

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE MASTITIS
SUBCLÍNICA EN GANADO VACUNO LECHERO EN EL
MUNICIPIO DE ERANDIQUE, DEPARTAMENTO DE
LEMPIRA, REPÚBLICA DE HONDURAS, C.A. (2018)**

CARLOS OSWALDO TABORA CASTILLO

Médico Veterinario

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE MASTITIS
SUBCLÍNICA EN GANADO VACUNO LECHERO EN EL MUNICIPIO
DE ERANDIQUE, DEPARTAMENTO DE LEMPIRA, REPÚBLICA DE
HONDURAS, C.A. (2018)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

CARLOS OSWALDO TABORA CASTILLO

Al conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO: M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO: Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I: M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II: Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III: Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV: P. Agr. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V: Br. María José Solares Herrera

ASESORES

M.A. MARIA ANDREA MUÑOZ LORENZANA

M.Sc. ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA EN GANADO VACUNO LECHERO EN EL MUNICIPIO DE ERANDIQUE, DEPARTAMENTO DE LEMPIRA, REPÚBLICA DE HONDURAS, C.A. (2018)

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A:

- A Dios:** Porque es gracias a Él y su presencia en mi vida que he podido culminar esta etapa y convertir esta meta en una realidad.
- A mis padres:** Por creer en mí y apoyar mis decisiones, por sus consejos, bondad, esfuerzo y amor.
- A mis hermanas:** Por ser mi motivación más hermosa.
- A Sofí y Andrés:** Por su amor sin condiciones y llenar mis días de alegría.
- A Sofia Machado:** Por ser mi ejemplo y mostrarme el valor de la amistad, por fortalecer mi ánimo y ayudarme a convertirme en quien soy hoy.
- A Lisbeth González:** Por ser mi familia en Guatemala y estar conmigo en los días más difíciles, por ayudarme a tener fe y esperanza.
- A Rénee Moctezuma:** Por darme la definición de amistad, por impulsarme a seguir adelante y nunca rendirme.
- A Joselyn Rodríguez:** Por su apoyo todo el tiempo, porque su amistad y confianza me ayudaron a perseverar.
- A Helsy Gámez:** Por estar conmigo apoyándome en mis sueños y por el valioso tesoro de su amistad.

A Fernando Jiménez: Porque con la calidez y nobleza de su corazón, me ha ayudado a construirme y a creer que en esta vida puedo con todo.

AGRADECIMIENTOS

- A mis Asesores:** M.A. Andrea Muñoz y M.Sc. Alejandro Hun por todas sus enseñanzas y su dedicación con mi trabajo de investigación.
- A mi Evaluador:** M.V. Luis Villeda por su apoyo y su orientación para poder culminar este estudio.
- A M.V. Blanca Zelaya:** Por sus consejos, asesoría y por estar pendiente del proceso de mi trabajo de investigación.
- A:** La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por el honor de ser egresado de tan prestigiosa casa de estudios y formarme como profesional.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
	2.1 Objetivo General	3
	2.2 Objetivos específicos	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	3.1 Definición de la enfermedad.....	4
	3.2 Importancia	4
	3.3 Anatomía de la glándula mamaria	6
	3.4 Fisiología de la glándula mamaria	7
	3.5 Causas.....	7
	3.6 Mecanismos de infección	8
	3.7 Factores predisponentes	9
	3.8 Microorganismos causantes de mastitis	10
	3.9 Mecanismos de defensa de la glándula mamaria.....	11
	3.10 Manifestaciones clínicas de la mastitis	14
	3.11 Diagnóstico	14
	3.12 Prueba de mastitis de california	15
	3.12.1 Procedimiento para realizar la prueba CMT	15
	3.12.2 Interpretación del resultado.....	15
	3.13 Prevención y control.....	16
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
	4.1 Materiales	18
	4.1.1 Recursos humanos:	18
	4.1.2 Recursos biológicos:	18
	4.1.3 Recursos de campo:	18
	4.1.4 Otros recursos:.....	18
	4.1.5 Centros de referencia	18
	4.2 Metodología	19

4.2.1	Área de estudio	19
4.2.2	Diseño del estudio	20
4.2.3	Cálculo de muestra	20
4.2.4	Localización del estudio	20
4.2.5	Metodología de campo	21
4.2.6	Interpretación del resultado de la prueba	21
4.2.6.1	Lectura de la prueba	21
4.2.7	Análisis estadístico	22
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
VI.	CONCLUSIONES	27
VII.	RECOMENDACIONES	28
VIII.	RESUMEN	29
	SUMMARY	30
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
X.	ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación de la Prueba CMT.....	16
Tabla 2. Número de vacas positivas y negativas a la prueba CMT.....	23
Tabla 3. Resultado por categoría a la prueba CMT en cuartos mamarios.....	24
Tabla 4. Resultados según categoría y posición anatómica	25
Tabla 5. Resultados porcentuales según categoría y posición anatómica.....	26
Tabla 6. Tabla de contingencia total de casos positivos y negativos a mastitis subclínica considerando uno o dos ordeños al día.....	26

I. INTRODUCCIÓN

La mastitis es una inflamación de la glándula mamaria que provoca cambios en la composición bioquímica de la leche y en el tejido de la ubre. Es considerada la enfermedad más costosa económicamente hablando en el ganado lechero, debido a las pérdidas económicas por la reducción en la producción de leche, costos de tratamientos, aumento de trabajo, leche descartada, muerte y sacrificio prematuro (Sargeant, Leslie, Shirley, Pulkrabek y Lim, 2001).

La mastitis subclínica se caracteriza usualmente por un aumento en el conteo de células somáticas y una disminución de un 15 a 45% en la producción de leche; en ausencia de cambios visibles en la leche como tal o en la ubre (Bhutto, Murray y Woldehiwet, 2012).

El diagnóstico definitivo de una infección intramamaria requiere el aislamiento de la bacteria patógena de muestras de leche lo cual lleva tiempo y es relativamente caro. Sin embargo, dado que las infecciones intramamarias conllevan la presencia de leucocitos en la leche, un aumento en el conteo de células somáticas presentes en esta ha sido utilizado ampliamente como indicador de mastitis (Bhutto et al., 2012).

La prueba de mastitis de California (CMT por sus siglas en inglés) descrita y usada por primera vez en 1957 por Schalm y Noorlander, ha sido aceptada como una prueba rápida y simple para determinar el conteo de células somáticas de cuartos mamarios individuales o en la leche compuesta para determinar su calidad (Bhutto et al., 2012).

Las medidas de control incluyen la higiene de la ubre en el pre-ordeño, sellado de pezones post ordeño, secado de vacas con antibióticos de amplio

espectro, segregación y sacrificio estratégico para animales con infección crónica y control ambiental durante el período seco y de parto (Sargeant et al., 2001).

