



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Investigación  
Programa Universitario de Investigación  
Recursos naturales y ambiente

## INFORME FINAL

### TÍTULO DEL PROYECTO

**“EPIDEMIOLOGÍA DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA DE LA VACA LECHERA  
EN EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**

Equipo de investigación

**Nombre del coordinador: Raúl Jáuregui Jiménez**

Nombre de Investigador: Edgar Allan Celis Vielman

Nombre de Auxiliar de laboratorio: Judith Del Carmen Valle de Arriaza

Nombre de Auxiliar de laboratorio: Leybi Fabiola Pineda Gutiérrez

**Enero 2017**

## UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AVALADORA

Centro Universitario de Oriente

M.Sc. Gerardo Arroyo Catalán

Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar

Coordinador General de Programas

Ing. Agr. Saúl Guerra

Coordinador del Programa de Investigación

M Sc. Raúl Jáuregui Jiménez

Coordinador del proyecto

M V Edgar Allan Celis Vielman

Investigador

Licda Zoot Judith Del Carmen Valle de Arriaza

Auxiliar de laboratorio

Técnico Laboratorista Leybi Fabiola Pineda Gutiérrez

Auxiliar de laboratorio

Partida Presupuestaria 4.8.24.2.59

Año de ejecución: 2016

## Índice

No		Página
	Índice	iii
	Resumen	vi
	Abstract	vii
	Introducción	1
	Marco teórico y estado del arte	3
	Material y métodos	11
	Resultados	16
	Impacto esperado	17
	Análisis de resultados	18
	Discusión de resultados	26
	Conclusiones	32
	Referencias	33
	Apéndice	37
	Figuras	51
	Actividades de gestión, vinculación y divulgación	53

## Índice de figuras

No	Descripción	Página
1	Prevalencia de la mastitis subclínica bovina por el método del CMT en los municipios del departamento de Chiquimula.	51
2	Índice de bajo riesgo (IBR) de la mastitis subclínica bovina por municipio del departamento de Chiquimula	51
3	Índice de alto riesgo (IAR) de la mastitis subclínica bovina por municipio del departamento de Chiquimula.	51
4 y 5	Sistemas de producción en las fincas muestreadas donde se aprecia el tipo de ganado y los establos.	52
6 y 7	Forma de tomar la muestra de leche para realizar la prueba de CMT y visualizar los resultados en la paleta	52
8 y 9	Aislamiento e identificación de las bacterias que son etiología de la mastitis subclínica con el método Microscan que incluye antibiograma	53
10 y 11	Manejo del ternero que se utiliza como estímulo para la bajar la leche a la glándula de la vaca y la forma de ordeñar en el establo	53
12 y 13	Incubadora y cámara microbiológicas donde se llevó a cabo el protocolo de siembra e identificación de bacterias	54

## Índice de tablas

No	Descripción	Página
1	Producción de leche fresca de bovino entera en Centroamérica	4
2	Número de fincas y vacas a muestrear por municipio a muestrear en el departamento de Chiquimula	15
3	Porcentaje de cuartos de la glándula mamaria funcionales, no funcionales y positivos a la prueba de CMT por municipio en el departamento de Chiquimula	18
4	Prevalencias e índices de la mastitis subclínica por municipio del departamento de Chiquimula	19

5	Porcentaje de casos positivos a la prueba de CMT de acuerdo al cuarto de la glándula mamaria afectado por municipio en el departamento de Chiquimula	20
6	Casos de mastitis subclínica de acuerdo al grado de afección y el cuarto de la glándula mamaria por municipio en el departamento de Chiquimula	21
7	Prevalencia de los grupos de bacterias aisladas gram positivos y gram negativos de leche positiva al CMT por municipio en el departamento de Chiquimula	22
8	Prevalencia más frecuentes de los distintos microorganismos aislados de leches positivas al CMT por municipio en el departamento de Chiquimula	22
9	Parámetros de la producción de leche de las vacas muestreadas y litros de leche no producidos por la mastitis subclínica por municipio en el departamento de Chiquimula	23
10	Manejo del sistema de producción de leche bovina en cuanto al tipo de ordeño y control de enfermedades, por municipio en el departamento de Chiquimula	24
11	Manejo del sistema de producción de leche bovina en cuanto a la higiene del trabajador, higiene en el ordeño y manejo de la leche por municipio en el departamento de Chiquimula	25

# **EPIDEMIOLOGÍA DE LA MASTITIS SUBCLÍNICA DE LA VACA LECHERA EN EL DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

## **Resumen**

Investigación no experimental mediante muestreo probabilístico de conveniencia y estudio descriptivo transversal observacional para determinar la prevalencia de la mastitis subclínica bovina (MSC) del departamento de Chiquimula a través de la Prueba de California Mastitis Test (CMT), estableciendo los índices de mastitis subclínica (IMSC) y bajo riesgo/alto riesgo según el grado de infección (IBR/IAR); pues no existe información de la prevalencia, aislamiento e identificación de bacterias causantes de la MSC. La población muestreada estuvo constituida por unidades de producción láctea con más de 25 litros/leche/día ( $n=93$ ), se realizó un muestreo estratificado aleatorio compuesto por 11 municipios con un nivel de confianza del 90%. Variables medidas fueron litros de leche/vaca, litros de leche perdida por la MSC, cuartos mamarios con MSC, sanos, no funcionales; prevalencia de la MSC/CMT, prevalencia de bacterias (agentes etiológicos) y, la situación productiva, riesgo de exposición y predicción de casos. Los resultados en 965 vacas muestreadas hubo 3,827 cuartos funcionales, 33 no funcionales; 678 positivos al CMT (81,53%) con algún grado de afección, el cuarto anterior derecho fue el de mayor prevalencia (24.34%), como producto de la MSC hubo aproximadamente 201.5 litros/leche/día no producidos pues solo el 7.53% de los productores realiza la prueba de CMT. Las bacterias aisladas en leches con algún grado de afección fueron *Staphylococcus* y *Streptococcus* (70.79%) y Enterobacterias (29.21%) según cepario de Microscan 2016<sup>®</sup>. La prevalencia de MSC fue de 40.48%, el IMSC tiene una magnitud baja (0.23) y el IBR/IAR son bajos (8.23) que indica riesgo alto de que la vaca afectada con MSC padezca de mastitis clínica.

Palabras clave: Leche cruda, etiología, diagnóstico de mastitis, células somáticas

## Abstract

Non-experimental investigation using probabilistic sampling of convenience and observational cross-sectional descriptive study to determine the prevalence of bovine subclinical mastitis (SCM) in the department of Chiquimula through the California Mastitis Test (CMT), establishing the rates of subclinical mastitis (ISCM) and low risk / high risk according to the degree of infection (IBR/IAR); as there is no information on the prevalence, isolation and identification of bacteria that cause SCM. The sampled population consisted of milk production units with more than 25 liters / milk / day (n = 93), a stratified random sampling was made composed of 11 municipalities with a confidence level of 90%. Measured variables were liters of milk / cow, liters of milk lost by the SCM, quarters with SCM, healthy, non-functional; Prevalence of SCM/CMT, prevalence of bacteria (etiological agents), and the productive situation, risk of exposure and prediction of cases. The results in 965 cows sampled were 3,827 functional, 33 non-functional; 678 positive to CMT (81.53%) with some degree of affection, the fourth right was the one with the highest prevalence (24.34%), as a result of the MSC there were approximately 201.5 liters/milk/day not produced since only 7.53% of producers do the CMT test. The bacteria isolated in milks with some degree of affection were *Staphylococcus* and *Streptococcus* (70.79%) and *Enterobacteria* (29.21%) according to Microscan 2016® strain. The prevalence of SCM was 40.48%, the IMSC has a low magnitude (0.23) and the IBR / IAR is low (8.23) indicating a high risk that the cow affected with MSC has clinical mastitis.

Key words: Raw milk, etiology, diagnosis of mastitis, somatic cells

## Introducción

La mastitis bovina continua siendo una de las enfermedades que causa el mayor impacto económico en las ganaderías orientadas a la producción de leche por ser una de las enfermedades más significativas desde el punto de vista producción de leche y de salud pública. Por el continuo contacto con los animales y el mal manejo que se da al momento de llevar a cabo los procesos de ordeño bien sea en forma manual o mecánica, ha permitido la persistencia de una serie de agentes patógenos.

La producción de la leche bovina en Chiquimula es una de las actividades de mayor importancia en el sector pecuario, principalmente como unidades de producción de tipo tradicional. (Ministerio de economía, 2015).

La leche es uno de los alimentos nutritivos más completos recomendado por la organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización de las Naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura (UNESCO) como indispensables para la nutrición humana, especialmente para los niños (Arango, 2015). Dicho alimento, cuando no tiene un buen manejo de su proceso de producción, transformación y distribución, es un vehículo ideal para transmitir enfermedades tanto de tipo zoonóticas como las ocasionadas por leches contaminadas con microorganismos patógenos (Andrade-Becerra, 2014).

En la actualidad, es conveniente propiciar el cumplimiento de normas de calidad establecida en el país para la leche y vigilar el establecimiento de prácticas adecuadas de manejo del ordeño y del hato (Carrasco-Rodríguez, Peris-Rivera, Ciria-Ciria, Riera-nieves & Nieves- Crespo, 2015)

La mastitis, una de las enfermedades que merma la producción láctea de la vaca y que en un momento crítico se puede llegar a perder la glándula como producto de la infección bacteriana, donde en algunos casos la enfermedad se mantiene subclínica sin que exista mayor manifestación de signos clínicos, incrementando así el riesgo de contaminación al consumidor (Ramírez, Gaviria, Arroyave, Sierra & Benjumea, 2009).

Para el diagnóstico de la mastitis subclínica la exactitud de la prueba de california mastitis test (CMT) se fundamenta en el siguiente principio: el número de leucocitos se incrementa enormemente cuando una lesión o una infección afectan el tejido mamario. Los leucocitos, especialmente los polimorfonucleares tienen un núcleo extenso con material

nuclear (ADN) comparadas con otras células o bacterias de la leche. El reactivo CMT es un detergente con un indicador de pH añadido, razón del color púrpura, cuando la leche y el reactivo se mezclan en igual cantidad, el reactivo disuelve o rompe las paredes celulares externas y las nucleares de cualquier leucocito, constituidas principalmente de grasa (el detergente disuelve la grasa), el ADN ahora se libera desde el núcleo. El ADN se gelifica formando una masa fibrosa; debido a que el número de leucocitos se incrementa en los cuartos afectados, la cantidad de gel formado se incrementará en una forma lineal, además, la formación puede ser clasificada en función al resultado del conteo de células somáticas (Irungaray, 2011).

