el Cantón Montúfar	Prueba de CMT	<ul style="list-style-type: none"> -Ordeñar y eliminar los dos primeros chorros de cada pezón. -Extraer 2ml de leche de cada pezón en la paleta de CMT. -Agregar el reactivo en igual volumen 2ml. -Mover la paleta en círculos para mezclar y observar la reacción mínimo 5 segundos. -Mantener en movimiento y observar la reacción a los 15 segundos. -Realizar la lectura de acuerdo a la viscosidad de la leche. 	Observación	Ficha de campo
Factores de riesgo	Manejo del hato	<ul style="list-style-type: none"> Chequeos de equipos. Chequeos de los procedimientos de ordeño. Chequeos de ubres. Sellado de pezones. Tratamiento a las vacas infectadas. Secado. Tratamiento de vacas secas. 	Entrevista	Cuestionario
Tipos de agentes causales	Identificación	<ul style="list-style-type: none"> -Patógenos contagiosos Gram+: <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Streptococcus agalactiae</i>, <i>Corynebacterium spp.</i>, y <i>Mycoplasma spp.</i> -Patógenos ambientales Gram-: <i>Escherichia coli</i>, <i>Klebsiella spp.</i>, <i>Streptococcus dysgalactiae</i>, <i>Streptococcus uberis</i>, y <i>Enterococcus spp.</i> Patógenos oportunistas: <i>Pseudomona spp.</i>, levaduras, <i>Prototheca spp.</i>, <i>Serratia marcescens</i> y <i>Nocardia spp.</i> 	Observación	Ficha de campo

Tipos de nosodes	Elaboración de nosodes	<p>Paso 1. Colocar en un frasco de vidrio color ámbar 1ml de leche infestada con mastitis en seguida añadir 9ml de alcohol etílico al 40% de pureza y dinamizar por dos minutos de forma ininterrumpida y ordenada.</p> <p>Paso 2. Extraer 1ml de la primera dilución, luego depositar en un recipiente esterilizado y añadir 9ml de agua desmineralizada y dinamizar por 25 minutos.</p> <p>Este procedimiento realizar en las diluciones 3, 4 y 5 respectivamente con agua desmineralizada en partes 1:9.</p> <p>Paso 3: Extraer 1ml de la quinta dilución después depositar en un frasco color ámbar y añadir 9ml de alcohol etílico al 40% y dinamizar por 2-5 minutos.</p> <p>Paso 4: Extraer 1ml de la sexta dilución a base de alcohol etílico y depositar en otro frasco limpio y añadir 9ml de agua desmineralizada e inmediatamente a dinamizar por 2- 5 minutos. Esta séptima y última dilución la denominaremos nosodes homeopático DH7 para el tratamiento de la mastitis.</p>	Observación	Ficha de campo
Dosis de nosodes	Alta y baja	<p>Baja: Septecimal para el DH7 (1:7).</p> <p>Media: decimal para el DH10 (1:10).</p> <p>Alta: centesimal para el CH10 (1:100).</p>	Observación	Ficha de campo
Efecto sobre el tratamiento de mastitis bovina	Evaluación de nosodes	Revisar semanalmente la reducción del conteo bacteriano y bajo conteo de células somáticas.	Observación	Ficha de campo

Elaborado por: Autores.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

Método deductivo

El método deductivo es el razonamiento que posibilita establecer predicciones partiendo de lo general para explicar lo particular (SlideShare, 2016).

Todos los mamíferos pueden contraer la mastitis; por lo tanto, la vaca es un mamífero y puede contraer mastitis.

METODOLOGÍA

FASE 1. Socialización con los ganaderos del cantón Montúfar y Prevalencia de mastitis

Registro e identificación de los animales

En la investigación se realizó fichas de identificación de las fincas positivas a mastitis, mediante la prueba CMT se diagnosticó el grado de afectación de cada vaca y se registró para darle seguimiento a los casos positivos.

Materiales

- Paleta fondo negro.
- Reactivo CMT
- Guantes quirúrgicos
- Hojas de registro para animales
- lapicero

Primero, se realizó la socialización con los ganaderos del cantón Montúfar – Carchi en la cual se explicó todo lo relacionado del proceso de investigación de la identificación del agente etiológico y evaluación de los nosodes en el tratamiento de mastitis bovina. Posteriormente se procedió a realizar la prueba del CMT (California Mastitis Test) a todas las vacas en producción para el control de la mastitis subclínica. De acuerdo a esta metodología se determinó el grado de afectación de cada vaca y se registró cada cuarto mamario o pezón, así como también el nombre o código de la vaca, dueño o nombre de la finca y fecha para así hacer un seguimiento para los casos que resulten positivos e identificar las causas y sus efectos sobre los tratamientos empleados en la investigación. La entrevista tuvo una duración de una tarde donde todos los ganaderos de la comunidad participaron y colaboraron para realizar la investigación. De acuerdo a Proganaves (2019) indica que el procedimiento adecuado para realizar la prueba de

CMT. consiste en lavar la ubre de la vaca y secar con una toalla de papel. La ubre debe estar limpia y seca. Descartar el primer chorro de leche. En la paleta de prueba de preferencia de fondo oscuro agregar 2ml a 3ml de leche de cada cuarto. Agregar igual cantidad de reactivo CMT. Agitar la paleta en forma circular hasta mezclar muy bien la leche y el CMT. Seguidamente se procedió a la interpretación que consiste en observar: si observa una mezcla homogénea es NEGATIVO (-), no presenta mastitis subclínica, es decir, cuarto sano. Si resulta TRAZAS (S) se debe poner a la vaca bajo vigilancia, y la comprobación de la enfermedad puede hacerse por un estudio en el laboratorio. Si resulta POSITIVO (1+ - 2++ - 3+++), proceder a su tratamiento conforme a la dirección de su médico veterinario. Es necesario repetir el procedimiento una vez por semana al 10% de las vacas en producción. Si se realiza la prueba por primera vez, es prudente hacerlo en todas las vacas en producción. Esto permitió determinar el grado de prevalencia de mastitis en esta asociación.

FASE 2. Identificación del agente etiológico de la mastitis bovina y entrevista.

Toma de muestras

- Se utilizó guantes individuales para cada animal.
- Se desinfectó con alcohol el pezón.
- Se tomó la muestra de leche directamente del pezón de cada vaca, en frascos estériles para recolección de muestras de 50ml solamente casos positivos a mastitis a través de la prueba CMT.

Materiales

- Placas Petrifilm 3M
- Hojas de registro para animales
- Guantes quirúrgicos
- Frascos estériles para recolección de muestras de 50ml
- Pipeta electrónica
- Incubadora
- Cooler de transporte
- Hielo
- Encuestas

A partir del análisis de las muestras de leche recolectadas de 25 fincas presentaron mayor índice de prevalencia de mastitis y para identificar el agente etiológico de la mastitis se realizó mediante las placas Petrifilm 3M™ de diferentes organismos como: *Mohos* y *Levaduras*, *Coliformes*, *Escherichia coli*, *Enterobacter* y *Staphylococcus aureus*. Las muestras de leche se trasladaron a una temperatura aproximada de 4 a 7 grados centígrados y se llevaron directamente al laboratorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), donde se realizó la recepción de las muestras para la identificación de los agentes causales de mastitis bovina mediante las placas Petrifilm 3M y para su correcto desarrollo se tomó en cuenta todas las instrucciones y protocolos establecidas para cada tipo de placa por parte de la empresa que desarrollo este producto.

Para la inoculación de *Mohos* y *levaduras* se procedió a colocar la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levantar la película superior. En forma perpendicular a la Placa Petrifilm, colocar 1ml de la leche positiva a mastitis en el centro de la película cuadrículada inferior, con la Pipeta Electrónica 3M™ (o cualquier otro dispositivo similar). Liberar la película superior dejando que caiga sobre la muestra. Sostener la barra cruzada del dispensor para mohos y levaduras, colocar sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra. Presionar suavemente el dispensor para distribuir la muestra. No girar ni deslizar el dispensor. Levantar el dispensor. Esperar por lo menos un minuto para permitir que se solidifique el gel y proceder a la incubación. Incubar las placas caras arriba en grupos de hasta 20 unidades entre 25°C a 28°C durante 48 horas. Las Placas Petrifilm pueden ser contadas mediante la interpretación recomendada por el fabricante (ADITMAQ, 2019).

Para la inoculación de *Coliformes* se procedió a colocar la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levantar la película superior. En forma perpendicular a la Placa Petrifilm, colocar 1ml de la leche positiva a mastitis en el centro de la película cuadrículada inferior, con la Pipeta Electrónica 3M™ (o cualquier otro dispositivo similar). Liberar la película superior dejando que caiga sobre la muestra. Sostener la barra cruzada del dispensor para mohos y levaduras, colocar sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra. Presionar suavemente el dispensor para distribuir la muestra. No girar ni deslizar el dispensor. Levantar el dispensor. Esperar por lo menos un minuto para permitir que se solidifique el gel y proceder a la incubación. Incubar las placas caras arriba en grupos de hasta 20 unidades entre 35°C durante 24 horas. Las Placas Petrifilm pueden ser contadas mediante la interpretación recomendada por el fabricante (ADITMAQ, 2019).

Para la inoculación de *E. coli* se procedió a colocar la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levantar la película superior. En forma perpendicular a la Placa Petrifilm, colocar 1ml de la leche positiva a mastitis en el centro de la película cuadrículada inferior, con la Pipeta Electrónica 3M™ (o cualquier otro dispositivo similar). Liberar la película superior dejando que caiga sobre la muestra. Sostener la barra cruzada del dispersor para mohos y levaduras, colocar sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra. Presionar suavemente el dispersor para distribuir la muestra. No girar ni deslizar el dispersor. Levantar el dispersor. Esperar por lo menos un minuto para permitir que se solidifique el gel y proceder a la incubación. Incubar las placas caras arriba en grupos de hasta 20 unidades entre 35°C durante 48 horas. Las Placas Petrifilm pueden ser contadas mediante la interpretación recomendada por el fabricante (ADITMAQ, 2019).

Para la inoculación de *Enterobacter* se procedió a colocar la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levantar la película superior. En forma perpendicular a la Placa Petrifilm, colocar 1ml de la leche positiva a mastitis en el centro de la película cuadrículada inferior, con la Pipeta Electrónica 3M™ (o cualquier otro dispositivo similar). Liberar la película superior dejando que caiga sobre la muestra. Sostener la barra cruzada del dispersor para mohos y levaduras, colocar sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra. Presionar suavemente el dispersor para distribuir la muestra. No girar ni deslizar el dispersor. Levantar el dispersor. Esperar por lo menos un minuto para permitir que se solidifique el gel y proceder a la incubación. Incubar las placas caras arriba en grupos de hasta 20 unidades entre 35°C durante 24 horas. Las Placas Petrifilm pueden ser contadas mediante la interpretación recomendada por el fabricante (ADITMAQ, 2019).

Para la inoculación de *Staphylococcus aureus* se procedió a colocar la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levantar la película superior. En forma perpendicular a la Placa Petrifilm, colocar 1ml de la leche positiva a mastitis en el centro de la película cuadrículada inferior, con la Pipeta Electrónica 3M™ (o cualquier otro dispositivo similar). Liberar la película superior dejando que caiga sobre la muestra. Sostener la barra cruzada del dispersor para mohos y levaduras, colocar sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra. Presionar suavemente el dispersor para distribuir la muestra. No girar ni deslizar el dispersor. Levantar el dispersor. Esperar por lo menos un minuto para permitir que se solidifique el gel y proceder a la incubación. Incubar las placas caras arriba en grupos de hasta 20 unidades entre

35°C durante 24 horas. Las Placas Petrifilm pueden ser contadas mediante la interpretación recomendada por el fabricante (ADITMAQ, 2019).

Entrevista

Se realizó una entrevista a los ganaderos del cantón Montúfar propietarios de las UPAs tomadas en cuenta para esta investigación, utilizando un cuestionario en el que se tomó en cuenta los factores de riesgo para la mastitis bovina referentes a la higiene, tipo de ordeño, tipo de caminos, antibióticos utilizados para el tratamiento de mastitis bovina y prácticas de ordeño.

