

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
Facultad de Ciencias Médicas – UNAN León  
Postgrado en Epidemiología y Salud**



Tesis para optar a Título de:  
***“Máster en Epidemiología”***

**Estudio epidemiológico de la mastitis subclínica bovina en tres departamentos de León, Chinandega y Matagalpa e identificación de la resistencia bacteriana de los agentes etiológicos, durante el período mayo a julio del 2020.**

**Autores:**

**Lic. Rembrandt José Gutiérrez Vilchez.**

**Lic. Heidy Alejandra Sánchez Mayorga.**

**Tutor:**

**Dr. Alan Enrique Peralta Ramírez.**

**2023: “Todas y todos juntos vamos adelante”.**

**León, Mayo 2023**

## INDICE:

## Páginas.

I. Introducción.....	3
II. Antecedentes .....	5
III. Justificación.....	8
IV. Planteamiento del problema:.....	9
V. Objetivos.....	10
VI. Marco Teórico .....	11
<b>1. Generalidades de la anatomía de la glándula mamaria bovina. ....</b>	<b>11</b>
<b>1. Mastitis Bovina .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Definición .....</b>	<b>12</b>
<b>3. Clasificación de mastitis bovina.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Mastitis Subclínica bovina .....</b>	<b>14</b>
4.1 Etiología .....	14
4.1.1 Patógenos contagiosos.....	14
4.1.2 Patógenos ambientales .....	15
4.1.3 Patógenos oportunistas .....	15
4.2 Epidemiología.....	15
4.2.1 Características bacterianas: .....	16
4.2.2 Mecanismos de transmisión .....	166
<b>5. Patogenia .....</b>	<b>16</b>
5.1 Invasión .....	17
5.2 Infección.....	17
5.3 Inflamación.....	17
5.4 Síntomas .....	17
<b>6. Diagnóstico clínico.....</b>	<b>17</b>
6.1 Conductividad eléctrica de la leche.....	18
6.2 Prueba de California para mastitis (CMT) .....	18
6.3 Cultivo bacteriológico .....	19
<b>7. Consideraciones sobre la mastitis en Salud Pública.....</b>	<b>23</b>
<b>7.1 Infecciones e intoxicaciones provocadas por leches contaminadas. ....</b>	<b>244</b>
VII.- Material y métodos.....	25
VIII.-Resultados y discusión .....	29
IX. Conclusiones .....	36
X. Recomendaciones .....	37
XI.- Bibliografía.....	39
XII. Anexos.....	45

## I. Introducción

La leche es considerada un alimento de importancia universal por su composición de alto valor biológico: calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12, ácido pantoténico que aportan de energía y hacen de ella una parte esencial de la dieta del ser humano. Además de los beneficios, la leche proporciona un excelente medio de cultivo para microorganismos provenientes del animal, del hombre o del medio ambiente si las normas higiénicas no se cumplen. Esto constituye un riesgo potencial para los consumidores ya que pudieran estar expuestos a agentes patógenos o sus toxinas al ingerir leche o productos lácteos contaminados.

La mastitis bovina es una enfermedad infecto-contagiosa de la glándula mamaria producida por bacterias que pueden sobrevivir en diferentes nichos ecológicos. Es también considerada una reacción inflamatoria de los tejidos secretores o conductores de leche, en la glándula mamaria como respuesta a una infección bacteriana y en menor por irritación o trauma. Se caracteriza por síntomas clínicos locales y algunas veces sistémicos, así como cambios en la composición y por un incremento del recuento de células somáticas, cantidad y calidad de la leche producida por la glándula afectada. La causa más importante es la invasión y multiplicación bacteriana.

Según el proceso de sintomatología se pueden clasificar en: mastitis clínicas y mastitis subclínica, siendo ésta última el objetivo de este estudio por tener mayor repercusión en la producción de leche.

El cuadro clínico de la mastitis puede variar desde una inflamación aguda con toxemia (*Síndrome que se produce por la presencia de sustancias tóxicas en la sangre*) y muerte del animal, hasta casos inaparentes que solo pueden ser detectados a través de pruebas diagnósticas especiales como la mastitis subclínica.

Las consecuencias de la mastitis bovina clínica y en especial la subclínica se presentan en diferentes niveles en la industria láctea, productor, animal y consumidor. Desde el punto de vista económico, la mastitis bovina genera pérdidas importantes en el sector lácteo, porque no es fácil el control adecuado y el costo de su manejo.

Los problemas de seguridad alimentaria relacionada con la mastitis bovina son de mayor preocupación en aquellos países como Nicaragua, que producen y consumen cantidades grandes de queso, leche cruda y sus derivados. La higienización de la leche no es la solución para el problema, sino que más eficaz debe ser el saneamiento de los hatos mediante campañas de prevención, lucha y control de la enfermedad conjugado con las buenas prácticas de ordeño.

## II. Antecedentes

A nivel mundial existen abundantes estudios sobre la mastitis bovina que describen el comportamiento de esta enfermedad. Toda la información escrita que se conoce sobre mastitis bovina es por estudios de fuentes bibliográficas en otros países.

En Etiopía, la mastitis no solo tiene un impacto en la salud y el bienestar de los animales, sino que también puede tener un impacto significativo en la rentabilidad lechera, es responsable del 78% de la pérdida total en la producción de leche (Abera, 2020).

Duse et al., (2021) en su estudio en el período 2013-2018 en Suecia. Realizaron un total de 664 aislamientos bacterianos que se sometieron a pruebas de susceptibilidad, siendo el más frecuente *Staphylococcus aureus* con 27,8% de los diagnósticos, seguido de *Streptococcus dysgalactiae* (15,8%), *Escherichia coli* (15,1%), *Streptococcus uberis* (11,4%), *Trueperella pyogenes* (7,7%), estafilococos no aureus (2,8%), *Klebsiella* spp. (2,7%), *Enterococcus* spp. (1,3%) y *Streptococcus agalactiae* (1,2%). Varias otras bacterias representaron el 2,6%. Los estafilococos fueron, en general sensibles a la mayoría de los antibióticos, pero el 2,6 % de *S. aureus* y 30,4 % estafilococos no aureus, fueron de resistentes a la penicilina. No se encontraron estafilococos resistentes a la meticilina.

Se realizó un estudio transversal para investigar los factores de riesgo de mastitis subclínica en 30 granjas en un distrito de producción intensiva de leche en Uganda, donde predomina el ordeño manual en el ganado bovino. Se encontró una prevalencia de mastitis subclínica de 68,6%. La falta de higiene durante el ordeño se asoció negativamente con la mastitis ambiental. Se recomendó prácticas apropiadas de ordeño manual para evitar dañar los pezones reduciendo la incidencia mastitis. (Miyama et al., 2020)

En la Región Litoral Oeste de Uruguay se tomó una muestra de 1077, donde se determinó la incidencia de mastitis clínica, prevalencia de mastitis subclínica y etiología bacteriana en vacas lecheras. La prevalencia fue del 52,4%, en 55 vacas el 1% de los animales seleccionados tenían más de 300.000 células/ml. Los patógenos aislados de casos subclínicos y sus frecuencias relativas fueron: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus* 62,8%, *Streptococcus agalactiae* 11,3%, *Enterococcus* sp. 8%, estafilococos coagulasa negativos 7,4%, *Streptococcus uberis* 6,4%, *Streptococcus dysgalactiae* 1,8%, *Escherichia coli* 1,5% y *Staphylococcus hyicus* coagulasa positivos 0,6%. (Giannechini

et al., 2002)

En el estado de Guanajuato en México, se muestrearon 32 fincas (n = 535 vacas), identificándose patógenos de mastitis, se probó la sensibilidad a antibióticos y bacteriocinas de (*Bacillus thuringiensis*) una bacteria grampositiva que habita en el suelo, y que se utiliza comúnmente como una alternativa biológica al plaguicida. Se seleccionaron 46 muestras de leche. La prevalencia de mastitis subclínica bovina y mastitis clínica fue de 39,1% y 9,3% respectivamente. Obsérvese la mayor prevalencia de la mastitis subclínica.(León-Galván et al., 2015)

En Guatemala, de 965 vacas muestreadas dieron positivo con algún grado de afección el 81.53% al California Mastitis Test (CMT), el cuarto anterior derecho fue el de mayor prevalencia (24.34%), de las vacas con mastitis subclínica hubo aproximadamente 201.5 litros/leche/día no producidos. Las bacterias aisladas en leches con algún grado de afección fueron *Staphylococcus* y *Streptococcus* (70.79%) y *Enterobacterias* (29.21%) según.(Jiménez, 2017)

Todos estos estudios se describe ampliamente la enfermedad, que sin duda puede extrapolarse a nuestro contexto, pero es necesario estudiar la mastitis bovina en los hatos nicaragüenses, si se desea saber cuál es la mejor manera de enfrentar el problema y cómo solucionarlo.

### **A nivel nacional.**

En Nicaragua no existen datos actualizados sobre la situación de la mastitis subclínica, ni sobre los agentes etiológicos involucrados, la mayor parte de los datos disponibles provienen de estudios en universidades con perfil de carretas agrarias y medicina veterinaria.