Otros métodos para el diagnóstico de la mastitis subclínica es el recuento de células somáticas (RCS) ha demostrado ser una excelente herramienta y se ha usado para estimar la reducción en la producción de leche asociada a este tipo de mastitis. También a nivel de laboratorio para medir las células somáticas, son el coloreado y conteo de células al microscopio en un volumen de leche previamente extendido en una placa calibrada. En países desarrollados este ha sido reemplazado por métodos automáticos como el fossomatic, el coulter counter y Ekomilk Scan (Ramírez, et al, 2009).

La mastitis es causada por más de 100 especies diferentes de microorganismos patógenos y el 95% de estas infecciones son causadas (en orden de importancia) por bacterias, entre las que se encuentran: *S. aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, y *S. epidermidis*, la distribución de los agentes que producen mastitis pueden ser diferentes, ya que en los casos clínicos la etiología puede ser por bacterias que están presentes sólo por un corto periodo de tiempo, como la *Escherichia coli*, mientras que las mastitis subclínicas pueden ser causadas por patógenos como *S. aureus*, que pueden estar presentes por largos periodos de tiempo, produciendo solamente signos muy leves en la ubre de la vaca (Giannechini, Concha, Delucci, Gil, Salvarrey & Rivero, 2014).

Los factores, como el estado sanitario y nutrición del animal son muy importantes, ya que pueden ser los que predispongan para la mastitis, se debe tener supervisión de un médico veterinario que esté al tanto del plan sanitario donde se incluya el control y prevención de las diferentes enfermedades que pueden afectar a las vacas, ya que así se evita animales débiles propensos a la mastitis (Mejía, 2013).

El problema se agudiza al no existir un protocolo validado que pueda diagnosticar y prevenir las infecciones causadas por los distintos patógenos mastitogénicos a través de modelos epidemiológicos que puedan ponderar la predicción de la enfermedad y establecer las medidas correctivas y desacelerar la prevalencia de la mastitis subclínica del hato para luego interpretar el comportamiento epidemiológico de la mastitis subclínica de acuerdo a la situación productiva de las vacas y establecer un desarrollo tecnológico a nivel de finca y laboratorio apropiados con respecto al diagnóstico de la mastitis como parte de un programa de salud pública veterinaria en la región.

Por lo anterior el presente estudio se realizó en el departamento de Chiquimula para establecer la prevalencia de la MSC con la prueba de CMT, identificar las bacterias más comunes causantes de la MSC la prueba de CMT y el aislamiento e identificación de bacterias causantes de MSC de la vaca lechera en la finca. Los resultados obtenidos determinaron la calidad de la leche fluida en el departamento y las pérdidas de la misma, así como los índices de riesgo a la mastitis clínica.

### **Marco teórico y estado del arte**

#### Marco teórico

##### La leche

Se entiende por leche al producto íntegro normal y fresco obtenido del ordeño higiénico e ininterrumpido de vacas sanas, además, debe estar limpia, libre de calostro y de materiales extrañas a su naturaleza. La leche deberá presentar olor, sabor, color y aspecto característico del producto (De los Reyes & Molina, 2010).

El consumo de leche blanca por país, en la región centroamericana tiende a aumentar, pero de forma modesta, en parte debido a que otros productos sustitutos alternativos de la leche crecen más rápido, como leche de arroz y las bebidas a base de sueros lácticos, bebidas isotónicas y energéticas con contenidos proteínicos y ácidos lácticos (Fuentes-Cabrera, Mancía & Portillo, 2015).

Para la región de Centroamérica, los datos más recientes de la FAO sobre la producción de leche fresca entera muestran que el país que más produce es Costa Rica y el que menos produce es Panamá (Cuadro 1).

Tabla 1. Producción de leche fresca de bovino entera en Centroamérica

Posición	País Centroamericano	Producción de leche fresca entera en TM	Año
1	Costa Rica	916,657	2009
2	Nicaragua	718,882	2008
3	Honduras	703,902	2009
4	El Salvador	541,615	2009
5	Guatemala	338,200	2008
6	Panamá	188,635	2008

(Fuentes- Cabrera, et al. 2015)

### Mastitis bovina

El término de mastitis se utiliza para referirse a la inflamación que se produce en la glándula mamaria, como consecuencia de diversos factores, siendo los más frecuentes de origen infecciosos. Independientemente de la causa que la origine, esta se caracteriza por modificaciones patológicas del tejido glandular que se reflejan en alteraciones físico-químicas y casi siempre bacteriológicas de la leche. La mastitis es considerada una enfermedad bastante compleja y costosa, debido a la etiología, patogenia, secuelas que esta causa en las vacas, así como también se considera complejo el tratamiento (Peña, et al, 2012).

La mastitis es un proceso inflamatorio de la glándula mamaria, en el cual el sistema inmune de la vaca trata de luchar contra un agente infeccioso, alojado en el interior de la misma. La mastitis, se puede clasificar como: clínica y subclínica. En la forma clínica aparecen cambios en la leche, en la ubre o en el propio animal detectables a simple vista. La mastitis subclínica no es apreciable a simple vista, ya que no hay cambios fácilmente detectables en la leche o en la ubre (Carrasco-Rodríguez, et al, 2014).

### Agentes etiológicos

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

agentes que producen mastitis pueden ser diferentes, 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 (*S. aureus*) que pueden estar presentes por largos periodos de tiempo, produciendo solamente signos muy leves en la ubre de la vaca (Peña, et al, 2012; Andrade, et al, 2014, Giannechini, et al, 2014).

Con base en su etiología infecciosa, la mastitis se divide en contagiosa y ambiental. La mastitis contagiosa es causada por microorganismos como: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Arcanobacterium pyogenes*, y *Mycoplasma spp*; y sus reservorios son la glándula mamaria y la leche de vacas (*Bos primigenius taurus*) infectadas. Su transmisión puede ocurrir en el momento del ordeño por prácticas como el uso compartido de toallas para lavar y secar ubres, por medio de las manos contaminadas de los ordeñadores o por el uso de pezoneras no desinfectadas entre vacas en los ordeños mecánicos. La mastitis ambiental es producida por gérmenes Gram-negativos, habitantes normales del ambiente como: *Escherichia coli*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*, *Serratia spp*, *Pseudomonas spp* y *Proteus spp* y algunas bacterias Gram-positivas como: *Streptococcus uberis* y *Streptococcus dysgalactiae* (Andrade, et al, 2014)

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 *S. aureus* y *St. agalactiae* (Giannechini, et al, 2014). 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).

En conclusión las bacterias que la causan varían y reflejan los factores predisponentes involucrados, pero se han señalado los patógenos *Streptococcus Agalactiae* y *Staphylococcus aureus* como responsables del 80 al 90% de los casos. Esta enfermedad es considerada la más costosa en las explotaciones lecheras del mundo; a la forma subclínica de ella se le atribuye la mayor parte de las pérdidas, por ser mucho más frecuente que la

clínica y por ser la causa más importante de las alteraciones que comprometen la calidad de la leche (Andrade, et al, 2014).

### Diagnóstico

La exactitud del reactivo de California (CMT) básicamente consiste en una sustancia aniónica, el alkyl aryl sulfonato (dodecil sodio sulfato 2%), al que se le ha agregado un indicador de pH, el bromocresol púrpura se fundamenta en tres principios: El número de leucocitos (células blancas) incrementa enormemente cuando una lesión o una infección afectan el tejido mamario. Los leucocitos, especialmente los polimorfonucleares tienen un núcleo extenso con material nuclear (ADN) comparadas con otras células o bacterias de la leche. El reactivo CMT es un detergente con un indicador de pH añadido, razón del color púrpura, cuando la leche y el reactivo se mezclan en igual cantidad, el reactivo disuelve o rompe las paredes celulares externas y las nucleares de cualquier leucocito, constituidas principalmente de grasa (el detergente disuelve la grasa), el ADN ahora se libera desde el núcleo. El ADN se gelifica formando una masa fibrosa; debido a que el número de leucocitos se incrementa en los cuartos afectados, la cantidad de gel formado se incrementará en una forma lineal, además, la formación puede ser clasificada en función al resultado del conteo de células somáticas (Irungaray, 2011).

Rango de células somáticas con respecto a la prueba de California Mastitis Test (CMT)

Escala CMT	Rango de Células somáticas
Negativo	< 200,000
Trazas	150,000 – 500,000
G1	400,000 – 1,500,000
G2	800,000 – 5,000,000
G3	>5,000,000

Para el diagnóstico de la mastitis subclínica el recuento de células somáticas (RCS) ha demostrado ser una excelente herramienta y se ha usado para estimar la reducción en la producción de leche asociada a este tipo de mastitis. Otros métodos de laboratorio para medir las células somáticas, son el coloreado y conteo de células al microscopio en un volumen de leche previamente extendido en una placa calibrada. En países desarrollados, el anterior método no es muy usado actualmente por ser un método lento, tedioso y poco

preciso; este ha sido reemplazado por métodos automáticos como el fossomatic, el coulder counter y Ekomilk Scan (Ramírez, et al, 2009).

La determinación de los microorganismos causales del problema se realiza por lo general usando aislamiento, cultivo y antibiograma de leche de la glándula afectada y monitoreo en leche de tanque; siendo esta metodología de amplio uso y dominio (Rosales, et al, 2015).