FASE 3. Elaboración de nosodes

Materiales

- Frascos color ámbar de 50ml
- Jeringas quirúrgicas de 10ml
- Agujas
- Alcohol 40%
- Agua destilada

Consecutivamente se elaboró los nosodes mediante la dilución DH7, para lo cual se realizó los siguientes pasos según el protocolo de Saénz (2006):

- Se colocó 1ml de leche infectada con mastitis y se añadió 9ml de alcohol etílico al 40% de pureza, en un frasco color ámbar de 20ml, y se dinamizó (homogenizo) por dos minutos de forma ininterrumpida y ordenada (Saénz, 2006).
- De la primera dilución se obtiene 10ml en su totalidad, de la cual se extrae 1ml de material, se depositó en otro frasco color ámbar de 20ml esterilizado y se añadió 9ml de agua desmineralizada, y se procedió a dinamizar 5 minutos (Saénz, 2006).
- Este mismo procedimiento se repitió en las diluciones siguientes, en la 3, 4 y 5 respectivamente y se utilizó agua destilada en partes 1:9 (1ml de la dilución anterior y 9ml de agua destilada) (Saénz, 2006).
- En la quinta dilución se extrajo 1ml. y se depositó en un frasco color ámbar de 20ml y se añadió 9ml de Alcohol Etílico al 40%, y se procedió a dinamizar por 5 minutos. Esta

dilución la Denominamos la Tintura Madre (Sexta Dilución). y de esta dilución se obtuvo el nosodes homeopático para control y tratamiento de Mastitis subclínica en vacas afectadas (Saénz, 2006).

- De la sexta dilución se extrajo 1ml y se deposita en otro frasco color ámbar de 20ml, y se añadió 9ml de agua desmineralizada, y se procedió a dinamizar por 5 minutos (Saénz, 2006).
- La séptima y última dilución la denominamos Nosodes Homeopático DH7 para el tratamiento de la Mastitis. Para la aplicación de los nosodes se la realizó vía subcutánea en el pliegue ano-caudal por tres días consecutivo (Saénz, 2006).



Figura 4. Forma de preparación del nosodes homeopático.

Fuente: (Saénz, 2006)

Modo De Aplicación

La vía de administración fue subcutánea en el tercio medio del pliegue ano-caudal interno, a unos 6 centímetros de la base de la cola y en el centro del pliegue. Se inició con la sujeción del animal en la manga, se identificó a los animales positivos a mastitis bovina por el nombre o número de registro de la vaca, se levantó la cola del animal, se limpió con algodón y alcohol al

40%. Luego, se aplicó 2ml de la Séptima dilución (DH7) y se repitió durante 3 días consecutivos una aplicación diaria en el ordeño (Aymara y De la Cruz, 2015).

Eficacia

La efectividad del tratamiento nosodes DH7 fue comprobado mediante la prueba de campo CMT, haciendo un total de 2 muestreos, uno inicial para identificar los animales afectados con mastitis subclínica y otro final, después de aplicado el tratamiento para confirmar la respuesta de las vacas afectadas.

El análisis no fue paramétrico porque en nuestro estudio la variable Efectividad no presenta valores de referencia o parámetros que la hagan medible y Estadística Descriptiva para obtener la mayor y menor afección de mastitis y mayor y menor efectividad del tratamiento aplicado.

3.4.1. Análisis Estadístico

La fórmula que se utilizó para calcular la prevalencia fue la siguiente:

$$P = \frac{\textit{número de casos afectados}}{\textit{total de la muestra}} * 100$$

Se realizó muestreo a 384 vacas en 70 fincas del cantón Montúfar mediante la prueba de CMT, posteriormente las que den como resultado a infección de mastitis se realizará pruebas de laboratorio para el respectivo análisis e identificación del agente causal y así realizar el nosodes para evaluar el control de esta enfermedad aplicando a las vacas infectadas.

Para determinar los factores de riesgo para la mastitis bovina se utilizó el chi cuadrado de Pearson, y estadística descriptiva.

3.4.1.1. Población y muestra

Para el muestreo en fincas del Cantón Montúfar

Muestreo aleatorio simple

- Es muy efectivo en lugares donde se tiene bajo conocimiento acerca del control y prevención de la mastitis bovina.

- Debido a que la provincia del Carchi presenta más de un tercio de las vacas en producción con mastitis, es posible encontrar el 50% de probabilidad de esta enfermedad.
- Este tipo de muestreo para las vacas que resulten positivo a la prueba CMT nos proporciona un intervalo de confianza del 95%.
- Hay que tener en cuenta que todas las muestras recolectadas vendrán de diferentes fincas, para esto se va a realizar en 70 fincas totalmente diferentes.

El tamaño de la muestra se realizó por la siguiente ecuación:

$$n = \frac{1,96^2 * P_{exp} * (1 - P_{exp})}{d^2}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra requerida

P_{exp}= probabilidad de las incertidumbres involucradas (50%)

d= se desea una precisión absoluta (5%)

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)}{0,05^2}$$

$$n = \frac{0,9604}{0,0025}$$

$$n = 384,16$$

Al menos se requiere realizar toma de muestras en 384 animales, ubicadas en 70 fincas del Cantón Montúfar.

Toma de Muestras

Para el tamaño de muestra establecido anteriormente se ha tomado en cuenta la toma de datos de 70 fincas. En las fincas del Cantón Montúfar se recomienda utilizar overol, delantal de plástico, mascarilla guantes de caucho y todos los implementos necesarios para la ejecución de la investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. PREVALENCIA DE MASTITIS

Como se puede observar en la **tabla 3**, la prevalencia de mastitis en el cantón Montúfar fue del 35,71% de las fincas estudiadas, de las cuales corresponde a una mastitis subclínica el 18,58%, a mastitis clínica el 14,28% y a mastitis crónica el 2,85%.

Tabla 3. Porcentaje de prevalencia de mastitis según en número de UPAs evaluadas en el cantón Montúfar

	Mastitis Subclínica	Mastitis Clínica	Mastitis Crónica	Casos negativos	TOTAL
Numero de UPAs	13	10	2	45	70
Porcentaje%	18,58%	14,28%	2, 85%	64,29	100%
Prevalencia de mastitis	35,71%				

4.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE ETIOLÓGICO

Los resultados obtenidos de acuerdo a la **tabla 4**, fueron de *Escherichia coli/Coliformes* 64,00%, *Enterobacterias* 92,00%, *Staphylococcus aureus* 100,00%, *Mohos y levaduras* 0,00%. Como se puede observar que *Staphylococcus aureus* es el patógeno más común en las UPAs diagnosticadas con mastitis.

Tabla 4. Porcentaje de patógenos causantes de mastitis en UPAs evaluadas en el cantón Montúfar

Tipo de agente	<i>E.coli/Coliformes</i> (EC)	<i>Enterobacterias</i> (EB)	<i>Estafilococo</i> (STX) ¹	<i>Mohos y levaduras</i> (YM)
Total	64,00%	92,00%	100,00%	0,00%

¹Estafilococo (STX): *Staphylococcus aureus*

4.1.3. FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A MASTITIS

4.1.3.1. Mantenimiento del equipo del ordeño

Del total de UPAs evaluadas 50,0% no realizan chequeo de sus equipos debido a que realizan ordeño manual, 26,0% realiza cada 3 meses, 22,0% realiza cada 6 meses y 2,0% realiza cada 9 meses. El valor de chi cuadrado (**tabla 5**), indica que el mantenimiento y chequeo del equipo de ordeño no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 5. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para la frecuencia del mantenimiento del equipo del ordeño.

		Mantenimiento				Total
		No realiza	3 meses	6 meses	9 meses	
Diagnóstico	Negativo	26,0%	10,0%	2,0%	0,0%	38,0%
	Positivo	24,0%	16,0%	20,0%	2,0%	62,0%
Total		50,0%	26,0%	22,0%	2,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		6,596 ns				

4.1.3.2. Diagnóstico de la mastitis

De acuerdo a los valores de la **tabla 6**, se puede concluir que del 100% de personas encuestadas, 6,0% no conoce acerca de la mastitis y 94,0% si conoce acerca de la mastitis. El valor de chi cuadrado indica que el conocimiento acerca de la mastitis no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 6. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el conocimiento acerca de la mastitis.

		Conoce		Total
		No	Si	
	Negativo	2,0%	36,0%	38,0%
	Positivo	4,0%	58,0%	62,0%
Total		6,0%	94,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		0,030 ns		

4.1.3.3. Tipo de ordeño

Como se aprecia en la **tabla 7**, los resultados obtenidos son de 38,0% UPAs negativas a mastitis 26,0% tienen ordeño manual, y 12,0% tienen ordeño mecánico. De 62,0% UPAs positivas 24% tienen ordeño manual y 38,0% tienen ordeño mecánico. El valor de chi cuadrado indica que el tipo de ordeño si es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 7. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de ordeño.

		Ordeño		Total
		Manual	Mecánico	
Diagnóstico	Negativo	26,0%	12,0%	38,0%
	Positivo	24,0%	38,0%	62,0%
Total		50,0%	50,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		4,160*		

El ordeño mecánico es el que presenta un factor de riesgo para la mastitis bovina en relación al manual, los datos obtenidos fueron de 38,00% y 24,00% respectivamente en las UPAs diagnosticadas como positivas, como indica la **figura 5**.

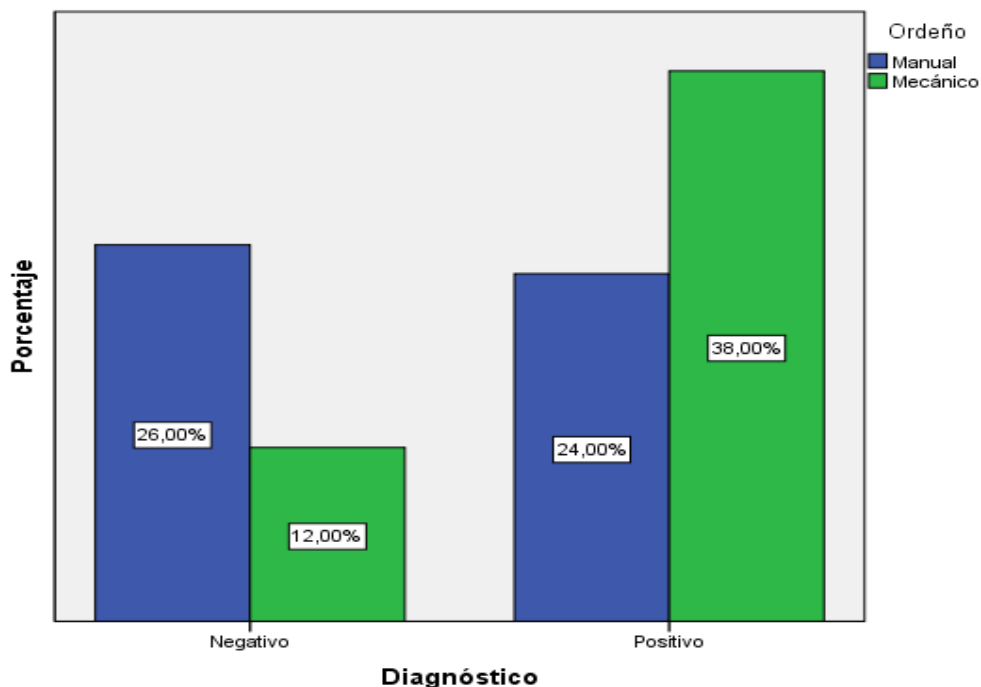


Figura 5. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de ordeño.

4.1.3.4. Tipo de caminos para el traslado de los animales dentro de la UPA

Dentro del tipo de caminos para el traslado de los animales, los valores obtenidos de acuerdo a la **tabla 8**, son que de 38,0% UPAs negativas a mastitis 4,0% disponen de vacovía, 18,0% tienen caminos secos y 16,0% tienen caminos húmedos. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 2,0% disponen de vacovía, 10,0% tienen caminos secos y 50,0% tienen caminos húmedos. El valor de chi cuadrado indica que el tipo de camino si es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 8. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de caminos para el traslado de los animales dentro de la UPA

		Caminos			Total
		Vacovía	Secos	Húmedos	
Diagnóstico	Negativo	4,0%	18,0%	16,0%	38,0%
	Positivo	2,0%	10,0%	50,0%	62,0%
Total		6,0%	28,0%	66,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		7,803*			

Según la **figura 6**, se puede observar que los caminos húmedos son los que presentan el mayor valor como factor de riesgo de mastitis bovina con un 50% de casos positivos a diferencia del vacovía que es la que presenta menor porcentaje de mastitis con un 2,0%.