La determinación de la presencia y prevalencia de mastitis subclínica es de gran importancia ya que permite tomar decisiones pertinentes en cuanto a alternativas terapéuticas según el caso, además de servir de base para estudios posteriores en la zona; por lo que, con el presente estudio, se generaron datos sobre la prevalencia de mastitis subclínica en ganado vacuno lechero en el municipio de Erandique Lempira, República de Honduras.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la situación de la mastitis subclínica en ganado bovino lechero en el Municipio de Erandique, Departamento de Lempira, Honduras.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino lechero en el Municipio de Erandique, Departamento de Lempira, Honduras.
- Establecer el grado de mastitis subclínica según la prueba de California Mastitis Test (CMT) en el ganado lechero de la zona.
- Determinar si existe diferencia en la presentación de casos de mastitis subclínica en vacas de un ordeño al día en comparación con las de doble ordeño.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Definición de la enfermedad

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria, con etiología infecciosa o no infecciosa; bacterias, levaduras, virus y algas pueden causar la enfermedad, clasificada en clínica o subclínica (Ruiz, Peña, y Remón, 2016).

La mastitis clínica se caracteriza por los cambios fisicoquímicos de la leche y pato-fisiológicos del tejido mamario con posibles síntomas sistémicos. Se considera una enfermedad compleja, producto de la interacción de varios factores: el animal, el medio ambiente y los microorganismos, y el hombre con un papel decisivo. Es de gran importancia debido a su alta incidencia y los elevados costos relacionados con la enfermedad, pues es la más costosa en la producción lechera a nivel mundial (Ruiz et al., 2016).

La mastitis subclínica se caracteriza usualmente por un aumento en el conteo de células somáticas y una disminución en la producción de leche de 15-45%; en ausencia de cambios visibles en la leche o la ubre (Bhutto et al., 2012).

3.2 Importancia

La mastitis de los bovinos es una enfermedad extendida por todo el mundo, siendo mayor problema en explotaciones lecheras que en ganado de doble propósito. Otro aspecto importante relacionado con la mastitis es la salud del hombre, por las implicaciones que tiene para su bienestar el consumo de leche contaminada con microorganismos patógenos o con residuos de antibióticos. Es considerada la enfermedad más importante que afronta la industria lechera a nivel mundial, en cuanto a pérdidas económicas se refiere; ya que disminuye significativamente la producción de leche (Radostits, 2002).

La ubre es un gran cuerpo glandular y está constituido por cuatro cuartos, formados por el cuerpo glandular y el pezón, cada uno de los cuales representa una unidad. Esto significa que la mastitis puede estar presente en un solo cuarto o varios a la vez. La mastitis suele ser la causa más común para sacrificar tempranamente las vacas lecheras. El 26,5 % de las vacas lecheras sacrificadas en el continente americano es debido a trastornos ocasionados por la mastitis (Peña et al., 2012).

Esta enfermedad, económicamente, es la más importante en la industria lechera de los Estados Unidos. Se considera que representa el 70% de los gastos totales para los ganaderos lecheros resultando en una pérdida de billones de dólares cada año (Bradley y Green, 2001).

La mastitis subclínica es más importante y peligrosa en el ganado bovino productor de leche, porque al no poder medir su dimensión, se le subestima, ya que produce bajas de productividad crónica con alteraciones imperceptibles en la leche, lo que suele provocar que se tomen medidas contra el proceso cuando ya la supresión de productividad es muy grande y el procedimiento para la curación es muy costoso (Bedolla y Ponce, 2008).

Aunque la mastitis subclínica no tiene ningún costo directo, la ubre infectada produce un 5% menos leche por cada 100,000 células somáticas adicionales en mililitro de leche (Bedolla y Ponce, 2008).

En México las pérdidas económicas ocasionadas por esta enfermedad se estiman en varios miles de millones de pesos, siendo críticas en los establos medianos y pequeños (Medina, 2002).

Las pérdidas económicas ocasionadas por mastitis se calculan como sigue:

- a) Valor de la producción láctea perdida: 70%
- b) Valor de las vacas perdidas por eliminación prematura: 14%
- c) Valor de la leche desechada: 7%

d) Tratamientos y costos veterinarios: 8%

En estos datos se observa claramente que las mayores pérdidas resultan de la reducción en la producción de leche debido a la mastitis subclínica (Medina, 2002).

3.3 Anatomía de la glándula mamaria

Las glándulas mamarias, se clasifican como glándulas sudoríparas exocrinas modificadas, con estructura tuboalveolar, cuya función es la formación de leche (Koning, 2008).

Anatómicamente en esta glándula sobresalen: a) el aparato suspensorio de la glándula mamaria, el cual la fija a la zona ventral del animal, a la pared torácica y abdominal. Está compuesto por piel, tejido subcutáneo, ligamento suspensorio lateral superficial y profundo, tendón subpélvico y el ligamento suspensorio medio, el cual es la principal estructura de soporte de la ubre (Hernández y Bedolla, 2008). b) parénquima, el cual está compuesto por alveolos glandulares los cuales producen y excretan leche. La composición de varios alveolos, van a dar a la formación de lobulillos glandulares mamarios los cuales están separados por tabiques por donde discurren vasos y nervios. Para la formación de un litro de leche deben circular entre 300 y 500 litros de sangre por la glándula (Koning, 2008). c) conductos lactíferos, los cuales se encargan de drenar en los senos de las cisternas. Tienen la capacidad de almacenar la leche que llega de los alveolos por los conductos de los lobulillos de la glándula mamaria (Hernández y Bedolla, 2008). d) seno lactífero, el cual también es conocido como la cisterna de la glándula. Es un sistema colector ubicado dorsal al pezón, con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 100-400 ml. La cisterna del pezón se conoce también como meato del pezón o conducto del pezón, el cual en momentos de presión se da su apertura y permite la salida de la leche (Hernández y Bedolla, 2008). e) vascularización de la glándula, la cual está irrigada por la arteria pudenda externa de donde surgen las arterias mamarias

craneales y caudales. De forma complementaria la glándula mamaria va a tener una irrigación dada por la pudenda interna (Koning, 2008).

3.4 Fisiología de la glándula mamaria

La producción de leche está mediada por la prolactina. En acciones de manipulación de la ubre como el ordeño o la succión, se da una captación del estímulo por medio de barorreceptores que envían una señal al hipotálamo donde se bloquea la síntesis de dopamina que es inhibidor directo de la prolactina. A su vez las células del núcleo paraventricular se estimulan y producen péptido intestinal vasoactivo que estimula la liberación de prolactina (Cunningham, 2014).