### Situación epidemiológica

Los estudios epidemiológicos revelan que luego de un tratamiento con agentes antimicrobianos, la tasa de curación varía en un rango de 0% a 80%, dependiendo de la edad, número de partos, fase de lactancia, posición del cuarto infectado y Contaje de Células Somáticas (CSS), (Rosales, et al, 2015)

Los factores de riesgo (FR) para la presentación de la mastitis bovina pueden ser del animal, ambientales o del agente patógeno. Es así como la incidencia de la infección aumenta con la edad, el manejo deficiente, el alojamiento inadecuado, la viabilidad y virulencia del agente y su susceptibilidad frente a los antimicrobianos. Sin embargo, los más fuertemente asociados con mastitis se han encontrado: alta producción de leche, bajo RCS y sellado de los pezones, estos estudios se efectuaron en diferentes países con condiciones variadas, lo cual explicaría los resultados diversos (Ramírez-Vásquez, et al, 2011).

Las metodologías clásicas para el control y prevención de mastitis se basan en evaluación de la mastitis subclínica por medio del CMT en las fincas, el cual debe ejecutarse de manera periódica, y el CSS que realizan las plantas procesadoras de leche. (Rosales, et al, 2015)

Sin embargo, el lavado de las manos es un factor protector contra mastitis, mientras que la edad y el tiempo de la lactancia (seis meses) son identificados como factores de riesgo (Ramírez-Vásquez, et al, 2011)

Los factores que inciden en la aparición de la mastitis como el estado sanitario y nutrición del animal son muy importantes ya que puede ser uno de los factores propensos para la mastitis. Cuando los animales están bien nutridos les ayuda a responder más fácil a las enfermedades lo que para un animal en desnutrición le sería más difícil ya que su

sistema inmunológico no funciona de la misma manera que lo hace en animales con muy buena nutrición, se debe tener supervisión de un médico veterinario que esté al tanto del plan sanitario donde se incluya el control y prevención de las diferentes enfermedades que pueden afectar a las vacas, ya que así se evita animales débiles propensos a la mastitis (Mejía, 2015).

El personal encargado del ordeño debe estar muy comprometido con esta actividad ya que de ellos depende que las vacas se curen y que se prevenga la mastitis, debe cumplir con la rutina de ordeño dada por un profesional, donde se debe seguir tal cual lo recomendado, así se evita animales con mastitis (Arango, 2015).

Los factores asociados al ordeño manual en temporadas de invierno, es muy común que se presente casos de mastitis por la acumulación de pantano por la dificultad para realizar el ordeño en condiciones higiénicas, teniendo en cuenta que por el frío no se efectúa bien el lavado de manos y secado de pezones (Mejía, 2013).

En muchos ordeños que no son realizados bajo techo, la suciedad que está en la parte superior de la ubre se escurre y llega a la punta del pezón, lo que aumenta la probabilidad de contraer mastitis. El ordeño mecánico se realiza en salas o establos esto no quiere decir que no hay posibilidad de que las vacas contraigan mastitis, es por eso que se debe hacer una buena desinfección y lavado de la sala, los equipos y utensilios de ordeño para prevenir que las bacterias se acumulen y lleguen a las vacas provocándoles mastitis (Mejía, 2013).

Para el lavado de utensilios, manos y ubres el agua debe ser de muy buena calidad, evitando transmitirle a las vacas bacterias que puedan estar presentes en el agua sucia. Además el agua sucia puede ser un factor que dañe la calidad de la leche por lo que las unidades formadoras de colonia (UFC) se pueden elevar y por lo tanto se perdería la bonificación que se da lo que afectaría el precio pagado por la leche. El lugar donde se va a efectuar el ordeño, ya sea en potrero o en sala, debe ser muy tranquilo e higiénico. El ordeñador u ordeñadora deben ser muy higiénicos procurando que tanto su vestimenta, utensilios, uñas y manos estén muy limpias y sin anillos o pulseras, ya que podrían maltratar los pezones (Mejía, 2013).

La leche es considerada como el producto más noble de los alimentos, dada su composición peculiar rica en proteína, grasa, carbohidratos, sales minerales y vitamina;

constituye en alimento esencial para el hombre y para todas las especies de mamíferos y las restricciones a su uso son limitadas a casos excepcionales. Lo mismo se aplica a todos sus derivados lácteos, es por esta razón, que existe un riesgo permanente de que la leche sirva como vehículo de multiplicación de microorganismos patógenos o de fraudes durante su procesamiento. En ambos casos, el producto pasa a ser un problema para el consumidor y de salud pública. El control higiénico-sanitario de las vacas lecheras y de la ordeña, es fundamental para garantizar la composición de la leche y reducir el riesgo de transmisión de agentes de enfermedades. La refrigeración después de la ordeña y el transporte en frío permite aumentar la vida media del producto. La evaluación de la calidad de la leche cruda mediante pruebas físicoquímicas complementadas por exámenes microbiológicos posibilita la identificación de los productores con buenas prácticas de manejo de los que no las tienen (De los Reyes & Molina, 2010).

En la salud pública pueden haber riesgos potenciales para la salud humana, debidos a la ingestión de leche contaminada con patógenos, toxinas bacterianas y residuos de antibióticos, así como la creación de condiciones que propician fenómenos de resistencia bacteriana (Giannechini, et al, 2014; Arango, 2015).

La adopción de un programa de control y prevención de la mastitis por los productores, debe ser considerando las características de los patógenos involucrados para que el programa sea lo más eficiente posible (Ruíz, et al, 2011).

#### Estado del Arte

Según Velasco (2002) en Guatemala la producción anual de leche cruda es de 33.8 kg/porcápita, con una producción diaria de 550,000 litros y aproximadamente 200,750,000 litros anuales. El rendimiento promedio de producción de leche nacional es de 3.1 litros/vaca/día. El país tiene registradas veintiún mil fincas ganaderas, de las cuales un 90% corresponden a pequeños productores. Del total de estas fincas, 96% son de doble propósito y tan solo 4% son lecherías especializadas.

En las condiciones del trópico americano se han realizado pocos trabajos encaminados a evaluar las diferencias entre ordeño manual y mecánico; sin embargo, se ha encontrado diferencias significativas en cuanto a prevalencia de infecciones intramamarias, prevalencia de mastitis subclínica y clínica, incidencia, conteo total de microorganismos

mesófilos aerobios y coliformes, así como en los microorganismos aislados (Ruíz, et al, 2011).

Sin embargo, en la actualidad apenas existe información sobre la calidad higiénico-sanitaria de la leche producida en las fincas y más concretamente, sobre la presencia de mastitis en los rebaños. Esto se debe a varios motivos. En primer lugar, porque la industria paga la leche a los ganaderos solamente en función del contenido en grasa y del volumen de leche comercializada, pero en los laboratorios de análisis (de las propias industrias) no se realiza el conteo de gérmenes. En segundo lugar, porque no se desarrolla un programa de control de mastitis que incluya análisis bacteriológicos de muestras de leche. En tercer lugar, porque se dispone de trabajos previos de investigación sobre la prevalencia, incidencia y etiología de las infecciones intramamarias (IIM) en las explotaciones de la citada raza (Carrasco-Rodríguez, et al, 2014).

En Guatemala, los estudios realizados en los últimos años, fue en el departamento de Escuintla y sus resultados fueron los siguientes: de las lecherías evaluadas el 20% presentan leche tipo premium 40% tipo A, 20% tipo B y 20% tipo C según la clasificación microbiológicas de las normas COGUANOR; solo un 10% sobrepasó el límite permitido de *E. coli* de acuerdo a la industria guatemalteca (Irungaray, 2011).

Ahora bien, el único estudio sobre mastitis en la región se realizó en 1999 en vacas lecheras, detectada por el método CMT y los resultados fueron del 32.37% de mastitis subclínica y dentro de las bacterias aisladas en las muestras de leche de vaca positivas a la prueba de CMT hubo un crecimiento confiable de 62 de ellas en las cuales se presentaron 18 especies bacterianas, las más importantes: *Streptococcus agalactiae* 16.13%, *Staphylococcus aureus* 12.90 %, *Staphylococcus xylosus* 11.29 %, *Streptococcus uberis* 11.29. En resumen los diferentes géneros de bacterias presentaron una prevalencia agrupada de *Staphylococcus spp.* 37.1%, *Streptococcus spp.* 29% y *Enterococcus spp.* 24.2% (Jáuregui, et al, 1999).

## Materiales y métodos

### Localización

El estudio se realizó en el departamento de Chiquimula con una extensión de 2,376 km<sup>2</sup> se encuentra ubicada entre las latitudes de 14°31'15'' a 14°49'15'' Norte y las longitudes de 89°21'05'' a 89°37'10'' Oeste; altitudes entre 424 hasta 1,350 m.s.n.m. con zonas de vida vegetal variadas de subtropical muy seca, seca, húmeda y muy húmeda hasta montano seco, y se ejecutó en los siguientes municipios: San José La Arada, Ipala, Jocotán, Camotán, Olopa, San Juan Ermita, Concepción Las Minas, Esquipulas, Quetzaltepeque, San Jacinto y Chiquimula.

### Tipo de investigación

La investigación fue no experimental mediante un muestreo probabilístico de conveniencia y por medio de un estudio descriptivo transversal observacional de prevalencia para describir la epidemiología de la mastitis subclínica.

### Técnicas e instrumentos

#### Caracterización de las fincas

La presente investigación manejó muestreos aleatorios en cada municipio del departamento de Chiquimula en el cual se le determinará la prevalencia periódica de la mastitis subclínica en los distintos hatos lecheros, de distintos encastes y razas y, sistemas de producción y alimentación, bajo la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{No. total de casos (nuevos y viejos) de una enfermedad, existentes en un período determinado}}{\text{Promedio de la población expuesta al riesgo durante ese período}} \times 100$$

Además, se incluyeron los datos de la finca, como reproducción, producción de leche/vaca/día, tipo de alimentación, estatus sanitario, razas de animales, higiene del

ordeño, edad de la vaca, etapa de lactación, época del año, manejo nutricional se anotarán en una boleta (apéndice 1).

#### Colecta de leche

La toma de muestras de leche se hizo una sola vez en las distintas unidades de producción donde se muestrearán a “n” vacas en producción para establecer su prevalencia e índices de la mastitis subclínica con los siguientes métodos: Prueba de California para mastitis, Conteo de células somáticas y aislamiento e identificación de bacterias.

#### Prueba de California para mastitis CMT

Las muestras de leche fueron recolectadas de las vacas en producción en el momento del ordeño se realizará la limpieza de los pezones con agua, jabón y secado, se eliminarán los primeros chorros de la leche y luego se procede a realizarles la prueba de CMT.