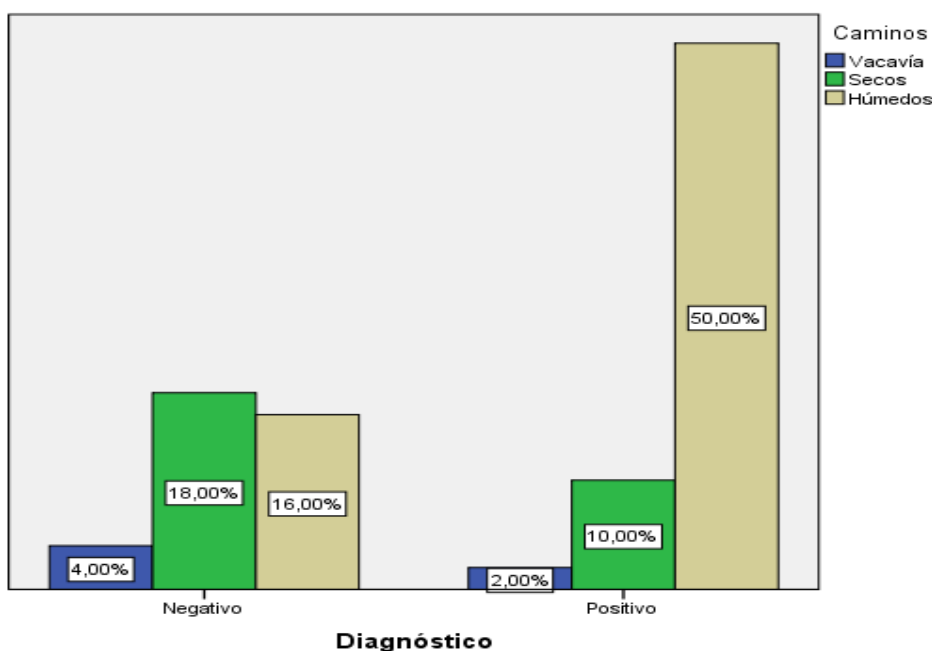


Figura 6. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para tipo de caminos para el traslado de los animales dentro de la UPA

4.1.3.5. Tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño

Como se observa en la **tabla 9**, los resultados obtenidos son de 38,0% UPAs negativas a mastitis 2,0% realizan una limpieza antes del ordeño, y 36,0% realizan un lavado. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 6,0% realizan una limpieza antes del ordeño, y 54,0% realizan un lavado y el 2,0% realizan otro tipo de limpieza. El valor de chi cuadrado indica que el tipo de limpieza que se realiza antes del ordeño no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 9. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño.

		Limpieza			Total
		Limpieza	Lavado	Otro	
Diagnóstico	Negativo	2,0%	36,0%	0,0%	38,0%
	Positivo	6,0%	54,0%	2,0%	62,0%
Total		8,0%	90,0%	2,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		0,976 ns			

A pesar, que el tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño no se considera como factor de riesgo, se puede observar en la **figura 7**, que el lavado de la ubre antes de ordeño es el que mayor frecuencia presenta, tanto en fincas negativas como positivas.

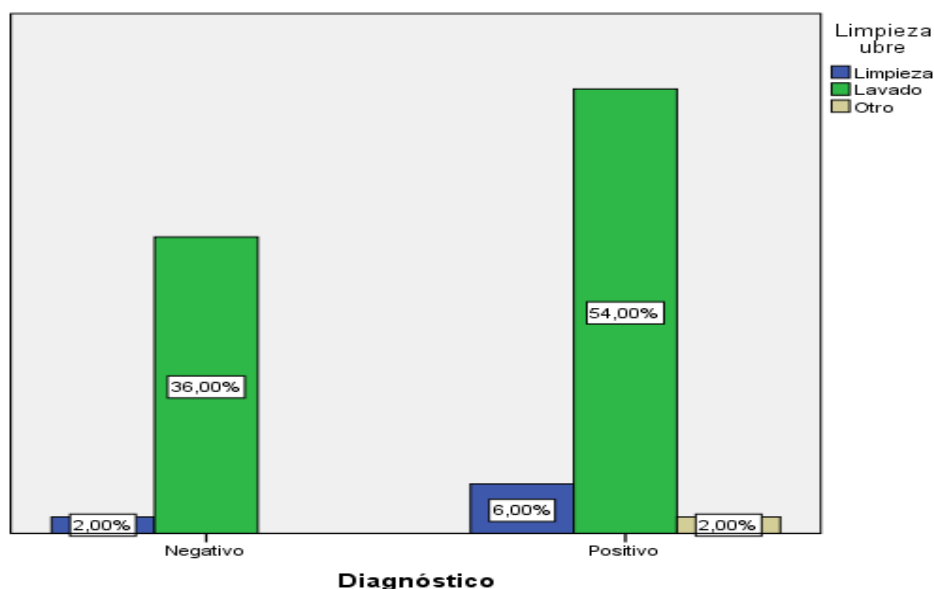


Figura 7. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño.

4.1.3.6. Secado de la ubre

Según la **tabla 10**, correspondiente al secado de la ubre, se puede observar que de 38,0% UPAs negativas a mastitis 14,0% realizan un secado con papel, 10,0% realizan un secado con toalla y 14,0% realizan un secado individual con toalla. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 36,0% realizan un secado con papel, 14,0% realizan un secado con toalla y 12,0% realizan un secado individual con toalla. El valor de chi cuadrado indica que el tipo de secado que se les realiza a las ubres de las vacas no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 10. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el secado de la ubre antes del ordeño.

		Secado			Total
		Papel	Toalla	Toalla individual	
Diagnóstico	Negativo	14,0%	10,0%	14,0%	38,0%
	Positivo	36,0%	14,0%	12,0%	62,0%
Total		50,0%	24,0%	26,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		2,515 ns			

4.1.3.7. Presellado de los pezones

En el presellado de los pezones antes del ordeño de 38,0% UPAs negativas a mastitis 4,0% no realizan el presellado y 34,0% si realizan un presellado. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 18,0% no realizan el presellado y 44,0% si realizan un presellado. El valor de chi cuadrado indica que el presellado no es un factor de riesgo para la mastitis bovina, como se puede evidenciar en la **tabla 11**.

Tabla 11. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el presellado de los pezones antes del ordeño.

		Presellado		Total
		No	Si	
Diagnóstico	Negativo	4,0%	34,0%	38,0%
	Positivo	18,0%	44,0%	62,0%
Total		22,0%	78,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		2,351 ns		

4.1.3.8. Desinfección de equipos y utensilios que se utilizan en el ordeño

Como se aprecia en la **tabla 12**, referente a la desinfección de equipos y utensilios, los resultados obtenidos fueron de 38,0% UPAs negativas a mastitis 2,0% realizan desinfección con agua 6,0% realizan desinfección con agua caliente, 14,0% realizan desinfección con detergente común, 16,0% realizan una desinfección con detergente ácido alcalino. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 4,0% realizan desinfección con agua, 12,0% realizan desinfección con agua caliente, 20,0% realizan desinfección con detergente común, 26,0% realizan desinfección con detergente ácido alcalino. El valor de chi cuadrado indica que el tipo de desinfección que se realiza en los equipos de ordeño no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 12. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para la desinfección de equipos y utensilios.

		Desinfección				Total
		Agua	Agua caliente	Detergente común	Detergente ácido-alcalino	
Diagnóstico	Negativo	2,0%	6,0%	14,0%	16,0%	38,0%
	Positivo	4,0%	12,0%	20,0%	26,0%	62,0%
Total		6,0%	18,0%	34,0%	42,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		0,184ns				

4.1.3.10. Tipo de pruebas de control de mastitis

En el tipo de pruebas que realizan para el control de mastitis, de acuerdo con la **tabla 13**, los resultados indican que de 38,0% UPAs negativas a mastitis 36,0% realizan la prueba CMT para el control de mastitis y 2,0% realizan la prueba de fondo negro para el control de mastitis. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 54,0% realizan la prueba CMT para el control de mastitis y 2,0% realizan la prueba de fondo negro para el control de mastitis y 6,0% otro tipo de pruebas. El valor de chi cuadrado indica que el tipo de prueba para el control de mastitis no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 13. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de pruebas de control de la mastitis

		Pruebas de mastitis			Total
		CMT	Fondo negro	Otro	
Diagnóstico	Negativo	36,0%	2,0%	0,0%	38,0%
	Positivo	54,0%	2,0%	6,0%	62,0%
Total		90,0%	4,0%	6,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		2,037 ns			

4.1.3.11. Tipo de medicina alternativa (nosodes) para el control de la mastitis

Como se aprecia en la **tabla 14**, los resultados que se obtuvieron fueron de 38,0% UPAs negativas a mastitis 34,0% no conocen un tipo de medicina alternativa para el control de mastitis y 4,0% si conocen un tipo de medicina alternativa para el control de mastitis. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 48,0% no conocen un tipo de medicina alternativa para el control de mastitis y 14,0% si conocen un tipo de medicina alternativa para el control de mastitis. El valor de chi

cuadrado indica que el conocer un tipo de medicina alternativa para el control de mastitis no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 14. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de medicina alternativa para el control de la mastitis.

		Medicina alternativa		Total
		No	Si	
Diagnóstico	Negativo	34,0%	4,0%	38,0%
	Positivo	48,0%	14,0%	62,0%
Total		82,0%	18,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		1,160 ns		

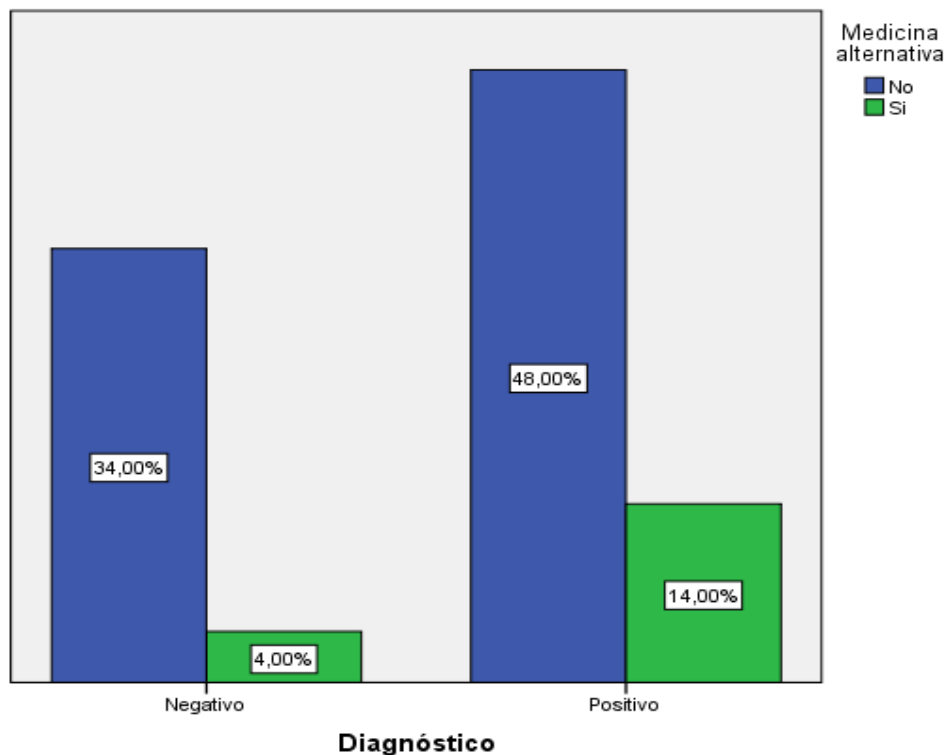


Figura 8. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el tipo de medicina alternativa para el control de la mastitis.

4.1.3.12. Período secado

Con respecto al periodo de secado pre-parto de la vaca los valores que se obtuvieron según la **tabla 15**, fueron de 38,0% UPAs negativas a mastitis 2,0% realizan el secado de la vaca pre-parto a los 4 meses, 14,0% realizan el secado de la vaca pre-parto a los 3 meses y 22,0% realizan el secado de la vaca pre-parto a los 2 meses. De 62,0% UPAs positivas a mastitis 4,0% realizan el secado de la vaca pre-parto a los 4 meses, 22,0% realizan el secado de la vaca pre-parto a los 3 meses y 36,0% realizan el secado de la vaca pre-parto a los 2 meses. El valor de chi cuadrado indica que el periodo de secado de la vaca pre-parto no es un factor de riesgo para la mastitis bovina.

Tabla 15. Porcentaje y valor de Chi cuadrado de Pearson para el periodo de secado que aplica al animal antes del ordeño.