La eyección o expulsión de la leche, es un proceso necesario para mantener la lactogénesis, si esto no ocurre durante las primeras 16 horas, su síntesis comienza a inhibirse (Cunningham, 2014). Este proceso también es mediado por un mecanismo neurohormonal, activado por barorreceptores localizados a nivel de la dermis del pezón, estímulos auditivos, visuales y olfativos ante los cuales se da la liberación de oxitocina por los núcleos supraóptico y paraventricular al torrente sanguíneo. La unión de estas moléculas de oxitocina a sus receptores genera contracción de los alveolos y células mioepiteliales del pezón generando expulsión de la leche al conducto del pezón (Smith, 2010).

3.5 Causas

Es causada por agentes infecciosos, traumas físicos e irritantes químicos, que favorecen la invasión y multiplicación del tejido mamario por bacterias patógenas (Bramley y Dodd, 1984).

El origen de la inflamación de la glándula mamaria se atribuye a diferentes causas, entre las que destacan el agente causal *Staphylococcus aureus*, factores

ambientales y de manejo, particularmente durante el ordeño; el cual juega un papel determinante en la presencia de la enfermedad (Faría et al., 2005).

Dentro de las condiciones de manejo de mayor influencia se encuentran: mala desinfección de las ubres en el ordeño, máquinas de ordeño mal utilizadas, deficiente sellado post-ordeño y mal estado de las camas (Acuña y Rivadeneira, 2008).

3.6 Mecanismos de infección

Con raras excepciones las novillas de primer parto están libres de infección de la ubre y ni la leche ni la glándula mamaria contienen microorganismos patógenos. Al primer parto, y cuando el animal se incluye en el manejo habitual de las vacas en producción, pueden ingresar a la ubre diversos agentes patógenos capaces de producir la infección y posteriormente la mastitis (Mateus, 1983).

En la mayoría de los casos la infección de la ubre se lleva a cabo de afuera hacia adentro. Los microorganismos entran a través del esfínter del pezón, ascienden por el canal y pueden llegar hasta la cisterna de la ubre e invadir el tejido glandular (Mateus, 1983).

En el proceso de instauración de la mastitis deben considerarse los siguientes factores:

- a. La invasión del microorganismo es principalmente por el esfínter del pezón.
- b. Los mecanismos de defensa de la ubre. El tapón de queratina que existe dentro del canal del pezón es la barrera primaria contra la invasión por bacterias. Esta barrera es menos efectiva en vacas viejas y en grandes productoras de leche, que en vacas jóvenes y novillas.

La fagocitosis es otro mecanismo importante en la protección de la glándula mamaria. En ocasiones la fagocitosis tiene una acción muy débil y

si no logra eliminar el agente patógeno este se multiplica y se establece la infección.

c. Si los microorganismos logran vencer las defensas de la ubre, se multiplican, colonizan e invaden la glándula mamaria. En esta fase del proceso la infección cursa en forma subclínica: los agentes patógenos están dentro de la ubre pero no hay ninguna manifestación clínica ni alteración que pueda ser observada. En este momento puede haber recuperación espontánea y la infección puede pasar desapercibida. Cuando la infección persiste, los microorganismos continúan multiplicándose, las defensas de la ubre siguen en descenso, hay invasión del tejido glandular y reacción inflamatoria, hablándose en este caso de mastitis clínica. Los síntomas locales y algunos generales de la enfermedad se hacen manifiestos (Mateus, 1983).

Cuando microorganismos patogénicos entran a través del esfínter del pezón, se multiplican y a su vez producen toxinas perjudiciales para la glándula mamaria (Nielsen, 2009). Esto tiene como resultado la infiltración de constituyentes sanguíneos, proteínas séricas, enzimas y sales en la leche, además de disminuir el contenido de lactosa, caseína, grasa y proteína. También se producen incrementos en el nivel de elementos indeseables como enzimas lipasas y plasminas, las cuales rompen las estructuras de grasa y caseína en la leche, respectivamente (Mora, Vargas, Romero y Camacho, 2015).

3.7 Factores predisponentes

Dentro de los factores asociados a la vaca se mencionan la raza, la predisposición genética, el número de partos o lactancias, la etapa de la lactancia, el nivel de producción y los intervalos reproductivos (Mora et al., 2015).

Algunos de los factores del entorno que pueden influir en la incidencia de mastitis son la zona donde se ubica la finca, el ható-año-época de parto, las

prácticas de alimentación, las prácticas del ordeño, la calidad e higiene del albergue, las condiciones climatológicas y las prácticas de manejo preventivo o terapéutico (Mora et al., 2015).

Una vaca puede presentar predisposición genética a contraer mastitis, asociada a determinadas características anatómicas, estado nutricional, parto, estado de lactación, involución mamaria, lactogénesis o el uso de determinados procedimientos de manejo. Se ha reportado que las vacas con altos registros de producción son más propensas a contraer mastitis (Mora et al., 2015).

3.8 Microorganismos causantes de mastitis

El 80% de los casos de mastitis son causados por la invasión de microorganismos patógenos específicos en los pezones y tejidos de la ubre; mientras que el resto es debido a las lesiones traumáticas, con o sin invasión secundaria de microorganismos (Peña et al., 2012).

La mastitis es causada por más de 100 especies de microorganismos patógenos y el 95% de estas infecciones son causadas (en orden de importancia) por bacterias entre las que se encuentran: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *S. uberis*, *Staphylococcus epidermidis* (Peña et al., 2012).

La distribución de los agentes que producen mastitis puede ser diferente, ya que en los casos clínicos la etiología puede ser por bacterias que están presentes sólo por un corto periodo de tiempo (*Escherichia coli*), mientras que las mastitis subclínicas pueden ser causadas por patógenos que pueden estar presentes por largos periodos de tiempo (*S. aureus*), produciendo solamente signos muy leves en la ubre de la vaca (Peña et al., 2012).

Considerando básicamente la etiología, las mastitis contagiosas son producidas por microorganismos cuyo hábitat principal es el canal del pezón o la

piel externa del mismo, de forma que los contagios se producen fundamentalmente durante el ordeño, destacando en este caso bacterias tales como *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. En algunos rebaños una alta incidencia de mastitis y particularmente en la forma aguda es causada por coliformes como: *E. coli* y *Enterobacter* sp. Por su parte *Pseudomonas aeruginosa* representa una causa secundaria de mastitis y aun cuando la incidencia es baja, la infección puede ocurrir cuando las condiciones inadecuadas de limpieza e higiene permiten una mayor exposición a estos gérmenes (Peña et al., 2012).