En el 2004, se realizó un estudio en cuatro hatos lecheros del departamento de León, con una muestra de 191 vacas, obteniéndose una prevalencia de 54% positivas a mastitis subclínica. Se aislaron: *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) 62%, *Staphylococcus coagulasa negativa* (SCN) 37%, *Streptococcus* spp. 6% y *Escherichia coli* (*E. coli*) 1%. Se evaluó la sensibilidad antimicrobiana de *S. aureus* y *E. coli*, las cepas de *S. aureus* fueron resistentes a tetraciclina (30%) y penicilina (15%) y del 98 al 100% sensible a Eritromicina,

Trimetropim-sulfa, Gentamicina, Ceftriaxone, Oxacilina, en el caso de E.coli presentó resistencia frente a todos los antibióticos evaluados a excepción de Ceftriaxone. (Díaz Ruiz et al., 2016)

En el 2001, al ganado bovino que abastecen al centro de acopio lechero Tecuaname del municipio La Paz Centro, del departamento de León, se le aplicó el test de California (CMT) para la determinación de los casos de mastitis, de las 299 vacas productoras de leche se encontró una prevalencia de mastitis subclínica de 74.2%.(López Martínez & Lanzas Herrera, 2011)

Con el fin de determinar la prevalencia de mastitis utilizando el método de conductividad eléctrica DRAMINSKI MASTITIS DETECTOR para mastitis subclínica, y prueba del fondo oscuro para mastitis clínica, se evaluaron un total de 169 animales en dos fincas de la comarca Piedra Sembrada del municipio de Camoapa, en un periodo de tres meses, los resultados indicaron que la prevalencia general de 42.30%.(Diaz Mayorga, 2020)

### III. Justificación

La mastitis bovina es una enfermedad que causa pérdidas económicas a los productores de leche. Se caracteriza por una respuesta inflamatoria de la glándula mamaria causada por cambios fisiológicos y metabólicos, trauma o más frecuentemente, microorganismos patógenos contagiosos o ambientales.

La mastitis bovina es una de las enfermedades infecciosas más importantes y una de las que más uso de antibióticos provoca en las vacas lecheras, por esta razón, es necesario contar con información actualizada sobre las bacterias que causan la mastitis, y sus propiedades de susceptibilidad a los antibióticos.

El presente hace una descripción de la mastitis subclínica en tres departamentos, a sí mismo se identifican los agentes microbiológicos considerados como causantes de la enfermedad y se determinará su sensibilidad antibacteriana con el fin de generar una fuente de información, tener una base para la toma de decisiones en el control, prevención y terapia más adecuada en estos hatos.

Este estudio servirá para que los productores reconozcan el problema que existe en sus hatos lecheros, y puedan tomar las medidas necesarias, como la realización de las buenas prácticas de ordeño para reducir la aparición de los casos.

#### **IV. Planteamiento del problema:**

La mastitis es una enfermedad que causa gran cantidad de pérdidas económicas a nivel mundial en regiones con producción lechera. El uso indiscriminado de antibióticos para el tratamiento de la mastitis ha generado resistencia, esto hace que la enfermedad sea difícil de controlar y es necesario conocer sus principales agentes causal que contribuyan a la para tomar medidas preventivas y correctivas.

Por la antes expuesto, se plantea la siguiente interrogante:

**¿Cuál es la prevalencia, agentes etiológicos y la resistencia antimicrobiana provenientes del ganado bovino lechero con mastitis subclínica, en los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, durante el período mayo – julio del 2020?**

## V. Objetivos

### General

Determinar la prevalencia, agentes etiológicos y la sensibilidad antimicrobiana que provoca la mastitis subclínica, en el ganado vacuno productor de leche, en los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa.

### Específicos

1. Determinar la prevalencia de casos de mastitis subclínica bovina productor de leche en los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa.
2. Determinar la intensidad de reacción de los grados del California Mastitis Test (CMT) en las muestras.
3. Identificar las bacterias en las muestras de leche de los casos positivos de mastitis subclínica bovina.
4. Identificar la resistencia bacteria de los agentes implicados en los casos de mastitis subclínica.

## VI. Marco Teórico

### 1. Generalidades de la anatomía de la glándula mamaria bovina.

Las mamas, llamadas popularmente ubre está compuesta por cuatro cuartos o glándulas mamarias, ésta se mantiene suspendida por debajo de la pelvis y parte caudal del abdomen en la región inguinal.

La base de cada glándula es algo cóncava e inclinada oblicua, ventral y cranealmente para adaptarse a la pared abdominal, a la cual está unida por medio del aparato suspensor que se extiende caudalmente y está unido a la sínfisis pelviana por medio de una fuerte placa de tejido tendinoso (tendón sinficial) que se une al tendón prepubiano y la porción ventral de la sínfisis. (Chávez R. et al., 2010, 2010)

El aparato suspensor está formado por cuatro láminas de tejido, dos láminas elásticas mediales (ligamento suspensorium uberis) que unen la superficie plana medial de cada glándula separándolas entre sí y dos láminas laterales que surgen del tendón superficial caudal de la ubre que alcanzan el suelo abdominal, divergen y pasan lateralmente al anillo inguinal superficial extendiéndose centralmente sobre la ubre y dividiéndose en dos capas: la superficial que se une a la piel y se refleja sobre la ubre a la cara medial del muslo y la profunda que se une a la superficie lateral convexa de la ubre por numerosas láminas situadas dentro de la glándula relacionada caudalmente con los nódulos linfáticos supramamarios y grasa. (Fernández & Ovares, 2012)

Existen dos tejidos principales que componen la glándula mamaria y son el tejido glandular o secretor que produce la leche y el tejido conectivo y grasa que protegen y dan soporte al tejido glandular y a los vasos sanguíneos que lo nutren. Mediante técnicas histológicas especiales podemos diferenciar los alvéolos y los conductos lácteos, los alvéolos son saquitos muy pequeños (0.1- 0.2 mm) en forma de pera y su cavidad externa se proyecta al sistema evacuador de la glándula mediante un conducto propio que desemboca en uno de mayor diámetro (al grupo de alvéolos vecinos que desembocan en un conducto común se les denomina acinos) formando anchos conductos lactíferos convergentes a la cisterna de la ubre o de la leche o seno galactóforo en la parte inferior de la glándula por encima del pezón. (Boeris et al., 2016)

Los conductos lactíferos poseen luz irregular alternando secciones anchas con otras más estrechas, los sistemas conductores de la leche de cada cuarto son independientes sin conexión entre ellos. La cisterna de la leche o seno galactóforo se comunica a través de una constricción por un reborde mucoso que se proyecta hacia adentro y al centro alrededor de la base del pezón con la cisterna del pezón, este pliegue está formado en la submucosa por un anillo venoso de variada prominencia llamado anillo cricoides. (Chávez R. et al., 2010)

Los pezones son estructuras cilíndricas con un promedio de 7 - 8 cm de longitud cuya parte inferior del conducto, esto es la salida, es estrecha y está cerrada por un esfínter de musculatura lisa y tejido elástico formando el canal del pezón<sup>27</sup>, el revestimiento blanco del canal del pezón está marcado por varias crestas longitudinales finas que irradian de la apertura interna y forman la Roseta de Fürstenberg que contribuye al mantenimiento de la leche en la cisterna del pezón.

## **1. Mastitis Bovina**

La mastitis bovina, es una reacción inflamatoria de la glándula mamaria, y produce alteraciones físicas y químicas en la leche, aumento del número de células somáticas por la presencia de microorganismos patógenos y finalmente cambios como es la pérdida de la funcionalidad. Esta reacción inflamatoria ocurre como consecuencia de la respuesta de los tejidos a lesiones traumáticas, a sustancias irritantes o la presencia de agentes infecciosos y sus toxinas que han logrado colonizar el tejido secretor. (Calderón & Rodríguez, 2008)

## **2. Definición**

La mastitis es la enfermedad infectocontagiosa de la glándula mamaria más común en el ganado; generalmente se presenta como una respuesta a la invasión por microorganismos patógenos y se caracteriza por daños en el epitelio glandular, seguido por una inflamación clínica o subclínica. Puede presentarse con cambios patológicos localizados o generalizados, dependiendo de la magnitud del daño. (Díaz Mayorga, 2020; López Martínez & Lanzas Herrera, 2011; Tora et al., 2022).

### 3. Clasificación de mastitis bovina

#### Según etiología

Traumáticas	Microbiológicas
✓ Físicas	✓ Bacterianas
✓ Químicas	✓ Fúngicas

#### Según epidemiología

Mastitis Contagiosa	Mastitis Ambientales
Mastitis por agentes oportunistas	Mastitis Iatrogénica

#### Según patología

Purulentas Crónica	Mastitis maligna aguda
crónica Mastitis	Mastitis hemorrágica
Mastitis granulomatosa	purulenta abscedativa
necrótica aguda Mastitis	intersticial no purulenta

#### Según sintomatología

Clínica	Subclínica
Aguda/crónica:	✓ Ningún signo de inflamación
✓ Inflamación de la ubre	✓ Leche parece normal
✓ Leche visiblemente alterada	

*Tomado de Berrios y Peralta 2004, modificado por Ingram y Thompson 2016 (Nuevos datos en epidemiología y sintomatología).*

## 4. Mastitis Subclínica bovina

Definida como la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo elevado de células somáticas de la leche. Casi todos los cuartos afectados se ven normales y la leche tiene apariencia normal; pero existe una disminución en la producción de leche, la composición alterada de la leche, la presencia de componentes inflamatorios y bacterias en la leche. (Tora et al., 2022)

La mastitis subclínica bovina es considerada la más importante por diversas razones: Es más común que la mastitis clínica bovina, generalmente precede a la forma clínica, es de larga duración, es difícil de detectar (sólo pueden ser diagnosticadas por medio de pruebas aplicadas a muestras de leche que detectan cambios físico-químicos o la presencia de células somáticas.), disminuye la producción de leche que influye negativamente en la calidad de esta, provocando infección en otros animales del rebaño. (Rodríguez, 2014; SANTAMARIA, 2011)