La lectura de los resultados a la prueba del CMT tuvo la siguiente interpretación: Negativo (N): mezcla homogénea de leche y reactivo, sin formación de gel Sospechoso (S): tendencia no franca a formar gel. Positivo G1 (+): formación de gel de baja viscosidad y notorio al movimiento rotatorio y al inclinar la paleta. Positivo G2 (++) : Formación de gel viscoso franco, que gira en forma uniforme y que se levanta ligeramente cuando la paleta; es más denso que el anterior. Positivo G3 (+++) : formación de un gel sumamente viscoso y que al movimiento de rotación toma una posición central en la paleta.

Hay que hacer notar que la evaluación de la mastitis subclínica no considerará los cuartos mamarios que estuviesen padeciendo mastitis clínica y los atrofiados o no funcionales al momento de realizar la prueba.

Para determinar el índice de mastitis subclínica (IMSC) y el índice bajo riesgo/alto riesgo (BR/AR), se asignaron los valores siguientes, de acuerdo a los resultados obtenidos: N = 0; S = 1; G1 (+) = 2; G2 (++) = 3; G3 (+++) = 4.

Estos índices se calculan de acuerdo a las formulas siguientes:

$$\text{IMSC} = \frac{(\text{Nx0})+(\text{Sx1})+(\text{G1x2})+(\text{G2x3})+(\text{G3x4})}{\text{Número de pezones funcionales}}$$

$$\text{IBR / AR} = \frac{\text{N} + \text{S} + \text{G}}{\text{G2} + \text{G3}}$$

La determinación de índices epidemiológicos dinámicos, como el Índice de Mastitis Subclínica (IMSC), llamado también Índice Sanitario de la ubre (IS), así como el Índice de bajo riesgo y alto riesgo (BR/AR) determinados por pruebas de campo, constituyen un aporte al mejor conocimiento de la enfermedad en su forma subclínica, en el tiempo, aporta datos muy importantes para llevar a cabo programas de control de la enfermedad.

El índice IMSC, considerado como deseable es de 0,5, mientras menor sea, menor será la magnitud de la mastitis. El IIMC se expresa como el número de casos clínicos cada 100 vacas/año en riesgo, el mismo fue calculado como el número total de casos en un año dividido por el total de vacas-días en riesgo acumulados en ese período multiplicado por 365 y por 100 (Gianneechini et al, 2014).

El índice BR/AR debe ser tan alto como sea posible. Estos índices dan un perfil de la situación de la unidad productiva (Gómez-Quispe, et al, 2015).

De cada finca se tomó una muestra positiva al CMT (G3) se le tomaron 100 ml de leche en una bolsa plástica estéril y se identificó, transportó y guardó en refrigeración a 4°C para ser transportadas al laboratorio. Los datos se anotaron en una boleta específica.

#### Aislamiento e identificación de bacterias patógenas

La leche que se utilizó para las pruebas bacteriológicas se identificaron y transportaron en recipientes plásticos en refrigeración (4°C) hasta el laboratorio en donde se siguió el siguiente protocolo: una siembra inicial de la leche positiva a CMT en medios de cultivo como agar sangre para aislar estreptococos y estafilococos y agar Mc Conkey para enterobacterias, se incubaron por 24 hr, a 36°C, de las colonias abundantes y típicas se les realizó un frotis con coloración Gram; a las Gram positivas se les hizo la prueba de

catalasa, posteriormente tanto a las gran positivas como a las gram negativas se les realizó la bioquímica para identificar el microorganismo por género y especie por el método comercial Microscan®.

Las variables investigadas en el estudio fueron: litros de leche/finca, litros de leche/vaca y en porcentaje, litros de leche perdida por la mastitis subclínica, cuartos de la ubre con mastitis subclínica, cuartos sanos de la ubre, cuartos de la ubre no funcionales, prevalencia de los agentes etiológicos y prevalencia de los casos de mastitis subclínica. Además, fueron incluidos datos de la finca como la producción de leche/vaca/día, estatus sanitario, higiene del ordeño y manejo lo cual se anotó en una boleta y para su análisis con medidas de tendencia central, de dispersión y tablas de frecuencia. (Apéndice 1)

## Muestreo

### Fincas y animales

La población muestreada estuvo constituida por las unidades de producción láctea o fincas, en donde se producían más de 25 litros de leche/día, que son utilizados por el productor para consumo y comercializar el excedente que implica más de cinco vacas en ordeño como promedio. Se realizó un muestreo estratificado aleatorio debido a la variabilidad de la población, en donde los estratos fueron los 11 municipios que forman el departamento de Chiquimula, con un nivel de confianza del 90%, y de acuerdo al número de fincas de producción de leche bovina por municipio se estimó proporcional al número de unidades muestrales (fincas) a cada estrato (municipio), (Tabla 2) lo anterior se basó en los datos del censo poblacional agropecuario del Instituto Nacional de Estadística de Guatemala, 2003.

Se determinó el tamaño de la muestra de las unidades de producción del departamento por un muestreo de poblaciones finitas con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 p q}{e^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra total

$Z_{\alpha/2}^2$  = Variable estandarizada de distribución normal

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

e<sup>2</sup> = error de estimación

Para obtener la muestra en cada estrato se empleará el modelo matemático siguiente:

$$n_i = \frac{N_i}{N} (n)$$

Dónde:

n<sub>i</sub> = Tamaño de la muestra del estrato

N = Tamaño de la población

N<sub>i</sub> = Tamaño del i-esimo estrato: i = 1,2,3,4,.....11

n = Tamaño de la muestra total

Tabla 2 Número de fincas y vacas a muestrear por municipio a muestrear en el departamento de Chiquimula

Municipios	Fincas muestreadas		Vacas muestreadas	
	n	Casos	%	
Camotán	5	75	7.56	
Chiquimula	13	259	26.11	
Concepción Las Minas	13	84	8.47	
Esquipulas	17	255	25.71	
Ipala	17	120	12.10	
Jocotán	3	37	3.73	
Olopa	3	19	1.92	
Quezaltepeque	9	67	6.75	
San Jacinto	1	4	0.40	
San José La Arada	8	53	5.34	
San Juan Ermita	4	19	1.92	
<b>TOTAL</b>	<b>93</b>	<b>992</b>	<b>100</b>	

## Resultados

### Matriz de resultados

Objetivo Específico	Resultado esperado	Resultado obtenido
Establecer la prevalencia de la mastitis subclínica a nivel de finca y el departamento.	Prevalencia de la mastitis subclínica en el departamento de Chiquimula	Se muestrearon las 93 fincas. Se realizó la prueba de CMT a 992 vacas en producción. La prevalencia promedio en el departamento fue del 35,05% de presencia de mastitis subclínica.
Identificar los agentes etiológicos más comunes que causan mastitis subclínica y establecer sus prevalencias.	Identificación de las bacterias en género y especie.	Las bacterias con mayor prevalencia aislada fueron el <i>Staphylococcus aureus</i> (14.04%), el <i>Staphylococcus hycus</i> (8.43%), <i>Staphylococcus sciuri</i> (7.87%), el <i>Staphylococcus saprophyticus</i> (6.74%). Enterobacterias la de mayor prevalencia fue <i>Klebsiella pneumoniae</i> (2.81%), <i>Proteus penneri</i> (2.81%), <i>Escherichia coli</i> (2.25%).
Interpretar el comportamiento epidemiológico de la mastitis subclínica de acuerdo a la situación productiva de las vacas, el	Información sobre como es el sistema de ordeño, qué tipos de animales utilizan para producir leche, la nutrición administrada y los	se observa que el tipo de ordeño que se practica el 65.59% lo realizan manualmente y en presencia del ternero como estímulo, luego el ordeño manual sin

<p>medio ambiente donde se desarrollan, predecir el número de casos y el impacto en la salud pública veterinaria.</p>	<p>controles de la mastitis en la finca</p>	<p>ternero con el 18.28% y el ordeño mecánico con 10.75%. En cuanto a cantidad de ordeños/día el 66.67% ordeñan una sola vez las vacas y el 18.28% dos ordeños/día. En la parte del control de enfermedades solamente el 7.53% realiza la prueba de CMT y el 6.45%. El índice de mastitis subclínica (IMSC) está dentro del límite permitido (<math>\geq 0.5</math>) y en este estudio alcanzo una media de 0.21</p>
---	---	--

### **Impacto esperado**

La región posee un hato lechero que no cuenta con los servicios veterinarios de acuerdo a dicha población, ni la información epidemiológica de las enfermedades de mayor prevalencia, por lo que con este estudio permitió evaluar e implementar medidas de control y prevención de la mastitis, así como fortalecer el laboratorio de la carrera de zootecnia en el área de sanidad animal.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron se pudo determinar cómo influye el sistema de producción en la calidad microbiológica de la leche fluida de la región y se determinó los índices que permitieron cuantificar la presencia de la mastitis subclínica específicamente en cuanto a la eche no producida.

Ahora bien, la población animal beneficiada se encontró en un 80% en el área rural y el resto en el área urbana donde se localizó la producción láctea tecnificada pero son poblaciones susceptibles a la mastitis.

## Análisis de resultados

**De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo establecer la prevalencia de la mastitis subclínica a nivel de municipio y el departamento de Chiquimula, de la siguiente manera:**

Tabla 3 Porcentaje de cuartos de la glándula mamaria funcionales, no funcionales y positivos a la prueba de CMT por municipio en el departamento de Chiquimula

Municipios	Cuartos de la glándula mamaria									
	Muestreados		Funcionales		No Funcionales		Negativos al CMT		Positivos al CMT	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Camotán	300	7.56	293	7.45	7	20.59	254	7.89	39	5.46
Chiquimula	1035	26.09	1034	26.28	2	5.88	836	25.96	198	27.73
Concepción Las Minas	336	8.47	333	8.46	3	8.82	313	9.72	20	2.80
Esquipulas	1020	25.71	1011	25.70	9	26.47	868	26.96	143	20.03
Ipala	480	12.10	475	12.07	5	14.71	330	10.25	145	20.31
Jocotán	148	3.73	148	3.76	0	0.00	120	3.73	28	3.92
Olopa	76	1.92	76	1.93	0	0.00	61	1.89	15	2.10
Quezaltepeque	268	6.76	261	6.63	7	20.59	216	6.71	45	6.30
San Jacinto	16	0.40	16	0.41	0	0.00	15	0.47	1	0.14
San José La Arada	212	5.34	212	5.39	0	0.00	156	4.84	56	7.84
San Juan Ermita	76	1.92	75	1.91	1	2.94	51	1.58	24	3.36
<b>TOTAL</b>	<b>3967</b>	<b>100</b>	<b>3934</b>	<b>100</b>	<b>34</b>	<b>100</b>	<b>3220</b>	<b>100</b>	<b>714</b>	<b>100</b>
	<b>%</b>		<b>99.17</b>		<b>0.86</b>		<b>81.85</b>		<b>18.15</b>	

Tabla 2 muestra que se llevaron a cabo 3,860 pruebas de CMT de las cuales se encontraron 3,827 cuartos funcionales (99.15%), 33 cuartos no funcionales o ciegos (0.85%), así como, 678 fueron positivos a la prueba de CMT (81.53%) en algún grado de infección (G1, G2 y G3) y 3,149 negativos (17.47%).

Tabla 4 Prevalencias e índices de la mastitis subclínica por municipio del departamento de Chiquimula

Municipio	MSC Municipio	Prevalencias %			Índices	
		Grado de infección			IMSC	IBR/IAR
		G1	G2	G3		
Camotán	41.33	35.90	43.59	20.51	0.25	10.72
Chiquimula	22.01	21.21	43.94	34.85	0.41	5.63
Concepción Las Minas	15.48	25.00	40.00	35.00	0.13	21.20
Esquipulas	34.90	55.94	24.48	19.58	0.23	15.05
Ipala	56.67	73.10	13.10	13.79	0.43	11.18
Jocotán	51.35	64.29	32.14	3.57	0.26	13.80
Olopa	52.63	66.67	20.00	13.33	0.29	14.20
Quezaltepeque	41.79	44.44	37.78	17.78	0.08	9.44
San Jacinto	25.00	0.00	100.00	0.00	0.13	25.00
San José La Arada	54.72	44.64	37.50	17.86	0.46	5.84
San Juan Ermita	78.95	25.00	58.33	16.67	0.61	3.17
Media	<b>35.05</b>	<b>38.17</b>	<b>31.49</b>	<b>13.21</b>	<b>0.21</b>	<b>8.80</b>
DE	18.36	22.56	23.22	10.74		

G1 de 400,000 a 1,500,000 células somáticas/ml; G2 de 800,000 – 5,000,000 cs/ml; G3 < 5,000,000 cs/ml.

En la Tabla 3 se aprecian los resultados de las prevalencias encontradas de la mastitis subclínica a la prueba de CMT donde la prevalencia más alta se dio en el municipio de San Juan Ermita con el 78.95% y la prevalencia más baja el municipio de Concepción las Minas con 15.48% La prevalencia promedio en el departamento fue del 35.05% de presencia de mastitis subclínica.

En cuanto a los índices, el índice de mastitis subclínica (IMSC) está dentro del límite permitido ( $\geq 0.5$ ) y en este estudio alcanzo una media de 0.21 en el departamento, a excepción del municipio San Juan Ermita (0.61) donde el grado de magnitud de la mastitis subclínica o la posibilidad que se dé la enfermedad es alta; ahora bien el resto de los municipios son de riesgo moderado a bajo que indica que la posibilidad de que se presente la enfermedad es menos probable.

Tabla 5 Porcentaje de casos positivos a la prueba de CMT de acuerdo al cuarto de la glándula mamaria afectado por municipio en el departamento de Chiquimula

Municipio	n=3221 Cuartos de la glándula mamaria positivos al CMT											
	AI			AD			PI			PD		
	n	+	%	n	+	%	n	+	%	n	+	%
Camotán	70	5	3.03	58	12	6.00	66	8	4.97	60	14	7.45
Chiquimula	213	45	27.27	201	58	29.00	218	41	25.47	205	54	28.72
Concepción Las Minas	79	4	2.42	77	5	2.50	78	6	3.73	79	5	2.66
Esquipulas	219	34	20.61	214	39	19.50	219	33	20.50	216	37	19.68
Ipala	74	43	26.06	78	42	21.00	87	31	19.25	91	29	15.43
Jocotán	31	6	3.64	32	5	2.50	29	8	4.97	28	9	4.79
Olopa	16	3	1.82	15	4	2.00	15	4	2.48	15	4	2.13
Quezaltepeque	57	7	4.24	49	16	8.00	57	9	5.59	53	13	6.91
San Jacinto	4	0	0.00	3	1	0.50	4	0	0.00	4	0	0.00
San José La Arada	42	11	6.67	39	14	7.00	38	15	9.32	37	16	8.51
San Juan Ermita	11	7	4.24	15	4	2.00	13	6	3.73	12	7	3.72
Total	<b>816</b>	165	100	<b>781</b>	200	100	<b>824</b>	161	100	<b>800</b>	188	100
% cuarto afectado		20.22			25.61			19.54			23.50	
Total de cuartos positivos	714		<b>22.17 %</b>									

AI anterior izquierdo; AD anterior derecho; PI posterior izquierdo; PD posterior derecho

La Tabla 4 indica los porcentajes de los casos positivos al CMT distribuidos por el cuarto afectado de la glándula mamaria; se analizaron 3,221 cuartos mamarios de los cuales 714 son positivos al CMT en algún grado, (22.17%) en donde el cuarto anterior derecho (AD) es el de mayor prevalencia con el 25.61%, le sigue el posterior derecho (PD) con 23.50%, el anterior izquierdo (AI) con 20.22% y el menos prevalente el posterior izquierdo (PI) con 19.54%.

Tabla 6 Casos de mastitis subclínica de acuerdo al grado de afección y el cuarto de la glándula mamaria por municipio en el departamento de Chiquimula

Municipio	G1				G2				G3			
	AI	AD	PI	PD	AI	AD	PI	PD	AI	AD	PI	PD
Camotán	2	3	4	5	1	7	3	6	2	2	1	3
Chiquimula	13	10	9	10	18	29	15	25	14	19	17	19
Concepción las Minas	1	1	2	1	1	2	2	3	2	2	2	1
Esquipulas	18	19	24	19	9	12	5	9	7	8	4	9
Ipala	33	29	22	22	5	6	5	3	5	7	4	4
Jocotán	2	3	4	9	4	2	3	0	0	0	1	0
Olopa	2	3	1	4	1	0	2	0	0	1	1	0
Quezaltepeque	2	8	3	7	1	5	5	6	4	3	1	0
San Jacinto	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
San José La Arada	3	7	8	7	3	6	5	7	5	1	2	2
San Juan Ermita	4	0	1	1	2	3	3	6	1	1	2	0
Total de casos/cuarto	80	83	78	85	45	73	48	65	40	44	35	38
% por cuarto	24.54	25.46	23.93	26.07	19.48	31.60	20.78	28.14	25.48	28.03	22.29	24.20
Total de casos	326				231				157			
% total de casos	<b>45.66</b>				<b>32.35</b>				<b>21.99</b>			

AI anterior izquierdo; AD anterior derecho; PI posterior izquierdo; PD posterior derecho

G1 de 400,000 a 1,500,000 cs/ml; G2 de 800,000 – 5,000,000 cs/ml; G3 < 5,000,000 cs/ml.

Ahora bien, en la Tabla 5 se observa que de los 714 casos positivos al CMT, el grado de afección que tuvo más prevalencia fue el grado 1 (G1 +) con 319 casos (47.20%) lo que implica un rango de 400,000 a 1,500,000 células somáticas/ml; el grado 2 (G2 ++) 211 casos (31.42%) con un rango de 800,000 – 5,000,000 cs/ml y el grado 3 (G3 +++ ) con 149 casos (21.39%) con < 5,000,000 cs/ml. De igual forma de acuerdo al grado de afección en el G1 el cuarto mamario PD se presentó la mayor prevalencia con un 25.63%, en el G2 el cuarto mamario que presentó la mayor prevalencia fue AD 30.52% y en el G3 el cuarto con mayor prevalencia fue el AD con 28.28%.

**Con respecto a los resultados sobre la identificación de las bacterias más frecuentes que causan mastitis subclínica, se establecieron las siguientes prevalencias:**

Tabla 7 Prevalencia de los grupos de bacterias aisladas gram positivos y gram negativos de leche positiva al CMT por municipio en el departamento de Chiquimula

Microorganismo	Municipios											Total	%
	Cam	Chiq	CLM	Esqui	Ipala	Joc	Olopa	Quez	SJ	SJA	SJE		
Staphylococcus coagulasa positivos	0	12	5	21	16	0	0	1	0	0	1	56	31.46
Staphylococcus coagulasa negativos	1	18	9	25	7	1	2	0	0	2	2	67	37.64
Streptococcus sp	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	1.69
Enterobacterias sp	10	3	2	14	9	1	3	5	0	2	3	52	29.21
	11	34	16	60	34	2	5	6	0	4	6	178	100.00

Cam: Camotán; Chiq: Chiquimula; CLM: concepción las Minas; Esqui: Esquipulas; Joc: Jocotán; Quez: Quezaltepeque; SJ: San Jacinto; SJA: San José La Arada; SJE: San Juan Ermita.

En la Tabla 6 se observan los resultados de las prevalencias de las bacterias aisladas en leches que tenían algún grado de MSC: los Staphylococcus coagulasa positivos con el 31.46%, los Staphylococcus coagulasa negativos 37.64%, Streptococcus sp 1.69% y las Enterobacterias sp el 29.21%.

Tabla 8 Prevalencia más frecuentes de los distintos microorganismos aislados de leches positivas al CMT por municipio en el departamento de Chiquimula

Microorganismo	Municipios											Total	%
	Cam	Chiq	CLM	Esqui	Ipala	Joc	Olopa	Quez	SJ	SJA	SJE		
Staphylococcus aureus		4	3	11	7							25	14.04
Staphylococcus hycus		5		1	8						1	15	8.43
Staphylococcus sciuri		7		2	4		1					14	7.87
Staphylococcus saprophyticus		2	5	4	1							12	6.74
Staphylococcus haemolyticus		2	1	4						1		8	4.49
Staphylococcus intermedius		1	1	4	1							7	3.93
Staphylococcus cohnii		2		3				1				6	3.37
Staphylococcus simulans				5						1		6	3.37
Klebsiella pneumoniae	1		1	1	1			1				5	2.81
Proteus Penneri	3		1								1	5	2.81
Staphylococcus auricularis		4				1						5	2.81
Staphylococcus epidermidis		1		2			1				1	5	2.81
Staphylococcus warneri	1		1	2	1							5	2.81
Escherichia coli					1		1	1		1		4	2.25
Otras bacterias	6	6	3	21	10	1	2	3		1	3	56	31.46
Total	11	34	16	60	34	2	5	6		4	6	178	100.00

Cam: Camotán; Chiq: Chiquimula; CLM: concepción las Minas; Esqui: Esquipulas; Joc: Jocotán; Quez: Quezaltepeque; SJ: San Jacinto; SJA: San José La Arada; SJE: San Juan Ermita.

La Tabla 7 presenta las prevalencias de los distintos microorganismos aislados de las leches muestreadas con MSC y los resultados fueron los siguientes: la bacteria de mayor prevalencia aislada fue el *Staphylococcus aureus* con 14.04%, luego el *Staphylococcus hycus* con 8.43%, *Staphylococcus sciuri* 7.87%, el *Staphylococcus saprophyticus* 6.74%, dentro de los más frecuentes; ahora bien, dentro las Enterobacterias la de mayor prevalencia fue *Klebsiella pneumoniae* con 2.81%, *Proteus penneri* 2.81%, *Escherichia coli* 2.25% .

Es de hacer notar que se presentaron *Staphylococcus* coagulasa positivos como *S. Aureus*, *S. Hycus* y *S. intermedius*; y dentro de los *Staphylococcus* coagulasa negativos *S. sciuri*, *S. saprophyticus* y *S. haemolyticus*, como los más prevalentes.

**Con referencia a los resultados sobre la interpretación del comportamiento epidemiológico de la mastitis subclínica de acuerdo a la situación productiva y manejo de las vacas, se encontró lo siguiente:**

Tabla 9 Parámetros de la producción de leche de las vacas muestreadas y litros de leche no producidos por la mastitis subclínica por municipio en el departamento de Chiquimula

Municipio	No de vacas en ordeño/finca	Litros de leche producidos	Litros/vaca/día	Litros de leche no producidos/día	%
Camotán	81	635	7.84	11.50	1.81
Chiquimula	266	2450	9.21	66.10	2.70
Concepción Las Minas	85	533	6.27	6.60	1.24
Esquipulas	264	1869	7.08	38.60	2.07
Ipala	124	903	7.28	35.00	3.88
Jocotán	65	415	6.38	6.60	1.59
Olopa	19	153	8.05	3.70	2.42
Quezaltepeque	97	690	7.11	12.60	1.83
San Jacinto	4	30	7.50	0.30	1.00
San José La Arada	84	555	6.61	15.70	2.83
San Juan Ermita	19	130	6.84	7.20	5.54
Total	1108	8363	7.55	203.90	2.44

La Tabla 8 presenta los resultados que a partir de las 1,181 vacas que en el momento del muestreo estaban en ordeño en cada una de las fincas ubicadas en los distintos municipios, la producción fue de 8,363 litros de leche con una media de 7.55 litros/vaca/día y como producto de la mastitis subclínica determinada no se produjeron 203.9 litros de leche/día como sumatoria de todas las fincas muestreadas por parte de las glándulas mamarias afectadas, que corresponde al 2.44% del total de la leche producida en el momento de la muestra, hay que hacer notar que estos datos se tomaron entre abril a octubre de 2016.

Tabla 10: Manejo del sistema de producción de leche bovina en cuanto al tipo de ordeño y control de enfermedades, por municipio en el departamento de Chiquimula.

Municipios	n=93	Tipo de ordeño			Número de ordeños/día		Control de enfermedades	
		Manual con ternero	Manual sin ternero	Mecánico	Uno	Dos	CMT	Br/Tb
Camotán		3	0	0	2	1	0	0
Chiquimula		4	0	5	5	4	2	2
Concepción las Minas		9	1	0	11	1	0	0
Esquipulas		14	12	2	16	1	1	2
Ipala		17	0	0	15	2	1	0
Jocotán		1	0	2	2	1	2	2
Olopa		2	1	0	2	1	0	0
Quezaltepeque		5	1	1	3	4	0	0
San Jacinto		1	0	0	1	0	0	0
San José La Arada		6	0	0	6	0	1	0
San Juan Ermita		0	2	0	0	2	0	0
Total		62	17	10	63	17	7	6
%		<b>66.67</b>	<b>18.28</b>	<b>10.75</b>	<b>67.74</b>	<b>18.28</b>	<b>7.53</b>	<b>6.45</b>

Br: Brucelosis, Tb: Tuberculosis

En la Tabla 9 se aprecian los distintos aspectos más importantes que pueden afectar y la posibilidad de causar una mastitis subclínica, la información se recabó de los encargados o dueños de las explotaciones lecheras, aunque hay que hacer la aclaración de que no todos brindaron la información completa, en tal sentido se observa que el tipo de ordeño que se practica el 65.59% lo realizan manualmente y en presencia del ternero como estímulo, luego el ordeño manual sin ternero con el 18.28% y el ordeño mecánico con 10.75%. En cuanto a cantidad de ordeños/día el

66.67% ordeñan una sola vez las vacas y el 18.28% dos ordeños/día. En la parte del control de enfermedades solamente el 7.53% realiza la prueba de CMT y el 6.45% efectúa las pruebas para detectar enfermedades como brucelosis y tuberculosis.

Tabla 11: Manejo del sistema de producción de leche bovina en cuanto a la higiene del trabajador, higiene en el ordeño y manejo de la leche por municipio en el departamento de Chiquimula.

Municipios	Higiene de la sala de ordeño		Higiene del trabajador		Higiene en el ordeño		Descarta primeros chorros de leche antes del ordeño	Filtrado de leche
	Lava y desinfecta	Se lava las manos	Se lava y seca las manos	Lava ubre	Lava y seca ubre			
Camotán	0	0	0	0	0	0	0	3
Chiquimula	5	5	2	7	5	3	7	
Concepción las Minas	1	2	1	1	1	0	0	
Esquipulas	4	7	3	3	2	0	15	
Ipala	2	8	5	6	4	2	15	
Jocotán	3	2	0	2	0	0	2	
Olopa	1	2	1	2	2	0	3	
Quezaltepeque	2	2	1	3	2	2	7	
San Jacinto	0	0	0	0	0	0	0	
San José La Arada	1	3	0	1	0	1	5	
San Juan Ermita	0	2	1	2	2	0	2	
Total	19	33	14	27	18	8	59	
%	<b>20.43</b>	<b>35.48</b>	<b>15.05</b>	<b>29.03</b>	<b>19.35</b>	<b>8.60</b>	<b>63.44</b>	

En la Tabla 10, en el aspecto higiénico, lo que corresponde a la persona que ordeña solamente el 35.48% se lava las manos y el 15.05% se lava y luego se seca las manos. De igual manera en la higiene de la glándula mamaria el 29.03% lava la ubre y solo el 19.35% lava y seca la ubre y únicamente el 8.60% elimina los primeros chorros de leche al iniciar el ordeño aunque el 63.44% filtra la leche de las posibles impurezas o contaminantes visibles

## Discusión de resultados

### Prevalencia de la mastitis subclínica

La prevalencia de mastitis subclínica encontrada en el departamento de Chiquimula fue similar a trabajos realizados en otras latitudes (35,05%) a pesar que el manejo e higiene de la glándula mamaria de la vaca no es el más adecuado, por ejemplo, la prevalencia de la MSC con la prueba de CMT en el trabajo realizado en la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia, se encontró que 20.7% de los 3,508 cuartos evaluados con la prueba tenían algún grado de mastitis subclínica; de estos, 8.4% positivos G1, 8.1 y 4.2% con G2 y G3 respectivamente; 20 cuartos (0.6%) presentaron mastitis clínica. La prevalencia de mastitis subclínica en las 877 vacas evaluadas fue de 39.5% (347 vacas), entendida esta como el Recuento de Células Somáticas (RCS)  $\geq 200,000$  CS/ml en al menos un cuarto de la vaca (Ramírez-Vásquez, Henao, Cerón-Muñoz, Jaramillo, Cerón & Palacio, 2011).

Resultado similar se dio en el Municipio Candelaria en la Localidad de Minas de Monay, Estado Trujillo, Venezuela donde los resultados de la Prueba CMT, realizada a 95 vacas, equivalentes a 380 cuartos de la glándula mamaria, se puede observar que el mayor número de cuartos afectados fue de 160 equivalente al 42%. (Peña, Morillo, Sosa, Morales, Cañizales & Castillo, 2012).

Otro estudio en el Municipio Obispo Ramos de Lora, estado Mérida, Venezuela, consistente en 117 vacas de la raza Girolando, en este estudio, la presencia de mastitis sub clínica en la explotación fue reportada en el 48.07% de los cuartos bajo estudio (225 cuartos); representando un valor alto si se compara con valores reportados previamente en Venezuela de 30.18% en trabajos realizados en 6,405 vacas lecheras de trece estados (Rosales-Zambrano. D., Torres-Vielma, Y., Rojas-Estabal, A., Bolivar, A., Rosales, J., Alviarez E. & García-Lugo, P. 2015)

En Centroamérica en una publicación realizada en la zona occidental de El Salvador, en el departamento de Sonsonate, la prevalencia de mastitis de las ganaderías en estudio durante la investigación en leches fue variable, cada ganadería contaba con condiciones de ordeño diferentes con respecto al tipo de agua, máquina de ordeño, materiales de higiene y procedimiento. La ganadería número 2 tuvo la mayor relación de vacas con reacción positiva a CMT con el 43.45%, en la

ganadería uno (6.44%) y la ganadería 6 (4.7%) para el mismo período de tiempo. Considerando las implicaciones de la ocurrencia de mastitis detectada por CMT sobre la composición láctea, el conteo de bacterias y la salud de las vacas, es muy necesario prestar atención al número de vacas afectadas para implementar estrategias de control de mastitis en las ganaderías. (Fuentes-Cabrera, Mancía & Portillo, 2015).