3.9 Mecanismos de defensa de la glándula mamaria

La inmunidad innata es la primera línea de defensa en estadios tempranos de la enfermedad, dentro de los cuales se encuentran las barreras físicas o anatómicas, factores solubles como la lactoferrina y el componente celular (Pereyra, Dallard y Calvinho, 2014).

Los mecanismos de defensa anatómicos son todas aquellas barreras externas e internas que van a impedir la colonización de agentes exógenos al parénquima del pezón y por consiguiente la iniciación de un cuadro infeccioso. Entre estas se encuentran la piel del pezón (que debe ser sana, con buena flexibilidad y suavidad ya que el estrato corneo actúa como una barrera que evita la penetración de agua) y factores como alteraciones dérmicas en cuanto a pH, humedad, entre otros pues favorecen la colonización por patógenos (Acosta, Mira y Posada, 2017).

El conducto del pezón junto con el músculo liso del mismo, son otro mecanismo de defensa anatómico. La disposición anatómica del conducto del pezón de forma tortuosa, la longitud y el diámetro, dificulta la infección ya que, a mayor diámetro, mayor prevalencia de enfermedades (Acosta et al., 2017).

Otro mecanismo es la formación del tapón de queratina, el cual es sintetizado por las células epiteliales y cuya función es atrapar los microorganismos y

posteriormente, durante el proceso del ordeño, expulsarlos. Además de esto, se le han descrito cualidades bactericidas y bacteriostáticas (Smith, 2010).

La respuesta celular se inicia una vez un agente patógeno es reconocido por los macrófagos en el interior del pezón, a partir de lo cual se da un proceso de quimiotaxis en donde se reclutan neutrófilos que hacen fagocitosis. Dicha quimiotaxis es mediada sobre todo por interleuquina 8 y el factor C5a del complemento. Los neutrófilos entonces se adhieren al endotelio vascular para después ingresar a la leche a través de las uniones celulares (Smith, 2010). Una vez activados, los neutrófilos expresan receptores de membrana que facilitan la fagocitosis. La unión de los receptores con sus ligandos estimula al neutrófilo a captar el agente, adherirlo al fagosoma y posteriormente unirse con los gránulos citoplasmáticos para formar el fagolisosoma donde se da la degranulación del neutrófilo y posteriormente la muerte del microorganismo (Smith, 2010).

Entre los sistemas microbicidas de los neutrófilos, se conoce uno dependiente y otro independiente de oxígeno. El primero es conocido como estallido respiratorio, en el cual se da la producción de sustancias microbicidas como el hipoclorito, el anión superóxido y el peróxido de hidrógeno. Estas dos últimas son especies reactivas de oxígeno que interactúan para formar hidroxilo y oxígeno singlete, y son radicales altamente bactericidas (Gabelloni et al., 2013). Los independientes de oxígeno son mediados por péptidos catiónicos con funciones bactericidas y antimicóticos que se conocen como bacterenecinas y defensinas. Estos péptidos con las enzimas hidrolíticas y la lactoferrina de los gránulos del neutrófilo ayudan a la fagocitosis del patógeno. Después de este proceso, los neutrófilos sufren apoptosis (Smith, 2010).

Otras células que intervienen en este proceso son los macrófagos y los linfocitos; ambas constituyen la mayor parte de las células en los cuartos sanos. Los macrófagos ingieren y matan los microorganismos, son esenciales en las infecciones de tipo crónico o en los periodos secos de la glándula mamaria. A su

vez los macrófagos presentan antígeno a los linfocitos T que liberan citoquinas para activar los linfocitos B. Los linfocitos son las únicas células del sistema inmune que reconocen los antígenos por receptores de membrana y que son específicos para patógenos invasores. La función de los linfocitos B es reconocer sustancias para producir anticuerpos y secretar inmunoglobulinas. Estas células representan un 20% de la población de linfocitos. Por el contrario, las células T representan el 45% de los linfocitos y su función es destruir los patógenos a través del contacto directo (Hernández y Bedolla, 2008).

En cuanto a los mecanismos de defensa no celular, la glándula mamaria dispone de la lactoferrina y la lactoperoxidasa; la primera es un mecanismo de tipo soluble; es una glucoproteína fijadora de hierro sintetizada por las células epiteliales y fagocíticas de la glándula mamaria y de baja concentración en leche. Su mecanismo de acción incrementa la capacidad fagocítica de los neutrófilos y hace que el crecimiento de las bacterias dependientes del hierro sea inhibido (estafilococos y las coliformes) Por el contrario, la lactoperoxidasa es una proteína con capacidad antimicrobiana que desempeña una función menos importante en cuanto a la defensa de la glándula (Smith, 2010).

Como un mecanismo no celular adicional, están las inmunoglobulinas. En la leche, las concentraciones de inmunoglobulinas son bajas, pero en procesos infecciosos se puede dar un incremento por una síntesis local y un aumento de la permeabilidad tanto vascular como de las células epiteliales mamarias. Entre estas inmunoglobulinas se destacan las opsonizadoras, las cuales son facilitadoras de los neutrófilos para una fagocitosis eficiente y las no opsonizadoras que se encargan de neutralizar tanto las toxinas como las bacterias y evitan a su vez la adherencia de bacterias a las células epiteliales (Smith, 2010).

3.10 Manifestaciones clínicas de la mastitis

La mastitis puede manifestarse clínicamente en formas diversas, desde una mastitis muy severa con síntomas de afección sistémica generalizada y que puede conducir a la muerte, hasta una mastitis no detectable por simple inspección y examen físico del animal. Entre estos extremos se presentan casos intermedios de mastitis, que pueden variar en sintomatología según su severidad (Mateus, 1983).

La inflamación de la glándula mamaria genera gran dolor, molestia y estrés en los animales, como consecuencia hay una disminución en la producción y calidad de la leche, pues se evidencian cambios en su sabor, olor y aumenta la carga bacteriana (Mera et al., 2017).

Dependiendo la severidad de la enfermedad se va a dar lugar a la formación de un sin número de trastornos secundarios como la fibrosis, edema inflamatorio, atrofia del tejido mamario y abscesos o gangrena en casos graves, como consecuencia final puede ocurrir la pérdida total o parcial de la ubre (Mera et al., 2017).

3.11 Diagnóstico

Los métodos de detección de la mastitis bovina son un recurso o herramienta que permite identificar el tipo de infección ya sea de forma subclínica o clínica que puede presentarse dentro de un hato lechero (Bedolla, Castañeda y Wolter, 2007).