### 4.1 Etiología

Los agentes etiológicos más comunes de mastitis son *Streptococcus*, *Staphylococcus*, Coliformes, *Corynebacterium pyogenes*, *Pseudomonas* y levaduras; cabe destacar que existen más de 140 microorganismos diferentes que pueden causar una infección intramamaria. Según la reacción inflamatoria se les ha clasificado en patógenos mayores y patógenos menores. Los patógenos mayores producen una elevación marcada de las células somáticas y los menores un aumento leve. (Miyama et al., 2020)

#### 4.1.1 Patógenos contagiosos

*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Mycoplasma spp*, *Corynebacterium spp*. Todos ellos colonizan la glándula mamaria y pueden ser propagados por diferentes mecanismos tanto directos como indirectos. Además, son los principales causantes de infecciones subclínicas. (A study of the effectiveness of a detergent-based California mastitis test (CMT), using Ethiopian and Nigerian domestic detergents, for the detection of high somatic cell counts in milk and their reliability compared to the commercial UK CMT et al., 2022)

Los patógenos contagiosos en orden de importancia son: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Corynebacterium spp.*, y al

Mycoplasma spp.(Tora et al., 2022)

#### 4.1.2 Patógenos ambientales

*Streptococcus* ambientales y coliformes. Todos aquellos que habitan en el medio que rodea al animal y si las condiciones son favorecedoras colonizan la glándula mamaria. (Valero-Leal et al., 2010)

#### 4.1.3 Patógenos oportunistas

Staphylococcus Coagulasa Negativos (ECN). Normalmente estos microorganismos se encuentran en la piel sana del pezón y en las manos del ordeñador. A menudo son denominados microorganismos oportunistas, ya que habitan zonas donde les es sencillo colonizar el canal del pezón y penetrar hasta los tejidos secretores.(Duse et al., 2021)

### 4.2 Epidemiología

La infección de la glándula mamaria se produce a través del conducto del pezón, a partir de dos fuentes principales de contaminación: la ubre infectada y el medio. Por lo tanto, según su epidemiología las mastitis pueden clasificarse como contagiosas o ambientales.(Valero-Leal et al., 2010)

#### Fuentes de contaminación y forma de contagio de mastitis bovina

Grupos etiológicos	Reservorio	Forma de contagio
Staphylococcus aureus	Ubre infectada	Ordeñadora, manos, otros materiales
Streptococcus agalactiae	Ubre infectada	Ordeñadora, manos y otros materiales
Arcanobacterium pyogenes	Ubre infectada, camas	Moscas
Streptococcus uberis	Camas y en las heces	Preparación de ubres y reposo
Pseudomonas	Agua	Reposo
Enterobacterias	Camas	Preparación de ubres
Mycoplasma	Ubre infectada	Ordeñadora
Levaduras	Ambiente	Tratamientos
Corynebacterium bovis	Ubre infectada	Mala desinfección

*Reservorios y forma de contagio de los diferentes grupos etiológicos productores de mastitis.*

La capacidad de cada agente etiológico en cuanto a la producción de mastitis va a estar en dependencia de por lo menos dos grupos de factores importantes: características bacterianas y mecanismos de transmisión.

#### **4.2.1 Características bacterianas:**

- La capacidad del microorganismo de sobrevivir en el medio, es decir, su resistencia a influencias ambientales, incluyendo procedimientos de limpieza y desinfección.
- Su capacidad para colonizar el conducto del pezón.
- Su capacidad para adherirse al epitelio mamario y establecer una reacción camítica.
- Su resistencia al tratamiento antibiótico.

#### **4.2.2 Mecanismos de transmisión**

Dependen de:

- ✓ Grado de infección del medio, incluyendo cuarterones infectados.
- ✓ Eficiencia del personal y aparatos de ordeño.
- ✓ Susceptibilidad de la vaca, que guarda relación con:
  - Fase de lactación: la fase temprana (primeros 2 meses) es la más susceptible.
  - Edad de la vaca: las vacas de más edad (más de 4 lactaciones) son más susceptibles.
  - Nivel de resistencia hereditaria, posiblemente en relación con la forma del pezón y anatomía del conducto del pezón.
  - Lesiones de la piel del pezón, en especial del orificio.
  - Factores inmunitarios, incluyendo estado leucocitario de cada glándula mamaria y, entre otras cosas, infección anterior, en especial por *Staphylococcus aureus*. Las infecciones por otras bacterias de baja patogenicidad podrían aumentar la resistencia a los patógenos productores de mamitis, al provocar un aumento del contenido de polimorfonucleares en la leche. (Díaz Mayorga, 2020; López Martínez & Lanzas Herrera, 2011; Tora et al., 2022)

### **5. Patogenia**

La infección comienza cuando los microorganismos penetran el canal del pezón y se multiplican en la glándula mamaria. El desarrollo de la enfermedad lo podemos resumir en tres etapas:

## **5.1 Invasión**

Etapa en la que los microorganismos pasan del exterior de la ubre a la leche que se encuentra en el conducto glandular. Los factores predisponentes influyen en la frecuencia y la facilidad de la invasión. Así pues, en términos generales la fase de invasión está condicionada por:

- La presencia y densidad de población de las bacterias causales en el medio.
- La frecuencia de infección del cuarto glandular y el grado de contaminación de la piel de los pezones se utiliza con frecuencia como índice de este factor.
- Frecuencia con que los pezones de la vaca, especialmente los ápices, se hallan contaminados con estas bacterias, depende en gran medida de la eficacia de la higiene del ordeño.
- Grado de la lesión de los esfínteres de los pezones, que facilitan la entrada de las bacterias al conducto glandular.

## **5.2 Infección**

Etapa en la que los gérmenes se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario. Depende del tipo de bacteria implicada, determinado por su capacidad de multiplicarse en la leche, de adherirse al epitelio mamario y de su virulencia.

La infección subclínica recurrente puede resultar consecuente con la existencia intracelular de bacterias protegidas de las defensas del hospedador y del efecto de los antibióticos.

## **5.3 Inflamación**

Etapa en la cual aparece mastitis clínica y aumenta el recuento de leucocitos en la leche ordeñada.

## **5.4 Síntomas**

Es asintomática con cambios no visibles en la leche.

## **6. Diagnóstico clínico**

Dentro de los métodos que se usan con mayor frecuencia a nivel de campo para diagnosticar mastitis, se encuentran:

1. El método de observación y palpación de la ubre.
2. Las pruebas físicas:
  - La prueba de escudilla de ordeño.
  - Prueba del paño negro.
  - Taza probadora.
3. Pruebas o exámenes complementarios:
  - a) Las pruebas biológicas:
    - La prueba de California para mastitis.
    - La prueba de Wisconsin.
  - b) Diagnostico Laboratorial:

El diagnóstico bacteriológico por los métodos de: aislamiento, cultivo, tinción.
  - c) Las pruebas químicas.
    - La prueba de conductividad eléctrica de la leche.
    - Papel indicador de mastitis.
    - Prueba de la hoja blanca.
4. Pruebas bioquímicas e identificación.
5. El conteo de células somáticas por microscopia directa y células somáticas.
  - Otros métodos: Electrónicos como el fossomatic y el contador celular y De Laval contador celular.

El diagnostico de mastitis subclínica se realiza por medio de pruebas bioquímicas basadas en las alteraciones producidas por los gérmenes en la leche. Estas pruebas incluyen métodos microbiológicos y citológicos.

### **6.1 Conductividad eléctrica de la leche**

La prueba de conductividad eléctrica (PCE) se ha utilizado como indicador de la mastitis durante la última década; se basa en el aumento de conductividad eléctrica de la leche debido a su mayor contenido electrolítico.

### **6.2 Prueba de California para mastitis (CMT)**

El principio de esta prueba se basa en la reacción que ocurre entre el reactivo Alquil-uril sulfato

de sodio contenido en el CMT y el núcleo de las células somáticas presentes en la leche cuando estas se encuentran con un número de 300,000 células por ml de leche o más, producto de la infección de la glándula, se va a producir un gel o gelatina como resultado de la reacción. (Radostits & Done, 2007)

La prueba de California para mastitis es un método de diagnóstico que posee una sensibilidad del 97% y una especificidad del 93%. Sus principales ventajas son que es una técnica muy sensible y se puede utilizar tanto en una muestra de cuartos, como una muestra del tanque enfriador. (Rust et al., 2021) A pesar de sus ventajas, la técnica presenta inconvenientes como los siguientes:

1. Los resultados pueden ser interpretados de forma variable, entre los individuos que realicen la prueba, por lo que resulta necesario homologar el criterio de casos positivos y su categorización en grados.
2. Pueden presentarse falsos positivos en leche de animales con menos de diez días de paridos o en vacas próximas a secarse. Esto está asociado a las modificaciones del epitelio glandular; ya que en los primeros 30 días de lactación y los días próximos al secado se da una mayor concentración de células somáticas. La mastitis clínica aguda da resultados negativos, debido a la destrucción de los leucocitos por las toxinas provenientes de los microorganismos presentes.

### **6.3 Cultivo bacteriológico**

El objetivo del análisis microbiológico es hacer el aislamiento y caracterización de los microorganismos causantes de la mastitis.

La recolección de muestras de cuartos individuales y el cultivo en el laboratorio de los organismos presentes, es la forma más confiable de determinar el tratamiento con antibióticos más apropiados.

La mayoría de las bacterias causantes de mastitis se multiplican bien en agar sangre de carnero y agar MacConkey convirtiéndose en los medios básicos para el proceso de

aislamiento del agente etiológico. Agar sangre de carnero es un medio de cultivo que permite el crecimiento no selectivo de los microorganismos. agar MacConkey al contrario es un medio selectivo que se utiliza para determinar el crecimiento de bacterias Gram negativas.

### **Tinción de Gram**

Luego del cultivo bacteriológico a todos los aislamientos se le debe realizar la tinción de Gram. Esta nos sirve para clasificar a los microorganismos en dos grandes grupos, Gram positivos y Gram negativos; a la vez podemos observar la forma de las bacterias.

### **Prueba de catalasa**

Es empleada para diferenciar el género *Staphylococcus* (catalasa positiva) del género *enterococcus* (catalasa negativa). La prueba es positiva cuando se ponen en contacto una colonia de la bacteria en estudio, con peróxido de hidrogeno al 3% y se producen burbujas de oxígeno.

### **Prueba de coagulasa**

Permite diferenciar *Staphylococcus aureus*, coagulasa positiva del resto de especies de *Staphylococcus*, que son coagulasa negativos.

En un tubo con 0.5 ml de plasma resuspender una colonia aislada hasta una turbidez visible, incubar a 37°C durante 2 horas, con la formación de coagulo es una prueba positiva, en caso contrario el medio continuo líquido.

### **Antibiograma**

El objetivo del antibiograma es medir la sensibilidad de una cepa bacteriana a uno o varios antibióticos. En efecto, la sensibilidad in vitro es uno de los requisitos previos para la eficacia in vivo de un tratamiento antibiótico.

### **Sensibilidad Bacteriana a los Antibióticos**

La determinación de la Concentración Inhibidora Mínima (CIM) es la base de la medida de la sensibilidad de una bacteria a un determinado antibiótico. La CIM se define como la menor concentración de una gama de diluciones de antibiótico que provoca una inhibición de cualquier crecimiento bacteriano visible.

Es el valor fundamental de referencia que permite establecer una escala de actividad del antibiótico frente a diferentes especies bacterianas. Hay diferentes técnicas de laboratorio que permiten medir de manera semicuantitativa las CIM. Estos métodos permiten categorizar una cepa bacteriana en función de su sensibilidad frente al antibiótico probado.

### **Nomenclatura:**

1. Sensible, si existe una buena probabilidad de éxito terapéutico en el caso de un tratamiento a la dosis habitual.
2. Intermedia, cuando el éxito terapéutico es impredecible. Se puede conseguir efecto terapéutico en ciertas condiciones (fuertes concentraciones locales o aumento de la posología).
3. Resistente, si la probabilidad de éxito terapéutico es nula o muy reducida. No es de esperar ningún efecto terapéutico sea cual fuere el tipo de tratamiento.

### **Resistencia Bacteriana**

La resistencia bacteriana a los antibióticos es un aspecto particular de su evolución natural; traducida por la aparición de cepas refractarias al efecto bacteriostático y bactericida de los antibióticos. Esta resistencia puede ser natural o adquirida.

- Resistencia natural: cuando cepas de una misma especie son resistentes a un antibiótico y esto puede ser debido a particularidades de la pared bacteriana o por la producción de enzimas que hidrolizan o modifican la molécula.
- Resistencia adquirida: aparece en algunas cepas de una especie normalmente sensible. Es la forma más habitual de presentación de una resistencia bacteriana y puede provenir de mutaciones o bien originarse por transferencia de genes.

### **Método de difusión en agar (Kirby- Baüer)**

El método de difusión por disco (o método Kirby-Baüer), en función sobre todo de su comodidad, economía y fiabilidad, ha sido y aun es, uno de los más utilizados en los laboratorios de todo el mundo.

El microorganismo a investigar se inocular en una o varias placas de agar y sobre su superficie se disponen los discos correspondientes a varios antibióticos. Se incuban las placas durante 16-24 horas a 35°C y al cabo de este tiempo se estudia el crecimiento en ellas. Se valora el

diámetro de la zona de inhibición que se forma alrededor de cada disco y se compara con las referencias publicadas por el National Committee for Clinical and Laboratory Standards (NCCLS). Con esta referencia podemos informar si el microorganismo es Sensible, Intermedio o Resistente a cada uno de los antibióticos ensayados en las placas.

### **Tratamiento de mastitis subclínica.**

Esta enfermedad no se puede eliminar por completo del hato, pero la incidencia se puede llevar al mínimo, el control de la enfermedad se hace a través de buenas prácticas de manejo, uso de selladores, tratamiento durante el período seco de los animales y sacrificio de los animales con enfermedad crónica.

Durante la lactancia el tratamiento se hará sólo en casos excepcionales, en el saneamiento de un foco infeccioso o en vacas jóvenes y valiosas o bien en el rechazo de la leche por exceso celular. Si se conoce el germen causal y existe un antibiograma, el tratamiento podrá realizarse de forma específica.

### **Tratamiento blitz**

Este tratamiento se puede usar en el caso de infecciones por *Streptococcus agalactiae* para disminuir su prevalencia en el hato, consiste en tratar una vez todas las vacas (o sólo las infectadas detectadas mediante cultivo) con penicilina procaínica, de preferencia en una base de larga acción. Este método obliga a no ordeñar los cuartos a las vacas tratadas durante 48 horas y luego eliminar la leche ordeñada por lo menos durante los siguientes 4 ordeños para eliminar los residuos del antibiótico.

### **Profilaxis**

En un hato lechero las Buenas Prácticas de Ordeño son necesarias para minimizar el riesgo de infección y diseminación de Mastitis Subclínica y alcanzar de esta manera niveles óptimos de calidad en la leche producida.

Para reducir el número de infecciones de mastitis, el factor más importante en el procedimiento de ordeño es el uso de soluciones cloradas o yodadas para el presellado y sellado de pezones como método más efectivo de control. Las finalidades de usar selladores o inmersiones de pezones son:

1. Eliminar la gota de leche que queda en el pezón (con esto se elimina el contagio de

- organismos de mastitis por las moscas de una vaca a otra).
2. Disminuir la carga de microorganismos que están en el pezón en el momento de la inmersión de éste.
  3. Dejar una película de la solución desinfectante en los pezones entre ordeños.

## **7. Consideraciones sobre la mastitis en Salud Pública.**

La leche está básicamente constituida de agua; en ella un amplio grupo de nutrientes como vitaminas, proteínas, grasas y carbohidratos están suspendidos). Debido a su rico contenido nutricional, el sistema de producción y almacenamiento es susceptible a contaminarse con microorganismos que pueden causar enfermedades en humanos. Siendo así, la leche se considera un conocido vehículo de transmisión de agentes causales de enfermedades en humanos(Donkor et al., 2007).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), ha elaborado una lista que se señalan los agentes patógenos que, transmitidos por la leche, pueden originar enfermedades en el hombre. Los más importantes son:

El *Mycobacterium bovis*, microorganismo que puede habitar en la leche; *Brucella abortus*, localizada en los ganglios linfáticos mamaros, liberándose a través de la leche por períodos de tiempo muy prolongados; *Coxiella burnetti*, rickettsia que provoca la Fiebre Q y que se libera durante meses en la leche de vacas enfermas; *Pseudomona aeruginosa*, muy resistente a los antibióticos y desinfectantes, presente en la glándula mamaria y que afecta a la salud pública en asociación con ciertos estafilococos, el *Staphilococcus aureus*, agente causal de numerosos casos de mastitis de carácter sub-clínico, produce toxinas resistentes al calor, el *Streptococcus agalactiae* provoca enfermedades en el hombre, principalmente en los recién nacidos, las enterobacterias como *E. coli* capaz de producir mastitis, pueden originar gastroenteritis debido a la producción de enterotoxinas (Rosales-Zambrano & Garcia-Lugo, s. f.).

## 7.1 Infecciones e intoxicaciones provocadas por leches contaminadas.

Dentro de las denominadas infecciones alimentarias, tenemos aquellas de origen bacteriano, las virales y aquellas provocadas por rickettsias. En cuanto a las intoxicaciones alimentarias de origen bacteriano, cabe citar el botulismo y aquellas debidas a la presencia de enterotoxina estafilocócica. También deben señalarse aquellas enfermedades que se producen debido a una intensa contaminación de la leche por determinadas bacterias, como es el caso del *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, etc. Finalmente, deben considerarse aquellas enfermedades de etiología incierta, como es el caso de algunas cepas de *Escherichia*, *Proteus*, *Pseudomonas*, etc.

Las contaminaciones de la secreción láctea por diferentes gérmenes como *Brucella ssp.* estreptococos, estafilococos, colibacilos, representan en función al carácter patógeno de estos agentes un grave peligro para la salud pública al extremo que ciertas endocarditis, nefritis, tonsilitis, amigdalitis, estomatitis, enteritis, etc. son causadas por estos gérmenes (Landi et al., 2021).

La tuberculosis, brucelosis, parálisis infantil son enfermedades relacionadas con el consumo de leche contaminada. También es frecuente encontrar residuos antibióticos en la leche procedente de animales tratados por mastitis representan productos en cierto modo tóxico para el consumidor o generar resistencia antimicrobiana por la exposición continua a estos fármacos (Reuben et al., 2020).

Desde el punto de vista sanitario la mastitis séptica siempre origina leche contaminada lo cual constituye un riesgo potencial para la población pudiera ya que pudiera estar expuesta al consumo de leche contaminada con antibióticos o incluso ingerir leche llena de agentes patógenos o sus toxinas si las condiciones sanitarias que implica la producción de leche no son cumplidas (Rosales-Zambrano & Garcia-Lugo, s. f.).

## VII.- Material y Métodos

### **Tipo de estudio:**

Descriptivo de corte transversal.

### **Área de estudio:**

Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa

### **Selección de las fincas:**

La visitaron 134 fincas por conveniencia, de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, tomando en cuenta si él productor mostró interés en ser parte del estudio y si aceptan su participación voluntaria, esto redujo los costos del estudio.

Las fincas en estudio se caracterizan por tener una explotación ganadera de tipo extensiva y el ordeño se realiza de forma manual.

### **Población de estudio:**

Hembras de ganado bovino en lactación de las fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa.

**Tipo de muestreo:** No probabilístico de conveniencia.

**Tamaño de la muestra:** 2,421 Hembras bovinas en producción láctea.

### **Factores de inclusión:**

- Período de lactación mayor a 30 días y menor de 240 días.
- Sin ningún tratamiento previo.
- Sin mastitis clínica.
- Participación voluntaria del productor.

### **Factores de exclusión**

- Período de lactación menor a 30 días y mayor a 240 días.
- Con mastitis clínica.

- Que estén o hayan estado en tratamiento previo.
- Que el productor no tenga interés en participar.

## Metodología:

### **Prueba de campo**

La recolección de muestras de leche en cada una de las vacas tomo en cuenta aspectos que tienen que ver con la glándula mamaria (ubre) y pezones. Se sometieron a las mínimas normas de higiene (lavadas a profundidad con agua, jabón y posteriormente agua clorada), el equipo básico de recolección (paleta o raqueta).

### **Se aplicó la Prueba de California para Mastitis (CMT)**

Se utilizó en una paleta blanca (raqueta) que posee una taza correspondiente a cada cuarto que se examina en la vaca, se tomó una muestra de leche lo más aséptica posible extraída directamente de cada cuarto y se depositaron 3 ml en cada depósito de la raqueta para luego agregar 3 ml del reactivo a cada muestra de leche.

El CMT lo utilizamos para detectar casos moderados a severos de mastitis subclínicas y para determinar que cuarto de la vaca se encuentra más afectado. El principio de esta prueba se basa en la reacción que ocurre entre el reactivo contenido en el CMT y el núcleo de las células somáticas (más de 500.000 células por ml de leche) presentes en la leche, el número superior de células somáticas es por lo general producto de la infección de la glándula, se va a producir un gel o gelatina como resultado de la reacción.

### **Los resultados pueden ser interpretados según el grado de reacción:**

Grado de reacción al CMT	RCS	
	(x 1000)	
	Rango <sup>1</sup>	Tipo de reacción
N: Negativos	0 - 200	Mezcla permanece líquida.
T: Trazas	200 - 400	Ligera viscosidad.
1: Positivo débil (+)	400 - 1200	Mezcla viscosa no adherida al fondo.
2: Positivo evidente (++)	1200 - 5000	Mezcla viscosa que se adhiere al fondo.
3: Positivo fuerte (+++)	> 5000	Mezcla muy viscosa fuertemente adherida que forma un solo grumo.
Total		

<sup>1</sup>Rango del CMT (según Radostitis et al., 2007)

### **Recolección de la muestra para análisis microbiológico.**

Antes de recolectar de la muestra, se seleccionó de forma detallada las vacas que iban a ser sometidas al análisis microbiológico, basándose en los resultados obtenidos en la prueba de California (CMT). A estos animales seleccionados previamente se les:

- Se lavó la ubre con agua y jabón los cuartos seleccionados.
- Se secó con papel toalla y se desinfectó con alcohol al 70%.
- Se eliminaron los primeros chorros de leche.
- Se recolectaron aproximadamente 5ml de leche en un tubo de ensayo estéril.
- Se identificó la muestra y almacenó en un termo con hielo a una temperatura de 4°C - 8°C para ser llevada al laboratorio.

### **El análisis microbiológico:**

Estos procedimientos se realizaron en el Centro Veterinario de Diagnóstico e Investigación (CEVEDI) de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria en la UNAN-LEON.

### **Aislamiento:**

Las muestras fueron sembradas en las primeras 2hrs después de haber sido llevadas al laboratorio. Se inocularon 20 µl de leche previamente homogenizada en platos Petri con agar sangre de carnero al 5% (ASC) y agar MacConkey, se realizó un rallo convencional, se identificó cada muestra y luego se incubaron a 37°C durante 24-48 horas.

### **Identificación bacteriana:**

Después de 24-48 horas de incubación se procedió a realizar la lectura de los platos para determinar la presencia o ausencia de crecimiento. En los casos donde hubo crecimiento se realizó tinción de Gram para una clasificación e identificación general de las bacterias. La caracterización de las bacterias encontradas se realizó por medio de pruebas bioquímicas específicas para bacterias Gram + y Gram - según el caso. Se caracterizó solo el género de las bacterias con excepciones como en el caso de *Staphylococcus* spp que se sometió a pruebas de coagulasa y catalasa para identificar si era *S. aureus* o *Staphylococcus* coagulasa negativa. En el caso de las Gram - se realizaron las pruebas bioquímicas: TSI (Triple Azúcar Hierro), LIA (Agar Lisina Hierro) y Citrato de Simmons.

### **Determinación de los perfiles de sensibilidad bacteriana:**

Después de la identificación bacteriana se realizó el antibiograma a cada una de las muestras utilizando el método de difusión en agar Mueller Hinton (Kirby Baüer) con los discos impregnados de los siguientes antibióticos: Amoxicilina, Cefalexina, Enrofloxacin, Oxitetraciclina, Gentamicina, Vancomicina, Eritromicina y Ciprofloxacina.

### **Análisis estadísticos.**

Se utilizo estadísticos descriptivos para determinar la prevalencia, frecuencia absoluta, relativa de los aislamientos de microorganismos y resistencia antibacteriana a partir de las muestras positivas a mastitis subclínica por departamentos.

Para analizar la relación de dependencia y/o independencias variables cualitativas, se utiliza la prueba Chi-cuadrado. Esta prueba permite determinar si existe una relación entre dos variables categóricas (cualitativas). Es necesario resaltar que esta prueba indica si existe o no una relación entre las variables, pero no señala el grado o el tipo de relación.

Para estos análisis se creó una base de datos en el paquete estadístico para las ciencias sociales SPSS versión 27. Los resultados se presentan en tablas de frecuencias y porcentajes, elaborados con ayuda del programa Excel Microsoft 365.

## VIII.-Resultados y Discusión

En los tres municipios en estudio se evaluaron 2,421 vacas en ordeño, por medio de la Prueba de California para Mastitis (CMT). Se encontró que el 30.44% (737) fueron negativos o libres de mastitis y una prevalencia de casos positivos del 69.56% (1,684) casos que estaban afectados en algún grado de mastitis, de este porcentaje de animales los más afectados corresponde al departamento de León con 72.02% (1063), seguido de Chinandega con el 66.45% (412) y Matagalpa con 64.31% (209) (véase Tabla 1).

**Tabla1.** Distribución por departamentos de los resultados de la Prueba de California para Mastitis (CMT)

Departamento	Presencia o ausencia de mastitis subclínica				Total de muestras
	Negativo		Positivo		
	N°	%	N°	%	
León	413	27.98	1063	72.02	1,476 <sup>a</sup>
Chinandega	208	33.55	412	66.45	620 <sup>b</sup>
Matagalpa	116	35.69	209	64.31	325 <sup>c</sup>
Total	737	30.44	1,684	69.56	2,421

<sup>a,b,c</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ( $p < 0.05$ )

**Fuente:** Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, para identificación bacteriana de agentes etiológicos de la mastitis de mayo a julio 2020.

La prueba Chi Cuadrado efectuada con estos datos (véase tabla 2), según el cual se rechaza la hipótesis nula ( $p = 0.000$  menor que 0.05) con un nivel de confianza de 95%, se deduce que las variables son independientes y no hay relación entre los casos positivos de mastitis subclínica y su distribución por departamento.

**Tabla 2.** Prueba se Chi cuadrado, para medir la dependencia o independencia entre los departamentos y los casos de mastitis subclínica.

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	40,549 <sup>a</sup>	2	,000
Razón de verosimilitud	38,672	2	,000
Asociación lineal por lineal	37,194	1	,000
N de casos válidos	2337		

**Fuente:** Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, para identificación bacteriana de agentes etiológicos de la mastitis de mayo a julio 2020.

Del total de 6,736 cuartos mamarios evaluados con la prueba de California para Mastitis en 1,684 vacas en ordeño, se encontró 33.60% (2,263) fueron negativos o libres de mastitis y que el 11.62% (783) estaban afectados de mastitis clínica o subclínica en grado de trazas, el 54.55% (3,674) correspondió a los casos de mastitis subclínica desde (Positivo débil (+), Positivo evidente (++)), Positivo fuerte (+++)), y las muestras pérdidas de los cuartos mamarios fueron 0.24% (16) (véase Tabla 3). El porcentaje de afectación en los cuartos mamarios fueron: AD 69.35%, AI 68.10%, PI 61.49% y PD 61.49%.

**Tabla 3.**

Distribución del grado de reacción de los cuartos según California Mastitis Test (CMT), por cada cuarto.

Grado de reacción al CMT	RCS <sup>1</sup> (x 1000)		Cuartos mamarios <sup>4</sup>					Intensidad de reacción (%)
	Media <sup>2</sup>	Rango <sup>3</sup>	AD	AI	PI	PD	Total	
N: Negativos	100	0 - 200	515	536	565	647	2,263	33.60 <sup>a</sup>
T: Trazas	300	200 - 400	182	196	199	206	783	11.62 <sup>e</sup>
1: Positivo débil (+)	900	400 - 1200	353	336	356	284	1,329	19.73 <sup>b</sup>
2: Positivo evidente (++)	2700	1200 - 5000	330	385	291	275	1,281	19.02 <sup>c</sup>
3: Positivo fuerte (+++)	8100	> 5000	300	227	269	268	1,064	15.80 <sup>d</sup>
Muestras perdidas	-	-	4	4	4	4	16	0.24
<b>Total</b>			<b>1,684</b>	<b>1,684</b>	<b>1,684</b>	<b>1,684</b>	<b>6,736</b>	<b>100.00</b>

<sup>1</sup> Recuento de células somáticas según nivel de la prueba de CMT

<sup>2</sup> Medias del CMT (según Rice, 1981; Philpot y Nickerson, 2000)

<sup>3</sup> Rango del CMT (según Radostitis et al., 2006)

<sup>4</sup> AD=Anterior derecho, AI=Anterior izquierdo, PI=Posterior izquierdo, PD=Posterior derecho

<sup>a,b,c,d,e</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística (p<0.05)

**Fuente:** Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, para identificación bacteriana de agentes etiológicos de la mastitis de mayo a julio 2020.

(Miyama et al., 2020) reporta una prevalencia 68.6% (417/608), con un intervalo de confianza (64.9 – 72.2) al 95%. (Garedew et al., 2012). Entre el 20 al 25% de este patógeno fueron halladas en mastitis subclínica y clínica en Uganda, a pesar de tener reservorios ambientales, su prevalencia es baja, gracias a la buena respuesta que tiene frente a los antibióticos.

Duse et al., (2021) en Suecia. Realizo 664 aislamientos bacterianos que se sometieron a pruebas de susceptibilidad, destacando *Staphylococcus aureus* con 27,8%, seguido de *Streptococcus dysgalactiae* (15,8%), *Escherichia coli* (15,1%). Varias otras bacterias representaron el 2,6%. Los estafilococos fueron, en general sensibles a la mayoría de los antibióticos (Duse et al., 2021).

Hay otros estudios que demuestran que los cuartos anteriores son más propensos a presentar una mayor frecuencia de reacciones positivas, especialmente el cuarto anterior derecho (Duarte Sandoval, 2004) (Torrez Sarmiento, 2006) (Villar, 2017); aunque (Villar, 2017) indica que los cuartos posteriores presentan mayores niveles de infección. Estas diferencias con los resultados del presente estudio podrían deberse al ordeño manual.

En el 2015 (Gómez-Quispe) reportaron reacciones positivas de los grados 1, 2 y 3 cruces suman 42.25% y 49.7% incluyendo trazas; similar a lo obtenido en la «prevalencia en el total de cuartos mamarios». Asimismo, se encontraron mayores reacciones positivas en los grados 1, 2 y 3, sin diferencias estadísticas entre ellos, pero siendo superiores a la intensidad del grado trazas (Gómez-Quispe et al., 2015).

De los cuartos positivos a la Prueba de California para Mastitis, fueron aislados 7 microorganismos involucrados en la patogénesis de la mastitis bovina en 127 muestras. En los cultivos bacteriológicos fueron aislados microorganismos como: *Staphylococcus aureus* 38.58%, constituyéndose en el principal agente etiológico en el presente estudio, seguido de *Estafilococos coagulasa negativos* con el 37.80%, *Escherichia coli* 13.39%, otros microorganismos como: *Streptococcus agalactiae*, *Klebsiella*, *Pseudomona* y *Staphylococcus SPP*, juntos representaron el 10.23% (véase Tabla 4). Si vemos el principal agente etiológico por departamentos estudiados, el *Staphylococcus aureus* representa en Matagalpa el 92.86%, León con el 32.84% y Chinandega el 29.55% (véase Tabla 5).

**Tabla 4.**  
Distribución de presentes en las muestras de leche.

Microorganismo	Aislamientos (numero)	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	49	38.58
<i>Estafilococos coagulasa negativos</i>	48	37.80
<i>Escherichia coli</i>	17	13.39
<i>Streptococcus agalactiae</i>	5	3.94
<i>Klebsiella</i>	2	1.57
<i>Pseudomona</i>	3	2.36
<i>Staphylococcus SPP</i>	3	2.36
<b>Total de aislamientos</b>	<b>127</b>	<b>100.00</b>

**Nota:** Se reportaron 23 muestras contaminadas, que no se procesaron.

Las muestras de leche con más de dos especies diferentes aisladas en un plato se consideraron contaminadas, a menos que una de las especies fuera *Staphylococcus aureus*, en cuyo caso *Staphylococcus aureus* se definió como el patógena dominante.

**Fuente:** Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, para identificación bacteriana de agentes etiológicos de la mastitis de mayo a julio 2020.

**Tabla 5.**

Distribución de aislamientos de microorganismos en los tres departamentos.

Departamentos	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Estafilococos coagulasa negativos</i>		<i>Escherichia coli</i>		<i>Pseudomona</i>		<i>Streptococcus agalactiae</i>		<i>Streptococcus spp</i>		<i>Klebsiella</i>		Total
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
León	22	32.84	17	25.37	17	25.37	3	4.48	2	2.99	3	4.48	3	4.48	67
Chinandega	13	29.55	31	70.45	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	44
Matagalpa	13	92.86	1	7.14	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	14
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>38.40</b>	<b>49</b>	<b>39.20</b>	<b>17</b>	<b>13.60</b>	<b>3</b>	<b>2.40</b>	<b>2</b>	<b>1.60</b>	<b>3</b>	<b>2.40</b>	<b>3</b>	<b>2.40</b>	<b>125</b>

**Fuente:** Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, para identificación bacteriana de agentes etiológicos de la mastitis de mayo a julio 2020.

En el 2008, un estudio de prevalencia de mastitis bovina en Colombia describe que el *Staphylococcus aureus*, tiene como reservorio principal la glándula mamaria, aunque se puede aislar de la piel de los trabajadores y de lesiones ocasionadas por virus, irritaciones químicas o daños mecánicos de la piel, de la cavidad nasal de novillos, del piso del establo, del alimento, de las manos de los trabajadores, animales diferentes a los bovinos, de los instrumentos de ordeño, de las camas de los establos, de los insectos y del agua; además, puede ser diseminado por las manos de los ordeñadores y por las moscas (Calderón & Rodríguez, 2008).

En mayo del 2001, en Jalisco México la frecuencia de agentes etiológicos reportadas en un estudio de 1,325 muestras recolectadas de leche se obtuvo un crecimiento positivo de *S. aureus* en 130 muestras (correspondientes al 9% del total) y un crecimiento de 261 de estafilococos coagulasa negativo (18% del total). Por lo que refleja la importancia del género *Staphylococcus spp*, ya que representó un crecimiento del 27% del total de las muestras (Castañeda-Vázquez et al., 2020).

En países nórdicos el *Staphylococcus aureus*, fue aislado entre el 30 y el 40% de los casos subclínicos y del 20 al 30% de los casos clínicos. En los países industrializados el *Staphylococcus aureus* es el patógeno contagioso más aislado de casos de mastitis en vacas lecheras (Camussone & Calvinho, 2013).

En el 2006, se realizó aislamiento e identificación fenotípica de *Staphylococcus aureus* mediante la técnica de Fingerprinter (PHP) a partir de leche bobina afectada con mastitis

subclínica en seis fincas del Municipio de León, y se encontró una prevalencia de 52.1% de mastitis y el microorganismo mayormente presente fue el *Staphylococcus aureus* con el 33.73%, además este resultado con un alto porcentaje de resistencia a los antibióticos (Aguirre Valverde & Zeledón Aráuz, 2007).

La evaluación de la sensibilidad bacteriana a los antimicrobianos se realizó mediante el método de dilución en Placa (Mueller Hinton (Kirby Baüer). Los antimicrobianos ensayados fueron aquellos de uso más frecuente en los rebaños lecheros del país, y se encontró que el *Staphylococcus aureus* el microorganismo más frecuente en este estudio tienen una alta resistencia a la Vancomicina 66.7%, Amoxicilina 64.6%, Cefalecina 52.1%. El *Estafilococos coagulasa negativos* presenta su mayor resistencia a Vancomicina 61.2 %, Eritromicina 59.2% y Cefalecina 49.0%. *Escherichia coli* presenta su mayor resistencia a Cefalecina y Amoxicilina en ambos antibióticos con el 64.7%.

Otros microorganismos con menos frecuencia de aislamientos en este estudio como la *Pseudomona*, mostraron ser 100% resistente frente a Eritromicina y Vancomicina. *Streptococcus agalactiae* 50% resistente a Cefalecina y Amoxicilina. En el caso de *Streptococcus SSP*, su mayor resistencia fue a la Vancomicina 100%, Amoxicilina 66.7%, Eritromicina 33.3%. Por último, la *Klebsiella* mostro ser en el 100% resistente a Cefalecina y 33.0% a Amoxicilina (véase Tabla 6).

**Tabla 6.**  
Resistencia antibacteriana a partir de las muestras positivas a mastitis subclínica

Antibiótico	<i>Staphylococcus aureus</i> (N=48)		<i>Estafilococos coagulasa negativos</i> (N=49)		<i>Escherichia coli</i> (N=17)		<i>Pseudomona</i> (N=3)		<i>Streptococcus agalactiae</i> (N=2)		<i>Streptococcus SSP</i> (N=3)		<i>Klebsiella</i> (N=3)	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Oxitetraciclina	8	16.7	0	0.0	4	23.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Cefalecina	25	52.1	24	49.0	11	64.7	0	0.0	1	50.0	0	0.0	3	100.0
Eritromicina	15	31.3	29	59.2	0	0.0	3	100	0	0.0	1	33.3	0	0.0
Amoxicilina	31	64.6	13	26.5	11	64.7	0	0.0	1	50.0	2	66.7	1	33.3
Gentamicina	4	8.3	3	6.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Enrofloxacina	5	10.4	7	14.3	3	17.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Vancomicina	32	66.7	30	61.2	0	0.0	3	100	1	0	1	100	0	0.0
Ciprofloxacina	6	12.5	1	2.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Criterios de interpretación basados en el método de Kirby -bauer de pruebas de sensibilidad para microorganismos. Tomado de la BPO BBL. Sensi-disc antimicrobial susceptibility Test Discs.

**Fuente:** Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, para identificación bacteriana de agentes etiológicos de la mastitis de mayo a julio 2020.

La contraparte de los datos sintetizados en la Tabla 6, pueden ser analizados en la Tabla 7, donde se recoge la interpretación basada en el método de Kirby -bauer de pruebas de sensibilidad para microorganismos en ella se muestra el perfil de resistencia (*R: resistencia, I: Intermedio, S: sensibilidad*) de cada bacteria a los antibióticos expuestos.

Estos resultados demuestran que la terapia antimicrobiana en ganado lechero en estos municipios de nuestro país, no está ajena a la problemática mundial de la resistencia bacteriana denunciada por la OMS (*El primer informe mundial de la OMS sobre la resistencia a los antibióticos pone de manifiesto una grave amenaza para la salud pública en todo el mundo, 2014*). Además, refuerzan la conveniencia de establecer a corto plazo, una racionalización y control del uso de antibióticos, mediante la introducción obligatoria de la receta médico-veterinaria, además de la implementación de programas permanentes de monitoreo de resistencia bacteriana a nivel nacional como lo recomienda la OMS. (*Resistencia a los antibióticos, 2020*).

Tabla 7. Perfil de resistencia de los antibióticos.

Antibiótico	Perfil	<i>Staphylococcus aureus</i> (N= 48)	<i>Estafilococos coagulasa negativos</i> (N= 49)	<i>Escherichia coli</i> (N= 17)	<i>Pseudomona</i> (N= 3)	<i>Streptococcus agalactiae</i> (N= 2)	<i>Streptococcus SSP</i> (N= 3)	<i>Klebsiella</i> (N= 3)
Oxitetraciclina	S	36	48	12	3	2	1	1
	I	4	1	1	0	0	1	2
	R	8	0	4	0	0	0	0
Cefalecina	S	16	19	3	1	0	2	0
	I	7	6	3	2	1	1	0
	R	25	24	11	0	1	0	3
Eritromicina	S	30	18	8	0	0	1	2
	I	3	2	9	0	2	1	1
	R	15	29	0	3	0	1	0
Amoxicilina	S	12	35	2	3	1	0	0
	I	5	1	4	0	0	1	2
	R	31	13	11	0	1	2	1
Gentamicina	S	30	42	7	3	1	2	2
	I	14	4	10	0	1	1	1
	R	4	3	0	0	0	0	0
Enrofloxacin	S	43	25	13	0	1	2	3
	I	0	17	1	3	1	1	0
	R	5	7	3	0	0	0	0
Vancomicina	S	11	18	10	0	0	1	3
	I	5	1	7	0	1	1	0
	R	32	30	0	3	1	1	0
Ciprofloxacina	S	38	38	15	3	2	2	3
	I	4	10	2	0	0	1	0
	R	6	1	0	0	0	0	0

Criterios de interpretación basados en el método de Kirby -bauer de pruebas de sensibilidad para microorganismos. Tomado de la BPO BBL. Sensi-disc antimicrobial susceptibility Test Discs (R: resistencia, I: Intermedio, S: sensibilidad)

**Fuente:** Fincas de los departamentos de León, Chinandega y Matagalpa, para identificación bacteriana de agentes etiológicos de la mastitis de mayo a julio 2020.

## IX. Conclusiones

- La prevalencia general de mastitis subclínica es de 69.56%, y en los departamentos estudiados fue de: León 72.02%, Chinandega 66.45%, Matagalpa 64.31% y no se demostró una relación de dependencia entre los casos positivos de mastitis subclínica y el departamento donde se ubica el hato.
- El 69.17% de los cuartos mamarios sometidos al California Mastitis Test (CMT), reaccionaron en algún grado desde trazas hasta positivos fuertes. Los cuartos mamarios anteriores presentan mayor prevalencia de mastitis subclínica y el más afectado es el anterior derecho AD= 69.3%.
- Los principales agentes etiológicos aislados fueron: *Staphylococcus aureus* 38.58%, y *Estafilococos coagulasa negativos con el 37.80%*.
- Los antibióticos a los que las bacterias en estudio presentaron mayor resistencia fueron a Cefalexina, Vancomicina, Eritromicina y Amoxicilina.

## X. Recomendaciones

A fin de disminuir los casos de mastitis subclínica y acopiar leche de buena calidad, tomando en cuenta la información generada en este estudio y la revisión de la literatura, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

### **A las instituciones:**

1. Reconocer la importancia de la mastitis como factor que limita la producción de leche y, por tanto, la rentabilidad de las fincas lecheras.
2. La aplicación de programas de control de mastitis y producción de leche de calidad.
3. La aplicación de políticas lecheras coherentes y bien definidas.
4. Capacitar a pequeños productores del sector lácteo.
5. El establecimiento de sistemas de vigilancia de mastitis y calidad de leche, basados en métodos de diagnósticos, como el California Mastitis Test (CMT) y el cultivo bacteriológico.

### **Al productor:**

1. Mejorar las condiciones de manejo, higiene y saneamiento de los corrales, basado en un programa de prevención y control de malas prácticas ganaderas.
2. Eliminar exceso de humedad y estiércol en los corrales.
3. Ordeñar correctamente a mano llena y en el orden correcto, primero los cuartos anteriores y luego los posteriores; siempre el cuarto más alejado con la mano de mayor uso del ordeñador.
4. Ordeñar de primero las vacas recién paridas y continuar con las de más partos y así sucesivamente, las vacas con antecedentes de mastitis por ultimo.
5. Realizar tratamiento de mastitis subclínica en el periodo de secado.
6. Separar las vacas con mastitis crónico, ya que son fuente potencial de transmisión de enfermedades en el rebaño.
7. Realizar el destete de los terneros entre los siete y ocho meses, esto disminuye la probabilidad de mastitis traumática.
8. Realizar monitoreo de pruebas químicas de la leche para la detección de mastitis subclínica.

**Al consumidor:**

1. Se recomienda no consumir leche y sus derivados sin pasteurizar.
2. Si lo tiene que hacer, deberá hervirla, llevando a su punto de ebullición aproximadamente 100° C, y bajar el fuego manteniendo la temperatura durante diez minutos. Luego, debe conservarla en refrigeración y consumirse dentro de las 24 horas.

## XI.- Bibliografía

1. Abera, A. (2020). Review on prevalence and associated risk factors of bovine mastitis in lactating cows of small holder dairy farms in Ethiopia. *Journal of Medical Research and Health Sciences*, 3(5), Art. 5. <https://doi.org/10.15520/jmrhs.v3i5.177>
2. Aguirre Valverde, J. F., & Zeledón Aráuz, K. J. (2007). *Aislamiento e identificación fenotípica de Staphylococcus aureus mediante la técnica de Fingerprinter (PHP) a partir de leche bobina afectada con mastitis subclínica en seis fincas del Municipio de León, durante el ...* [Thesis].  
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/1042>
3. Bari, M. S., (2022). Subclinical mastitis in dairy cows in south-Asian countries: A review of risk factors and etiology to prioritize control measures. *Veterinary Research Communications*, 46(3), 621-640. <https://doi.org/10.1007/s11259-022-09948-x>
4. Boeris, M. A. (editora), Meglia, G. E. (editor), Genero, G. A. (editor), Larrea, A. T., Mata, H. T., Manso, A. D., Molina, G. G., & Ochoa, G. J. (2016). *Glándula mamaria y lactación*. EdUNLPam. <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/63>
5. Calderón, A., & Rodríguez, V. C. (2008). Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(4), 582-589.
6. Calzolari, A., Giraud, J. A., Rampone, H., Odierno, L., Giraud, A. T., Frigerio, C., Bettera, S., Raspanti, C., Hernández, J., Wehbe, M., Mattea, M., Ferrari, M., Larriestra, A., & Nagel, R. (1997). Field Trials of a Vaccine Against Bovine Mastitis. 2. Evaluation in Two Commercial Dairy Herds. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 854-858. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76007-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76007-7)

7. Camussone, C. M., & Calvino, L. F. (2013). Factores de virulencia de *Staphylococcus aureus* asociados con infecciones mamarias en bovinos: Relevancia y rol como agentes inmunógenos. *Revista Argentina de Microbiología*, 45(2), 119-130. [https://doi.org/10.1016/S0325-7541\(13\)70011-7](https://doi.org/10.1016/S0325-7541(13)70011-7)
8. Castañeda-Vázquez, H., Padilla-Ramírez, F., Castañeda-Vázquez, M., Camacho-Palafox, J., Salas-Castañeda, E., Castañeda-Vázquez, H., Padilla-Ramírez, F., Castañeda-Vázquez, M., Camacho-Palafox, J., & Salas-Castañeda, E. (2020). Variación genética de *Staphylococcus aureus* causante de mastitis en vacas lecheras en Jalisco. *Abanico veterinario*, 10. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.21>
9. Chávez R., A., Sato S., A., Navarrete Z., M., & Cisneros S., J. (2010). Anatomía macroscópica de la glándula mamaria de la llama (*Lama glama*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(1), 01-10.
10. Diaz Mayorga, D. A. (2020). *Determinación de la incidencia de mastitis bovina en dos fincas de la Comarca Piedra Sembrada, Camoapa, departamento de Boaco, en el periodo de febrero—Abril 2020.*
11. Díaz Ruiz, E., Villalobos De Bastardo, L. B., Velásquez-Vottelerd, P., & Antón Córdova, K. (2016). Susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus* spp. Aisladas del personal de enfermería de la unidad de neonatología del Hospital Universitario “ Antonio Patricio de Alcalá ” , Cumaná, Venezuela. *Saber*, 28(3), 558-565.
12. Donkor, E., Aning, K., & Quaye, J. (2007). Bacterial contaminations of informally marketed raw milk in Ghana. *Ghana Medical Journal*, 41(2), 58-61. <https://doi.org/10.4314/gmj.v41i2.55302>
13. Duarte Sandoval, A. A. (2004). *Prevalencia de la mastitis subclínica en el ganado criollo reina en la finca Santa Rosa (UNA) en época de verano* [Engineer, Universidad

Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1323/>

14. Duse, A., Persson-Waller, K., & Pedersen, K. (2021). Microbial Aetiology, Antibiotic Susceptibility and Pathogen-Specific Risk Factors for Udder Pathogens from Clinical Mastitis in Dairy Cows. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 11(7), 2113. <https://doi.org/10.3390/ani11072113>
15. *El primer informe mundial de la OMS sobre la resistencia a los antibióticos pone de manifiesto una grave amenaza para la salud pública en todo el mundo.* (2014, abril 30). <https://www.who.int/es/news/item/30-04-2014-who-s-first-global-report-on-antibiotic-resistance-reveals-serious-worldwide-threat-to-public-health>
16. Fernández, J. G., & Ovares, C. E. U. (2012). La glándula mamaria, embriología, histología, anatomía y una de sus principales patologías, el cáncer de mama. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 69(602), 317-320.
17. Garedew, L., Berhanu, A., Mengesha, D., & Tsegay, G. (2012). Identification of gram-negative bacteria from critical control points of raw and pasteurized cow milk consumed at Gondar town and its suburbs, Ethiopia. *BMC Public Health*, 12, 950. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-950>
18. Giannechini, R., Concha, C., Rivero, R., Delucci, I., & Moreno López, J. (2002). Occurrence of clinical and sub-clinical mastitis in dairy herds in the West Littoral Region in Uruguay. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 43(4), 221-230. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-43-221>
19. Gómez-Quispe, O. E., Santivañez-Ballón, C. S., Arauco-Villar, F., Espezua-Flores, O. H., & Manrique-Meza, J. (2015). Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 86-95. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10912>
20. Jiménez, R. J. (2017). Epidemiología de la mastitis subclínica de la vaca lechera en el

- departamento de Chiquimula, Guatemala. *Revista Ciencia Multidisciplinaria CUNORI*, 1(1), 109-110. <https://doi.org/10.36314/cunori.v2i1.32>
21. Landi, A. K. A., Arrieta, S. N. E., & Leal, F. D. A. (2021). Calidad bacteriológica de la leche cruda bovina almacenada en el centro de acopio Mocha. Tungurahua. Ecuador. *Siembra*, 8(2). <https://www.redalyc.org/journal/6538/653868341011/html/>
22. León-Galván, M. F., Barboza-Corona, J. E., Lechuga-Arana, A. A., Valencia-Posadas, M., Aguayo, D. D., Cedillo-Pelaez, C., Martínez-Ortega, E. A., & Gutierrez-Chavez, A. J. (2015). Molecular detection and sensitivity to antibiotics and bacteriocins of pathogens isolated from bovine mastitis in family dairy herds of central Mexico. *BioMed Research International*, 2015, 615153. <https://doi.org/10.1155/2015/615153>
23. López Martínez, E. F., & Lanzas Herrera, E. A. (2011). *Prevalencia de mastitis subclínica y condiciones de manejos en las fincas asociadas al Centro de acopio lechero Tecuaname, La Paz Centro en los meses de octubre-noviembre del 2011* [Thesis]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/5943>
24. Miyama, T., Byaruhanga, J., Okamura, I., Nagahata, H., Murata, R., Mwebembezi, W., Muramatsu, Y., & Makita, K. (2020). Prevalence of sub-clinical mastitis and its association with milking practices in an intensive dairy production region of Uganda. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 82(4), 488-493. <https://doi.org/10.1292/jvms.19-0588>
25. Radostits, O. M., & Done, S. H. (Eds.). (2007). *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats, and horses* (10th ed). Elsevier Saunders.
26. *Resistencia a los antibióticos*. (2020, julio 31). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibióticos>
27. Reuben, R. C., Roy, P. C., Sarkar, S. L., Alam, A. S. M. R. U., & Jahid, I. K. (2020). Characterization and evaluation of lactic acid bacteria from indigenous raw milk for

- potential probiotic properties. *Journal of Dairy Science*, 103(2), 1223-1237.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2019-17092>
28. Rodríguez, J. M. L. (2014, mayo 28). *Mamitis bovina: Definición, etiología y epidemiología*. Ciencia Veterinaria. <https://cienciaveterinaria.com/mamitis-definicion-etilogia-y-epidemiologia/>
29. Rosales-Zambrano, D., & Garcia-Lugo, P. (s. f.). *LA LECHE DE VACA Y SUS IMPLICACIONES EN LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS*. 17.
30. Rust, J. D., Christian, M. J., Vance, C. J., Bolajoko, M. B., Wong, J. T., Suarez-Martinez, J., Allan, F. K., & Peters, A. R. (2021). *A study of the effectiveness of a detergent-based California mastitis test (CMT), using Ethiopian and Nigerian domestic detergents, for the detection of high somatic cell counts in milk and their reliability compared to the commercial UK CMT* (5:146). Gates Open Research.  
<https://doi.org/10.12688/gatesopenres.13369.1>
31. SANTAMARIA, E. E. A. (2011, septiembre 20). *Mastitis subclínica*. Engormix.  
<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/mastitis-subclinica-t28995.htm>
32. Tora, E. T., Bekele, N. B., & Kumar, R. S. S. (2022). Bacterial profile of bovine mastitis in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *PeerJ*.  
<https://doi.org/10.7717/peerj.13253>
33. Torrez Sarmiento, F. J. (2006). *Estudio preliminar de la utilización de la manteca de armadillo (Dasypus novemcinctus) en el tratamiento de la mastitis bovina en el municipio de Paiwas departamento de Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN)*.
34. Valero-Leal, K., Valbuena, E., Chacón, F., Olivares, Y., Castro, G., & Briñez, W. (2010). Patógenos contagiosos y ambientales aislados de cuartos mamarios con mastitis subclínica de alto riesgo en tres fincas del estado Zulia. *Revista Científica*, 20(5), 498-505.

35. Villar, F. A. (2017, abril 7). *Criterios de Interpretación para California Mastitis Test en el Diagnóstico de Mastitis Subclínica en Bovinos*. Engormix.  
<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/criterios-interpretacion-california-mastitis-t40301.htm>

# ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN  
FUNDADA EN 1912

## FICHA EPIDEMIOLÓGICA MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA



### Datos de la Finca

Nombre de la Finca:   
Propietario   
Municipio   
Comunidad

Tipo de explotación  
 Intensiva  Semintensiva

Tipo de ordeño  
 Manual  Mecánica

N° Ficha

### Datos de mastitis subclínica

**California Mastitis Test (CMT),**

Positivo  Negativo

### Grado de reacción de los cuartos según California Mastitis Test (CMT).

#### Cuarto AD

- N: Negativos
- T: Trazas
- 1: Positivo débil (+)
- 2: Positivo evidente (++)
- 3: Positivo fuerte (+++)
- Muestras perdidas

#### Cuarto AD

- N: Negativos
- T: Trazas
- 1: Positivo débil (+)
- 2: Positivo evidente (++)
- 3: Positivo fuerte (+++)
- Muestras perdidas

#### Cuarto AD

- N: Negativos
- T: Trazas
- 1: Positivo débil (+)
- 2: Positivo evidente (++)
- 3: Positivo fuerte (+++)
- Muestras perdidas

#### Cuarto AD

- N: Negativos
- T: Trazas
- 1: Positivo débil (+)
- 2: Positivo evidente (++)
- 3: Positivo fuerte (+++)
- Muestras perdidas

### Aislamientos de microorganismos

- Staphylococcus aureus
- Estafilococos coagulasa N
- Escherichia coli
- Streptococcus agalactiae
- Klebsiella
- Pseudomona
- Staphylococcus SPP