El índice IMSC (0.21) en el departamento de Chiquimula es de riesgo moderado a bajo que indica que la posibilidad de que se presente la enfermedad es menos probable, es decir 21 casos cada 100 vacas-año en riesgo. En un estudio realizado en la cuenca lechera del sur, ubicados en cuatro departamentos: Canelones, Colonia, Florida y San José de Uruguay, durante el año que duró el estudio fueron registrados 667 casos de mastitis clínica de 43 establecimientos lecheros y la media del IMSC en los establos fue 0.118 es decir 11.8 casos cada 100 vacas-año en riesgo (Giannechini et al., 2014).

Todo lo contrario en el distrito de Tamburco, Abancay, Apurímac, Perú, con el objetivo de comparar la interpretación de los resultados de la prueba CMT en el diagnóstico de la mastitis subclínica en bovinos. Se trabajó con 209 vacas, el IMSC dio los resultados en base a 828 cuartos funcionales dan un IMSC de 1.30, que indica la presencia de un valor elevado de células somáticas que podría deberse a posibles deficiencias en el control sanitario de los rebaños (Gómez-Quispe et al., 2015)

Ahora bien, los índices de bajo riesgo/alto riesgo (IBR/IAR) son relativamente bajos lo que implica que la vaca productora de leche en el departamento de Chiquimula tiene una alta probabilidad de pasar de mastitis subclínica a mastitis clínica, y eso se marcó en todos los municipios ya que sus rangos fueron de 5.48 a 21.20 los cuales deben ser arriba de 80 como índice, para evitar ese riesgo.

Lo ideal sería que los índices fueran como el estudio realizado en el distrito de Tamburco, Abancay, Apurímac, Perú, el índice IBR/IAR resultante de 2.71 indica que la cantidad de cuartos mamarios con bajo riesgo respecto al total de

cuartos con alto riesgo es cercana a tres veces más, siendo un índice con bajo valor. (Gómez-Quispe et al, 2015).

En cuanto a la afección de los cuartos mamarios hubo un estudio similar reporta que se puede hacer una comparación entre cuartos individuales, determinando que el AD tiene valores elevados de mastitis bovina con el 50%, AI 45.45%, PD y PI con 31.82% (Farinango, 2015)

### **Identificación de las bacterias más frecuentes que causan mastitis subclínica**

En cuanto a las bacterias encontradas en el presente estudio la prevalencia de estas etiologías causantes de MSC es muy diversa, en tal sentido algunos estudios realizados no hay coincidencias notables, por ejemplo, un estudio indica que en cinco municipios del estado de Pernambuco, Brasil los microorganismos aislados en 708 muestras de leche con prevalencias de *Corynebacterium* sp. (37.4%), *Staphylococcus* sp. (32.8%) y *Streptococcus* sp. (13.9%) (Ruíz, Ponce, Gomes, Mota, Elizabeth, Lucena & Benone, 2011).

En otro trabajo la prevalencia de bacterias causantes de mastitis en fincas lechera de Toca, Boyacá, Colombia se observa el *S.aureus*, con el 8.40%, como causa de mastitis subclínica, muestra un valor bajo comparado con otros países; por ejemplo, en el estado Zulia (Venezuela) se halló en el 17% de los casos (23), y en los países nórdicos el *S. aureus* fue aislado entre el 30 y el 40% de los casos subclínicos; en general, en los países industrializados el *S. aureus* es el patógeno contagioso más aislado de casos de mastitis en vacas lecheras (Andrade-Becerra et al., 2014).

Resultado similar se dio en el Municipio Candelaria en la Localidad de Minas de Monay, Estado Trujillo, Venezuela se presentan los resultados del aislamiento bacteriano siendo *S. aureus* el microorganismo encontrado con mayor frecuencia en este estudio, ya que se aisló en más del 93% de las muestras, ya fuese sólo o acompañado (Peña et al., 2012).

De acuerdo a Andrade-Becerra (2014) otros elementos por tener en cuenta, y que también se hallan bien documentados, son el alto número de animales con los cuatro cuartos comprometidos, la marcada baja de producción (aproximadamente 5

litros/día), la falta de respuesta a las terapias antimicrobianas y, por último, la observación de un sedimento de aspecto arenoso en algunas de las muestras de leche positivas al aislamiento. Todos estos factores deberían ser tenidos en cuenta tanto por los veterinarios de campo como por los laboratorios de diagnóstico bacteriológico, a fin de detectar brotes de esta enfermedad.

Sin embargo, de acuerdo a los resultados en esta publicación existe una gran variedad de bacterias que se identificaron y que son de primer reporte para el país como el caso de *Staphylococcus hycus*, *Staphylococcus sciuri*, *Staphylococcus cohnii*, *Staphylococcus simulans*, *Staphylococcus auricularis*, *Staphylococcus Warner*, *Staphylococcus lugdunensis*, *Staphylococcus schleiferi*.

También es importante mencionar que los *Staphylococcus* coagulasa negativos se les ha clasificado como patógenos menores de la glándula mamaria por causar solo una ligera inflamación y son los microorganismos más comunes en la piel de la ubre y en el canal del pezón con un modesto incremento en de células somáticas, todo lo contrario con los *Staphylococcus* coagulasa positivos (Calderón & Rodríguez, 2008)

Algunos estudios han demostrado que el *S. aureus* ha sido catalogado como patógeno contagioso, capaz de transmitir la infección entre vacas y cuartos a través de la máquina de ordeño, manos contaminadas de ordeñadores y materiales usados durante el ordeño, su patogenicidad es atribuida a los daños que ocasiona en el tejido mamario, donde forma cicatrices que impiden el acceso al antibiótico empleado en el tratamiento de la mastitis, aunado a esto, con frecuencia resulta resistente a los antibióticos. (Faría, Valero-Leal, Allara, D'Pool, García, Morales, 2005)

### **Interpretación del comportamiento epidemiológico de la mastitis subclínica**

La importancia que tiene el determinar la MSC es para establecer la cantidad de leche que se deja de producir las vacas en producción por los distintos grados de afección, en caso del departamento de Chiquimula fue el 2.44%/día lo cual si se compara con otros estudios es de impacto, como ejemplo lo realizado en el municipio Obispo Ramos de Lora, estado Mérida, Venezuela, empleando CMT, en

la zona alta del estado Mérida, con vacas Holstein, Jersey y Pardo Suizo reportan un valor de 36.2%, resaltando la importancia del mismo ya que estos valores de mastitis subclínica logran la disminución de hasta el 25% de la producción lechera por ciclo en la explotación con las pérdidas económicas que esto acarrea (Castillo et al. 2009).

Es importante también analizar los factores asociados a la MSC que involucran el manejo del ganado y que los resultados son similares en el presente estudio comparado con otros. Así se tiene que en el altiplano norte de Antioquia Colombia se presentaron resultados similares en los 37 hatos observados, 70.4% efectuaba ordeño manual, 27% de los ordeñadores era a su vez el propietario del hato, 77.3% de los ordeñadores no se lavaban las manos al iniciar el ordeño, y 92.8% no se lavaban las manos antes de ordeñar cada vaca, el pre sellado lo efectuó el 57% y el sellado el 84.2% (Ramírez-Vásquez et al., 2011).

Ahora bien, en un estudio sobre las estrategias de la prevención y control de la mastitis en Los Llanos Centrales de Venezuela la falta o falla del lavado de manos y el sellado fueron factores asociados a protección contra la mastitis ya que presentaron una relación de prevalencia de 0.58 y 0.74 % respectivamente, indicando valores menores de uno una disminución en el riesgo de padecer mastitis (Ramírez et al., 2011), mientras que Santivañez et al. (2013) reportaron una relación de prevalencia de 2,09 % para falta de higiene del ordeño, con énfasis en ausencia de higiene de la mano de los ordeñadores y del lugar de ordeño. Así mismo, Ramírez-Vásquez et al. (2011) reportan que el porcentaje relativamente alto de vacas y de cuartos afectados con mastitis hallado en la zona podría estar relacionado con algunas deficiencias en la rutina de ordeño (como la falta de higiene del ordeñador), ya que el 77.3% de los ordeñadores no se lavaban las manos al momento del ordeño.

Significa entonces que los procedimientos de higiene durante el ordeño como el lavado de manos, entre otros lavado de la ubre y pezones, uso de desinfectantes, secado con toallas desechables individuales antes de cada ordeño, higiene de la unidad de ordeño y utensilios, desinfección o sellado de los pezones con materiales que tengan la capacidad de desbloquear y/o inhibir el crecimiento y

desarrollo microbiano, previenen la transmisión de microorganismos a través del ordeñador a las vacas, disminuyendo la población microbiana sobre la piel del pezón. (Florio-Luis de Pineda, Pineda, Polanco, Mendoza, Díaz, Florio-Luis, 2015).

Como dato importante de anotar de acuerdo a la encuesta nacional agropecuaria del INE 2007, el promedio de litros de leche/vaca/día fue de 9.67 para el departamento de Chiquimula y en el presente estudio alcanzo una media de 7.55 litros de leche /vaca/día.

Tal como se ha manifestado anteriormente, hasta ahora se le ha prestado muy poca atención a la mastitis. Parte de la explicación de este hecho obedece a que los dueños de las fincas y su personal están acostumbrados a convivir con el problema y no son conscientes de sus implicaciones económicas, aunque en el transcurso de la presente investigación se hallaron explicaciones de mayor profundidad. Algunas de éstas son de carácter cultural y seguramente tendrán que tenerse en cuenta cuando se vayan a desarrollar programas de control de la mastitis.

## Conclusiones

La prevalencia de mastitis subclínica en el departamento de Chiquimula fue del 35.05% y el cuarto anterior derecho de la glándula mamaria fue el de mayor prevalencia.

El método de CMT es eficiente para la detección de la mastitis subclínica en hatos lecheros debido a que por lo menos se identificó una bacteria en cada muestra positiva al CMT.

Solamente el 7.53% de los ganaderos realizan la prueba de CMT y el 6.45% efectúa las pruebas para detectar brucelosis y tuberculosis en sus hatos.

El índice IMSC tiene una magnitud baja de convertirse en mastitis clínica y el IBR/IAR son bajos que indica riesgo alto de padecer mastitis clínica la vaca en producción.

Las bacterias predominantes pertenecen al género *Staphylococcus*, estando presentes *S. aureus*, *S. hycus*, *S. sciuri*, y *S. saprophyticus*, como las más prevalentes y de las enterobacterias fue *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus penneri*, *Escherichia coli*.

Como producto de la mastitis subclínica determinada en su momento no se produjo 201.5 litros de leche/día en todo el departamento.

## Referencias

- Andrade-Becerra, R. J., Carvajal, Z. E. C., & Báez, A. E. D. (2014). Prevalencia de mastitis subclínica bovina y su etiología infecciosa en fincas lecheras del altiplano boyacense (Colombia). *Revista Científica*, 24(4).
- Andrade-Becerra, R., Caro-Carvajal, Z. E., Pulido-Medellín, M. O., Vargas, J. L. P., & Vargas-Abella, J. C. (2014). Prevalencia de bacterias causantes de mastitis en fincas lecheras de Toca, Boyacá, Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 11(1), 47-53.
- Arango Uribe, J. C. (2015). *Parámetros zootécnicos que afectan la prevalencia de mastitis en hatos lecheros* (disertación doctoral), Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.
- Calderón, A; Rodríguez, V; (2008). Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano Cundiboyacense (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(4) 582-589.
- Carrasco-Rodríguez, M., Peris-Rivera, C., Ciria-Ciria, J., Riera-Nieves, M., & Nieves-Crespo, L. (2014). Prevalencia e incidencia de infecciones intramamarias en vacas de raza Carora en sistemas de pastoreo y estabulación. *Revista Científica*, 24(1), 47-54.
- Castillo, M., Suniaga, J., Rojas, G., Hernández, J., Caamaño, J., Urbina, A. & Tovar, L. (2009). Estudio de la prevalencia de mastitis subclínica en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. *Agricultura Andina*. 16, 39-48.
- De los Reyes, G., & Molina, B. (2010). Calidad de la leche cruda. *Primer foro sobre ganadería lechera en la zona alta de Veracruz*, México.
- Faría Reyes, J F., Valero-Leal, K., Allara Cagnasso, M; D'Pool, G; García Urdaneta, A; Morales, D; (2005). Agentes bacterianos y contaje de células somáticas en leche de cuartos de bovinos mestizos doble propósito ordeñados en forma manual o mecánica en cuatro fincas lecheras del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica*, XV(1) 64-71.
- Farinango, N. (2015). Prevalencia de la mastitis bovina mediante la prueba de california Mastitis test con identificación del agente etiológico, en el centro

- de acopio de leche en la comunidad de Pulisa, Cayambe, Ecuador. (Tesis de licenciatura inédita). Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- Florio-Luis de Pineda J., Pineda M., Polanco M., Mendoza J., Díaz N., Florio-Luis G. (2015) Estrategias de prevención y control de mastitis como apoyo para preservar un rebaño bovino en Los Llanos Centrales, Venezuela. *AICA* 6, 598- 616.
- Fuentes-Cabrera, F., Mancía A. & Portillo H. (2015). Relación entre el resultado de la prueba de california para mastitis y las características físico-químicas y microbiológicas de la leche en seis ganaderías lecheras en Sonsonate, El Salvador. (Tesis de licenciatura inédita). Universidad Nacional de El Salvador, San Salvador.
- Giannechini, R., Concha, C., Delucci, I., Gil, J., Salvarrey, L., & Rivero, R. (2014). Mastitis bovina, reconocimiento de los patógenos y su resistencia antimicrobiana en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay. *Veterinaria*, 50(193), 111-132.
- 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.
- Instituto Nacional de Estadística de Guatemala, INE (2008) Encuesta nacional Agropecuaria (ENA) Guatemala.
- Irungaray S. (2011). Evaluación de la calidad de la leche en ganaderías doble propósito con ordeño manual en el municipio de la nueva Concepción, Escuintla. (Tesis de licenciatura inédita). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Jáuregui, R., López, G., Martínez, E., Suchini, M., Bolvito, L. & Samayoa, E. (1999). Caracterización Epidemiológica de las Enfermedades infectocontagiosas y Parasitarias que afectan a los animales para Alimento y Trabajo en el Departamento de Chiquimula. Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Mejía, S. (2013). Cómo afecta el recuento de células somáticas (RCS) el costo de producción de un litro de leche para los productores asociados de Colanta en el oriente Antioqueño. (Tesis de licenciatura inédita) Corporación Universitaria Lasallista –Antioquia. Colombia
- Ministerio de Economía de Guatemala. (2015), Información socioeconómica de Guatemala, departamento de Chiquimula.
- Peña, W., Morillo, S., Sosa, M., Morales, J., Cañizález Briceño, L. M., & Castillo, C. E. (2012). Identificación de bacterias causantes de mastitis subclínica en bovinos de una finca del estado Trujillo–Venezuela. *Academia*, 11(24), 55-363.
- Ramírez, N., Gaviria, G., Arroyave, O., Sierra, B., & Benjumea, J. (2009). Prevalencia de mastitis en vacas lecheras lactantes en el municipio de San Pedro de los Milagros, Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14(1), 76-87.
- Ramírez-Vásquez, N., Henao, O. A., Cerón-Muñoz, M., Jaramillo, M., Cerón, J., & Palacio, L. G. (2011). Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 22, 31-42.
- Rosales-Zambrano, D., Torres-Vielma, Y., Rojas-Estabal, A., Bolivar, A., Rosales, J., Alviarez E. & García-Lugo, P. (2015). Identificación bacteriana empleando cr-dg-ge en leche de vacas con mastitis de un rebaño mestizo gyr-holstein del municipio Obispo Ramos de Lora, Mérida, Venezuela. *Ágora de heterodoxias*, 1(1), 92-103.
- Ruíz, A. K., Ponce, P., Gomes, G., Mota, R. A., Elizabeth, S., Lucena, E. R., & Benone, S. (2011). Prevalencia de mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. *Revista de Salud Animal*, 33(1), 57-64.
- Santivañez C., Gómez O., Cárdenas A., Escobedo M., Bustinza R. & Sánchez J. (2013). Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. *Revista Veterinaria y Zootecnia* Vol. 7:2 p 92 – 104.

Villamil J., Benavides O., Jaramillo, J. & Romero P. (2016). Componentes epidemiológicos y económicos como base para la toma de decisiones en el control de mastitis bovina en ganaderías de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. Universidad de La Salle.

Apéndice 1

Boleta de toma de datos en la finca

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DIGI-CUNORI  
“Epidemiología de la mastitis subclínica de la vaca lechera en el departamento de Chiquimula”

DATOS DE LA FINCA

MUNICIPIO		ALDEA	
NOMBRE DE LA FINCA		PROPIETARIO	
ALTITUD		LATITUD	

MANEJO DEL ORDEÑO

DATOS GENERALES		
NÚMERO DE LITROS/DÍA		
NÚMERO DE VACAS EN ORDEÑO		
NÚMERO DE VACAS SECAS		
RAZA		
TRATAMIENTO DE VACA SECA	SI	NO

TIPO DE ORDEÑO	
MANUAL CON TERNERO	
MANUAL SIN TERNERO	
MECÁNICO	

FORMA DE ORDEÑO MANUAL	
MANO LLENA	
MARTILLO	
DOS DEDOS	

NÚMERO DE ORDEÑOS AL DÍA	1	2	3
--------------------------	---	---	---

HIGIENE DEL LUGAR DE ORDEÑO		
LAVADO	AGUA	AGUA Y DETERGENTE
LAVADO Y DESINFECTADO		
NINGUNA		

MANEJO DE LAS HECES

ABONO	
DESECHO	

HIGIENE DEL TRABAJADOR				
LAVADO DE MANOS		AGUA		AGUA Y JABÓN
SECADO DE LAS MANOS		SI		NO
TOALLA		PAPEL PERIODICO		MAYORDOMO
DESINFECCIÓN		SI		NO
NINGUNO				

#### HIGIENE Y DESINFECCIÓN DEL ORDEÑO

HIGIENE DE LA UBRE					
LAVADO					
SECADO	PAPEL MAYORDOMO		PAPEL PERIODICO		TOALLA
DESINFECTADO					
AMBOS					
NINGUNO					
BOTA LOS PRIMEROS CHORROS DE LECHE ANTES DEL ORDEÑO			SI	NO	

#### MASTITIS

UTILIZA PRUEBAS PARA DIAGNOSTICO DE MASTITIS	SI	NO
--	----	----

CMT		
TAZÓN OSCURO		
LABORATORIO	PRIVADO	COMERCIAL

SIGNOS QUE OBSERVA EN MASTITIS			
DOLOR AL ORDEÑO			
COLOR DE LA LECHE		BLANCA	AMARILLA ROJA
UBRE HINCHADA		DORSAL MEDIA VENTRAL	
PRESENCIA DE GRUMOS EN LECHE			
AUSENCIA DE LECHE			
LESIONES EN LOS CUARTOS		Laceración	NÓDULO
LESIONES EN LOS PEZONES		Laceración	NÓDULO

TRATA LOS CASOS DE MASTITIS	SI	NO
-----------------------------	----	----

TIPO DE PRODUCTO UTILIZADO	
INFUSIÓN	
PARENTERAL	
PRODUCTO (NOMBRE COMERCIAL)	
PRINCIPIO ACTIVO	
CUANTO TIEMPO (DURACIÓN DE TRATAMIENTO)	

MUESTREO

NÚMERO DE VACAS A MUESTREAR	
NÚMERO DE VACAS ENFERMAS	
NÚMERO DE VACAS SANAS	

IDENTIFICACIÓN DEL ANIMAL

NOMBRE		NÚMERO	
EDAD		NÚMERO DE LACTANCIA	

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS			
COLOR			
SABOR			
OLOR			
CONSISTENCIA			
MANEJO			
FILTRADO	MANTA	COLADOR	
PRESENCIA DE CUERPOS EXTRAÑOS	PELOS	BASURAS	IMPURESAS
TEMPERATURA DE SALIDA			
RECIPIENTE	PLASTICO	METAL	