Para el efecto existen varias pruebas físicas, químicas y biológicas. La prueba de Mastitis de California es una prueba biológica que permite determinar la respuesta inflamatoria con base en la viscosidad del gel que se forma al mezclar el reactivo con la misma cantidad de leche en una paleta con cuatro pozos independientes permitiendo evaluar cada cuarto independientemente (Bedolla et al, 2007).

3.12 Prueba de mastitis de california

La prueba está basada en el hecho de que la leche de un cuarto con mastitis contiene una cantidad de células, especialmente leucocitos, mayor que la leche normal (Mateus, 1983).

La leche con alto contenido de leucocitos y células somáticas, mezclada con un producto que contenga una superficie anódica (compuesto tensoactivo aniónico, un detergente), tal como el presente en el reactivo CMT; forma un gel como consecuencia de la reacción entre el producto químico y el ácido desoxirribonucleico (DNA) contenido en los leucocitos. El gel (formado por la liberación del DNA de los leucocitos, combinado con agentes proteicos de la leche), puede ser observado directamente; la rapidez con que se forma y la firmeza que adquiere indica la cantidad de leucocitos en la leche (Bedolla et al., 2007).

3.12.1 Procedimiento para realizar la prueba CMT

Se descartan de cada pezón los primeros dos o tres chorros de leche. En cada una de las divisiones de la paleta se depositan dos o tres chorros de leche de cada uno de los cuatro cuartos. Se añade a cada una de las divisiones de la paleta una cantidad de reactivo en igual volumen al de leche allí depositada. Luego, en forma muy suave se mezcla la leche con el reactivo por medio de movimientos concéntricos de rotación (Mateus, 1983).

3.12.2 Interpretación del resultado

Dado que el grado de CMT (determinado por el espesamiento de la mezcla) está directamente relacionado con el promedio del conteo de células somáticas, la interpretación se realiza como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Interpretación de la Prueba CMT

Grado CMT	Rango de Células Somáticas	Interpretación
N	0 – 200,000	Cuarto sano
T	200,000 – 400,000	Mastitis subclínica
1	400,000 – 1,200,000	Mastitis subclínica
2	1,200,000 – 5,000,000	Infección seria
3	Más de 5,000,000	Infección seria

(Mellenberger y Roth, 2000).

3.13 Prevención y control

La prevención de la mastitis consiste; de manera general en mantener una buena higiene ya sea del lugar donde se encuentre el animal como establos, granjas, etc., y también el aseo de sus partes productoras en este caso de las ubres y su alrededor para evitar proliferación de bacterias (Armenteros, Peña, Pulido y Linares, 2002).

Hay tres partes importantes que se deben tomar en cuenta para poder prevenir esta enfermedad, la primera es el control de los patógenos contagiosos que va a consistir en prácticas de ordeño higiénico, desinfección de pezones post-ordeño, terapia de vaca seca, adecuado funcionamiento del equipo de ordeño descarte de animales con infección crónica, vacunación y dietas, todo esto con el fin de minimizar la proliferación de bacterias causantes de la infección (Mera et al., 2017).

El control de los patógenos ambientales va a consistir en proveer condiciones de higiene ambiental que permitan a las vacas permanecer fuera de contaminación durante el ordeño, tiene que ver con el medio en el que la vaca se va a encontrar,

debe ser un lugar limpio y reservado exclusivamente para realizar el proceso de ordeño y por último el control de patógenos oportunistas de la piel que es el proceso más difícil pero se puede realizar por medio del sellado o desinfección de pezones post-ordeño (Mera et al., 2017).

La mastitis es un problema que va a depender de muchos factores y es imposible de erradicar; por esta razón, su control va a depender de la aplicación de un sistema que se encargue de reducir la tasa de nuevas infecciones y el tiempo de infección de cada caso de mastitis (Mera et al., 2017).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Recursos humanos:

- Investigador: Carlos Oswaldo Tabora Castillo
- Asesores: M.A. Andrea Muñoz, M.Sc. Alejandro Hun

4.1.2 Recursos biológicos:

- Muestras de leche de los cuatro cuartos mamarios de 390 vacas clínicamente sanas en el municipio de Erandique, Departamento de Lempira, República de Honduras.

4.1.3 Recursos de campo:

- Reactivo para la realización de la Prueba de Mastitis de California (CMT) (Dodecilsulfato sódico: 2%, Cristal Violeta: 0.0033% y Vehículo Acuoso c.s.p. 1000 ml)
- Paleta para pruebas de mastitis
- Papel toalla

4.1.4 Otros recursos:

- Lápiz
- Papel
- Computadora
- Impresora

4.1.5 Centros de referencia

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- Internet – artículos científicos

4.2 Metodología

4.2.1 Área de estudio

Municipio de Erandique, Departamento de Lempira, República de Honduras. Limita al norte con el Municipio de Santa Cruz y el Departamento de Intibucá; al sur con los Municipios de: Piraera y San Francisco. Al este con el Departamento de Intibucá; al oeste con los Municipios de San Andrés y Gualcinco. Tiene una extensión territorial de 294 kilómetros cuadrados. Se subdivide en 15 aldeas y 132 caseríos. Se ubica a una altura de 1,193 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas del municipio son: 14°14'00"N 88°28'00"O (García, 2012).

Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 13°C a 29°C y rara vez baja a menos de 11°C o sube a más de 31°C. Se percibe un 14% de humedad durante el verano y un 54% durante el invierno (Pawson, 2019).

Su economía se basa en los cultivos de café, granos básicos, vegetales y por otro lado la ganadería. Ésta última bajo un sistema tradicional, no tecnificado, sin controles sanitarios o programas de salud, predominando el ganado "criollo" sin razas especializadas definidas. Las fincas productoras de leche utilizan poca o ninguna tecnología y en su totalidad realizan ordeño manual. Los animales están bajo un sistema de pastoreo extensivo (potreros en su mayoría con pastos: *Panicum maximum*, *Urochloa brizantha* y *Brachiaria humidicola*), con condiciones de alimentación poco controladas, existiendo una cantidad mínima de productores que han implementado los ensilajes a base de maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum vulgare*) o pasto de corte (*Pennisetum purpureum*).

4.2.2 Diseño del estudio

Estudio descriptivo de corte transversal.

4.2.3 Cálculo de muestra

Se utilizó la fórmula de poblaciones infinitas para determinar el tamaño de muestra, ya que no hay datos acerca del total de animales existentes en el Municipio.

$$\text{Fórmula: } n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n = muestra

z = nivel de confianza (95%)

p = probabilidad a favor

q = probabilidad en contra

e = error de muestra

Utilizando la fórmula con un 95% de confianza y un error máximo de estimación de 0.05 dio como resultado un total de 384.16 animales a muestrear. Para tener uniformidad en las fincas muestreadas se optó por evaluar un total de 390 animales.