		Período secado			Total
		4 meses	3 meses	2 meses	
Diagnóstico	Negativo	2,0%	14,0%	22,0%	38,0%
	Positivo	4,0%	22,0%	36,0%	62,0%
Total		6,0%	36,0%	58,0%	100,0%
Chi-cuadrado de Pearson		0,034 ns			

4.1.4. EFECTIVIDAD DE LOS NOSODES

La efectividad total del tratamiento con nosodes fue del 61,11%. En las vacas que presentaron mastitis subclínica se obtuvo el 71,43% de efectividad del tratamiento, en las vacas que presentaron mastitis clínica se obtuvo el 85,71% de efectividad del tratamiento y en las vacas que presentaron mastitis crónica se obtuvo el 0,0% de efectividad, todo esto se lo puede observar en la **tabla 16**.

Tabla 16. Porcentaje de efectividad de los nosodes aplicadas a UPAs positivas de mastitis bovina en el cantón Montúfar

Mastitis subclínica	71,43%
Mastitis clínica	85,71%
Mastitis crónica	0,00%
Efectividad del tratamiento	61,11%

4.1.5. COMPARACIÓN DE COSTOS DE TRATAMIENTO DE LA MASTITIS BOVINA

En la **tabla 17** se detallan los valores correspondientes al costo total por tratamiento y se observa que la aplicación con nosodes DH7 tuvo una inversión de 2,49USD por tratamiento y el antibiótico Ceftiomic con una inversión de 10,80USD.

Tabla 17. Comparación económica del tratamiento homeopático (nosodes DH7) y un antibiótico (Ceftiomic)

CONCEPTOS	TRATAMIENTO	
	NOSODES DH7 (10ml)	ANTIBIÓTICO (CEFTIOMIC 100ml)
COSTO DEL ANTIMASTÍTICO	\$-	\$30,00
JERINGAS	\$1,00	\$-
AGUJAS	\$0,80	\$-
ALCOHOL 40%	\$0,10	\$-
AGUA DESTILADA	\$2,25	\$-
TOTAL EGRESOS	\$4,15	\$30,00
TOTAL EGRESOS POR TRATAMIENTO	\$2,49	\$10,80
TOTAL EGRESOS POR DOSIS	\$0,83	\$3,60

4.2. DISCUSIÓN

En general, se desconoce el estado de la mastitis en Ecuador y es muy poco evaluada. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que la incidencia de mastitis es alta. La prevalencia de mastitis en el cantón Montúfar que se obtuvo en la presente investigación es del 35,71%. Este valor concuerda con los resultados obtenidos por Avellán, Zambrano, De la Cruz, Cedeño, Delgado, Rezabala y Macías (2019) en el cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí, Ecuador, quienes encontraron el 38,57%. Datos proporcionados por Rosario y Pezantes (2016) en la región oriental de la provincia del Azuay, son similares ya que indica una prevalencia de mastitis bovina del 40,70%. Además, este resultado concuerda según el análisis de Barragán y Guailas (2012) en la parroquia Chantaco del cantón Loja, Ecuador, (Sánchez, 2014) en la comunidad de Chaupi, Cayambe – Ecuador, (Vásquez, Loaiza, Olivera, 2011) en Medellín, Colombia, determinaron la prevalencia del 44,30%, 39% y 39,50% respectivamente. Por otra parte, existen autores que refieren a valores de prevalencia mayores como los propuestos por Bonifaz y Conlago (2016) en Paquistancia, Ecuador, muestran que la prevalencia es del 64%. Asimismo, Almeida (2015), indica que la prevalencia fue del 60% en el centro Recolección de leche en la comunidad San Pablo Urco (Cayambe).

En cuanto a los patógenos causantes de mastitis encontrados en este estudio, la prevalencia de estas etiologías es muy diferente, los resultados obtenidos fueron del 100,00% *Staphylococcus aureus* siendo así este patógeno el dominante sobre los demás patógenos identificados. Por otra parte, un estudio realizado por Cervantes, Portela, Hernández, Domínguez, Gómez, Villagómez y Barriento (2017) en el Trópico húmedo en Veracruz, México, indica resultados menores, donde *Staphylococcus aureus* presentó el 59,00%. De igual manera, Andrade y Sánchez (2018) en su investigación, obtuvieron resultados menores que los anteriormente nombrados, señalando así que la presencia de *Staphylococcus aureus*, fue del 55,20% en la provincia de Bolívar, Ecuador. Otros patógenos que se observaron en esta investigación fueron *Escherichia coli/Coliformes* 64,00%, *Enterobacterias* 92,00%. Así, Bonifaz y Conlago (2016) en Paquistancia, Ecuador, establecen datos menores a los anteriormente nombrados, *Escherichia coli* 13%, *Enterobacterias* 29,21%. Asimismo, en la Provincia de Bolívar, Andrade y Sánchez (2018), en su investigación obtuvo datos mínimos del 1,50% de *Enterobacter* y *Escherichia coli*. En lo que respecta a los microorganismos encontrados en la presente investigación, fueron de origen bacteriano y en cuanto a mohos y levaduras no hubo crecimiento. Resultados idénticos en el cantón Cayambe – Provincia de Pichincha, Ecuador, concuerda con Proaño y Vásquez (2013) menciona que en su estudio no hubo crecimiento de *mohos* y *levaduras*. Sin

embargo, Yusef (2017) en la Región de Los Ríos, Chile, encontró el 10,5% de cepas de *levaduras* de casos de mastitis subclínica. Asimismo, en la Provincia de Bolívar, Ecuador, Andrade y Sánchez (2018) encontraron el 3,0% de levaduras. Mientras tanto Cervantes, Portela, Hernández, Domínguez, Gómez, Villagómez y Barrientos (2017) en Veracruz, México, no hay datos, pero mencionan en su estudio que la presencia del microorganismo del género *Candida* fue bajo, además señalan que la importancia de este agente causal conduce a la lisis celular con alteraciones superficiales de la ubre que permiten la adherencia y la infección. Otra investigación similar explica Becerra, Carvajal, Medellín, Vargas y Abella (2014) en Boyacá, Colombia, se encontró *levaduras* con 0,20% en vacas con mastitis.

En lo que compete a los factores de riesgo que son causantes de mastitis en la presente investigación se puede evidenciar que el tipo de ordeño que existe dentro de cada finca si resulta ser un factor de riesgo, evidenciando así que el ordeño mecánico es el factor de riesgo de mastitis bovina con un 38% de casos positivos a diferencia del manual que presenta un 24%. Por otro lado, en Antioquia, Colombia, Ramírez, Arroyave, Cerón, Jaramillo, Cerón y Palacio (2011) dentro de su investigación obtuvieron resultando similares, para ordeño manual el 37,70% y para ordeño mecánico el 42,80%. Esta información es similar a lo propuesto por Coronel y Espinosa (2017) en la región occidental de la provincia de Azuay, según el sistema de ordeño, se obtuvieron diferencias significativas entre el ordeño manual y mecánico el 73,70% y 100% respectivamente, siendo este último el de mayor prevalencia, señalando que esto se debe principalmente al manejo inadecuado de las máquinas ordeñadoras.

De igual manera otro factor de riesgo que se presenta en esta investigación fue el tipo de camino, donde se pudo evidenciar que el que mayor acción presenta sobre la mastitis bovina son los caminos húmedos, con un 50% de casos positivos, seguido de los caminos secos que presentan un 10,0% y por último a la vaco-vía que es la que presenta menor porcentaje de mastitis con un 2,0%. Según Cordero, Salazar y Gamarra (2014) en San Felipe – Huaura, Perú, quienes demostraron resultados donde los caminos húmedos alcanzan valores del 67% y caminos secos representan el 33%. Los caminos húmedos indican que es una variable a considerar como factor de riesgo a mastitis. Este factor es muy significativo ya que el exceso de humedad tanto en los caminos como en los corrales favorece la acumulación de agentes extraños y por ende ocasiona la contaminación de los pezones ya sea por acción de microorganismos contagiosos e infecciones ambientales.

Por otra parte, en el análisis de los factores de riesgo, para la presente investigación no se consideraron como un riesgo para la mastitis bovina el conocimiento de la enfermedad (mastitis bovina), Asimismo, resultados proporcionados por Conlago (2013) en la comunidad Paquiestancia, Cayambe – Ecuador demuestran que el 13% no tiene conocimiento acerca de la enfermedad y el 87% tiene conocimiento sobre la mastitis. Datos relacionados son los obtenidos por Santivañez, Gómez, Cárdenas, Escobedo, Bustinza y Peña (2013) en los Andes peruanos en el distrito de Tamburco (Abancay, Apurímac, Perú), indican que el 24% no conoce la presencia de mastitis mientras que el 75% si conoce acerca de la mastitis. Es fundamental conocer la mastitis con la finalidad de tomar medidas y acciones a tiempo en cuanto se identifica al animal enfermo para de esta manera reconocer el grado de infección en la vaca y determinar los microorganismos causantes para el posterior tratamiento.

Otro factor que de acuerdo con los datos obtenidos en esta investigación no fue considerado como un riesgo para la mastitis bovina fue la limpieza de la ubre, por lo que puede considerarse como factor de protección, donde en las UPAs positivas a mastitis se obtuvieron resultados del 6,0% realizan una limpieza antes del ordeño, 54,0% realizan un lavado y el 2,0% realizan otro tipo de limpieza. De acuerdo con datos obtenidos en los Andes peruanos en el distrito de Tamburco (Abancay, Apurímac, Perú), por Santivañez et al., (2013) afirman que en vacas positivas a mastitis el 79,90% sí hay lavado y el 20,09% no hay lavado, es decir que existe otro tipo de limpieza de la ubre en la cual implica que el tipo de limpieza de la ubre antes del ordeño no ha sido significativo, por lo tanto, no constituye como factor de riesgo asociado a mastitis bovina. Asimismo, en San Felipe – Huaura, Perú, Cordero, Salazar y Gamarra (2014) indican que 84% existe lavado de la ubre antes del ordeño, razón por la cual coincide la investigación ya que mencionan que esta variable no constituye un factor de riesgo potencial de mastitis. El lavado antes del ordeño es la técnica más utilizada por los ganaderos, en los casos positivos para mastitis de igual manera esa la técnica en la que más se presenta la mastitis. Con esta práctica se puede eliminar microorganismos patógenos e impurezas que están en los pezones del animal, así logramos reducir el riesgo de una infección de agentes causantes de mastitis y la alteración de la leche después del ordeño.

El tipo de secado de la ubre tampoco fue considerado como un factor de riesgo para la mastitis bovina en la presente investigación, los resultados que se obtuvieron en casos positivos fueron del 36,0 % realizan un secado con papel, 14,0 % realizan un secado con toalla y 12,0% realizan un secado individual con toalla. Otros resultados propuestos por Cordero, Salazar y Gamarra (2014) en San Felipe – Huaura, Perú, demuestran que el 69% secan con la misma toalla, siendo así superiores a los anteriormente nombrados; sin embargo, los datos obtenidos con el secado con papel son similares a la investigación con un 31% respectivamente. Además, mencionan que, al realizar el secado con toalla para todas las vacas en producción, favorece la proliferación de la mastitis contagiosa ya que la transmisión ocurre cuando se realizan prácticas inadecuadas en el ordeño, así como la falta de higiene de los utensilios del ordeño, manos del operario y la utilización de toallas para secar a varias vacas.

De igual manera la práctica del presellado antes del ordeño no es considerado un factor de riesgo para la mastitis bovina de acuerdo con esta investigación, por lo que se considera como un factor de protección, se obtuvieron resultados en casos positivos a mastitis donde el 18,0% no realizan el presellado y 44,0% si realizan un presellado. Resultados superiores encontrados en Antioquia, Colombia, por Ramírez, Arroyave, Cerón, Jaramillo, Cerón y Palacio (2011) indican, que si no se realiza esta práctica de ordeño representa el 54,0% de mastitis ocasionada en el hato lechero, en donde se realiza un presellado correcto o adecuado presenta el 40,10% de mastitis. Razón por la cual mencionan que el presellado es un factor asociado a protección contra la mastitis. Además, en el estudio realizado por Coronel y Espinosa (2017) en la región occidental de la provincia de Azuay, muestran que los datos obtenidos arrojan que los que realizan presellado indica el 38,90% de mastitis y los que no realizan el presellado calcula el 42,20% de mastitis ocasionando mayor prevalencia de mastitis en las vacas en producción. El presellado es una de las medidas preventivas que ayudan a tener un mejor control sobre la mastitis ya que permite la desinfección de los cuartos mamarios previos al ordeño como también la eliminación de sustancias extrañas.