4.2.4 Localización del estudio

Se tomó muestras a los cuatro cuartos mamarios de 390 vacas de fincas del Municipio de Erandique, Departamento de Lempira, República de Honduras. Se tomaron en cuenta las fincas que tenían 10 vacas como mínimo, ya que fue el número de animales muestreados por visita.

4.2.5 Metodología de campo

La realización de las pruebas fue al azar, evaluando los diez primeros animales en ingresar al ordeño de cada una de las treinta y nueve fincas. Esto se hizo en la hora de ordeño respectiva en la finca, especificando en la hoja de registro de resultados (anexo 1) si las vacas a muestrear eran de uno o dos ordeños al día. En caso de que durante el muestreo se encontrara una vaca con manifestaciones clínicas de mastitis, ésta no se tomó en cuenta en el estudio y se muestreó la siguiente. De igual manera se procedió en caso de encontrar una vaca con uno o más cuartos mamarios no funcionales.

Se lavaron los pezones de cada vaca y se secaron con papel toalla antes de tomar la muestra. Posteriormente se descartaron los primeros dos chorros de leche, para después colocar dos chorros en cada una de las divisiones de la paleta y la misma cantidad de reactivo para la prueba de mastitis de California, se mezcló con movimientos circulares suaves y se tomaron los siguientes veinte segundos para observar el resultado. La paleta se lavó después de cada prueba con abundante agua y se secó con papel toalla.

4.2.6 Interpretación del resultado de la prueba

4.2.6.1 Lectura de la prueba

N = Negativo (No infectado). No hay espesamiento de la mezcla.

T = Trazas (Mastitis Subclínica). Ligero espesamiento de la mezcla.

1 = Positivo débil (Mastitis Subclínica). Definido espesamiento de la mezcla, pero sin tendencia a formar gel.

2 = Positivo evidente (Infección seria). Inmediato espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel.

3 = Positivo fuerte (Infección seria). Evidente formación de gel.

4.2.7 Análisis estadístico

Se elaboraron tablas para el análisis de los resultados, estableciendo porcentajes según el total de muestras tomadas. En primera instancia se expresan los casos positivos y negativos del total de animales muestreados, sin tomar en cuenta el grado de mastitis subclínica que presentaron. Posteriormente se expresa el porcentaje total de cuartos mamarios afectados en las categorías de: trazas, grado uno, grado dos y grado tres.

Subsiguientemente, se agruparon los cuartos mamarios según su posición anatómica y se expresa del total de cada grupo, el porcentaje afectado según las categorías mencionadas en el párrafo anterior.

Para determinar si existe diferencia en la presentación de casos de mastitis subclínica en vacas de un ordeño al día en comparación con las de doble ordeño, las vacas muestreadas se separaron en estos dos grupos y se utilizó la prueba de Chi Cuadrado.

Se tuvo como variable dependiente el resultado positivo o negativo a la prueba CMT y como variable independiente si se trataba de uno o dos ordeños al día. Cabe mencionar que, para efectos de la aplicación de esta prueba, se consideró negativo todo aquel animal cuyo resultado era negativo en sus cuatro cuartos mamarios.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestra en la tabla 2, de las 390 vacas evaluadas, se determinó que 277 fueron positivas y 113 negativas. Como resultado, se obtuvo una prevalencia puntual del 71%.

Tabla 2. Número de vacas positivas y negativas a la prueba de CMT

Resultado	Cantidad	Porcentaje
Positivo	277	71%
Negativo	113	29%
Total	390	100%

Fuente: datos propios

Se destaca que se consideró como positivo todo aquel resultado que fuese desde trazas (T) hasta grado tres (3), en alguno de sus cuatro cuartos mamarios, por lo que cabe mencionar que dentro de las vacas reportadas como positivas, también se encuentran cuartos mamarios negativos en varios casos.

Pocos estudios en el mundo sobre la prevalencia de mastitis subclínica concluyen con resultados tan altos en prevalencia puntual, se reportó un 60% en Cuba, asociada principalmente a condiciones higiénico-sanitarias (García, 2018), en Ecuador un 64% (Bonifaz y Colango, 2016), en Perú un 72.3% (Gómez et al., 2014) y en Venezuela un 72% (Faría et al., 2005). Todos los anteriores utilizaron la prueba de CMT como método de diagnóstico.

Considerando las características del ordeño al momento de la realización de este estudio y haciendo énfasis en la poca o nula implementación de una rutina adecuada de ordeño y, por ende, prácticas higiénicas; se comprueba lo publicado

por Santivañez et al. (2013) quienes expusieron que las vacas sin higiene en el ordeño tienen un 74% de probabilidad de padecer mastitis subclínica.

Como puede observarse en la tabla 3, se determinó también que, de la totalidad de cuartos mamarios afectados, el 12.12% presenta trazas, el 29.23% grado uno, el 7.63% grado dos y el 4.55% grado tres.

También puede observarse que del total de cuartos evaluados (1560), hay un 46.47% con resultado negativo, por ende, existe un 53.53% de cuartos positivos, por lo que si se determinase la prevalencia con esta consideración (no específicamente el total de animales muestreados), ésta sería más baja. Se hace esta salvedad, recordando que cada cuarto mamario representa una unidad, por lo que una infección puede estar presente en uno solo de ellos o en varios a la vez (Peña et al., 2012). Razón por la que el cuidado debe atenderse de manera integral, aplicando las medidas de higiene de manera estricta en cada cuarto, ya que, aunque solo sea uno el afectado, la producción total de leche por vaca se verá disminuida, provocando pérdidas económicas.

Tabla 3. Resultado por categoría a la Prueba de CMT en cuartos mamarios

Categoría	Cantidad	Porcentaje
Negativo	725	46.47%
Trazas	177	12.12%
Grado uno	468	29.23%
Grado dos	119	7.63%
Grado tres	71	4.55%
Total	1560	100%

Fuente: datos propios

Como es evidente en la tabla 4, se obtuvo un resultado mayor para el grado uno de mastitis subclínica, en comparación con el grado dos, tres y trazas; lo cual concuerda con el estudio realizado por Gómez et al (2014). Ellos reportaron una mayor presentación de casos positivos en ese mismo grado, sin embargo; Guízar, Bedolla y Carlos (2008) obtuvieron una mayor presentación de grado 3. La diferencia en los resultados es atribuible a factores intrínsecos de cada ámbito que condicionan la presentación de la enfermedad y al criterio empleado en la lectura de la prueba (Gómez et al., 2014).

Tabla 4. Resultados según categoría y posición anatómica a la prueba de CMT

Posición anatómica	Negativo	Trazas	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Total
Anterior derecho	183	41	119	31	16	390
Anterior izquierdo	179	51	109	36	15	390
Posterior derecho	186	38	122	26	18	390
Posterior izquierdo	177	47	118	26	22	390
Total	725	177	468	119	71	1560

Fuente: datos propios

Ferraror (1992) indica que los cuartos posteriores presentan mayores niveles de infección pues fisiológicamente producen mayor cantidad de leche, lo cual los hace más susceptibles. En esta investigación, al analizar los resultados porcentuales por categoría de grado de mastitis subclínica y posición anatómica, como se muestra en la tabla 5, se determinó que el cuarto posterior izquierdo fue el más afectado.

Tabla 5. Resultados porcentuales según categoría y posición anatómica a la prueba de CMT

Posición anatómica	Negativo	Trazas	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Total % positivos
Anterior derecho	46.92%	10.51%	30.51%	7.95%	4.10%	53.08%
Anterior izquierdo	45.9%	13.08%	27.95%	9.23%	3.85%	54.10%
Posterior derecho	47.7%	9.74%	31.28%	6.67%	4.62%	52.30%
Posterior izquierdo	45.38%	12.05%	30.26%	6.67%	5.64%	54.62%
Total	46.47%	11.35%	30%	7.63%	4.55%	

Fuente: datos propios

La tabla 6 muestra los casos positivos y negativos a mastitis subclínica considerando uno o dos ordeños al día en una tabla de contingencia y al realizar la prueba de Chi cuadrado, el resultado no fue significativo, $X^2(1, N = 390) = 2.48, p > 0.05$. Por lo tanto, realizar uno o dos ordeños al día; no influye en la presentación de casos de mastitis subclínica en las vacas de Erandique, Lempira. Un estudio en Colombia reportó que no hay efecto significativo comparando varios intervalos entre ordeños para el conteo de células somáticas (Ramírez et al., 2011).

Por lo anterior se determina que no existe una razón válida para escoger realizar uno o dos ordeños al día con el objetivo de reducir la presentación de casos de mastitis subclínica; en su lugar los esfuerzos deben ser dirigidos a la implementación de buenas prácticas de ordeño.

Tabla 6. Tabla de contingencia total de casos positivos y negativos a mastitis subclínica considerando uno o dos ordeños al día.

Ordeños por día	Positivo a Mastitis Subclínica	Negativo a Mastitis Subclínica	TOTAL
Un ordeño	135	65	200
Dos ordeños	142	48	190
TOTAL	277	113	390

Fuente: datos propios

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó que la prevalencia de mastitis subclínica en vacas del municipio de Erandique Lempira, Honduras es de 71%
- De los cuartos mamarios cuyo resultado es positivo, el 12.12% presenta trazas, el 29.23% grado uno, el 7.63% grado dos y el 4.55% grado tres.
- No existe diferencia significativa en realizar uno o dos ordeños al día para la presentación de casos de mastitis subclínica.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio en el mismo municipio, considerando el número de partos de las vacas y los días de lactación; para determinar la prevalencia bajo esas variables, colaborando a lograr una mayor eficiencia en la producción de leche.
- Utilizar un método diagnóstico diferente como la prueba de conductividad eléctrica de la leche, ya que es una técnica que identifica precozmente infecciones intramamarias, es más económica, de fácil determinación, tiene mayores posibilidades de automatización y proporciona resultados inmediatos.
- Implementar buenas prácticas de ordeño en los hatos ganaderos productores de leche en Erandique Lempira; pues es principalmente a su poca o nula práctica, que se atribuyen los casos positivos a mastitis subclínica en este estudio.

VIII. RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Municipio de Erandique, Lempira, Honduras. Con el propósito de determinar la prevalencia de mastitis subclínica se muestrearon 390 vacas en ordeño, sin discriminar raza, edad o número de lactancia y se les realizó la prueba de CMT.

Se hizo un estudio descriptivo de corte transversal. Se utilizó la fórmula de poblaciones infinitas (95% de confianza y un error máximo de estimación de 0.05) para determinar el tamaño de muestra, ya que no se contaba con datos acerca del total de animales existentes en el Municipio. La recolección de datos se realizó mediante una hoja de registro de resultados que se llenó en cada finca. Se tomaron en cuenta las fincas que contaban con un mínimo de 10 vacas. Los resultados se expresan a partir del cálculo de proporciones y se utilizó la prueba de Chi Cuadrado con un margen de error de 0.05 para determinar si existe diferencia en la presentación de casos de mastitis subclínica en vacas de un ordeño al día en comparación con las de doble ordeño, por lo que las unidades muestrales se separaron en estos dos grupos de interés.

Se determinó una prevalencia puntual del 71%. De los cuartos mamarios afectados, el 12.12% presentó trazas, 29.23% grado uno, 7.63% grado dos y 4.55% grado tres. Al realizar la prueba de Chi Cuadrado, el resultado no fue significativo; por lo tanto, realizar uno o dos ordeños al día; no influye en la presentación de casos de mastitis subclínica.

SUMMARY

The investigation was carried out in the Municipality of Erandique, Lempira, Honduras. In order to determine the prevalence of subclinical mastitis, 390 cows were milked, without discriminating breed, age or lactation number, and the CMT test was performed.

A descriptive cross-sectional study was made. The infinite populations formula (95% confidence and a maximum estimation error of 0.05) was used to determine the sample size, since there was no data on the total number of animals in the Municipality. Data collection was carried out using a results record sheet that was filled out on each farm. Farms with a minimum of 10 cows were considered. The results are expressed from the proportions calculation and the Chi Square 0.05 margin of error was used to determine if there is a difference in the presentation of subclinical mastitis cases between one milking per day cows and doble milking, so the sample units were separated into these two interest groups.

A punctual prevalence of 71% was determined. Of the affected udder quarters, 12.12% presented traces; 29.23% grade one, 7.63% grade two and 4.55% grade three. When performing the Chi Square test, the result was not significant. Therefore, perform one or two milkings a day; does not have an influence in the presentation of subclinical mastitis cases.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A., Mira, J., y Posada, S. (2017). Tópicos en Mastitis Bovina: desde la etiología hasta algunas terapias alternativas. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, 6(1), 42-59.
- 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*. (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.
- Armenteros, M., Peña, J., Pulido, J., y Linares, E. (2002). Caracterización de la situación de la mastitis bovina en rebaños de lechería especializada en Cuba. *Revista de Salud Animal*, 24(2), 99-105.
- Bedolla, C., Castañeda, V., y Wolter, W. (2007). Métodos de detección de la mastitis bovina. *REDVET*, 8(9), 1-17. Recuperado de: <http://docplayer.es/70421578-Metodos-de-deteccion-de-la-mastitis-bovina-methods-of-detection-of-the-bovine-mastitis.html>
- Bedolla, C., y Ponce, M. (2008). Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. *REDVET*, 9(4), 1-26. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408/040805.pdf>
- Bhutto, A., Murray, R., y Woldehiwet, Z. (2012). California mastitis test scores as indicators of subclinical intra-mammary infections at the end of lactation in dairy cows. *Research in veterinary science*, 92(10), 13-17. doi:10.1016/j.rvsc.2010.10.006
- Bonifaz, N., y Colango, F. (2016). Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia, Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*. 24(2), 43-52.
- Bradley, J., y Green, M. (2001). Adaptation of *Escherichia coli* to the Bovine Mammary Gland. *Journal of Clinical Microbiology*. 39(1), 1845-1849.