Asimismo, dentro de esta investigación el realizar pruebas para la detección de mastitis no fue considerado como un factor de riesgo, sino más bien como un factor de protección de la mastitis, los datos obtenidos en UPAs positivas fueron del 54,0% realizan la prueba CMT para el control de mastitis y 2,0% realizan la prueba de fondo negro para el control de mastitis y 6,0% otro tipo de pruebas. De igual manera resultados similares proporcionados por Cordero, Salazar y Gamarra (2014) en San Felipe – Huaura, Perú, indica que el 47% de los ganaderos realizan

prueba de mastitis de California Mastitis Test al menos una vez, esto quiere decir, que en la Asociación de Ganaderos San Felipe, el 53% realiza otro tipo de prueba o no la realiza la prueba cada mes. Por otra parte, los resultados propuestos por Conlago (2013) en la comunidad de Paquiestancia, Cayambe, Ecuador, estos datos se alejan en cuanto a los resultados de la investigación ya que el 64% es positivo a mastitis en la UPAs, sin embargo, los datos en cuanto se refieren al diagnóstico de la enfermedad por CMT no coinciden, ya que el 9% de los ganaderos realizan la prueba de CMT para la detección de la enfermedad, pero el 91% de los ganaderos no realizan la prueba de campo y ningún otro tipo de método para detectar la enfermedad. Cabe recalcar que la importancia de las pruebas de campo radica en mantener una disminución de incidencia de mastitis, pero agrega que no solo se debe considerarse ese factor dentro del manejo del establecimiento, ya que hay muchos otros factores predisponentes que se deben tomar en cuenta en la rutina del ordeño para el mejoramiento del trabajo, los procesos de manejo e incrementar la productividad, sin dejar atrás los otros factores que permiten una excelente producción, nutrición, sanidad e instalaciones adecuadas.

De igual manera en la presente investigación el periodo de secada del animal pre-parto no fue considerado como un factor de riesgo para la mastitis bovina, se obtuvieron resultados en casos positivos del 4,0% realizan el secado de la vaca pre-parto a los 4 meses, 22,0% realizan el secado a los 3 meses y 36,0% realizan el secado de la vaca a los 2 meses. De acuerdo con la investigación realizada por Mora, Vargas, Romero y Camacho (2015) en Costa Rica, explican que se observó un aumento de 30 días sobre el promedio de duración de la lactancia previa, se asoció con una mayor infección a mastitis en la presente lactancia (OR 1,04). Es decir, periodos de secados muy cortos o lactancias de extensa duración pueden estar ligadas a deficiencias en el secado, seguidamente de la inadecuada preparación de la ubre para la siguiente lactancia, lo que resultaría la probabilidad de 1,04 de aparición de mastitis en el hato.

En la presente investigación la efectividad de los nosodes, tratamiento septecimal (DH7) fue de 61,11%. Asimismo, Barrera y Escoto (2008) en el municipio de Paiwas de la RAAS, Nicaragua, obtuvo un 68% de control de la mastitis por aplicación ano-caudal del nosodes DH7. En comparación, con los resultados del tratamiento DH10 realizado por Cuesta, Valera, Linares y Fragoso (2008) fueron del 88.8% de efectividad. Por otro lado, Calero (2017) en el municipio de Condega, Departamento de Estelí, Nicaragua obtuvo resultados similares con un 70,14% de efectividad de tratamiento (DH10), señalando que el tratamiento DH10 es superior al DH7 en los 3 casos anteriormente nombrados. Las vacas que resultaron positivo a la infección se

clasificaron en 3 grupos de acuerdo con el grado de afección de la enfermedad, estos fueron mastitis subclínica, mastitis clínica y mastitis crónica. En las vacas que presentaron mastitis subclínica en el cantón Montúfar se obtuvo el 71,43% de efectividad del tratamiento DH7. Así mismo, Calero (2017) menciona que existe una mejoría de vacas enfermas de mastitis subclínica del 68.49% teniendo así una mejoría casi similar a la presente investigación. En las vacas que presentaron mastitis clínica en el cantón Montúfar se obtuvo el 85,71% de efectividad del tratamiento DH7. Resultados menores propuestos por Barrera y Escoto (2008) es del 78,00% de efectividad esto es debido a que los tratamientos a base de nosodes son considerados homeopáticos u holísticos, lo cual implica una forma de actuar activando el sistema inmunológico, con lo cual se cura el origen de la enfermedad.

En esta investigación los costos para la elaboración de nosodes DH7 comprenden los valores correspondientes al costo total por tratamiento de 2,49USD por tratamiento y el antibiótico Ceftriomic con una inversión de 10,80USD. De igual manera, Aymara y De La Cruz (2015) en el cantón Mejía – Pichincha, Ecuador, demuestran valores correspondientes al costo total por tratamiento en la cual el tratamiento con nosodes tuvo una inversión de 9,38USD, así como la aplicación de un antibiótico por vía intramamaria con una inversión de 97,50USD.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de campo CMT en el cantón Montúfar fue del 35,71%.
- Los agentes etiológicos identificados en la leche de vacas positivas a mastitis del cantón Montufar fueron: *Staphylococcus aureus* 100,00%, *Enterobacterias* 92,00%, *Escherichia coli/Coliformes* 64,00%, *Mohos y levaduras* 0,00%.
- Se consideró como factores de riesgo para la mastitis bovina al tipo de ordeño que se maneja dentro de cada finca, así como también al tipo de camino que existe dentro de cada una de ellas.
- No consideró como factores de riesgo para la mastitis bovina a los siguientes: Conocimiento de la enfermedad, chequeo de equipos de ordeño , limpieza de la ubre (pre-ordeño),secado de la ubre, presellado de la ubre, desinfección de equipos y utensilios del ordeño, antibióticos aplicados para el control de mastitis bovina, pruebas para el control de mastitis bovina, conocimiento de medicina alternativa, periodo de secado del animal pre-parto, antibióticos aplicados para el secado del animal pre-parto
- La efectividad de los nosodes mediante el tratamiento DH7 en el cantón Montúfar fue del 61,11%.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar una rutina de ordeño adecuado con el fin de disminuir la prevalencia de mastitis bovina.
- Se recomienda que los tipos de caminos por donde transitan las vacas estén en buenas condiciones, caminos o vacovía que dispone la finca estén secos con la finalidad de reducir la mastitis bovina.
- Se recomienda una adecuada limpieza de la ubre de la vaca antes del ordeño para prevenir la mastitis bovina.
- Se debe realizar el presellado y sellado de los pezones al igual que el despunte para evitar la transmisión, propagación de la enfermedad y de esta manera reducir la prevalencia de mastitis bovina.
- Se recomienda que en el ordeño manual y ordeño mecánico debe estar en las mejores condiciones de asepsia ya sea con los instrumentos, equipos y utensilios como también la higiene del ordeñador para evitar la propagación e infección de la enfermedad por los diferentes tipos de agentes causales de la mastitis bovina.
- Se recomienda aplicar la prueba de CMT en el hato lechero mensualmente para diagnosticar y monitorear la enfermedad con el fin de controlar la invasión de diferentes grados de mastitis subclínica.
- Se sugiere llevar un registro de control sanitario de diagnóstico de mastitis de cada vaca, edad, tiempo de lactancia, número de parto y tratamiento aplicado.
- Se recomienda aplicar nosodes como tratamiento natural para el control de la mastitis bovina porque abarata los costos, no deja residuos, es ecológico en comparación con tratamientos convencionales como también resulta efectivo.

- Se debe realizar una vacuna para *Staphylococcus aureus* debido al ser el agente causal de mastitis bovina más común en las fincas estudiadas del cantón Montúfar.
- Se recomienda realizar investigaciones para comparar el efecto entre nosodes, hemoterapia y vacuna para el tratamiento de la mastitis bovina.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, V. y Rivadeneira, A. (2008). *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha*. Quito: Ecuador. Proyecto de grado en la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ciencias Agropecuarias – I.A.S.A. pág. 5, 116. Obtenido de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2553/1/T-ESPE-IASA%20I-003435.pdf>
- Aymara, J., y De La Cruz, E. (2015). *Evaluación de nosodes homeopáticos en el tratamiento de mastitis subclínica bovina y calidad de leche en el cantón Mejía hacienda Puichig, Pichincha, 2015*. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UTC. Latacunga. 139 p. Obtenido de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2787/1/T-UTC-00323.pdf>
- ADITMAQ. (2019). Desarrollo e Innovación de principio a fin en la industria alimenticia. 3M. Obtenido de: <https://www.aditmaq.com/3m-petrifilm/>
- Almeida, D. (2015). *Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis test e identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche en la comunidad San Pablo Urco, Olmedo*. Cayambe: Ecuador, 2014.
- Andrade, C., y Sánchez, A. (2018). Estudio clínico, microbiológico y estimación económica de mastitis bovina, en la Cooperativa de Producción Agropecuaria “El Salinerito”, Provincia Bolívar – Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE. Obtenido de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14267/1/T-IASA%20I-005437.pdf>
- Andrade, M., Espinoza, M., Rojas, J., Ortíz, P., Salas, G., y Falcón, V. (2017). Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(11),1-16. [fecha de Consulta 17 de marzo de 2021]. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=636/63653574004>
- Avellán, R., Zambrano, M., De la Cruz, L., Cedeño, C., Delgado, M., Rezabala, P., y Macías, Y. (2019). Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino, mediante la prueba California Mastitis Test, en el cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, Ecuador. *Revista Amazónica y Ciencia y Tecnología*, Ene. - Abr. 2019 Volumen 8 (1): 62-70. Obtenido de: https://app.utm.edu.ec/sga/tmp/hoja_vida_tmp/INVESTIGACIONES/1311767022_ARTICULO%20EN%20REVISTA_20190430__20200621%20174043.pdf

- Balarezo, E. (2011). *Implementación de un diseño de pago por calidad de leche en la Asociación San Francisco de Línea Roja, Cantón Montúfar*. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí: Ecuador. Obtenido de: <file:///C:/Users/Core%20i5/Downloads/T-ESPE-IASA%20I-004552.pdf>
- Barragán, F., y Guailas, E. (2012). Diagnóstico de mastitis subclínica por el método california mastitis test, aislamiento, identificación y sensibilidad del germen en las ganaderías de la parroquia Chantaco del cantón Loja. Universidad Nacional de Loja. Obtenido de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5389>
- Barrera, S. M., y Escoto, C. O. (2008). *Terapia homeopática con nosode en el control de mastitis bovina en Finca Santa Ana, municipio de Paiwas de la RAAS, Nicaragua*. Managua, Paiwas, Nicaragua. Obtenido de <https://docplayer.es/60004153-Tesis-terapia-homeopatica-con-nosode-en-el-control-de-mastitis-bovina-en-finca-santa-ana-municipio-de-paiwas-departamento-la-raas-nicaragua.html>
- Bascuñán, C. (2015). *Mastitis bovina: Nuevos aspectos de diagnóstico, tratamiento y control*. Universidad de Chile. Obtenido de: [file:///C:/Users/Core%20i5/Downloads/mastitis%20bovina%20nuevos%20aspectos%20de%20diagnostico%20tratamiento%20y%20control%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Core%20i5/Downloads/mastitis%20bovina%20nuevos%20aspectos%20de%20diagnostico%20tratamiento%20y%20control%20(1).pdf)
- Baucells, J. (2019). *GANADERIA.COM*. Obtenido de <https://www.ganaderia.com/destacado/El-coste-economico-de-la-Mastitis-en-vacuno-lechero%7Cevaluacion-y-calculo>
- Becerra, R., Carvajal, Z., Medellín, M., Vargas, J., y Abella, J. (2014). Prevalencia de bacterias causantes de mastitis en fincas lecheras de Toca. Boyacá: Colombia. Dialnet. *Revista Ciencia y Agricultura*, ISSN 0122-8420, ISSN-e 2539-0899, Vol. 11, N.º. 1, 2014, págs. 47-53
- Bedolla, C., Castañeda, V., Wolter, W. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina, *Revista electrónica de veterinaria REDVET*, 8(9).
- 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. Cayambe, Pichincha, Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 24, núm. 2 DOI: <http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.04>
- Briones, F. (s.f.). *Homeopatía*. Obtenido de homeopatía medicina veterinaria: https://www.homeovet.cl/index.php/manual-de-med-vet-homeopatica-1990/primeraparte-teoria/28-capitulo-vii-los-nosodes?fbclid=IwAR3M1i9Wh2pe6mG7_9-XLH52ugenEfeVln8hKrEIF_k7FVYtC1yqB4ifKAw

- Calero, E. (2017) *Terapia homeopática con nosodes para el control de mastitis subclínica bovina*. Universidad nacional Agraria. Obtenido de: <https://repositorio.una.edu.ni/3666/>
- Camacho, A. (2018). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de <https://lechepascual.es/articulos/leche-pascual/buenas-practicas-de-orden/>
- Cervantes, P., Portela, S., Hernández, A., Domínguez, B., Gómez, F., Villagómez, J.A.S., y Barrientos, M. (2017). *Aislamiento de patógenos causantes de mastitis subclínica en vacas del trópico húmedo en Veracruz, México*. págs. 1-7. Veracruz: México. Obtenido de <https://aicarevista.jimdo.com/n%C3%BAmeros/vol%C3%BAmen-10-2017/>
- Conlago, L. (2013). *Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en la comunidad Paquiestancia, Cayambe – Ecuador, 2012*. Obtenido de: http://rraae.org.ec/Record/UPS_89cdd557c06d03b6bf580eb8c3034418
- Coronel, I., y Espinosa, I. (2017). *Prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero de la zona occidental de la provincia del Azuay*. (Bachelor's thesis). Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26224>
- Cordero, P., Salazar, I., y Gamarra, S. (2014). Factores epidemiológicos en la prevalencia de mastitis subclínica en vacunos lecheros de pequeños productores de la irrigación “San Felipe”- Huaura. *Canales Científicos*, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima: Perú. ISSN 2519-7398. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v75i1.942>
- Cuesta, M., Valera, R., Linares, F., y Fragoso, B. (2008). *Nosodes*. Terapia Homeopática de la mastitis subclínica bovina. Universidad de Cienfuegos, Facultad de Ciencia Agrarias, Cuatro Caminos, Cien fuegos-Cuba: rvalera@ucfinfo.ucf.edu.cu
- De la Cruz, E., Díaz, P., y Bonifaz, N. (2018). *Gestión de calidad de leche de pequeños y medianos ganaderos de centros de acopio y queserías artesanales, para la mejora continua*. Carchi, Ecuador: La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 27(1):124-136. <http://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.10>.
- Escudero, C., y Cortés, L. (2018). Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica. Universidad Técnica de Machala. ISBN: 978-9942-24-092-7. Obtenido de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodosCualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf>

- FAO. (2015). Ganadería lechera a nivel mundial. Portal Lácteo. Producción de leche en países de desarrollo. Obtenido de: <http://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>
- Farmaland. (2018). Síntomas y tratamiento de la mastitis bovina. Obtenido de: <http://farmaland.com.co/sintomas-y-tratamiento-de-la-mastitis-bovina/>
- Gómez, R. (2015). Mastitis bovina. Sitio Argentino de Producción Animal. Obtenido de: Enciclopedia Bovina, BM Editores. www.produccion-animal.com.ar
- Gutiérrez, A. (2017). Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. *Revista alergia México*, 64(1), 109-120. <https://doi.org/10.29262/ram.v64i1.252>
- Guzñay, M. (2016). Estudio integral de la mastitis bovina para controlar su incidencia en la comunidad San Pedro de Iguazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba: Ecuador.
- Guzmán, D. (2015). Factores inherentes para la presentación de mastitis bovina y nuevos avances en su tratamiento. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas- Antioquia: Colombia. Obtenido de: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1730/1/Factores_inherentes_presentacion_mastitis_bovina.pdf
- Hidalgo, D. (2019). *C.M.T. California Mastitis Test. Reactivo en solución para detección de mastitis*. Laboratorios LIFE C.A. Quito: Ecuador.
- INEC. (Instituto Nacional Ecuatoriano de Censos, 2015). *Tercer Censo Agropecuario. Napo resultados provinciales y cantonales*. Proyecto SICA, Banco Mundial, MAGAP, INEC. Quito, Ecuador. pp 52, 88,93. de 2015).
- Malbrán, C. (2015). *Resistencia a los antimicrobianos: causas, consecuencias y perspectivas en Argentina*. Servicio Antimicrobianos. Laboratorio Nacional de Referencia en Antimicrobianos. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas. Obtenido de: <http://antimicrobianos.com.ar/ATB/wp-content/uploads/2015/06/Article1.pdf>
- Martínez, D., Cruz, C., Carrillo, A., Millán, A., Moreno, F., Figueroa, G. (2015). Evaluación del estado de resistencia de agentes etiológicos de mastitis clínica y subclínica frente a algunos antimicrobianos utilizados en hembras bovinas del municipio de Sotaquirá (Boyacá-Colombia). *Revista Científica, FCV-LUZ*, 25(3), 223-231.

- Molina, V. L., y Espinosa, A. P. (2008). *Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha*. Sangolquí, Pichincha, Ecuador. Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias. ESPE-IASA I. Sede El Prado. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2553/1/T-ESPE-IASA%20I-003435.pdf>
- Mora, M., Vargas, B., Romero, J., y Camacho, J. (2015). Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 39(2): 77-89. ISSN:0377-9424 / 2015. Obtenido de: <http://www.cia.ucr.ac.cr/>
- Morales, W., y Ruíz, D. (2017). *Efectividad del Nosodes Homeopático DH10 para el control de mastitis subclínica bovina*. Universidad Nacional Agraria. Managua: Nicaragua. Obtenido de: <https://core.ac.uk/reader/83657528>
- Murillo, Y., Vázquez, J., Ayala, L., Pesántez, M., Pesántez, J., Serpa, G., Rodas, R., Nieto, P., Calle, G., Bustamante, J., Dután, J., Andrade, O., Ortega, V., y Samaniego, J. (2017). La rutina de ordeño en la prevalencia de la mastitis subclínica en lecherías del sur del Ecuador. *Maskana*, 8, 41-43. Recuperado a partir de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1483>
- OCLA. (2019). *Observatorio de la cadena Láctea Argentina*. Cadena láctea. Obtenido de: <https://www.infocampo.com.ar/cadena-lactea-finalizado-2019-que-se-puede-esperar-para-2020/>
- Organización Mundial de la Salud. OMS. (2017). *Dejemos de administrar antibióticos a animales sanos para prevenir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos*. Ginebra. Obtenido de: <https://www.who.int/es/news/item/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>
- Ormaza, D., y Rueda, R. (2021). Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar. Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC). Tulcán: Ecuador.
- Peralta, C. (2017). *Microorganismos de alteración o deterioro*. Obtenido de: <https://docplayer.es/19971789-Modulo-4-microorganismos-de-alteracion-o-deterioro.html>
- Piarpuezán, D. (2016). *Manejo y condición corporal al parto sobre la producción y la salud posparto de vacas en pastoreo en la Hacienda la Concepción, Parroquia de Tufiño Cantón Tulcán Provincia del Carchi*. Tulcán: Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/484/1/297%20manejo%20y%20co>

ndicion%20corporal%20al%20parto%20sobre%20la%20producci%C3%B3n%20y%20la%20salud.pdf

Proaño, S., y Vásconez, C. (2013). *Determinación de mastitis bovina mediante California Mastitis Test, Recuento de Células Somáticas y Cultivo Bacteriológico en la comunidad de Llanos de Albas del cantón Cayambe – provincia de Pichincha*. Pichincha: Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5683/T-PUCE-5833.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PRONACA. (2016). Obtenido de <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/90-buenas-practicas-de-ordeno>

Ramírez, N., Arroyave, O., Cerón, M., Jaramillo, M., Cerón, J., y Palacio, L. (2011). *Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia*. Obtenido de: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:sthg4J7aNd4J:www.scielo.org.co/pdf/rmv/n22/n22a04.pdf+&cd=11&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>

Romero, F. (2020). *Control de mastitis subclínica y calidad microbiológica de la leche cruda mediante el uso de un producto homeopático en ganado lechero*. Ganadería.com. Obtenido de: <https://www.ganaderia.com/destacado/Control-de-mastitis-subclinica-y-calidad-microbiologica-de-la-leche-cruda-mediante-el-uso-de-un-producto-homeopatico-en-ganado-lechero>

Rosario, K., y Pezantes, D. (2016). *Prevalencia de mastitis subclínica en la región oriental de la provincia del Azuay, mediante la prueba California Mastitis Test (Bachelor's thesis)*. Obtenido de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25537>

Rojas, C. (2017). *Universidad CES*. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/13830/RojasRodri%CC%81guez-Carolina-2017.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Ruíz, R. (2016). *Mastitis bacteriana en ganado bovino: etiología y técnicas de diagnóstico en el laboratorio*. Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, FMVZ-UNAM. Obtenido de: https://www.ammveb.net/articulos/Mastitis_bacteriana.pdf

Saézn, S. (2006). *Ganadería ecológica a la producción orgánica*. Recuperado el lunes 22 de marzo de 2021, de homeopatía veterinaria: http://www.iica.int.ni/IICA_NICARAGUA/Publicaciones/Estudios_PDF/Mastits_Homeopatia.pdf

- Sant Joan de Déu. (2016). Prevalencia, comorbilidad e incidencia de una enfermedad. RareCommons. Obtenido de: <https://www.rarecommons.org/es/actualidad/prevalencia-comorbilidad-incidencia-enfermedad#:~:text=En%20epidemiolog%C3%ADa%2C%20se%20denomina%20prevalencia,o%20en%20un%20per%C3%ADodo%20determinado.>
- Sánchez, D. (2018). *Resumen Procesos Biológicos*. Mastitis. StuDocu. Obtenido de: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-tecnologica-de-mexico/procesos-biologicos/resumenes/mastitis-1-resumen-procesos-biologicos/3810006/view>
- Sánchez, L. (2014). Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico del agente etiológico, en el centro de acopio de leche ce la comunidad el Chaupi, Cayambe – Ecuador, 2014. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9825>
- Santivañez, C., Gómez, O., Cárdenas, A., Escobedo, M., Bustinza, R., y Peña, J. (2013). Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. *Artículo de investigación*. Veterinaria y Zootecnia ISSN 2011-5415. Vol. 7 No.2. Obtenido de: <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v7n2a07c.pdf>
- SlideShare. (2016). Tipos y métodos de investigación. *SlideShare*. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/ug-dipa/tipos-y-mtodos-de-investigacin>
- Talavera, E. A. (2017). *Terapia homeopática con nosodes para el control de mastitis subclínica bovina*. Managua: Nicaragua. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/24a7/2e49d053384adc3b422cd5bc21e957d4d202.pdf?_ga=2.178469095.275113695.1562795970-1212406926.1562795970
- Uribe, S. (2016). *Diagnóstico de prevalencia en mastitis subclínica en dos hatos lecheros de Antioquia*. Caldas: Antioquia. Obtenido de: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1825/1/Diagnostico_prevalencia_mastitis_subclinica.pdf
- Vásquez, G. (2018). Propuesta de inversión para el mejoramiento de la cadena productiva de la leche bovina, de la Asociación San Francisco de la Línea Roja, Cantón Montúfar, Provincia del Carchi. Universidad Central del Ecuador. Quito: Ecuador. Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16960/1/T-UCE-0005-CEC-006-P.pdf>
- Vásquez, J., Loaiza, E., Olivera, M. (2011). *Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas*. Facultad de Ciencias Agrarias. Grupo de Investigación Biogénesis. Universidad de Antioquia, Medellín -Colombia.

- Villagómez, J., y Cervantes, P. (2013). *Impacto económico de la mastitis bovina en la lechería tropical. XII Curso Internacional Teórico Práctico “Diagnóstico y Control de la Mastitis Bovina”*. Universidad Veracruzana. Veracruz: México. Obtenido de: https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/01/impacto_economico_de_mastitis-2013.pdf
- Winston. (2018). Recuento de células somáticas (RSC), como indicador en la resistencia de la mastitis bovina. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*. Volumen 16, Número 17 1001-1012. Obtenido de: http://www.scielo.org.bo/pdf/rcti/v16n17/v16n17_a05.pdf
- Yusef, Y. (2017). Aislamiento e identificación de levaduras a partir de casos de mastitis subclínica bovina en rebaños lecheros de la región de los Ríos, Chile. Universidad Austral de Chile. Obtenido de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/fvy.95a/doc/fvy.95a.pdf>
- Zambrano, C., Molina, C., Pinargote, L., y Barahona, M. (Eds.). (2018). *Memorias del I Simposio Internacional de Ganadería Bovina Tropical “Desafíos para una Ganadería Sostenible”*. Publicación Miscelánea No. 441. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. EET-Pichilingue, Mocache: Ecuador. 74 p. Obtenido de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5324/1/iniaptpm-441.pdf>

V. ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
ACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO



ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN

NOMBRE Ormaza Montenegro Dilan Joel.
NIVEL/PARALELO: Egresado

CÉDULA DE IDENTIFICACIÓN 0401897905
PERIODO ACADÉMICO Nov 2020 - Marzo 2021

TEMA DEL TIC: "Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: DR. BALAREZO URRESTA LUIS RODRIGO
DOCENTE TUTOR: MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO
DOCENTE: MSC. CAMPOS VALLEJO ROLANDO MARTIN

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS Bloque 4 **AULA:** 2

FECHA: lunes, 15 de marzo de 2021

HORA: 15H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6,30

2) Trabajo escrito 2,70

Nota final de PRE DEFENSA 9,00

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el lunes, 15 de marzo de 2021

DR. BALAREZO URRESTA LUIS RODRIGO
PRESIDENTE

MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO
DOCENTE TUTOR

MSC. CAMPOS VALLEJO ROLANDO MARTIN
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
ACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO



ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN

NOMBRE: Rueda Abad Ronald José
NIVEL/PARALELO: 0

CÉDULA DE IDENTIFICACIÓN: 0704378060
PERIODO ACADÉMICO: Nov 2020 - Marzo 2021

TEMA DEL TIC: "Identificación del agente etiológico y evaluación de nosodes en el tratamiento de mastitis bovina en el Cantón Montúfar"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: DR. BALAREZO URRESTA LUIS RODRIGO
DOCENTE TUTOR: MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO
DOCENTE: MSC. CAMPOS VALLEJO ROLANDO MARTIN

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS Bloque 4 AULA: 2

FECHA: lunes, 15 de marzo de 2021

HORA: 15H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	6,30
2) Trabajo escrito	2,70
Nota final de PRE DEFENSA	9,00

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el lunes, 15 de marzo de 2021

DR. BALAREZO URRESTA LUIS RODRIGO
PRESIDENTE

MSC. IBARRA ROSERO EDISON MARCELO
DOCENTE TUTOR

MSC. CAMPOS VALLEJO ROLANDO MARTIN
DOCENTE

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Dilan Joel Ormaza Montenegro y Ronald José Rueda Abad				
DATE: 29 de marzo de 2021				
TOPIC: IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE ETIOLÓGICO Y EVALUACIÓN DE NOSODES EN EL TRATAMIENTO DE MASTITIS BOVINA EN EL CANTÓN MONTÚFAR				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Dilan Joel Ormaza Montenegro y Ronald José Rueda Abad

Fecha de recepción del abstract: 29 de marzo de 2021

Fecha de entrega del informe: 29 de marzo de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Socialización con los ganaderos del cantón Montúfar



Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021).

Anexo 4. Realización de la Prueba CMT



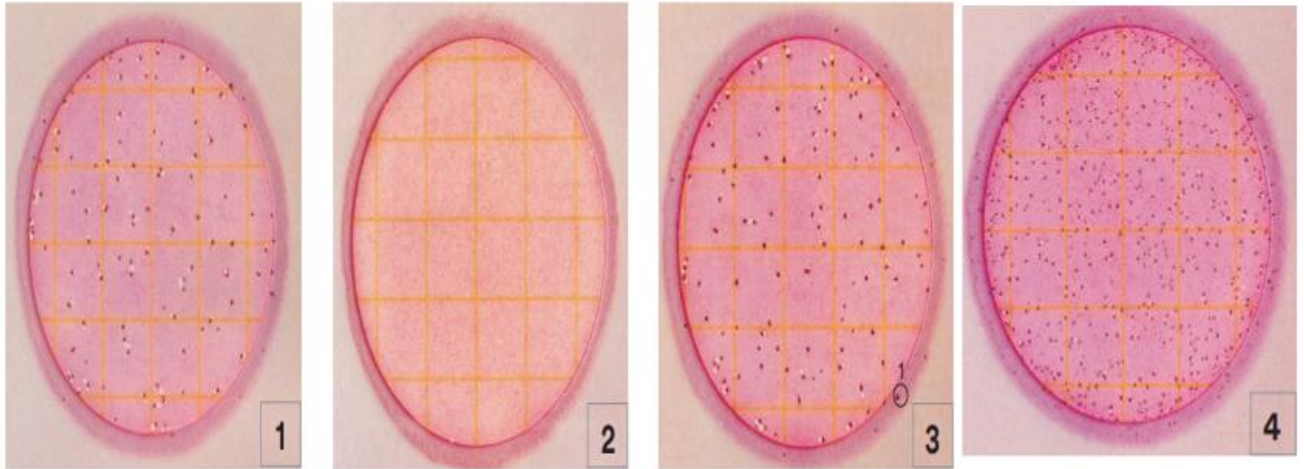
Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021).

Anexo 5: Recolección de muestras de leche positiva a mastitis y cultivo en Placas Petrifilm 3M



Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021).

Anexo 6: Placas Petrifilm 3M para el recuento de E. coli/Coliformes (EC)



La identificación de los coliformes puede variar de país a país (ver la sección de incubación y temperaturas en "Recomendaciones de uso").

Método validado por la AOAC Internacional

Total de coliformes = 69 (colonias con gas)

No crecimiento = 0

Observe el cambio de color del gel en las figuras 2 a 5. Mientras el recuento de los coliformes aumenta, el color del gel se oscurece.

Las burbujas del fondo son características del gel y no son un resultado del crecimiento de los coliformes.

Recuento total de coliformes = 79

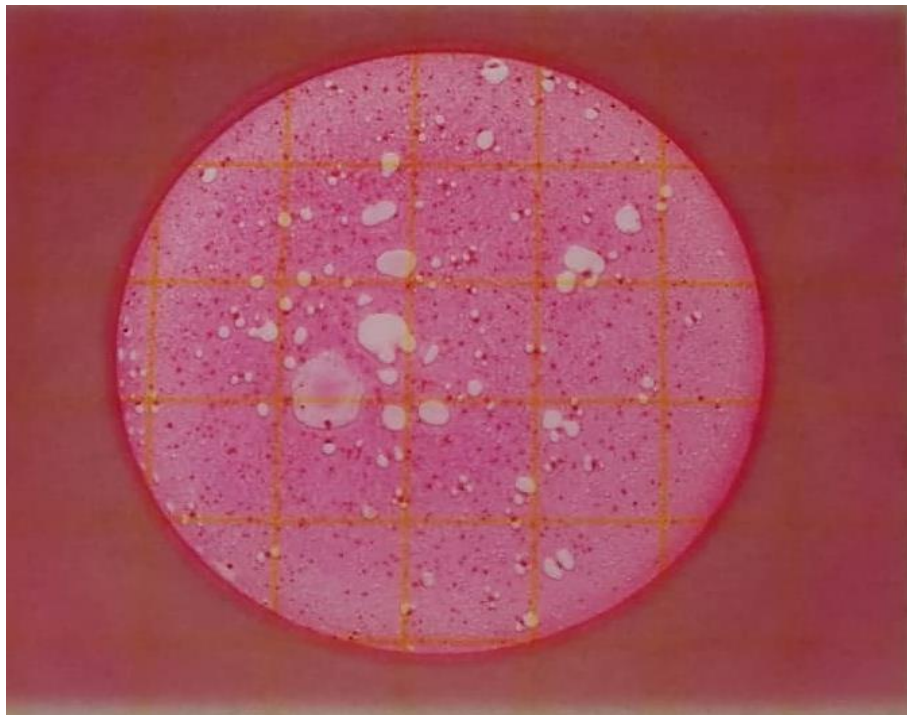
El rango de recuento para la población total en las Placas Petrifilm CC es entre 15 y 150.

No cuente las colonias que aparecen sobre la barrera de espuma, ya que han sido removidas de la influencia del medio selectivo. Vea el círculo 1.

Recuento estimado total de coliformes = 220

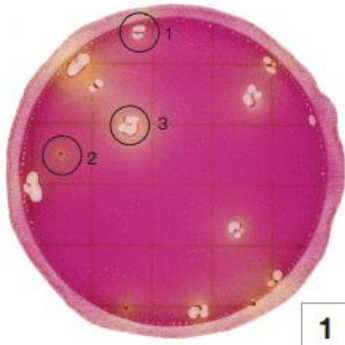
El área de crecimiento circular es de cerca de 20 cm². Los estimados pueden hacerse en placas que tienen más de 150 colonias, como resultado de contar las colonias en uno o más cuadrados representativos y de determinar el promedio por cuadrado. Multiplique el número promedio por 20 para determinar el recuento estimado por placa.

Fuente: ADITMAQ. (2019). Aplicada a la Vida.



Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021). Recuento de coliformes 220.

Anexo 7. Placas Petrifilm 3M para el recuento de Enterobacterias (EB)



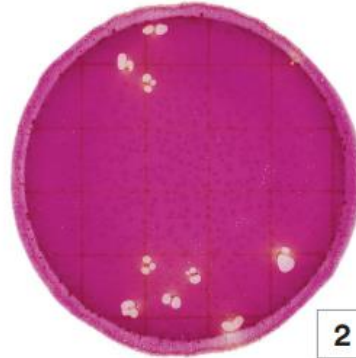
1

Recuento de *Enterobacteriaceae* = 13

Un indicador en la placa colorea todas las colonias de rojo. La película superior atrapa el gas producido por algunas bacterias. Las bacterias que producen ácido aparecen como colonias rojas rodeadas por una zona amarilla. Las bacterias productoras de gas y/o ácido son consideradas presuntamente *Enterobacteriaceae* y presentan una de las siguientes características en la Placa Petrifilm para Recuento de Enterobacterias:

- Colonias rojas asociadas a burbujas de gas y sin zonas ácidas, como en el círculo 1.
- Colonias rojas con zonas ácidas y sin burbujas de gas, como en el círculo 2.
- Colonias que producen tanto zona ácida como burbujas de gas, como en el círculo 3.

La figura 1 muestra cómo las formas de las burbujas pueden variar. Algunas veces el gas deforma a la colonia y hace que se encuentre en el borde de la burbuja, como en el círculo 3.

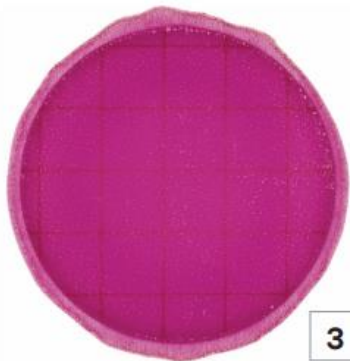


2

Recuento de *Enterobacteriaceae* = 9

La figura 2 muestra la Placa Petrifilm con un crecimiento bajo de *Enterobacteriaceae* y un crecimiento numeroso de colonias Gram negativas, no *Enterobacteriaceae*, que se observan como colonias rojas sin halo ni burbujas de gas.

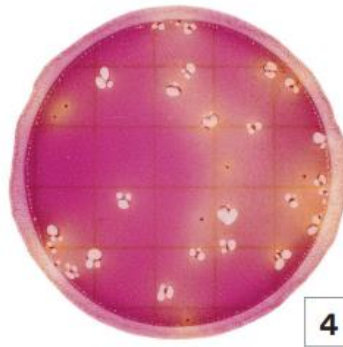
No cuente las colonias que han crecido sobre la barrera de espuma, ya que la selectividad del medio en esta zona es reducida.



3

Recuento de *Enterobacteriaceae* = 0

Observe el cambio del color del gel en las figuras 3 a 8. Al aumentar el número de *Enterobacteriaceae*, el color del gel cambia de púrpura a amarillo o crema.



4

Recuento de *Enterobacteriaceae* = 35

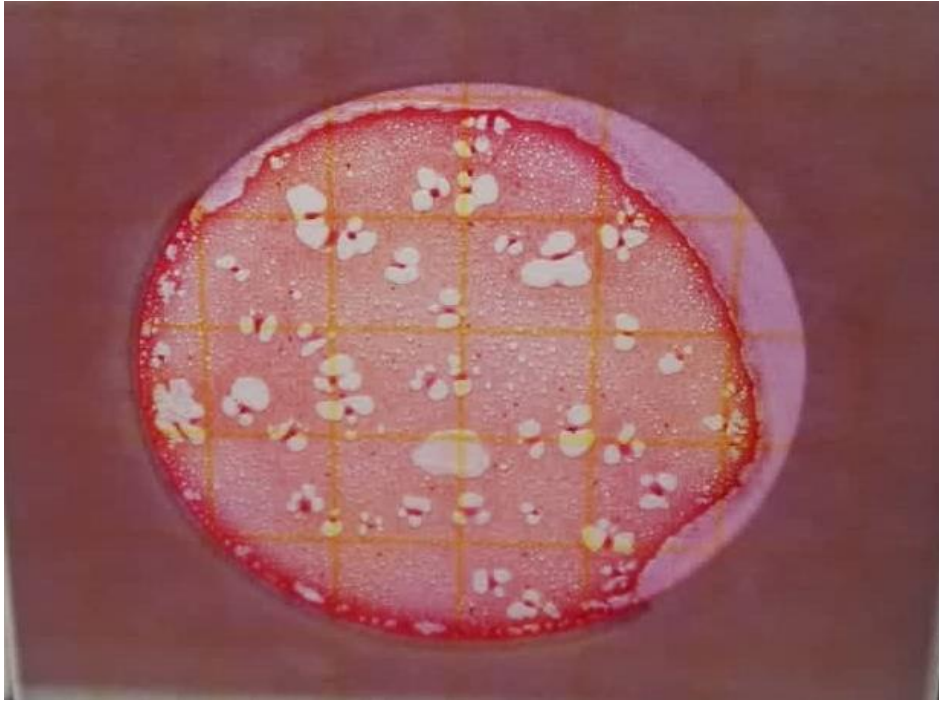


5

Recuento de *Enterobacteriaceae* = 77

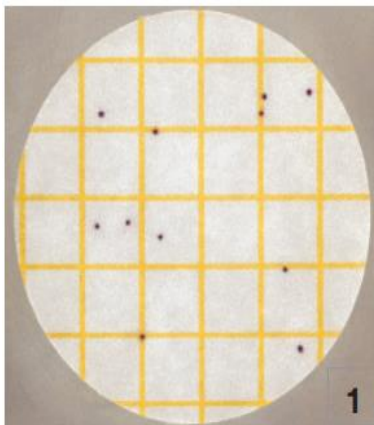
El rango recomendado de las Placas Petrifilm para Recuento de Enterobacterias es de 15 a 100 colonias. Las muestras con recuentos mayores a 100 *Enterobacteriaceae* por placa se pueden estimar. El área de crecimiento circular es de 20 cm² aproximadamente. Pueden realizarse cálculos estimados contando el número de colonias en uno o más cuadros representativos, y determinando el promedio por cuadrado. Multiplique el número promedio de colonias por cuadrado por 20 para obtener el recuento total por placa.

Fuente: ADITMAQ. (2019). Aplicada a la Vida.

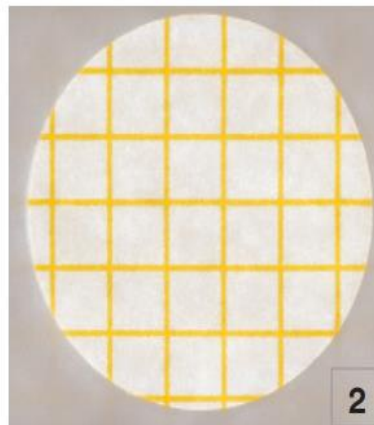


Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021). Recuento de Enterobacterias 35.

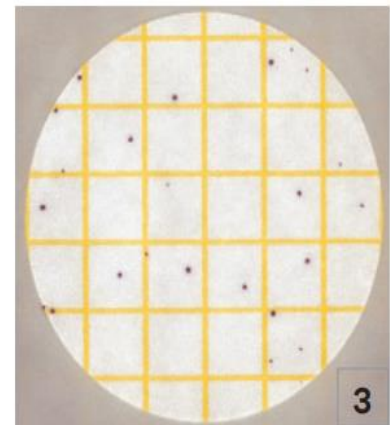
Anexo 8. Placas Petrifilm 3M para el recuento de Estafilococo (STX)



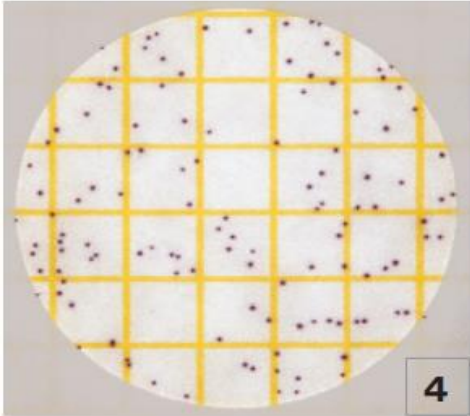
Recuento de *S. aureus* = 11
 Considere todas las colonias rojo-violeta como *S. aureus*. Cuando solo se encuentren presentes colonias rojo-violeta, la prueba se habrá completado.



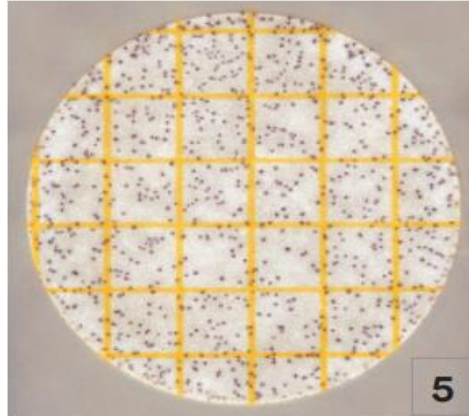
Recuento de *S. aureus* = 0
 Esta Placa Petrifilm no tuvo colonias después de 24 horas de incubación. La prueba se ha terminado.



Recuento de *S. aureus* = 24
 Las colonias de *S. aureus* pueden variar en tamaño. Independientemente del tamaño, cuente todas las colonias rojo-violeta. Utilice una lupa con luz para poder ver las colonias con mayor facilidad. La prueba se considera terminada.

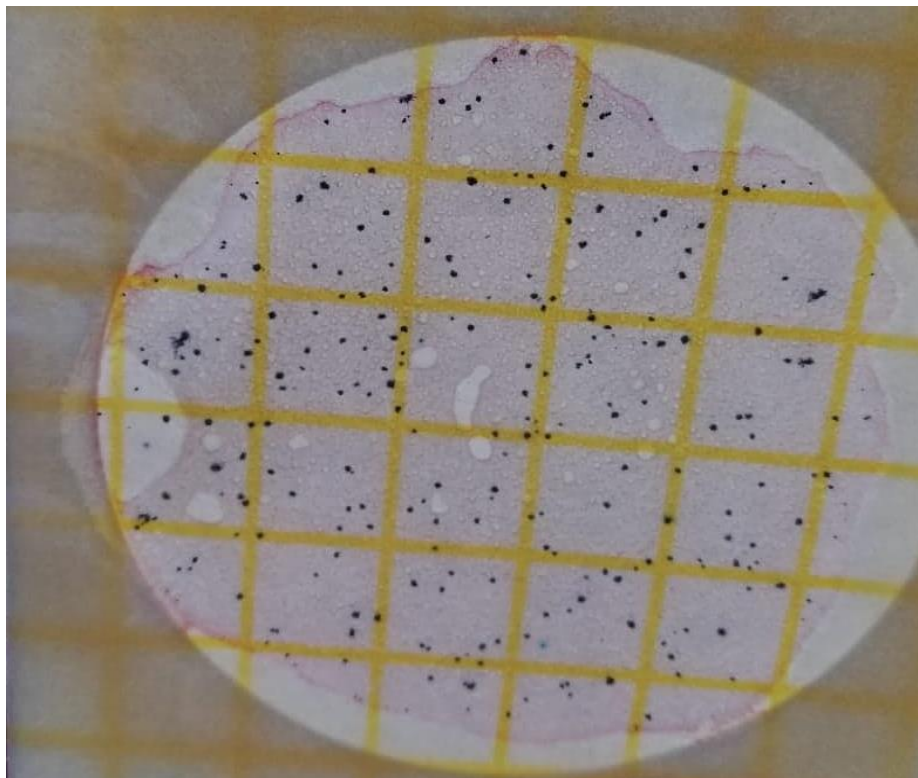


Recuento de *S. aureus* = 122
 El límite de recuento recomendado de una Placa Petrifilm Staph Express es de 150 colonias. La placa de la figura 4 se está acercando al límite del recuento. La prueba se ha terminado.



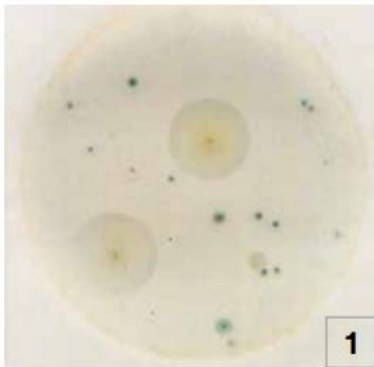
Recuento de *S. aureus* \approx estimado 850
 Cuando el número de colonias de *S. aureus* excede de 150, las colonias se tornan Muy Numerosas Para Contar (MNPC). Haga un estimado del recuento o diluya aún más su muestra. Para hacer la estimación, cuente las colonias en un cuadro representativo y multiplique ese número por 30.

Fuente: ADITMAQ. (2019). Aplicada a la Vida.

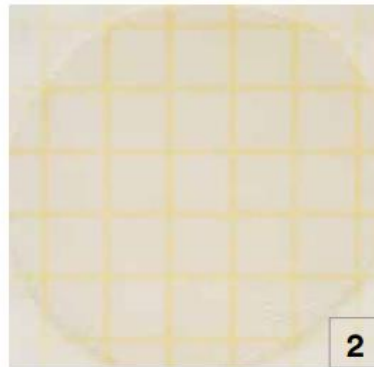


Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021). Recuento de Estafilococo 122.

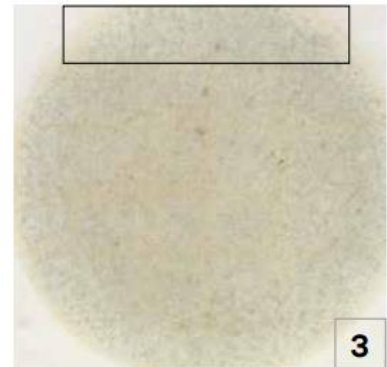
Anexo 9. Placas Petrifilm 3M para el recuento de Mohos y levaduras (YM)



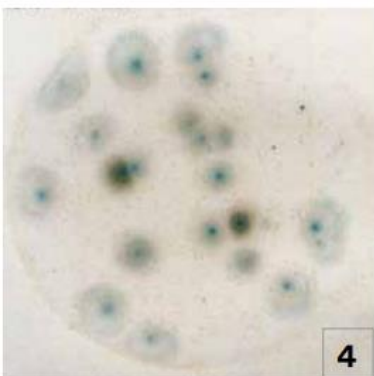
Recuento total = 20
Recuento de levaduras = 16
Recuento de mohos = 4
 La Placa Petrifilm YM de la figura 1 contiene colonias tanto de mohos como de levaduras.



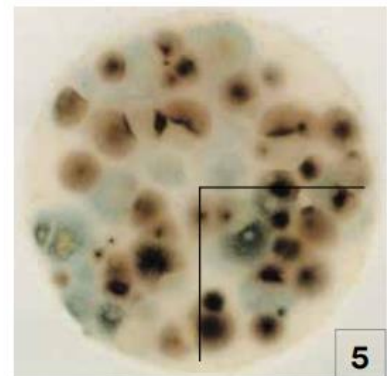
Recuento de mohos y levaduras = 0
 En la figura 2 se muestra una Placa Petrifilm YM sin crecimiento de mohos ni levaduras.



Recuento de levaduras - MNPC
Recuento estimado de levaduras >10⁴
 La figura 3 corresponde a una Placa Petrifilm YM que es muy numerosa para contar (MNPC). Las colonias azules pequeñas (resaltadas en el recuadro) del borde del área de crecimiento se encuentran presentes en toda la placa, pero son menos visibles.



Recuento estimado total 500
Recuento estimado de levaduras 480
Recuentos de mohos = 21
 Cuando el número de colonias es mayor a 150, el recuento debe ser estimado. Determine el promedio de colonias en un cuadrado de la placa (1 cm²) y multiplíquelo por 30 para obtener el recuento total por placa. El área de inoculación de Petrifilm YM es de 30 cm².
 El color de las colonias de levaduras puede variar desde beige (como se ve en esta foto) hasta rosa, o azul verdoso.



Recuento estimado de mohos - 64
 Las colonias de mohos de la figura 5 están empezando a unirse y sobreponerse una encima de otra en la placa. Cuente cada margen de colonia o enfoque. La placa se puede dividir en secciones para facilitar el recuento. En este ejemplo, se ha contado aproximadamente ¼ de la placa, y luego se multiplicó este valor por 4 para obtener el recuento estimado de la placa. La sección resaltada contiene 16 mohos.

Fuente: ADITMAQ. (2019). Aplicada a la Vida.



Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021). Recuento de Mohos y levaduras 0.

Anexo 10. Aplicación del tratamiento de nosodes DH7 por vía subcutánea en el plegue ano-caudal



Fuente: Ormaza, D., y Rueda, R. (2021).