- Bramley, A., y Dodd, F. (1984) Reviews of the progress of Dairy Science: Mastitis control-progress and prospects. *Journal of Dairy Research*, 51(3), 481-512.
- Cunningham, J. G. (2014). *Fisiología Veterinaria*. España: Elsevier.
- Faría, R., García, U., D'Pool, G., Valero, L., Allara, C., y Angelosante, G. (2005). Detección de Mastitis Subclínica en bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica. *Revista Científica FCV-LUZ*, 15(2), 109-118.
- Ferraror, L. (1992). *Análisis de la prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras en Venezuela mediante la prueba de California Mastitis Test (CMT) y bacteriología*. (Tesis de Profesor Agregado). Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- Gabelloni, M., Sabbione, F., Lula, L., Keitelman, I., Jancic, C., Giordano, M., y Trevani, A. (2013). Trampas extracelulares de neutrófilos: una novedosa estrategia antiinfecciosa empleando moléculas antimicrobianas largamente conocidas. *Química Viva*, 12(1), 3-13.
- García, F., Sánchez, T., López, O., y Benítez, M. (2018). Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a ésta. *Revista SciELO Analytics*, 41(1), 35-40.
- García, L. (28 de Agosto de 2012). Municipio de Erandique Departamento de Lempira Honduras. *La Prensa*. Recuperado de: <http://www.angelfire.com/ca5/mas/dpmapas/lem/era/era.html>
- Gómez, O., Santivañez, C., Arauco, F., Espezua, O., y Manrique, J. (2014). Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. *Revista de investigación veterinaria de Perú*. 26(1), 86-95.
- Guízar, P., Bedolla, J., y Carlos, J. (2008). Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. *REDVET*. 9(10), 1-34.
- Hernández, J., y Bedolla, J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *REDVET*, 9(9), 1-34. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908/090904.pdf>

- Koning, H. E. (2008). *Anatomía de los animales domésticos*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Mateus, G. (1983). *Mastitis en bovinos*. Turrialba, Costa Rica: Orton IICA/CATIE
- Medina, R. (2002). *Prevalencia e identificación de agentes etiológicos causantes de mastitis en el Municipio de Vista Hermosa, Michoacán*. (Tesis de pregrado). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- Mellenberger, R., y Roth, C. (2000). *Hoja de Información de la Prueba de Mastitis California*. Madison, EU: Universidad del Estado de Michigan y Universidad de Wisconsin. Recuperado de: <https://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/212/2011/09/hoja-de-informacion-de-la-pruebe-de-mastitis-california-spanish.pdf>
- Mera, R., Muñoz, M., Artieda, J., Ortiz, P., González, R., y Vega, V. (2017). Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. *REDVET*, 18(11), 1-16. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111117/111710.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.
- Nielsen, C. (2009). *Economic Impact of Mastitis in Dairy Cows* (tesis doctoral) Swedish University of Agricultural Sciences, Suecia.
- Pawson, S. (2019). *Weather Analysis & Prediction*. National Aeronautics and Space Administration. USA. Recuperado de: https://gmao.gsfc.nasa.gov/weather_prediction/
- Peña, W., Morillo, S., Sosa, M., Morales, J., Cañizalez, L., y Castillo, C. (2012). Identificación de bacterias causantes de mastitis subclínica en bovinos de una finca del estado Trujillo, Venezuela. *Revista Academia*, 11(24), 355-363.
- Pereyra, E. A., Dallard, B. E., y Calvinho, L. F. (2014). Aspectos de la respuesta inmune innata en las infecciones intramamarias causadas por *Staphylococcus aureus* en bovinos. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(4), 363–375. doi: 10.1016/S0325-7541(14)70096-3

- Radostits, O. (2002). *Tratado de enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- 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. *Rev Med Vet*, 22(22) 31-42.
- Ruiz, A., Peña, J., y Remón, D. (2016). Mastitis Bovina en Cuba. *Revista de Producción Animal*, 28(2), 39-50.
- Santivañez, B., Crish, S., Gómez, O., Cárdenas, L., Escobedo, M., Bustinza, R., y Peá, J. (2013). Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes Peruanos. *Veterinaria y Zootecnia*. 7(2), 92-104.
- Sargeant, J., Leslie, K., Shirley, J., Pulkrabek, B., y Lim, G. (2001). Sensitivity and Specificity of Somatic Cell Count and California Mastitis Test for Identifying Intramammary Infection in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 84(9), 2018-2024.
- Smith, B. P. (2010). *Medicina Interna de Grandes Animales*. España: Elsevier

X. ANEXOS

Anexo 1. Formato de hoja de registro de resultados

Universidad de San Carlos de Guatemala Tesis: Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en ganado vacuno lechero en el Municipio de Erandique, Departamento de Lempira, República de Honduras, C.A. (2018) Comunidad/Aldea: _____ Fecha: _____ Nombre de la finca: _____ Propietario: _____ Anotar el grado de mastitis subclínica determinado en la casilla que corresponda de la siguiente manera: N= Negativo, T= Trazas, 1= Grado 1, 2= Grado 2, 3= Grado 3						
No.	Número o nombre de la vaca	Uno o dos ordeños al día	Cuarto mamario			
			Posteriores		Anteriores	
			Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

(Fuente: elaboración propia)

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE MASTITIS
SUBCLÍNICA EN GANADO VACUNO LECHERO EN EL MUNICIPIO
DE ERANDIQUE, DEPARTAMENTO DE LEMPIRA, REPÚBLICA DE
HONDURAS, C.A. (2018)**

F. _____
CARLOS OSWALDO TABORA CASTILLO

F. _____
M.A. María Andrea Muñoz Lorenzana
ASESOR PRINCIPAL

F. _____
M.Sc. Alejandro José Hun Martínez
ASESOR

F. _____
M.V. Luis Alberto Villeda Retolaza
EVALUADOR

IMPRIMASE

F. _____
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO