



**UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN**

*Campus Loma Bonita*

---

**LICENCIATURA EN ZOOTECNIA**

**PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA Y FACTORES  
ASOCIADOS EN UNIDADES PRODUCTIVAS DE ARROYO METATE,  
LOMA BONITA, OAXACA**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

**PRESENTA:**

**JORGE LUIS ROBLES ROJAS**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. CECILIO UBALDO AGUILAR MARTÍNEZ**

**LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2019**



# Universidad del Papaloapan

## Licenciatura en zootecnia

LA PRESENTE TESIS TITULADA "PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA BOVINA Y FACTORES ASOCIADOS EN UNIDADES PRODUCTIVAS DE ARROYO METATE, LOMA BONITA, OAXACA" PRESENTADA POR EL PASANTE JORGE LUIS ROBLES ROJAS, BAJO LA DIRECCIÓN DEL DR. CECILIO UBALDO AGUILAR MARTÍNEZ, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO INDICADO PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

### JURADO EXAMINADOR

DR. CECILIO UBALDO AGUILAR MARTÍNEZ

DIRECTOR

DR. NICOLÁS LENZUELA JIMÉNEZ

REVISOR

DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

REVISOR

LÓMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2019



# Universidad del Papaloapan

FECHA:	31 de Octubre del 2019
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/263/2019
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. Jorge Luis Robles Rojas**  
**P R E S E N T E:**

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“Prevalencia de mastitis subclínica bovina y factores asociados en unidades productivas de la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca”** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente.  
terra ubérrima, mens aperta  
Bou Lo-tama, chi jí jú

MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA  
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dra. Tania Zúñiga Marroquín. Jefe de Carrera de la Lic. En Zootecnia  
C.c.p. L.P. Yesenia Barrientos Arrenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares  
C.c.p. Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez. Director de Tesis.  
C.c.p. Archivo.



# UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

Loma Bonita, Oaxaca a 30 de octubre de 2019.

**M.E. Yesenia Barrientos Arenal**  
**Jefa del Departamento de Servicios Escolares**  
**PRESENTE**

Mediante la presente, le informo que la Jefatura de carrera de la Licenciatura en Zootecnia con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional del exalumno, el **C. Jorge Luis Robles Rojas**, quien defenderá su trabajo de tesis titulado **“Prevalencia de mastitis subclínica bovina y factores asociados en unidades productivas de la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca”**.

**Titulares:**

Presidente: Dr. Miguel Ángel Sánchez Hernández

Secretario: Dr. Nicolás Valenzuela Jiménez

Vocal: Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez

**Suplentes:**

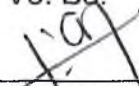
Dr. Sergio Ramírez Ordoñez

Dr. Wilber Hernández Montiel

Sin más por el momento, le envió un cordial saludo.

  
**UNPA**  
*terra uberrima, moas pletia*  
*Hou Lu-tama, chy ty ty*  
  
**LICENCIATURA**  
Dra. Tania Zuñiga Marroquín  
Jefa de Carrera de Lic. en Zootecnia

**Atentamente**

Vo. Bo.  
  
M.C. Héctor López Arjona  
Vice-rector Académico

C.c.p.: M.C. Hector López Arjona. Vicerector académico. Para su conocimiento

C.C.p: Archivo

## **DEDICATORIA**

A Dios

Por brindarme la oportunidad de concluir mi carrera y este gran proyecto, porque sin ti nada es posible.

A mis padres

Gracias por su amor y forjarme como la persona que soy actualmente, por estar siempre presentes cuando los he necesitado y enseñarme a no dejar de luchar por lo que se desea alcanzar. Este logro se lo dedico a ustedes.

A mis hermanos

Por estar siempre presentes, apoyándome en cada momento y ser mi ejemplo a seguir.

A mis sobrinos

Con mucho amor quienes han sido mi motivación y mi alegría para seguir adelante.

A mi novia

Por estar siempre conmigo y ser una fuente de inspiración para culminar mi tesis.

A mis compañeros y amigos

Mil gracias por todos los momentos que hemos compartido y pasado juntos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad del Papaloapan por aceptarme como alumno en esta institución educativa y brindarme las herramientas que permitieron convertirme en un profesionalista.

A mi director de tesis, Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez, por sus excelentes consejos y dirección como profesional y persona.

A los revisores, Dr. Nicolás Valenzuela Jiménez, Dr. Miguel Angel Sánchez Hernández por su colaboración, orientación y paciencia en la revisión y aportes a este proyecto.

A mis profesores, quienes fueron un pilar en mi formación profesional, Dra. Gladis Morales Terán, Dr. Sergio Ramírez Ordoñez, MC. César Julio Martínez Castro, Dra. Cynthia Magaly Antonio Cisneros, Dr. José Ángel Rueda Barrientos, MC. Julián Cotería Rivera, MC. Carlos Iván Medel Contreras, Dra. Tania Zúñiga Marroquín.

Al C. German Vázquez Cuevas por facilitarme las unidades de producción bovina, para llevar a cabo la presente investigación.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>4</b>
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
4.1. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria de la vaca .....	5
4.2. La mastitis bovina.....	7
4.2.1. Tipos de mastitis.....	7
4.2.1.1. Mastitis clínica.....	8
4.2.1.2. Mastitis subclínica.....	8
4.2.2. Fisiopatología de la mastitis bovina .....	9
4.3. Repercusión de la mastitis en la calidad de la leche .....	12
4.3.1. Calidad organoléptica.....	12
4.3.2. Calidad microbiológica.....	12
4.3.3. Calidad nutricional.....	12
4.4. Principales factores que se asocian a la presencia de la mastitis bovina . .	13
4.4.1. Factores climáticos.....	13
4.4.2. Época del año.....	14
4.4.3. Instalaciones.....	14
4.4.4. Manejo de la ordeña.....	15
4.4.5. Estrés.....	16
4.5. Pruebas de diagnóstico más comunes para detectar la mastitis subclínica.....	16
4.5.1. Prueba de California para mastitis (CMT).....	17
4.5.2. Prueba de Wisconsin para mastitis (WMT).....	18
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
5.1. Ubicación y características del área de estudio.....	20

5.2. Identificación de los principales factores de riesgo en el ordeño para la presentación de mastitis .....	20
5.3. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en unidades productivas de la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.....	21
5.3.1. Unidades de producción incluidas en el estudio.....	21
5.3.2. Diagnostico de la mastitis subclínica bovina.....	23
5.4. Variables medidas en estudio .....	26
5.5. Toma de datos climáticos.....	27
5.6. Análisis estadístico .....	27
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
6.1. Identificación de los principales factores de riesgo en el ordeño para la presentación de mastitis.....	28
6.1.1. Diseño y construcción de la sala de ordeño .....	29
6.1.2. Disponibilidad de servicios en la unidad de producción.....	31
6.1.3. Manejo asociado al ordeño .....	33
6.2. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en unidades productivas de la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.....	40
6.2.1. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica por cuarto...44	
6.2.2. Efecto de los principales factores climáticos sobre la prevalencia de mastitis subclínica bovina.....	54
6.2.3. Fluctuación de la mastitis subclínica a lo largo del periodo de muestreo.....	61
6.2.4. Comparación entre la prevalencia de mastitis subclínica bovina de la época de sequía y la época de lluvias.....	63
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
7.1. Conclusiones .....	66
7.2. Recomendaciones .....	68
<b>8. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>69</b>
<b>9. APÉNDICE .....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pág.</b>
1	Materiales para construir instalaciones en las unidades de producción lechera pertenecientes a Arroyo Metate.....	30
2	Servicios con los que cuentan las unidades de producción lechera pertenecientes a los productores de Arroyo Metate.....	32
3	Características del manejo sanitario durante el proceso de ordeño manual que realizan los productores de Arroyo Metate.....	34
4	Prevalencia mensual de mastitis subclínica por vaca en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018.....	41
5	Prevalencia mensual de mastitis subclínica bovina por cuarto en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018.....	46
6	Número y porcentaje de cuartos por unidad productiva que ocuparon las diferentes categorías de resultados de la prueba de California durante el diagnóstico de la mastitis subclínica en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.....	50

7	Prevalencia individual de cuartos con mastitis subclínica de acuerdo a la posición de los cuartos afectados en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca en 2018.....	52
8	Factores climáticos asociados a la prevalencia de mastitis subclínica bovina de Loma Bonita, Oaxaca, en 2018.....	54
9	Fluctuación de las prevalencias de mastitis subclínica evaluada de febrero a octubre de 2018 en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.....	62
10	Prevalencia de mastitis subclínica por vaca durante la época de sequía y lluviosa en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita Oaxaca, en 2018.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig.</b>		<b>Pág.</b>
1	Estructura general del sistema de conducción y alveolo mamario en la vaca.....	6
2	Efecto de los factores climáticos sobre la prevalencia de mastitis subclínica bovina en cuatro unidades de producción de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018 .....	57
3	Fluctuación mensual global de mastitis subclínica bovina en cuatro unidades de producción de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018.....	61

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue identificar los factores de riesgo asociados a la presencia de mastitis subclínica bovina, así como su prevalencia y fluctuación durante el año 2018 en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca. Los factores de riesgo se identificaron por medio de una encuesta a 25 productores. La prevalencia por vaca y por cuarto se determinó mediante la realización mensual de pruebas de California entre febrero y octubre. En total, se evaluaron 104 vacas y 416 cuartos. Los factores de riesgo identificados se relacionaron con deficiencias en las instalaciones y ausencia de buenas prácticas de ordeño. La prevalencia global de mastitis subclínica por vaca fue de 60.8 % y por cuarto de 36.1 %. En ambas variables, El rancho La Perla mostró los valores más bajos ( $P < 0.05$ ). De los 3,317 cuartos evaluados, 986 (29.7 %) resultaron negativos, 1,076 (32.4 %) se ubicaron en la categoría trazas, 732 (22.1 %) presentaron grado uno, 349 (10.5 %) grado dos, 139 (4.19 %) grado tres y 35 (1.05 %) tuvieron mastitis clínica. Los cuartos más afectados fueron los posteriores. La prevalencia de mastitis subclínica tuvo una relación estrecha con la precipitación pluvial, lo cual se confirmó al comparar la época de sequía (febrero a mayo) con la lluviosa (junio a octubre), observándose en ésta última, prevalencias mayores ( $P < 0.05$ ). La prevalencia más baja de mastitis subclínica (34.4 %) se obtuvo en febrero y la más alta en octubre (93.2 %). Se concluye que los factores de riesgo en la presentación de la mastitis se asocian con instalaciones no adecuadas y ausencia de buenas prácticas de higiene. Asimismo, la prevalencia de mastitis subclínica en las unidades de producción es alta (60.8 %) y se asocia con la época del año, presentando sus valores más altos (73.9 %) durante la temporada de lluvias.

**Palabras clave:** mastitis subclínica, bovinos, prueba de California, trópico.

## ABSTRACT

The objective was to identify the risk factors associated with the presentation of subclinical bovine mastitis, as well as its prevalence and fluctuation during the 2018 year in four productive units from Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca. Risk factors were identified through a survey of 25 producers. The prevalences per cow and per quarter were determined monthly by California mastitis test between February and October. In total, 104 cows and 416 quarters were evaluated. The identified risk factors were associated with deficiencies in the facilities and lack of good milking practices. The overall prevalence of subclinical mastitis per cow was 60.8 % and per quarters of 36.1 %. In both variables, La Perla farm showed the lowest values ( $P < 0.05$ ). Of the 3,317 quarters evaluated, 986 (29.7 %) were negative, 1,076 (32.4 %) were in the trace category, 732 (22.1 %) presented grade one, 349 (10.5 %) grade two, 139 (4.19 %) grade three and 35 (1.05 %) had clinical mastitis. The posterior quarters were the most affected. The prevalence of subclinical mastitis had a close relationship with rainfall, which was confirmed when comparing the dry season (February to May) with the rainy season (June to October), being observed in the latter, higher prevalence ( $P < 0.05$ ). The lowest prevalence of subclinical mastitis (34.4 %) was observed in February and the highest in October (93.2 %). It is concluded that the risk factors in the presentation of mastitis are associated with the facilities and lack of good hygiene practices. Likewise, the prevalence of subclinical mastitis in the production units is high (60.8 %) and season of the year is associated, observing its highest (73.9 %) values during the rainy season.

**Keywords:** subclinical mastitis, bovine, California test, tropic.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche bovina en Loma Bonita, Oaxaca, se desarrolla bajo el sistema de doble propósito, el cual está ampliamente extendido en las zonas tropicales de México y agrupa a más del 60 % de los productores del país (Pérez *et al.*, 2003) y al 31 % del hato nacional (INEGI, 2017). La principal ventaja del sistema de doble propósito, está representada por los bajos costos de producción debido a que la alimentación se basa en el pastoreo.

A pesar de su potencial productivo, este sistema se caracteriza por una baja productividad de los animales, atribuible al uso de grupos raciales con baja producción y deficiencias en los manejos alimenticio, reproductivo y, especialmente, el sanitario. Entre los problemas sanitarios de mayor relevancia que afectan al ganado bovino de doble propósito, sobresale la mastitis (Sheen y Riesco, 2002).

La mastitis bovina se define como una inflamación de la glándula mamaria y puede clasificarse en clínica y subclínica. La mastitis clínica muestra cambios perceptibles en la glándula mamaria y en las características físico-químicas de la leche. La mastitis subclínica, en cambio, no presenta signos clínicos aparentes ni en la ubre ni en la leche (Scaramelli y González, 2005). Este tipo de mastitis está asociada a la disminución de la producción de leche por lo que se considera como la más importante desde el punto de vista económico. Existe muy poca información sobre las pérdidas económicas que genera la mastitis subclínica en el ganado bovino de doble propósito.

En un estudio realizado en Etiopia con razas cruzadas de ganado vacuno, se determinó que, por cada vaca con mastitis subclínica, se generan pérdidas económicas equivalentes a U\$79.47 por lactación (Tesfaye *et al.*, 2009). Debido a que la mastitis subclínica es la que genera las mayores pérdidas económicas y a que es imposible detectarla a simple vista, su diagnóstico ha recibido atención especial en los programas de sanidad animal.

Una técnica para el diagnóstico de la mastitis subclínica a nivel de campo es la prueba de California (CMT, por sus siglas en inglés). Esta prueba es práctica, rápida, económica y eficaz (Santivañez-Ballón *et al.*, 2013) y permite determinar de manera indirecta el grado de inflamación de la glándula mamaria (Mansilla *et al.*, 2001). Además del diagnóstico de la enfermedad y de establecer su prevalencia dentro de las unidades productivas, es importante conocer los factores asociados a la presentación de la mastitis subclínica, con el fin de establecer programas adecuados de control y tratamiento para disminuir el impacto económico que causa la enfermedad (Trujillo *et al.*, 2011).

En México, no se cuenta con información al respecto en los sistemas de doble propósito de la región de Loma Bonita. Sin embargo, en el municipio de Playa Vicente, Veracruz, se ha reportado que alcanza prevalencias de 33 a 100 % en la época de lluvias y de 4 a 39 % en la época de sequía (Bedolla y Ponce de León, 2008). Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo determinar los factores asociados a la mastitis subclínica bovina, así como su prevalencia y fluctuación a lo largo del año en unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Identificar los factores de riesgo asociados a la presentación de mastitis subclínica bovina, así como su prevalencia y fluctuación a lo largo del año en unidades de producción de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.

### **2.2. Objetivos específicos**

Conocer los principales factores de riesgo durante el ordeño asociados a la presencia de mastitis subclínica en las unidades de producción de bovinos doble propósito de la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.

Determinar la prevalencia de mastitis subclínica bovina por vaca y realizar comparaciones entre cuatro unidades de producción ubicadas en Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.

Obtener la prevalencia de la mastitis subclínica bovina por cuarto y realizar comparaciones entre cuatro unidades de producción ubicadas en Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.

Establecer las fluctuaciones de la prevalencia de mastitis subclínica que se presentan a lo largo de un año y realizar una comparación entre la incidencia en época de sequía y época de lluvias.

### **3. HIPÓTESIS**

La prevalencia de mastitis subclínica bovina en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca es mayor a un 30 % y su dinámica de aparición está en función de factores como el clima y las características de manejo del ganado durante el ordeño.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria de la vaca

Las glándulas mamarias de la vaca están agrupadas en una estructura llamada ubre, de gran tamaño, textura suave y redondeada, que tiene como función principal la producción de leche para alimentar al becerro recién nacido (Wolter *et al.*, 2004).

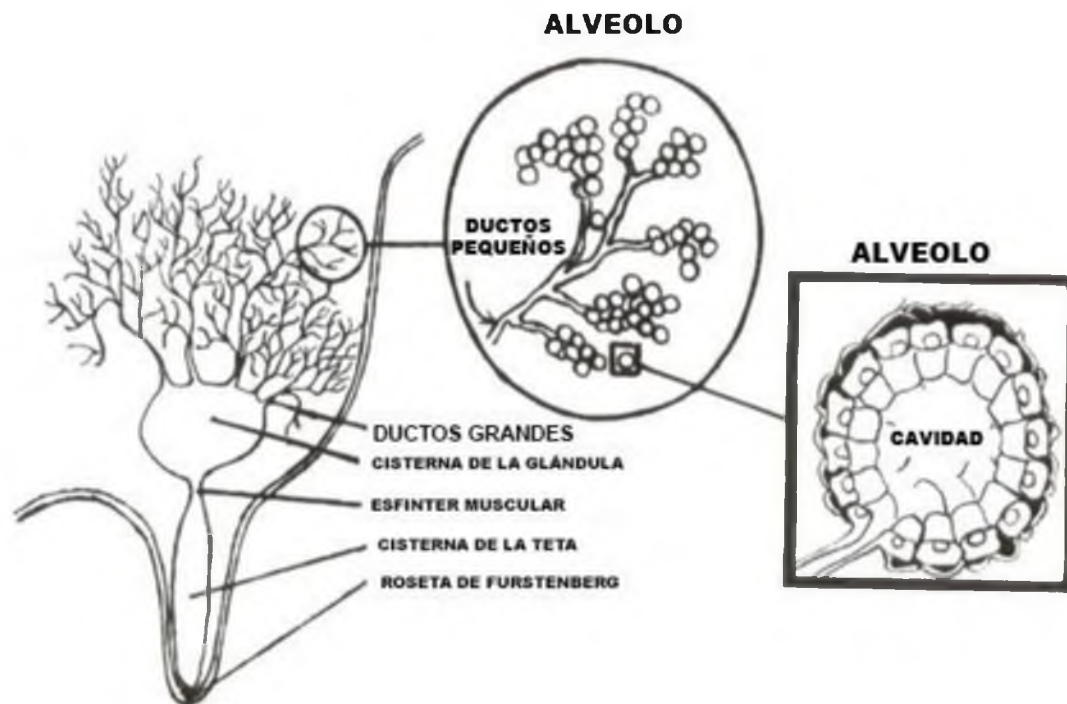
En el centro de la ubre, existe el ligamento suspensorio medio, compuesto por tejido conectivo elástico que se adhiere a la pared abdominal. En la parte externa, se encuentra el ligamento suspensorio externo (de naturaleza no elástica), que se origina de los ligamentos prepúbico y púbico y se inserta en varios niveles para formar parte de la estructura de tejido intersticial de la ubre (Klein, 2013). La ubre se divide en cuatro compartimentos conocidos como cuartos, separados por una membrana muy fina (Elizondo, 2010).

La secreción de la leche se lleva a cabo en estructuras glandulares conocidas como alveolos, los cuales están formados por células secretoras, que son las encargadas de sintetizar la leche y las células miopiteliales, que se encargan de llevar a cabo la bajada de la leche mediante la contracción del alveolo (Elizondo, 2010).

Los alveolos mamarios se agrupan para formar lobulillos, que son separados por tabiques por donde pasan vasos sanguíneos y nervios. Un determinado número de lobulillos es rodeado por tejido conectivo, para formar lóbulos.

La leche producida en los alveolos es drenada por medio de los conductos lactíferos hacia la cisterna de la glándula y posteriormente a la cisterna del pezón para finalmente salir durante la ordeña o amamantamiento del becerro a través de un esfínter llamado roseta de Furstenberg (Elizondo, 2010).

En la Figura 1 se muestran las principales estructuras del tejido secretor de la glándula mamaria.



**Figura 1.** Estructura general del sistema de conducción y alveolo mamario en la vaca (Modificado de Schroeder, 1997).

La producción de leche por el tejido mamario requiere de energía y elementos precursores de la leche, los cuales llegan a la glándula mediante el flujo sanguíneo (Ávila y Romero, 2010). La producción de leche depende de la

rapidez con la que la sangre fluye por la glándula. Así, se ha calculado que durante la lactancia deben circular de 300 a 500 litros de sangre para la formación de un litro de leche (Ávila y Romero, 2010; Acosta *et al.*, 2017).

## **4.2. La mastitis bovina**

La mastitis bovina se define como la inflamación de la glándula mamaria, la cual es causada por daño en el tejido secretor, afectando con ello la secreción de leche en las hembras. La mastitis tiene su origen en factores de tipo infeccioso, traumático o tóxico (Mendoza *et al.*, 2017).

A nivel mundial, la mastitis se considera una de las enfermedades de mayor impacto en la industria lechera, ya que provoca pérdidas millonarias a los productores, relacionándose con una disminución de secreción de leche en las vacas. Además, la enfermedad causa cambios físicos y químicos que deterioran la calidad de la leche. Una consecuencia de la mastitis bovina es que, el uso constante de antibióticos y tratamientos químicos impiden la comercialización de la leche y se reduce la vida de anaquel de los productos derivados (Halasa *et al.*, 2007).

**4.2.1. Tipos de mastitis.** La mastitis bovina se puede clasificar de acuerdo a diferentes criterios. Los más utilizados son el grado de severidad, duración, su origen y su presentación. De acuerdo a este último criterio, la mastitis bovina puede ser clínica o subclínica.

**4.2.1.1. Mastitis clínica.** Es un proceso inflamatorio que se acompaña por cambios evidentes en los tejidos de la ubre y en la leche secretada. Se caracteriza por la inflamación de uno o más cuartos, aumento de temperatura en la ubre, enrojecimiento, dolor al tacto, presencia de coágulos sanguíneos en la leche, grumos de color amarillento y endurecimiento de la ubre. Al presentarse mastitis clínica, la vaca debe recibir un manejo con antibióticos de aplicación local (intramamaria) y el ordeño a fondo, para evitar que se pierda la función en la glándula mamaria.

En casos más graves, además de los cambios antes mencionados, la vaca puede mostrar signos sistémicos de enfermedad que, de no tratarse, pueden conducir a la muerte del animal (Calderón y Rodríguez, 2008; Sánchez *et al.*, 2018). En este último caso, será necesaria la administración de un antibiótico por vía sistémica y la eliminación de la leche de los animales tratados.

**4.2.1.2. Mastitis subclínica.** Es el proceso inflamatorio de la glándula mamaria que pasa desapercibido debido a que no produce inflamación evidente ni cambios en la leche. Lo anterior representa un problema debido a que, al no producir cambios, puede estar afectando a los animales sin que el productor se dé cuenta. Este tipo de mastitis provoca una disminución en la cantidad y calidad de la leche producida, lo cual se ve reflejado en pérdidas económicas en la unidad de producción (Nagasawa *et al.*, 2018).

Para detectar la mastitis subclínica, es necesario llevar a cabo pruebas y métodos de diagnóstico que permitan identificar y monitorear de manera

oportuna la presencia de la enfermedad antes de que la misma logre evolucionar y causar pérdidas mucho más considerables en la unidad productiva (Acosta *et al.*, 2017).

Existe una gran variedad de pruebas de diagnóstico, entre las que destacan aquellas que se realizan en el laboratorio como los cultivos bacteriológicos, la conductividad eléctrica, recuento de células somáticas, solo por mencionar algunas. Entre las pruebas de campo más comunes, se utilizan la de fondo de tazón negro y la prueba de California (CMT) (Ruiz-García y Sandoval-Monzón, 2018).

**4.2.2. Fisiopatología de la mastitis bovina.** La mastitis se presenta como una respuesta a la invasión del tejido mamario por microorganismos (Ávila y Romero, 2010), lo que ocasiona cambios evidentes en la ubre o en la leche producida. El daño tisular puede ser causado por agentes de naturaleza biológica (bacterias y sus toxinas, parásitos, virus), química (ácidos o álcalis), física (calor o frío) y mecánica (golpes, presión o fricción). Generalmente, la inflamación es dolorosa debido a que se liberan una gran cantidad de mediadores químicos que causan dolor, entre los que destacan la prostaglandina E2 (García, 2008).

Durante las primeras fases de la mastitis, se produce una alteración de la región inflamada, provocando la disminución de la llegada de sangre a la zona afectada (Corbellini, 2002). Lo anterior provoca que oxigenación celular se reduzca, llegando menos nutrientes al sitio inflamado y hay acumulación de productos metabólicos de desecho que actuarán como toxinas dañinas para

los tejidos (Sánchez, 2007). Si el daño sufrido por los tejidos es ligero, ocurrirá una reparación total. Sin embargo, si el proceso inflamatorio es severo, las células secretoras comienzan a morir y son sustituidas por tejido de cicatrización, el cual no posee la capacidad de realizar las funciones del tejido original lo que provoca una pérdida parcial o total de la función del cuarto afectado (Sánchez, 2007).

El desarrollo de la mastitis puede explicarse en términos de tres etapas como invasión, infección e inflamación. Durante la etapa invasiva los patógenos se mueven desde el extremo del pezón hacia la leche a través del canal. En la etapa de infección los patógenos se multiplican rápidamente e invaden el tejido mamario, a través del canal del pezón. La etapa de inflamación presenta grados variables de anormalidades clínicas de la ubre y con efectos sistémicos de leves a agudos, así como anormalidades graves o subclínicas de la leche (Constable *et al.*, 2016).

El inicio de la respuesta inflamatoria se produce en el momento que las bacterias consiguen ingresar a la glándula mamaria considerada la segunda línea de defensa del cuerpo. Dichas bacterias logran multiplicarse, produciendo toxinas, enzimas y ciertos componentes de la pared celular que estimulan la producción de un gran número de mediadores de inflamación por las células inflamatorias. Algunos factores como el estado nutricional, la genética, el estado inmune, la edad y la etapa de lactancia influyen en la magnitud de la respuesta inflamatoria (Harmon, 1994).

Las primeras células que participan en la inflamación son los neutrófilos polimorfonucleares (PMN), los cuales se desplazan desde la medula ósea al lugar donde se encuentran las bacterias invasoras y son atraídos por un número elevado de agentes quimiotácticos de los tejidos dañados. Las células que participan en la inflamación se conocen como células somáticas, y su conteo (SCC) es uno de los principales métodos para el diagnóstico indirecto de la mastitis subclínica. El SCC aumenta durante la mastitis, debido a que las masas de PMN pasan desde las células productoras de leche a la luz del alvéolo, dañando a estas células secretoras (Hernández *et al.*, 2008).

Para destruir a las bacterias que están causando daño en el tejido secretor, los PMN las rodean y liberan enzimas encargadas de eliminarlas. Además, los leucocitos en la leche suelen liberar sustancias que permiten atraer más leucocitos para combatir la infección. Las células somáticas se podrán encontrar en grandes cantidades después de haber eliminado a las bacterias hasta lograr una curación total de la glándula.

La formación de coágulos debido a la incorporación de leucocitos y factores que permiten la coagulación en ocasiones logra causar un bloqueo en los pequeños conductos evitando la extracción total de la leche. El bloqueo de los ductos y el daño que sufren las células epiteliales dan paso a la formación de un tejido cicatricial lo cual provoca una pérdida de la función de dicha porción de la glándula. En otras ocasiones la inflamación disminuye permitiendo el regreso de la función (Harmon, 1994).

### **4.3. Repercusión de la mastitis en la calidad de la leche**

**4.3.1. Calidad organoléptica.** La leche procedente de glándulas mamarias afectadas por mastitis, presenta características organolépticas indeseables como sabores amargos y salados, debido al aumento de cloruro y disminución de lactosa (García y Casado, 1986). Asimismo, los subproductos derivados de la leche alterada desarrollan sabores rancios a consecuencia de la elevada cantidad de ácidos grasos libres que disminuyen la estabilidad de la grasa, reduciendo drásticamente la vida de anaquel de los productos (García y Casado, 1986).

Pueden percibirse olores desagradables y colores diferentes por la presencia de grumos y sangre coagulada en la leche, así como los productos derivados de la misma presentan características no deseables debido a la gran cantidad de vacas con mastitis subclínica (Corbellini, 2002).

**4.3.2. Calidad microbiológica.** La mastitis bovina es considerada un grave problema debido a que no sólo provoca disminución en la producción y calidad de la leche, sino que también se relaciona con la presencia de gran cantidad de bacterias en la leche de las vacas enfermas (González *et al.*, 2010). Para que la leche bovina se considere apta para el consumo humano, no debe sobrepasar de 750,000 cel/ml de leche. Conteos superiores pudieran causar problemas en la salud pública (Jurado-Gómez *et al.*, 2019).

**4.3.3. Calidad nutricional.** La cantidad de células somáticas presentes en la leche no solo reflejan el grado de infección de mastitis, sino que también se relacionan con cambios en la composición nutricional. A mayor cantidad

de células somáticas presentes en la leche, se reduce la cantidad de proteínas (caseína, albúmina, lactoferrina e inmunoglobulinas) y grasas lo cual a su vez se ve reflejado en el rendimiento de la leche en la elaboración de subproductos lácteos (Mera *et al.*, 2017).

#### **4.4. Principales factores que se asocian a la presencia de la mastitis bovina**

La mastitis bovina es una enfermedad multifactorial, ya que en su presentación pueden participar factores ambientales como el clima (temperatura, precipitación y humedad), físicos, químicos y biológicos. Diversos componentes de las unidades de producción, así como el manejo dentro de las mismas también pueden contribuir al establecimiento y propagación de la enfermedad. Entre los factores que más impacto tienen en el establecimiento de la enfermedad se encuentran las instalaciones, el manejo del ganado asociado a la ordeña, las malas prácticas sanitarias, inadecuada alimentación y el estrés, entre otros (Martínez *et al.*, 2011).

**4.4.1. Factores climáticos.** En múltiples investigaciones se ha demostrado que la prevalencia de mastitis está altamente influenciada por las condiciones climáticas (Rivera *et al.*, 1999). Por lo general, se observa que cuando existe mayor precipitación pluvial, los casos aumentan considerablemente por la humedad, que, asociada a altas temperaturas ambientales, permiten una rápida proliferación de patógenos por el acumulo

de barro, lodo y agua estancada en las zonas de pastoreo y estabulación (Mora *et al.*, 2015).

**4.4.2. Época del año.** En cada región productiva las épocas del año se encuentran establecidas por las condiciones climáticas. Debido a variaciones ambientales y características de la época que son determinadas por diferencias en temperatura, humedad y precipitación pluvial de cada lugar donde habitan los animales, estos cambios fluctúan a lo largo del año. Cuando no se cuenta con un manejo adecuado para afrontar estas condiciones, se genera un efecto negativo en la productividad de los animales y en la calidad de sus productos (Acosta *et al.*, 2017).

Bajo condiciones del trópico húmedo, en reiteradas ocasiones los animales no cuentan con algún tipo de protección natural o de infraestructura que les ayude a sobrellevar el clima adverso, por lo que sufren de estrés calórico. Además, en época de sequía existe una escasez de alimentos. La suma de estos procesos propicia que, la actividad del sistema inmune esté disminuida, haciendo a los animales vulnerables a patógenos ambientales (Intini *et al.*, 2003). Por el contrario, en época lluviosa se presenta una mayor humedad, retención de material orgánico y heces en las instalaciones, que favorecen la proliferación de microorganismos patógenos causantes de la mastitis (Suarez *et al.*, 2019).

**4.4.3. Instalaciones.** Las instalaciones en las que se alojan los hatos dedicados a la producción de leche, son factores de riesgo potenciales para la presencia y propagación de la mastitis dentro de la unidad de producción. Si

las instalaciones no cuentan con un adecuado diseño, construcción y servicios, el manejo higiénico de los animales en producción se obstaculizará (Xolalpa *et al.*, 2003).

Las instalaciones deben ser construidas con el objetivo de evitar riesgos de provocar algún tipo de lesión a los animales, facilitar las prácticas de higiene antes, durante y después de la ordeña, así como facilitar la limpieza para evitar la propagación de infecciones intramamarias. Lo anterior contribuye a la obtención de leche inocua, de buena calidad nutricional, libre de microorganismos patógenos y, además, garantizar el bienestar animal (Alvarado *et al.*, 2019).

**4.4.4. Manejo de la ordeña.** Uno de los principales factores de riesgo a tomar en cuenta para evitar diseminación de la mastitis en los hatos lecheros, es el manejo que se realiza durante la ordeña. La mastitis es una enfermedad de fácil propagación, y basta un animal enfermo para contagiar a los animales sanos cuando no se realiza el manejo adecuado en la ordeña (Pinzón *et al.*, 2007).

Las actividades asociadas a buenas prácticas de ordeño comprenden la limpieza diaria en las instalaciones para evitar acumulación de materia que pueda provocar el crecimiento de microorganismos patógenos, el lavado de manos, el cual es fundamental e importante si la ordeña se hace de manera manual y la limpieza y calibración de las ordeñadoras cuando la ordeña se realiza de forma mecánica (Bradley, 2014).

Otras prácticas a considerar son el secado de los pezones, en el cual de preferencia se deben utilizar toallas individuales por animal para evitar contagios, el presellado y sellado de pezones con soluciones yodadas, contribuye a mantener la glándula mamaria protegida de microorganismos patógenos causantes de infecciones intramamarias (Bonifaz y Riquelme, 2011; Silva *et al.*, 2014).

**4.4.5. Estrés.** Los factores estresantes provocan inmunodepresión en los animales, predisponiéndolos a infecciones, como la mastitis subclínica, causando, con ello un aumento de células somáticas (Naghshineh *et al.*, 2015).

Entre las principales situaciones estresantes que se deben tomar en cuenta en todos los hatos lecheros están evitar el hacinamiento de animales, disminuir el estrés en la sala de ordeño (con inyecciones, vacunaciones, tratamientos, muestreos de sangre), procurar que los animales no entren asustados a la sala de ordeño generando que la vaca retenga la leche y esta no fluya de manera adecuada (Wolter *et al.*, 2004).

#### **4.5. Pruebas de diagnóstico más comunes para detectar la mastitis subclínica**

Siendo la mastitis la principal enfermedad que afecta al ganado lechero a nivel mundial, se le ha dado mucha importancia a su diagnóstico en su forma subclínica, diagnosticándola antes de que el proceso inflamatorio se observe

a simple vista mediante la estimación del número de células inflamatorias presentes en el tejido mamario (Bedolla *et al.*, 2007).

Las células inflamatorias, también conocidas como células somáticas, tienen la función de proteger contra el daño tisular. Por ello, se han implementado diferentes pruebas de diagnóstico entre las que destacan la prueba de California y la prueba de Wisconsin. La primera es la más utilizada a nivel de campo, mientras que la segunda se ocupa con mayor frecuencia en laboratorio. Ambas pruebas se prefieren por su eficiencia, sensibilidad y bajo costo y permiten cuantificar la mastitis subclínica en la unidad productiva de una manera precisa (Bedolla *et al.*, 2007).

**4.5.1. Prueba de California para mastitis (CMT).** La prueba de California para mastitis (CMT) es la más utilizada en el diagnóstico de la mastitis subclínica en todo el mundo, desde hace varias décadas (Echeverri *et al.*, 2010). Lo anterior se debe a algunas de sus características como sencillez, rapidez y bajo costo. La forma sencilla de interpretar sus resultados, permite obtener un dato aproximado del recuento de células somáticas presentes en la leche y poder asignarle una de las categorías según se observe la reacción resultante.

Los resultados son interpretados en cinco grados diferentes, que van desde el grado más bajo (negativo) donde no se percibe ninguna alteración del reactivo, hasta el grado 3 siendo el más alto donde se observa una completa viscosidad en la reacción. La interpretación completa de la prueba se puede constatar en el apartado 5.3.2., inciso c, en este documento.

La prueba de California ha demostrado que posee una sensibilidad del 97 % y una especificidad del 93 % (Bedolla *et al.*, 2007). Debido a su alta sensibilidad, puede utilizarse para realizar el diagnóstico en la muestra de leche de un cuarto, o bien, en una muestra procedente de un tanque enfriador en el cual se concentra la leche de todas las vacas de la unidad productiva (Mera *et al.*, 2017). Es este último caso, si la lectura de la prueba se encuentra en grado de 2 o 3, es indicativo de un gran número de animales afectados. Los materiales extraños como los pelos no interfieren con el resultado de la prueba (Mera *et al.*, 2017).

La prueba de California cuenta con algunos inconvenientes, ya que la interpretación puede variar entre varios individuos que realizan la prueba, pueden presentarse falsos positivos en la leche de animales que tengan por lo menos diez días de haber parido o vacas que se encuentren próximas a secar y la mastitis clínica aguda se presenta como negativa a causa de la destrucción de los leucocitos por las toxinas de los microorganismos que se encuentran presentes (Medina y Montalvo, 2003).

**4.5.2. Prueba de Wisconsin para mastitis (WMT).** La prueba de Wisconsin para mastitis (WMT) es una de las más utilizadas a nivel de laboratorio por su alta sensibilidad y bajo costo para el diagnóstico de la mastitis subclínica. Su objetivo es cuantificar las células somáticas en la leche recién extraída o almacenada en tanques. Para llevarla a cabo, se utiliza una solución similar a la que se utiliza para CMT, logrando obtener un resultado

cuantitativo proporcionado por el nivel de viscosidad de la muestra analizada (Bedolla *et al.*, 2007).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Ubicación y características del área de estudio**

La localidad de Arroyo Metate se ubica en las coordenadas geográficas 18° 00' latitud norte y 95° 56' longitud oeste, y pertenece al municipio de Loma Bonita, Oaxaca. El clima que predomina en la región es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (García, 2004). Los promedios anuales de la temperatura y precipitación pluvial son de 24.7 °C y 1,845 mm, respectivamente.

### **5.2. Identificación de los principales factores de riesgo en el ordeño para la presentación de mastitis**

Para la identificación de los factores de riesgo en la presentación de mastitis subclínica, se aplicó una encuesta a 25 productores que entregan leche al centro de acopio "La Purísima, ubicado en la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca. La encuesta fue contestada después de un evento de capacitación organizado por el centro de acopio e incluyó datos generales sobre el productor y de la unidad productiva, características de los animales utilizados y particularidades sobre los manejos reproductivo, nutricional y sanitario, manejo de la ordeña y comercialización de los productos y subproductos lácteos.

Aunque la encuesta se diseñó para obtener información acerca del productor, la unidad de producción y la operatividad de ésta, para fines de la presente

investigación, se utilizó el apartado sobre el manejo sanitario que llevan a cabo los productores. Las preguntas se orientaron a indagar sobre las medidas de higiene que los productores realizan durante el ordeño y la prevención y control de la mastitis bovina.

Además, por su importancia en obtención de la leche, se consideró información acerca de las características de diseño y construcción de la sala de ordeña. La información se corroboró de manera visual con visitas a cada una de las unidades de producción incluidas. La encuesta aplicada a los productores puede consultarse en el Apéndice I.

### **5.3. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en unidades productivas de la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca**

De la totalidad de unidades productivas, se seleccionaron cuatro para medir la prevalencia mensual y la fluctuación de mastitis subclínica a lo largo del año. Los criterios utilizados para seleccionar a los ranchos incluidos en el estudio fueron, que tuvieran un número de animales en producción mayor a 25, con el mismo número de ordeñas y con ordeño manual.

**5.3.1. Unidades de producción incluidas en el estudio.** Los ranchos incluidos en el estudio fueron los siguientes:

- a) Rancho La Purísima.** Contó con 27 vacas en producción. El grupo racial predominante correspondió a cruza entre Gyr y Holstein. Las vacas pastoreaban en praderas introducidas con pasto Insurgente

(*Urochloa brizantha*) y pasto Guinea (*Megathyrsus maximus* cv. *Mombasa*). Los becerros se amamantaron dos veces al día y se destetaron entre los seis y los ocho meses de edad. Durante la ordeña no se llevó a cabo el sellado.

**b) Rancho La Perla.** Contó con 25 vacas en ordeña. El grupo racial predominante correspondió cruzas de ganado cebuino con Pardo Suizo. Las vacas pastoreaban en praderas introducidas con pasto Insurgente y se suplementaron con ensilados de maíz (2 kg día por animal aproximadamente) en épocas de estiaje y sales minerales durante todo el año. La unidad productiva siguió un programa de amamantamiento restringido y los destetes se realizaron entre los cuatro y los seis meses de edad. Se ordeñó una vez al día y no se realizó el sellado después de la ordeña.

**c) Rancho Los Coyoles.** Contó con 27 vacas en ordeño, predominantemente cruzas de ganado Cebú con Pardo Suizo. Las vacas pastorearon en potreros con pastos nativos de la región y se les proporcionó ensilado de maíz (1.5 a 2 kg por animal) en época de sequía y sales minerales (aproximadamente 20 g por día por animal) durante todo el año. El destete se realizó entre los cinco y los seis meses de edad. Se efectuó una sola ordeña al día con la aplicación de oxitocina (1 ml por vaca). No se realizó lavado previo de la ubre ni sellado durante la ordeña.

**d) Rancho Vázquez.** Contó con 28 vacas en ordeño que correspondieron a cruzas entre razas Cebú y Pardo Suizo. Las vacas pastorearon en potreros con pastos nativos y recibieron suplementación (1 kg por animal) de alimento comercial y ensilado de maíz (aproximadamente 2 kg por animal) durante la época seca, así como sales minerales (aproximadamente 20 g por día) durante todo el año. El destete se realizó entre los cinco y los seis meses y se ordeño una sola vez al día sin apoyo del becerro. En la ordeña no existieron lavado ni sellado de pezones.

**5.3.2. Diagnóstico de la mastitis subclínica bovina.** El diagnóstico de la mastitis subclínica se realizó mediante la prueba de California (CMT). La prueba consistió en utilizar el reactivo alquil-aril-sulfonato, el cual reacciona con las células leucocitarias contenidas en la leche, causando su lisis y posterior liberación del ADN (Saran y Chaffer, 2000).

Dependiendo de la cantidad de células inflamatorias, la leche al combinarse con el reactivo generará un gel de diferente grado de viscosidad que corresponde a la reacción del reactivo con el ADN de las células. A mayor cantidad de células inflamatorias, mayor será la viscosidad de la mezcla entre la leche y el reactivo. Además, el reactivo posee un colorante (púrpura de bromocresol) que funciona como un indicador de pH (Saran y Chaffer, 2000).

La determinación de la prevalencia de la mastitis subclínica bovina comprendió varias fases:

**a) Colección de las muestras.** Las CMT se realizaron de manera mensual en todas las vacas en producción, en el periodo comprendido entre febrero y octubre de 2018. Las vacas enfermas, aquellas que estuvieran recibiendo tratamiento con algún antibiótico o las recién paridas fueron excluidas del estudio. Debido a la naturaleza de la investigación (estudio observacional), la toma de las muestras se acopló al manejo rutinario de la ordeña en cada uno de los ranchos. Después de eliminar los primeros 2-3 chorros de leche de cada pezón (despunte), se procedió a tomar cinco ml de leche de cada uno de los pezones, los cuales fueron depositados en cada uno de los cuatro compartimentos de la paleta utilizada para realizar la prueba.

**b) Realización de la prueba de California.** Se siguieron las recomendaciones establecidas por Ávila (1995):

1. De cada pezón se obtuvieron dos chorros de leche, los cuales fueron depositados en los compartimentos de la paleta.
2. La paleta se inclinó en un ángulo de  $45^\circ$ , de tal manera que este movimiento permitió uniformizar la cantidad de leche en cada uno de los compartimentos.
3. Se añadió el reactivo (alquil-aril-sulfonato como detergente y púrpura de bromocresol como colorante) en un volumen similar a la cantidad de leche contenida en cada uno de los compartimentos.
4. Con movimientos circulares se mezcló el reactivo con la leche.

5. Para evitar la aparición de reacciones falsas positivas, se realizó la lectura de la reacción dentro de los primeros 10-15 segundos.

6. Se enjuagó la paleta antes de realizar la prueba en la siguiente vaca.

**c) Interpretación.** Dentro de los resultados de la prueba, se contemplaron cinco grados. Aunque algunos autores consideran los dos primeros grados como negativos, hay otros autores que consideran el segundo grado (Trazas) como positivo. En el presente estudio, se llevará a cabo el análisis de datos considerando los primeros dos grados como negativos y los últimos tres como positivos de diferentes grados de severidad.

**Negativo.** La solución compuesta por la leche y el reactivo permaneció inalterada, indica que la presencia células somáticas es relativamente baja. El conteo de células somáticas (CCS) se encuentra en un rango de 0-200,000 CCS/ml.

**Trazas.** Se formó un precipitado en el piso de la paleta que desapareció rápido. La interpretación de esta descripción indica que el rango se encuentra de 150,000-500,000 CCS/ml.

**Grado 1.** Hubo mayor cantidad de precipitado, pero no se formó gel, lo cual indica un rango que va de 400,000-1,500,000 CCS/ml.

**Grado 2.** El precipitado se tornó denso y cuando se realizaron los movimientos circulares de la paleta, se concentró en el centro. Lo anterior indica que existe un aproximado de 800,000-5,000,000 CCS/ml.

**Grado 3.** Se formó un gel muy denso que se adhirió a las paredes de la paleta, sinónimo de que existe un CCS/ml mayor a 5,000,000.

#### **5.4. Variables medidas en estudio**

**Prevalencia de vacas con mastitis subclínica.** Se consideraron las vacas con al menos un cuarto afectado. Esta variable se obtuvo al dividir el número de vacas afectadas entre el número total de vacas. El resultado se multiplicó por 100.

**Prevalencia de vacas con mastitis clínica.** Se obtuvo al dividir el número de vacas con signos clínicos de mastitis entre el número total de vacas analizadas. El resultado se multiplicó por 100.

**Prevalencia de cuartos con mastitis subclínica.** La variable se obtuvo al dividir el número de cuartos afectados entre el número total de cuartos evaluados. El resultado se multiplicó por 100.

**Prevalencia individual de cuartos afectados con mastitis subclínica.** Se obtuvo considerando las cuatro posibles localizaciones de los cuartos afectados (anterior derecho, anterior izquierdo, posterior derecho y posterior izquierdo) entre el total de cuartos afectados. Los resultados se multiplicaron por 100.

**Fluctuación de la mastitis subclínica a lo largo del año.** Se obtuvo al graficar la prevalencia de mastitis subclínica a lo largo de los muestreos que se realizaron.

### **5.5. Toma de datos climáticos**

Con el fin de establecer el efecto de los principales factores climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial) sobre la prevalencia de la mastitis subclínica, se recopiló la información de dichos factores durante el periodo que duró el estudio. Los datos climáticos se determinaron cada 10 minutos en la Estación Meteorológica de la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan *campus* Loma Bonita.

### **5.6. Análisis estadístico**

Para la determinación de los factores asociados a la presentación de mastitis subclínica, se utilizó información procedente de las encuestas aplicadas a 25 productores. La información fue procesada utilizando estadística descriptiva y se expresó en frecuencia absoluta o porcentaje. Las prevalencias de mastitis subclínica por vaca y por cuarto se analizaron utilizando Microsoft Excel 2010 y JMP (Sall *et al.*, 2017) mediante un análisis de comparación de proporciones a través de la prueba de Chi cuadrada. Las variables climáticas se analizaron usando estadística descriptiva mediante el programa Microsoft Excel 2010.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Identificación de los principales factores de riesgo en el ordeño para la presentación de mastitis

Dentro del estudio de las enfermedades, establecer la epidemiología de las mismas es una parte fundamental en la búsqueda de su prevención y control. La epidemiología es una rama de la medicina que toma en cuenta la forma de transmisión de las enfermedades, los factores que participan en el establecimiento de las mismas y su impacto en una población, entre otras cosas (Acha, 2014).

A nivel local, en la zona de Loma Bonita, Oaxaca no existen estudios previos sobre mastitis bovina. Sin embargo, por la información recopilada en las encuestas, se puede inferir que es un problema con alto impacto en la salud de los animales, así como en la productividad de los mismos. Cabe indicar que la presencia de la enfermedad se ve favorecida por las características del clima, entre las que destacan las altas temperaturas y precipitaciones pluviales que ocurren a lo largo del año.

En diferentes zonas (tropicales, templadas y frías) del mundo se han realizado estudios que han permitido establecer los principales factores de riesgo en la presentación de la mastitis bovina. Así, Firth *et al.* (2018) identificaron los principales factores asociados a infecciones de la glándula mamaria en ganado Simmental de doble propósito, en 208 hatos de Australia. Los autores concluyeron que, los factores que influyen en la presentación de mastitis bovina fueron el número de lactancia por vaca, la higiene de las instalaciones,

malas prácticas de higiene durante la ordeña, inadecuada calibración de las ordeñadoras mecánicas, entre otros. También aseguraron que, en los hatos sometidos a buenas prácticas de producción, la presencia de infecciones intramamarias se redujo. El estudio antes mencionado concluye que, los principales factores involucrados en el establecimiento de la mastitis bovina, se relacionan con la deficiencia de las buenas prácticas de manejo, las inadecuadas instalaciones y principalmente las cuestiones sanitarias en el momento del ordeño, las cuales es el factor principal para la proliferación de los microorganismos patógenos causantes de la mastitis bovina.

**6.1.1. Diseño y construcción de la sala de ordeño.** La mayoría de las unidades de producción en los sistemas de ganadería de doble propósito, cuentan con salas de ordeño rústicas con pisos de tierra principalmente, cuyos techos están contruidos de lámina (galvanizadas y asbesto), postes de madera y no cuentan con paredes ni pisos de concreto (Martínez *et al.*, 2012).

En el presente estudio, 19 de 25 productores encuestados (76 %) mencionaron que cuentan con instalaciones contruidas especialmente para realizar la ordeña. Asimismo, 24 productores (96 %) y 7 productores (28 %) declararon que el área donde llevan a cabo el ordeño está provista de techo y de piso de concreto, respectivamente. Tales resultados demuestran que las instalaciones con las que cuentan las unidades productivas de Arroyo Metate son rústicas, lo que les permite a los productores disminuir costos.

Lo anterior repercute de manera negativa en la calidad de los productos y subproductos lácteos obtenidos, ya que, si se carece de instalaciones

propicias para el descanso del ganado, se incrementa la probabilidad de que los animales estén expuestos a contraer mastitis, la cual se relaciona con una disminución en producción y calidad de la leche y un incremento de los costos de producción, debido a gastos efectuados por el tratamiento de los animales afectados.

Otro factor que determina la funcionalidad e higiene de las unidades productivas está representado por los materiales de construcción. La información referente a esta característica se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Materiales para construir instalaciones en las unidades de producción lechera pertenecientes a Arroyo Metate.

<b>Material</b>	<b>Número de unidades de producción</b>	<b>Porcentaje</b>
Concreto	5	20
Tabique/Block	5	20
Madera (postes y duelas)	23	92
Herrería	8	32
Lámina de asbesto	2	8
Lámina galvanizada	15	60
Palma (hojas para techar)	17	68

El diseño y construcción de las instalaciones en las unidades de producción bovina de doble propósito por lo general son similares, debido a que los productores utilizan de manera frecuente materiales como madera para postes y hoja de palma para los techos los cuales son propios de la región, que permite reducir el costo de las instalaciones. Lo anterior quedó confirmado en

el presente estudio, ya que la madera y la palma fueron los materiales más utilizados por los productores.

Otros materiales que los productores utilizan con mucha frecuencia son vigas, tubulares, soportes de hierro, concreto, techos de lámina de zinc y de láminas de asbesto, puertas de hierro, entre otros. Las diferencias que se encontraron entre las unidades de producción están constituidas por la cantidad y distribución de espacio que ocupa cada una de las instalaciones, en función de la cantidad de animales y de la inversión de capital que esté dispuesto a destinar el productor (Paredes *et al.*, 2003).

Es importante mencionar que los materiales de construcción más utilizados no suelen ser los más adecuados, debido a que favorecen la acumulación de humedad y suciedad, lo que genera un medio adecuado para la proliferación de bacterias que afectan al ganado que se encuentra en la unidad de producción o inciden sobre los productos y subproductos que de él se obtienen.

**6.1.2. Disponibilidad de servicios en la unidad de producción.** La disponibilidad de servicios en las unidades de producción analizadas puede consultarse en el Cuadro 2.

La disponibilidad de servicios es otro de los factores que afecta la operación de la unidad productiva, especialmente el agua potable. En el presente estudio, sólo un productor mencionó que cuenta con agua potable entubada.

**Cuadro 2.** Servicios con los que cuentan las unidades de producción lechera pertenecientes a los productores de Arroyo Metate.

<b>Servicio</b>	<b>Número de unidades de producción</b>	<b>Porcentaje</b>
Agua potable entubada	1	4
Luz eléctrica	5	20
Drenaje	0	0
Vías de acceso en buen estado	25	100

En un estudio realizado por Bermúdez *et al.* (2017) en la región del Sumapaz, Colombia, se menciona que la poca disponibilidad de servicios básicos en las comunidades rurales representa un problema que afrontan sus habitantes todo el tiempo. Es común que las unidades de producción de doble propósito carezcan de dichos servicios, lo cual marca un factor limitante en la producción, ya que sin ellos es muy difícil que se lleve a cabo la implementación de buenas prácticas pecuarias en el ganado, aumentando los problemas sanitarios.

De todos los servicios públicos, la disponibilidad de agua es el factor más limitante en la productividad de los animales como lo menciona Mendoza *et al.* (2017), quienes en su investigación realizada para identificar los factores de riesgo en hatos lecheros en la provincia de Pamplona, determinaron que la disponibilidad de agua y la calidad de ésta tiene un alto impacto en la productividad de los animales domésticos y, por dicha razón, cuando las unidades de producción no tienen fuentes de agua como arroyos, manantiales

o pozos, los productores se ven en la necesidad de transportarla hasta las unidades de producción en contenedores de diferentes capacidades.

Asimismo, la ausencia de agua en cantidad y calidad influye en la calidad de los productos y subproductos obtenidos, debido a que el agua es necesaria para llevar a cabo una buena limpieza de recipientes, equipo, manos y pezones durante el proceso de ordeña, lo cual se relaciona de manera directa con la sanidad de la glándula mamaria y con la calidad microbiológica de la leche obtenida.

**6.1.3. Manejo asociado al ordeño.** El manejo sanitario durante la ordeña se relaciona de manera directa con el estado sanitario de la glándula mamaria y con la calidad de la leche obtenida. Las principales características sanitarias del ordeño se pueden apreciar en el Cuadro 3.

La limpieza del área de ordeño es una actividad primordial que se recomienda realizar en todas las unidades de producción. Se ha establecido que la falta de higiene en el área de ordeño es la causante de un 24.3 % de la mastitis subclínica en grado tres que se presentan en unidades productivas. En cambio, cuando esta buena práctica se realiza a diario y de manera adecuada, la prevalencia de mastitis disminuye al 2 % (Altamirano-López y Dávila-Navarro, 2012). Lo anterior indica que, en las unidades de producción con un menor nivel de higiene en las salas de ordeño, existe un mayor riesgo de infección de la glándula mamaria en los animales en producción.

**Cuadro 3.** Características del manejo sanitario durante el proceso de ordeño manual que realizan los productores de Arroyo Metate.

<b>Características</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Frecuencia de limpieza en el área de ordeño	Diario	17	68
	Cada dos días	3	12
	Cada tres días	2	8
	Cada semana	1	4
	Cada mes	1	4
	Inespecífico	1	4
Lavado de manos antes del ordeño	Si	24	96
	No	1	4
Frecuencia del lavado de manos durante la ordeña	Una vez	7	28
	Dos veces	3	12
	Tres veces	7	28
	Cinco veces	5	20
	Siete veces	1	4
	Por vaca	1	4
	Ninguna vez	1	4
Que se utiliza para el secado de pezones	Toallas de papel	1	4
	Tapos	6	24
	No se utiliza	18	72
Uso de sellador	Si	4	16
	No	21	84
Realiza pruebas de diagnóstico de mastitis	Si	7	28
	No	18	72
Manejo que se realiza a las vacas con mastitis	Separa y ordeña a fondo	20	80
	Realiza tratamientos	4	16
	Ninguno	1	4

%= porcentaje.

En la presente investigación, el 68 % de los productores realiza una limpieza diaria del área de ordeño, mientras que el resto lo hace cada dos, tres o siete días y, en un caso extremo, un productor mencionó que cada mes. Aunque los productores realizan la limpieza del área de ordeño de manera frecuente, el

hecho de que las salas de ordeño no se encuentren bien establecidas y se utilicen materiales locales en su construcción, impiden realizar una limpieza adecuada.

Otra actividad relacionada con la calidad microbiológica de la leche obtenida y con la salud de la glándula mamaria es el lavado de manos durante el ordeño. En el presente estudio se encontró que de los 25 productores a los que se les aplicó una encuesta, 24 (96 %) de ellos mencionaron que llevan a cabo esta práctica, aunque en su mayoría no la realizan de manera y tiempo adecuado. Existen varios estudios que mencionan la importancia de esta práctica, ya que se considera un factor de riesgo y predispone a los animales en producción a contraer mastitis (Calderón *et al.*, 2009; Santivañez-Ballón *et al.*, 2013; Torres *et al.*, 2014).

Lo anterior se debe a que las bacterias involucradas en la mastitis se propagan fácilmente de animal a animal y se alojan en los conductos de la glándula mamaria cuando el lavado de manos en los ordeñadores no se realiza de manera correcta. Además, cabe resaltar que muy pocas son las unidades de producción que cuentan con el servicio de agua potable, por lo que la mayoría de productores se ve en la necesidad de transportar el agua en contenedores de diferentes tamaños.

Los productores tratan de aprovechar al máximo el agua transportada y la destinan al consumo de los animales, considerando como un desperdicio gastar el agua para lavarse las manos de manera repetida. Además, el agua que utilizan los productores es obtenida de manantiales, arroyos o lagunas,

por lo que no cuenta con la calidad necesaria para llevar a cabo una buena higiene.

La frecuencia del lavado de manos de los ordeñadores en las unidades de producción ha sido señalada como uno de los principales factores que determina la prevalencia de la mastitis subclínica. En un estudio realizado por Altamirano-López y Dávila-Navarro (2012) en fincas ganaderas de Nicaragua, se observó una prevalencia de mastitis subclínica grado 3 del 35.3 %, lo cual se atribuyó a la ausencia del lavado de manos antes del comienzo del ordeño. En el mismo estudio se determinó que cuando se realiza el lavado de manos entre vaca y vaca, la prevalencia se redujo a un 10.5 %.

En el presente estudio, 17 productores de 25 (68 %) mencionaron que se lavan las manos durante el proceso de ordeño entre una y tres veces. En contraparte, sólo un productor (4 %) comentó que se lava las manos cada que ordeña una vaca diferente. De acuerdo a estos resultados, se puede considerar que el lavado de manos es una práctica que los ordeñadores no realizan de manera correcta.

Lo anterior cobra importancia en el estado sanitario de la glándula mamaria y la calidad microbiológica de la leche si se considera que, en la mayoría de unidades de producción, el ordeñador además de obtener la leche también amarra las patas de los animales, lo que provoca una contaminación de sus manos con estiércol. La manipulación de pezones con las manos contaminadas y el hecho de que el ordeñador no se lava las manos entre vaca

y vaca constituye uno de los principales factores de riesgo en la implantación y diseminación de la mastitis subclínica.

Otro punto crítico en la diseminación de la mastitis subclínica durante el ordeño es el secado de los pezones, el cual se lleva a cabo previo a iniciar la ordeña y consiste en que, una vez realizado el lavado de la ubre, se secan los pezones con un material absorbente para evitar que los utensilios o la leche se contaminen con gotas de agua sucia. Aunque esta actividad tiene una repercusión directa en la calidad de la leche, se convierte en un factor de riesgo para la diseminación de la mastitis subclínica, ya que algunos productores utilizan un trapo viejo o toalla para limpiar los pezones de todas las vacas. Lo anterior, representa el vehículo ideal para transmitir las bacterias causantes de la mastitis subclínica de una vaca a otra (Ríos *et al.*, 2015).

En este estudio, 18 de 25 productores (72 %) respondieron en la encuesta que no realizan secado de pezones, mientras que 6 (24 %) efectúan el secado con un solo trapo durante toda la ordeña. Uno de los productores mencionó que hace el secado de pezones con toallas individuales. Estos resultados permiten entender que, el secado de los pezones es poco frecuente en las unidades de producción locales. La mayoría de productores se justifica mencionando que el uso de toallas desechables representa un gasto extra y que el utilizar trapos significa invertir en detergentes y tiempo para lavar a diario los trapos. El no realizar el secado de pezones o hacerlo de manera inadecuada se relaciona con una mayor cantidad de problemas sanitarios y con un deterioro de la calidad de la leche.

Una actividad que incide sobre la presentación de mastitis bovina es el sellado. Consiste en que, una vez realizado el ordeño, el trabajador sumerge los pezones de la vaca en una solución a base de yodo, la cual al secarse forma una película que evita la entrada de microorganismos a través del canal del pezón. A pesar de que esta actividad se reconoce como una de las principales medidas que evita la mastitis en hatos lecheros especializados, en el ámbito local muy pocos productores la llevan a cabo.

El utilizar sellador al finalizar el ordeño debe ser una práctica diaria, que se debe adoptar en todas las unidades de producción sin importar la cantidad de animales que se encuentren en producción y es uno de los elementos importantes en los programas que buscan reducir la mastitis. Cuando el sellado se lleva a cabo de manera correcta, la presencia de mastitis bovina se reduce entre un 50 y 60 % (Jara y Molina, 2018).

En este estudio, a través de las encuestas se logró determinar que muy pocos productores realizan esta práctica, únicamente cuatro de 25 productores (16 %) utilizan sellador. Lo anterior puede deberse a que los productores cuentan con muy poca información sobre el impacto de esta actividad en la prevención de la mastitis bovina, lo cual no los ha motivado a adoptar esta medida, ya que ellos lo ven como un gasto extra y pierden de vista el beneficio que se obtiene.

De los 25 productores encuestados en la presente investigación, sólo siete (28 %) realizan el diagnóstico de mastitis subclínica mediante la prueba de California. Esta prueba es la que más se utiliza a nivel de campo por ser

económica, rápida, confiable y sencilla. A pesar de ello, los resultados aquí encontrados muestran que son pocas las unidades de producción que la utilizan debido a que la mayoría de productores desconoce su existencia o piensan que es muy compleja y que, para realizarla, es necesario contratar un técnico capacitado, lo que para ellos es un costo extra.

Las unidades lecheras especializadas normalmente cuentan con manejos bien establecidos para el control de la mastitis bovina. Algunas de las acciones realizadas consisten en la separación de los animales enfermos. Así, por ejemplo, Kirk *et al.* (1994) separaron a los animales sanos de los enfermos y ordeñaron a éstos últimos hasta el final para evitar propagar la infección mediante este manejo, se logró observar que la presencia de mastitis se redujo en un 81 %.

Otro manejo importante que dio buenos resultados en el control de la mastitis bovina es la terapia a vacas secas (TVS). En un estudio realizado en quince unidades productivas del municipio de Montería Colombia, en las cuales se maneja un sistema de doble propósito, se observó que la TVS redujo en un 50 % la probabilidad de presentar problemas de mastitis (Calderón *et al.*, 2009).

Los resultados aquí obtenidos muestran que, de los 25 productores, 20 (80 %) indicaron que una vez que detectan la presencia de mastitis, separan a los animales enfermos y realizan un ordeño a fondo, cuatro productores (16 %) mencionaron realizar tratamiento con fármacos y uno más (4 %) declaró no realizar ningún tipo de manejo. Esto demuestra que la mayoría de productores

realiza un manejo deficiente en el control de la mastitis bovina reportando solo casos clínicos que necesariamente requieren de un tratamiento farmacológico para poder resolverse. No se declararon medidas básicas como el lavado de manos entre el ordeño a cada animal, lo cual contribuiría a disminuir la propagación de la enfermedad. Además, en las unidades de producción se realiza un solo manejo y no es complementado con otro, por lo que muchas veces las acciones implementadas fallan en lograr el control de la mastitis.

En síntesis, mediante la encuesta aplicada a los productores se lograron identificar algunos factores de riesgo para la presentación de la mastitis subclínica, por ejemplo, la limpieza mínima en la sala de ordeño, las escasas medidas de higiene básicas como lavado de manos, la ausencia del secado de pezones o la utilización de trapos para tal fin, nulo uso de sellado al final del ordeño, la falta de diagnóstico de la mastitis subclínica y un manejo inadecuado de los casos clínicos.

## **6.2. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica en unidades productivas de la localidad de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca**

**6.2.1. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica por vaca.** En el Cuadro 4 se puede observar la prevalencia de mastitis subclínica por vaca en cada una de las unidades productivas incluidas en este estudio. En total, se muestrearon 104 vacas de manera mensual, durante un periodo de nueve meses (febrero-octubre de 2018).

**Cuadro 4.** Prevalencia mensual de mastitis subclínica por vaca en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018.

Rancho	n	Prevalencia por mes (%)									Prevalencia total (%)	Rango (%)
		Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct		
La Perla	24	21.1	38.1	31.8	40.9	58.3	60.0	73.3	73.3	—	47.7 <sup>a</sup>	21.1-73.3
La Purísima	25	36.0	56.5	60.9	54.2	72.0	64.0	76.0	96.0	84.0	66.8 <sup>b</sup>	36.0-96.0
Los Coyoles	26	57.7	34.6	46.1	42.3	52.0	60.0	79.2	91.7	95.8	61.5 <sup>b</sup>	34.6-95.8
Los Vázquez	29	23.1	38.5	57.7	56.0	37.9	69.0	79.3	96.5	100.0	62.9 <sup>b</sup>	23.1-100.0
Promedio/Total	104.0	34.4	41.9	49.1	48.3	55.0	63.2	76.9	89.3	93.2	60.8	21.1-100.0

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>: superíndices diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

La prevalencia de mastitis subclínica puede ser medida con base en el número de vacas o cuartos enfermos, de un total conocido. La prevalencia de mastitis subclínica por vaca es un parámetro que resulta de la proporción entre animales con al menos un cuarto enfermo y la cantidad total de animales. Este indicador es el más utilizado para establecer la magnitud de la mastitis subclínica dentro de las unidades de producción pecuaria.

La prevalencia global promedio de las cuatro unidades productivas fue de 60.8 %, mientras que el rango global fue de 21.1 % a 100 %. Cuando se compararon las prevalencias de mastitis subclínica por unidad de producción, el rancho La Perla mostró el valor más bajo (47.7 %;  $P < 0.05$ ) con respecto a los otros ranchos. La prevalencia total no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre los ranchos La Purísima, Los Coyoles y Los Vázquez (66.8 %, 61.5 % y 62.9 %, respectivamente).

La mastitis subclínica bovina es una de las enfermedades que más afecta al ganado en las zonas tropicales. Además de las fallas en el manejo, se han señalado como factores predisponentes de la enfermedad las altas temperaturas ambientales y las lluvias abundantes (Iraguha *et al.*, 2017).

Los resultados de este estudio muestran que la prevalencia global de mastitis subclínica por vaca fue muy alta (60.8 %). Este resultado es similar a lo observado en un estudio realizado en Rwanda, en el que se trabajó con diferentes pruebas de diagnóstico para mastitis subclínica bovina, incluida la prueba de California. Tras aplicar la prueba de California, los autores

detectaron una prevalencia del 60 % en las vacas en que se realizó el diagnóstico (Iraguja *et al.*, 2017).

El resultado obtenido en este trabajo fue superior a lo observado por Bonifaz y Conlago (2016), quienes evaluaron mediante la prueba de California a 220 vacas en ordeña de 42 fincas ganaderas en la provincia de Pichincha, Ecuador. Los autores obtuvieron una prevalencia de mastitis subclínica de 53.12 %. Asimismo, en un estudio realizado en la zona centro de Veracruz, se muestrearon 20 hatos con ordeño manual; los autores observaron una prevalencia de mastitis subclínica del 29 % (Velázquez *et al.*, 2018).

El rango global de la prevalencia de mastitis subclínica muestra que tan variable fue la presencia de la enfermedad durante el periodo en que se diagnosticó. El rango en que se muestra de la enfermedad fue de 21.1 % al 100 %. Lo anterior indica que mientras en algunos muestreos únicamente el 21 % de los animales estuvo afectado, en otros el 100 % de los animales mostró la enfermedad. Este resultado es similar a lo mencionado por Bedolla y Ponce de León (2008), quienes reportaron prevalencias en Playa Vicente, Veracruz del 33 % al 100 % en la época de lluvias, mientras que, en el resto del año, la prevalencia fue de 4 % al 39 %, sugiriendo que la participación de las lluvias es uno de los principales factores predisponentes en la presentación de la enfermedad.

Al realizar la comparación en las prevalencias de las unidades de producción incluidas en el estudio, se observó que el rancho La Perla tuvo la prevalencia más baja (47.7 %) con respecto a los otros tres. Este resultado se atribuye a

que, en el rancho La Perla se tuvo la menor cantidad de animales, relacionándose con una menor duración del tiempo de ordeño y una mejor atención de los animales por parte del ordeñador. La topografía inclinada del potrero permite que, en el rancho La Perla, el agua drene con mayor facilidad en temporada de lluvias. Además, la mayoría de las vacas en ordeña, amamantaban al becerro.

Factores involucrados en el ordeño, como el inadecuado manejo sanitario en las unidades productivas y malas prácticas de ordeño pudieron contribuir a los menores niveles de la enfermedad, así como lo señalan García-Sánchez *et al.* (2018).

En general, la prevalencia alta de mastitis subclínica encontrada en las unidades productivas se asocia a varios factores, entre los que se incluyen tipo racial de los animales, escasa implementación de tecnologías, variaciones climáticas (temperatura altas, precipitación elevada, humedad), alimentación deficiente, instalaciones mal diseñadas, presencia de parásitos, deficiencia en el manejo sanitario, desconocimiento de pruebas de diagnóstico de enfermedades y el manejo que se realiza en las unidades, así como prácticas inadecuadas a la hora del ordeño. Muchos de los factores antes mencionados se encuentran presentes en las unidades de producción locales como las encontradas en la Comunidad de Arroyo Metate.

**6.2.1. Determinación de la prevalencia de mastitis subclínica por cuarto.** La prevalencia de mastitis subclínica por cuarto se determina con base en el número de cuartos afectados entre el total de cuartos muestreados.

Dicho indicador permite tener una idea más precisa acerca de la prevalencia de la mastitis subclínica dentro del hato, ya que, al medir la prevalencia por vaca, no se considera la posibilidad de que cada vaca enferma puede tener dos o más cuartos afectados.

En el Cuadro 5 se muestran los resultados sobre prevalencia de mastitis subclínica bovina por cuarto en cada una de las unidades. A lo largo del estudio, se muestrearon de manera mensual en promedio 416 cuartos, entre febrero y octubre. La prevalencia global por cuarto de mastitis subclínica fue de 36.1 %, con un rango de 15.3 % a 63.1 %.

Los resultados obtenidos indican que algunas vacas tienen más de un cuarto afectado, ya que, si todas las vacas con mastitis subclínica tuvieran un solo cuarto afectado, la prevalencia global sería de 25 %. El análisis por unidad productiva de la prevalencia de mastitis subclínica por cuarto, mostró que el rancho La Perla tuvo el valor más bajo (25 %;  $P < 0.5$ ) cuando se comparó con las otras unidades de producción. En cambio, la prevalencia total mostrada por los ranchos La Purísima, Los Coyoles y Los Vázquez no presentaron diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ) entre ellos (41.4 %, 36.7 % y 41.2 %, respectivamente).

Los resultados de esta investigación indican que, la prevalencia global de mastitis subclínica por cuarto es alta (36.1 %). Este valor es superior al reportado por Mendoza *et al.* (2017), quienes observaron una prevalencia de mastitis subclínica bovina de 21.5 % en Pamplona, España.

**Cuadro 5.** Prevalencia mensual de mastitis subclínica bovina por cuarto en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca en 2018.

Rancho	n	Prevalencia por mes (Porcentaje)									Prevalencia promedio (%)	Rango
		Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agost	Sep	Oct		
La Perla	96	7.9	9.5	13.1	14.8	38.5	37.3	47.5	44.1	—	25.0 <sup>a</sup>	7.9-47.5
La Purísima	100	19.2	23.1	27.5	33.7	45.5	40.8	53.1	65.3	62.2	41.4 <sup>b</sup>	19.2-65.3
Los Coyoles	104	23.0	16.0	21.0	22.0	33.7	39.0	55.6	66.7	61.1	36.7 <sup>b</sup>	16.0-66.7
Los Vázquez	116	6.9	12.7	27.2	46.2	27.0	50.4	61.7	65.2	66.1	41.2 <sup>b</sup>	6.9-66.1
Promedio/Total	416	14.2	15.3	22.2	29.2	36.2	41.9	54.4	60.3	63.1	36.1	15.3-63.1

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>: superíndices diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (P< 0.05).

Asimismo, Jáuregui-Jiménez y Celis-Vielman (2017) al diagnosticar mediante la prueba de California (CMT) la prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras del departamento de Chiquimula, Guatemala, reportaron valores de 17.8 %. Santivañez-Ballón *et al.* (2013) investigaron la prevalencia de mastitis subclínica bovina en los Andes Peruanos, observando una prevalencia total de 42.27 %, resultado muy similar a lo reportado en la presente investigación.

Los rangos de prevalencia de mastitis subclínica por cuarto que se obtuvieron en este estudio variaron de 15.3 % a 63.1 %. La prevalencia mínima (15.3 %) se obtuvo en marzo, lo cual se atribuye a que dicho mes pertenece a la época de sequía. En cambio, la prevalencia más alta (63.1 %) se registró en el mes de octubre, el cual corresponde a la época de lluvias. Resultados similares fueron reportados por Suarez *et al.* (2019), quienes realizaron un estudio en el Valle de Lerma, provincia de Salta, Argentina. Ellos observaron una prevalencia mínima de mastitis subclínica por cuarto de 21.7 % en temporada de sequía y una prevalencia máxima de 75.2 % en el periodo de lluvias. Lo anterior permite asegurar que la precipitación pluvial es uno de los factores que influye de manera determinante en la prevalencia de mastitis subclínica por cuarto en las diferentes unidades productivas.

La comparación de la prevalencia de mastitis subclínica por cuarto en las cuatro unidades de producción mostró que el rancho La Perla tuvo la menor prevalencia por cuarto (25 %) en comparación con las otras unidades muestreadas. Este resultado se explica debido a que el número de animales

en ordeña siempre fueron pocos en comparación con las otras unidades, esto permitió que hubiera mínima cantidad de estiércol en la unidad de ordeño.

Asimismo, la topografía con terrenos de pendientes ligeras contribuyó a que hubiera un mejor drenaje del agua de lluvia, que evitó la presencia de charcos y lodo. Lo anterior, representó una reducción considerable de ambos factores de riesgo, que son considerados como importantes dentro de la epidemiología de la mastitis bovina (Martínez *et al.*, 2014). Otro factor que permitió tener menores niveles de la enfermedad en el rancho La Perla, es que en esta unidad de producción se practica el ordeño con apoyo del becerro, lo que, contribuye a que quede menos leche residual en la ubre de la vaca.

Al estudiar la prevalencia de la mastitis subclínica en hatos bovinos, se debe tomar en cuenta la facilidad con la que la enfermedad se propaga entre los animales de la unidad productiva. Así, en la epidemiología de la enfermedad existen varios factores de riesgo que deben ser considerados en los programas de control de la enfermedad.

Los principales factores de riesgo para la presentación de mastitis se asocian a una higiene deficiente en el área de ordeño, la falta de uso de sellador, el manejo inadecuado de las vacas con mastitis, la baja frecuencia de lavado de manos antes y durante el ordeño, el uso de antibióticos inapropiados para tratar esta enfermedad. En los sistemas de doble propósito que se caracterizan por una baja tecnificación, dichos factores son ignorados por los productores, debido a que no cuentan con el conocimiento ni participan en los programas de capacitación técnica coordinados por las dependencias oficiales

encargadas del área pecuaria. Tales programas permitirían a los productores afrontar y controlar de manera más efectiva el grave problema que representa la mastitis.

Un indicador que permite determinar la magnitud de la mastitis subclínica por cuarto es el porcentaje de cuartos afectados que ocuparon las diferentes categorías de resultados de la prueba de California. Este resultado se obtuvo al dividir el número de cuartos que ocupó cada uno de los resultados posibles de la prueba de California (Negativo, trazas, grado 1, grado 2 y grado 3) y aquellos que mostraron mastitis clínica, entre el número total de cuartos evaluados. Los resultados pueden observarse en el Cuadro 6; son importantes porque permiten identificar con qué severidad está afectando la mastitis dentro de las unidades productivas.

En las cuatro unidades de producción incluidas en este estudio se muestrearon 3,317 cuartos durante un periodo de nueve meses. Del total de cuartos en los que se realizó el diagnóstico, 986 (29.7 %) resultaron negativos a la prueba, 1,076 cuartos (32 %) se agruparon en la categoría trazas, 732 (22.1 %) resultaron positivos al grado 1 de la CMT, 349 (10.5 %) dieron positivo al grado 2 de la CMT, 139 (4.19 %) se encontraron afectados con el grado 3 de la CMT y, 35 cuartos (1.05 %) presentaron mastitis clínica.

**Cuadro 6.** Número y porcentaje de cuartos por unidad productiva que ocuparon las diferentes categorías de resultados de la prueba de California durante el diagnóstico de mastitis subclínica en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.

Categoría	Prevalencia n (%)				Total
	La Perla	La Purísima	Los Coyoles	Los Vázquez	
Negativo	215 (35.3) <sup>c</sup>	205 (23.6) <sup>a</sup>	287 (33.4) <sup>c</sup>	279 (28.4) <sup>b</sup>	986 (29.7)
Trazas	239 (39.2) <sup>c</sup>	296 (34.1) <sup>b</sup>	240 (27.9) <sup>a</sup>	301 (30.7) <sup>a</sup>	1,076 (32.4)
Grado 1	115 (18.9) <sup>a</sup>	212 (24.5) <sup>a</sup>	180 (20.9) <sup>a</sup>	225 (22.9) <sup>a</sup>	732 (22.1)
Grado 2	32 (5.3) <sup>a</sup>	103 (11.9) <sup>b</sup>	98 (11.4) <sup>b</sup>	116 (11.8) <sup>b</sup>	349 (10.5)
Grado 3	4 (0.7) <sup>a</sup>	42 (4.84) <sup>b</sup>	45 (5.23) <sup>b</sup>	48 (4.89) <sup>b</sup>	139 (4.19)
Mastitis Clínica	4 (0.7) <sup>a</sup>	9 (1.04) <sup>a</sup>	10 (1.26) <sup>a</sup>	12 (1.22) <sup>a</sup>	35 (1.05)
Total/Promedio	609(100)	867(100)	860 (100)	981(100)	3,317

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>, <sup>c</sup>: superíndices diferentes en la misma línea indican diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

n= número de cuartos correspondientes a la categoría resultante en la prueba de diagnóstico.

Estos resultados son completamente diferentes a los reportados por Calderón *et al.* (2011), quienes analizaron mediante CMT 4,260 cuartos pertenecientes a 1,065 vacas de unidades de producción de Montería Colombia. En ese estudio se encontraron porcentajes de 86.3, 1.9 %, 2.7 %, 4.2 %, 2.4 % y 0.9 % para las categorías negativo, traza, grado 1, grado 2, grado 3 y mastitis clínica, respectivamente. Por su parte, Mendoza *et al.* (2017), realizaron un estudio en la provincia de Pamplona (Norte de Santander, Colombia) en el cual se hizo el diagnóstico de mastitis subclínica mediante la prueba de California. El estudio contempló 1,208 cuartos provenientes de 302 animales, logrando agrupar el 20 % de los cuartos en la categoría trazas, el 45 % en el grado 1, el 31.9 % en el grado 2 y el 6 % en el grado 3, sin embargo, se debe destacar

que en ese estudio no se incluyeron los cuartos negativos ni los que presentaron mastitis clínica. Aún con resultados muy diferentes, se puede apreciar que, en esos estudios, como en la presente investigación, los porcentajes más altos correspondieron a los grados más leves de mastitis subclínica, mientras que los porcentajes más bajos corresponden a los grados más severos.

El análisis por unidad productiva de los cuartos afectados que ocuparon las diferentes categorías de resultados de la prueba de California, mostró que entre los ranchos se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en las categorías negativo, trazas y grado 1.

El rancho La Perla presentó los niveles más bajos de las diferentes categorías de resultados de la prueba de California, mientras que los otros tres ranchos tuvieron niveles más altos, sin haber diferencia entre estos tres últimos ( $P > 0.05$ ). Tales resultados confirman la menor prevalencia global de mastitis subclínica del rancho La Perla, lo cual puede atribuirse a las condiciones de manejo previamente mencionadas.

La importancia de cuantificar los cuartos en las diferentes categorías de resultados de la prueba de California radica en que se puede tener un panorama más claro acerca de cómo está afectando la mastitis subclínica dentro de las unidades de producción, ya que los niveles más altos de la enfermedad implican la presencia de mayor cantidad de factores de riesgo, lo cual debe considerarse para proporcionar el manejo adecuado de los animales en los programas de control de la enfermedad. Asimismo, los grados de

infección de la mastitis subclínica pueden utilizarse para estimar el porcentaje de pérdida en la producción de leche, dentro de las unidades productivas (Ramírez *et al.*, 2011).

El análisis de prevalencia de mastitis subclínica de acuerdo a la posición de los cuartos afectados (posterior derecho, posterior izquierdo, anterior derecho, anterior izquierdo) puede observarse en el Cuadro 7. En la presente investigación, se observó que, de los 3,317 cuartos examinados, 1,220 cuartos (36.8 %) mostraron algún grado de mastitis subclínica durante el periodo de estudio.

**Cuadro 7.** Prevalencia individual de cuartos con mastitis subclínica de acuerdo a la posición de los cuartos afectados en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca en 2018.

Posición	Prevalencia número (%)				Total
	La Perla	La Purísima	Los Coyoles	Los Vázquez	
Posterior derecho	45 (29.8)	103 (28.8)	97 (30.0)	107 (27.5)	352 (28.8) <sup>a</sup>
Posterior izquierdo	36 (23.8)	98 (27.5)	85 (26.3)	118 (30.3)	337 (27.6) <sup>a</sup>
Anterior derecho	29 (19.2)	81 (22.7)	84 (26.0)	80 (20.6)	274 (22.5) <sup>b</sup>
Anterior izquierdo	41 (27.2)	75 (21.0)	57 (17.7)	84 (21.6)	257 (21.1) <sup>b</sup>
Total/Promedio	151 (100)	357 (100)	323 (100)	389 (100)	1,220 (100)

<sup>a</sup>, <sup>b</sup>: superíndices diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (P<0.05).

De los 1,220 cuartos afectados por mastitis subclínica, 352 (28.8 %) correspondieron al cuarto posterior derecho, 357 (27.6 %) al cuarto posterior izquierdo, 274 (22.5 %) al cuarto anterior derecho y 257 (21.1 %) al cuarto anterior izquierdo. No se observaron diferencias en la posición de cuartos

afectados entre ranchos ( $P>0.05$ ). Sin embargo, el análisis global mostró que los cuartos posteriores tuvieron una prevalencia más alta ( $P<0.05$ ) de mastitis que los cuartos anteriores (56.5 % vs 43.5 %, respectivamente).

Los resultados aquí observados son similares a los reportados por Alvarado *et al.* (2019), quienes analizaron mediante CMT a 50 vacas bajo ordeño manual de 15 fincas diferentes en la cuenca lechera de Florida, Región Amazonas, Perú. Los autores encontraron que los cuartos mamarios más afectados fueron los posteriores, ya que ambos presentaron un 29.5 % de algún grado de mastitis, mientras que el cuarto anterior izquierdo (22.7 %) y el cuarto anterior derecho (18.1 %) fueron los que presentaron menos casos positivos.

Otro resultado similar al de esta investigación es el reportado por Aguilar *et al.* (2014) en unidades de producción de diferentes municipios de la región Ciénega del estado de Jalisco, en el cual se evaluaron 5,450 muestras de leche de cuartos individuales usando la CMT como prueba de diagnóstico. Se observó que los cuartos posterior izquierdo y anterior izquierdo obtuvieron mayor porcentaje de afectación con un 28.0 % y un 24.6 %, respectivamente; mientras que los cuartos posterior derecho y anterior derecho presentaron un porcentaje de afectación de 24 % y 23.4 %, respectivamente.

Los resultados aquí obtenidos se pueden atribuir principalmente a deficiencias de manejo sanitario antes y durante la ordeña. Algunas de las fallas observadas durante la ordeña fueron la ausencia del uso de selladores, la frecuencia de lavado de manos del ordeñador, el lavado de pezones, entre otros. Aunque esto también se le puede atribuir a que fisiológica y

anat6micamente los cuartos posteriores son ligeramente de mayor tama1o que los cuartos anteriores, lo que les permite almacenar aproximadamente el 60 % de la leche que produce la vaca. Esta particularidad hace que las vacas sean m1s susceptibles de padecer mastitis en los cuartos posteriores (Castillo *et al.*, 2009).

**6.2.2. Efecto de los principales factores clim1ticos sobre la prevalencia de mastitis subcl1nica bovina.** Los valores promedio de los principales factores clim1ticos que se presentaron en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, durante el periodo de muestreo pueden observarse en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.** Factores clim1ticos asociados a la prevalencia de mastitis subcl1nica bovina de Loma Bonita, Oaxaca en 2018.

Meses	°T min	°T max	°T prom	HR	PP
Febrero	19.7	29.4	23.6	50.0	36.0
Marzo	21.0	32.3	25.6	79.4	8.8
Abril	21.6	34.0	26.7	76.2	32.0
Mayo	23.6	35.4	28.5	75.7	21.4
Junio	23.6	35.0	28.2	78.8	181.0
Julio	23.9	34.2	28.0	81.1	132.4
Agosto	22.8	33.0	26.9	84.2	223.0
Septiembre	23.6	32.9	27.3	84.3	275.6
Octubre	23.0	31.1	25.8	75.6	242.8
Promedio	22.5	33.0	26.7	76.1	128.1

°T min=temperatura m1nima (°C); °T max=temperatura m1xima (°C); °T prom=temperatura promedio (°C); HR=humedad relativa (%) y PP=precipitaci6n pluvial (mm).

El promedio para la temperatura mínima, máxima y promedio fue de 22.5 °C, 33 °C y 26.7 °C, respectivamente. Asimismo, los valores promedio observados para humedad relativa y la precipitación pluvial mensual acumulada fueron de 76.1 % y 128.1 mm, respectivamente.

De todas las variables climáticas contempladas, la humedad relativa y precipitación pluvial muestran una mayor variación durante el periodo del estudio. Mientras que la humedad relativa mostró un intervalo de valores promedio mensuales que van de 50 a 84.3 %, la precipitación mensual acumulada tuvo un rango ubicado entre 8.8 y 275.6 mm de lluvia acumulados por mes.

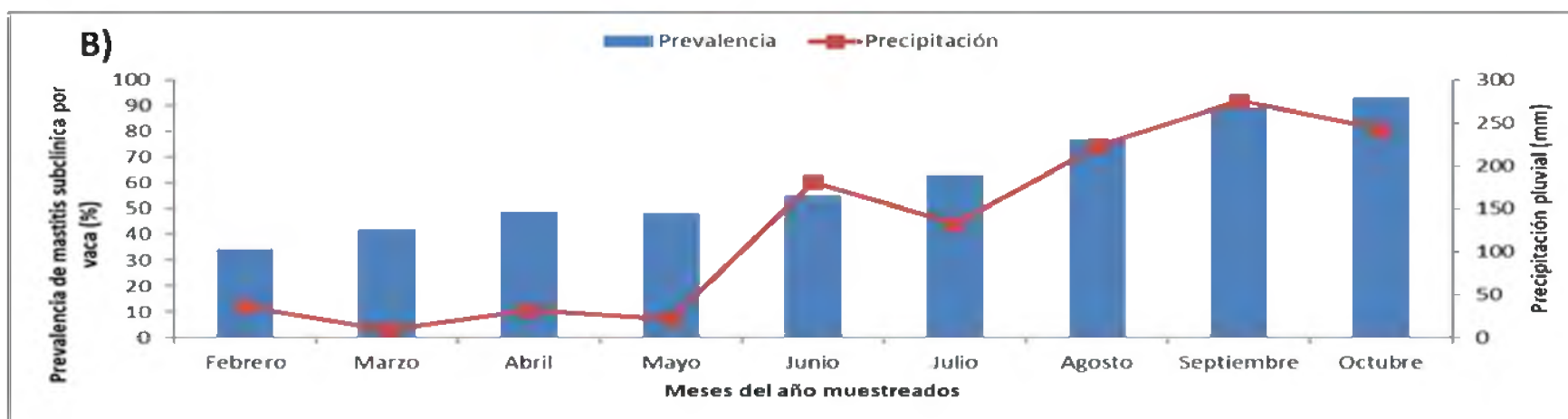
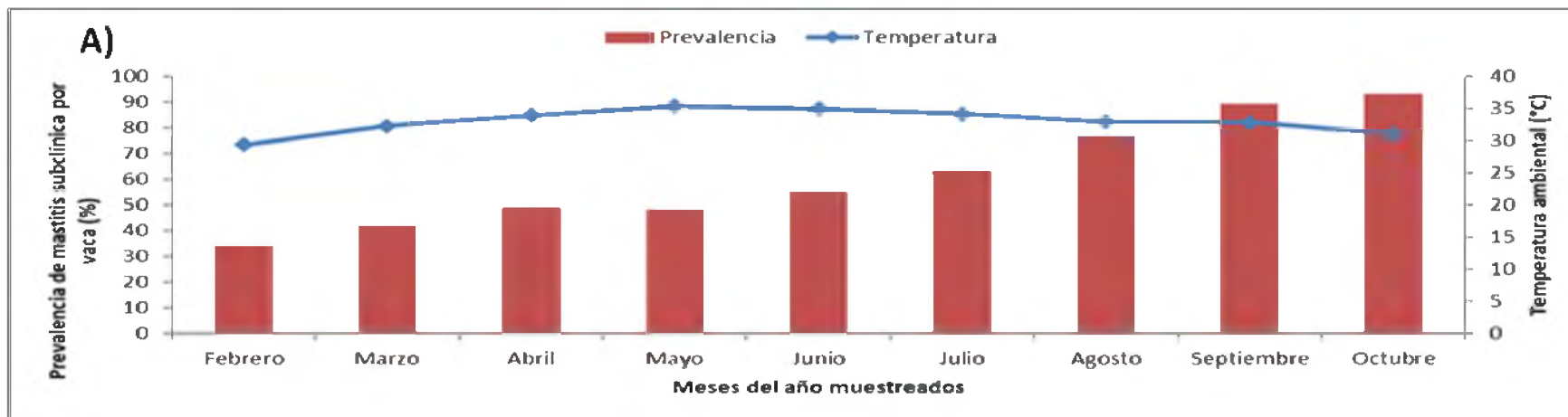
En contraparte, los rangos mostrados por la temperatura mínima (19.7 °C-23.9 °C), máxima (29.4 °C-35.4 °C) y promedio (23.6 °C-28.5 °C), tuvieron una diferencia entre el valor máximo y valor mínimo de 4.2 °C, 6 y 4.9 °C, respectivamente. A pesar de que no existe una gran variación en las temperaturas ambientales, es importante remarcar que son igual o mayores a 19.7 °C. En un estudio realizado en Guandong, China, en hatos lecheros de ganado Holstein, se observó que con temperaturas promedio de 30 °C, la prevalencia de mastitis se incrementó (Yang *et al.*, 2012). Los autores concluyeron que, el incremento de los casos de mastitis se debió a que las altas temperaturas favorecieron la proliferación de bacterias ambientales (*Staphylococcus* y *Streptococcus agalactiae*).

Los valores aquí reportados para temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial fueron lo suficientemente altos durante la mayor parte del

muestreo, para explicar el establecimiento de la mastitis subclínica bovina. Lo anterior, aunado a la ausencia de buenas prácticas de ordeño, permiten inferir que existió una mayor proliferación de microorganismos ambientales. Por ello es recomendado realizar un estudio microbiológico, para lograr obtener el conocimiento de los microorganismos patógenos que específicamente se encuentran desencadenando los problemas con la mastitis bovina, en las unidades productivas estudiadas en esta investigación.

Dentro de la epidemiología de la mastitis bovina, la temperatura ambiental y la precipitación pluvial han sido señalados como dos de los principales factores ambientales que participan en el establecimiento de la enfermedad. Lo anterior se debe a que ambos factores determinan el microambiente en el que habitan los animales, favoreciendo en mayor o menor grado el desarrollo de los microorganismos causantes de la enfermedad como los *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y coliformes.

En la Figura 1 se ve la relación entre la temperatura ambiental y la precipitación pluvial con la mastitis subclínica a lo largo del muestreo. En el inciso A, se muestra la relación entre la temperatura ambiental y la prevalencia de mastitis subclínica. La prevalencia más baja (34.4 %) se registró en febrero, cuando la temperatura mensual promedio fue de 29.4 °C, mientras que la prevalencia más alta (93.2 %) se registró en octubre, cuando la temperatura ambiental fue de 31.1 °C. Lo anterior muestra que la temperatura ambiental no mostró grandes fluctuaciones a lo largo del muestreo, indicando que, por sí sola, no tuvo un alto impacto en la prevalencia de mastitis subclínica.



**Figura 2.** Efecto de los factores climáticos sobre la prevalencia de mastitis subclínica bovina en cuatro unidades de producción de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018. A) Relación entre la temperatura ambiental y la prevalencia mensual de mastitis subclínica. B) Relación entre la precipitación pluvial y la prevalencia mensual de mastitis subclínica.

En el inciso B, se puede apreciar la relación que existe entre la prevalencia de mastitis subclínica y la precipitación pluvial. En febrero se presentó la menor prevalencia (34.4 %) y una precipitación de 36 mm. En cambio, en octubre se encontró la prevalencia más alta (93.2 %) y una precipitación de 242.8 mm. La precipitación más alta se obtuvo en septiembre (275.6 mm), asociándose con una prevalencia de 89.3 %. A diferencia de la temperatura ambiental, la precipitación pluvial tiene un mayor impacto en la prevalencia de la mastitis subclínica en esta región.

La mastitis subclínica es una enfermedad difícil de erradicar, debido a que se considera multifactorial. Entre los principales factores de riesgo para la presentación de la enfermedad se encuentran la temperatura y la precipitación pluvial (Mora *et al.*, 2015).

Los resultados del presente estudio muestran que aparentemente la variación de la temperatura ambiental no es un factor relevante en la prevalencia de mastitis subclínica debido a que no existieron grandes fluctuaciones a lo largo de los nueve meses en los que se desarrolló el estudio. Lo anterior fue comprobado por Insua *et al.* (2010), quienes realizaron un estudio para evaluar el impacto de algunas variables climáticas en la prevalencia de mastitis subclínica bovina. Los autores concluyeron que la temperatura ambiental no tuvo una correlación significativa con la prevalencia de mastitis subclínica.

Sin embargo, en una investigación realizada para determinar los factores de riesgo en la prevalencia de mastitis en el ganado lechero de Costa Rica (Mora *et al.*, 2015), se observó que la prevalencia más alta de mastitis fue durante la

época de sequía (entre febrero y mayo), lo cual se atribuyó a las altas temperaturas ambientales que favorecen la proliferación de bacterias que se encuentran en el ambiente (*Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*) y causan un mayor estrés en los animales.

Con respecto al impacto de la precipitación pluvial sobre la prevalencia de mastitis subclínica, en esta investigación se puede observar que existe una relación directamente proporcional entre ambas variables, es decir, durante la época de sequía (entre febrero y mayo) la precipitación pluvial fue muy baja (24.5 mm) y la prevalencia de mastitis subclínica se mantuvo constante a niveles más bajos (34.4 %). Sin embargo, al comenzar la época de lluvias (entre junio y octubre) la precipitación pluvial se elevó considerablemente (210.9 mm) propiciando que la prevalencia de mastitis subclínica aumentara a valores de 93.2 %.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Bedolla y Ponce de León (2008), quienes mencionaron que, en el área de Playa Vicente, Veracruz, se encontraron prevalencias bajas de mastitis subclínica bovina que van de 4 al 39 % en épocas de sequía y prevalencias mucho mayores (33 al 100 %) en época de lluvias, lo cual se atribuye directamente al aumento de la precipitación pluvial en esta época.

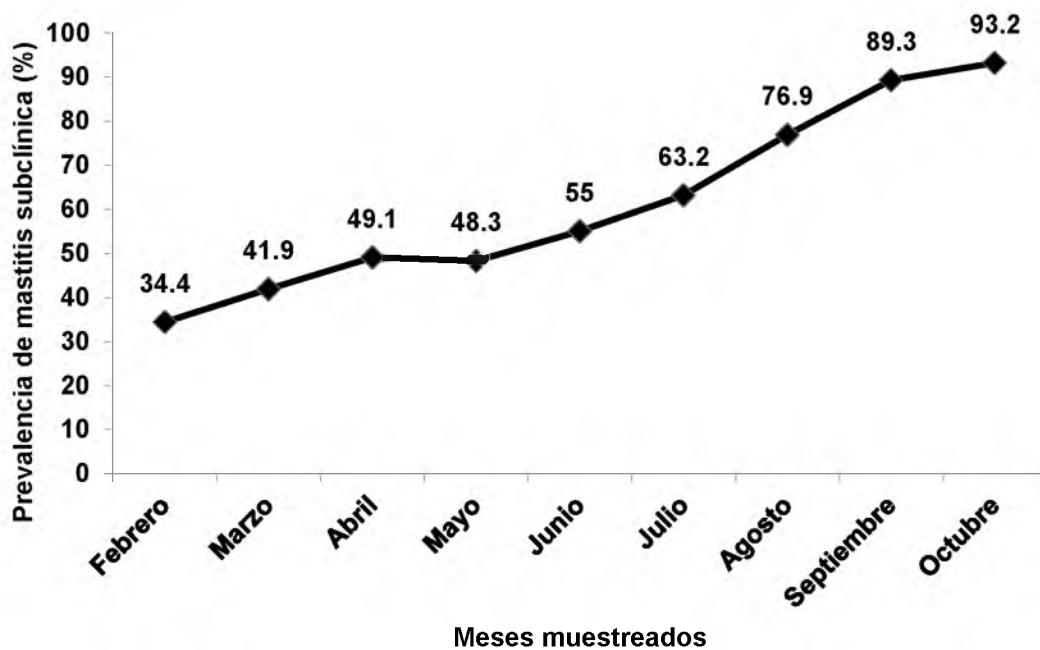
Bautista *et al.* (2017) evaluaron unidades productivas de Chiapas, Tabasco y Sinaloa, en las cuales los productores realizaron de manera constante pruebas de California e implementaron el uso de preselladores y selladores a base de yodo durante la época de lluvias, como una estrategia para reducir el número

de casos de mastitis bovina, debido a que por experiencia de años en las unidades de producción, los productores mencionan que observaron una alta incidencia de casos de mastitis en temporadas de mayor precipitación, que lograron disminuirse con las pruebas de diagnóstico y el manejo anteriormente mencionado.

Los resultados de este estudio permiten concluir que la precipitación pluvial es un factor ambiental que tiene un alto impacto en la prevalencia de mastitis subclínica bovina, ya que a medida que se incrementa, también aumentan los casos de la enfermedad. En lo anterior también pueden contribuir las características topográficas de los terrenos donde se localizan los potreros, la infraestructura (salas de ordeño, mangas y corrales de manejo) y de manejo específicos de las unidades productivas.

Los factores que se analizaron previamente pueden favorecer la proliferación ambiental e infecciosa, constituyendo un factor de riesgo para la presentación de la enfermedad. Por último, es importante mencionar que, en esta región, perteneciente a la Baja Cuenca del Papaloapan, el clima representa uno de los principales factores predisponentes para la presentación de la enfermedad, debido a que las instalaciones donde se manejan los animales generalmente son rústicas y no permiten llevar a cabo de manera adecuada actividades como la limpieza y desinfección de superficies, con lo cual se reduciría de manera efectiva la población de bacterias.

**6.2.3. Fluctuación de la mastitis subclínica a lo largo del periodo de muestreo.** La fluctuación de la prevalencia de mastitis subclínica (Figura 2), se refiere al incremento o disminución mensual de los casos de la enfermedad. La prevalencia más baja (34.4 %) se presentó en febrero, mientras que la prevalencia más alta (93.2 %), se observó durante octubre.



**Figura 3.** Fluctuación mensual global de mastitis subclínica bovina en cuatro unidades de producción de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018.

En el Cuadro 9, se muestran algunos datos como la prevalencia mensual de mastitis subclínica, y el incremento mensual y acumulado de la misma. Como ya se ha mencionado, de febrero a octubre, la prevalencia de mastitis subclínica pasó de 34.4 % a 93.2 %. Lo anterior quiere decir que los casos de la enfermedad se incrementaron 2.6 veces. Excepto por la transición de abril

a mayo, donde hubo una disminución en la prevalencia de 0.8 %, en los demás meses la prevalencia registró un incremento. Por lo tanto, en el periodo estudiado, la prevalencia de mastitis subclínica se incrementó al mes en promedio 7.35 %.

**Cuadro 9.** Fluctuación de las prevalencias de mastitis subclínica evaluadas de febrero a octubre de 2018 en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca.

<b>Mes</b>	<b>Prevalencia (%)</b>	<b>Incremento o disminución mensual de casos (%)</b>	<b>Incremento acumulado de casos (%)</b>
Febrero	34.4	—	—
Marzo	41.9	7.5	7.5
Abril	49.1	7.2	14.7
Mayo	48.3	-0.8	13.9
Junio	55.0	6.7	20.6
Julio	63.2	8.2	28.8
Agosto	76.9	13.7	42.5
Septiembre	89.3	12.4	54.9
Octubre	93.2	3.9	58.8

Cuando se analiza qué tanto se incrementó la prevalencia de mastitis subclínica durante los meses más secos del año (de febrero a mayo), se observa que ésta incrementó de 34.4 % en febrero a 48.3 % en mayo, es decir, 13.9 %. En cambio, en la temporada de lluvias, la prevalencia incrementó de 48.3 % en mayo a 92.2 % en octubre, lo que representa un aumento del

44.9 %. Por lo mencionado se puede concluir que durante los meses secos existe una fluctuación moderada, misma que es más dinámica durante la temporada de lluvias.

**6.2.4. Comparación entre la prevalencia de mastitis subclínica bovina de la época de sequía y la época de lluvias.** El análisis mensual de la prevalencia de mastitis subclínica permite observar las fluctuaciones de un mes a otro. Sin embargo, cuando los meses del muestreo se agruparon en dos épocas del año (época de sequía y época de lluvias), se logró determinar una diferencia estadística significativa entre ellas ( $P < 0.05$ ) en todas las unidades productivas, lo cual puede observarse en el Cuadro 10.

**Cuadro 10.** Prevalencia de mastitis subclínica por vaca durante la época de sequía y lluviosa en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, en 2018.

Rancho	N Vacas	Prevalencia (%)		Total
		Época de sequía (Febrero-Mayo)	Época de lluvias (Junio-October)	
La Perla	153	33.3 <sup>a</sup>	65.2 <sup>b</sup>	47.7
La Purísima	220	51.7 <sup>a</sup>	78.4 <sup>b</sup>	66.8
Los Coyoles	226	45.2 <sup>a</sup>	75.4 <sup>b</sup>	61.5
Los Vázquez	248	43.7 <sup>a</sup>	76.5 <sup>b</sup>	62.9
Total/Promedio	847	43.4 <sup>a</sup>	73.9 <sup>b</sup>	59.7

<sup>a, b</sup>: superíndices diferentes en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

Durante la época de sequía se observó una prevalencia de mastitis subclínica bovina de 43.4 %, mientras que en la época lluviosa fue de 73.9 %. La prevalencia global de mastitis subclínica fue 59.7 %. Lo anterior indica que existe una diferencia significativa en la prevalencia de mastitis subclínica entre épocas del año.

Los resultados de esta investigación son similares a los reportados por Velázquez *et al.* (2018), quienes analizaron mediante CMT a 169 vacas en producción en la época de sequía (diciembre a marzo) y a 152 vacas Holstein en época de lluvias (junio a septiembre) en pequeños hatos familiares de bovinos lecheros en la zona centro de Veracruz. Los resultados de ese estudio, mostraron que la prevalencia fue más alta en la época lluviosa (35 %) en comparación con la época de sequía (24 %).

Asimismo, Bedolla y Ponce de León (2008) mencionaron que, en el municipio de Playa Vicente, Veracruz, la prevalencia de mastitis subclínica en la época de sequía va del 4 % al 39 %, mientras que en la época lluviosa la prevalencia se ubica en el rango entre 33 % y el 100 %. Los autores de las investigaciones mencionadas concluyen que, la presencia de mastitis subclínica en la época de sequía es menor comparada con la época lluviosa. El incremento de la prevalencia de mastitis subclínica durante la época de lluvias se puede atribuir al incremento de la precipitación pluvial, la cual se suma a las altas temperaturas que imperan en esta región.

La precipitación pluvial aunada a las altas temperaturas ambientales, favorecen la proliferación de los microorganismos ambientales, muchos de los

cuales están involucrados en la epidemiología de la mastitis subclínica bovina (Guerrero-Quinceno *et al.*, 2018).

En la mayoría de las unidades de producción de la región de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, los animales son alojados en instalaciones sucias, con fallas en el diseño o contruidos con materiales que no permiten realizar una limpieza correcta. Además, la mayoría de los productores ordeña sin considerar medidas mínimas de higiene. Lo anterior permite el establecimiento y la propagación de los microorganismos causantes de la mastitis bovina. Por ello, es importante conocer los factores de riesgo que participan en el desarrollo de la enfermedad, para posteriormente proponer medidas de prevención y control de la misma.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

Se identificó que, la prevalencia de mastitis subclínica bovina en cuatro unidades productivas de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca, está influenciada por factores que se asocian a fallas en el diseño o construcción de instalaciones, falta en la unidad productiva de servicios básicos como agua potable, y deficiencias en el manejo de la higiene durante la ordeña. Tales factores contribuyen a mantener altas prevalencias de mastitis a lo largo del año, las cuales se agudizan durante los meses de mayor precipitación pluvial (Junio a Octubre).

Los principales factores de riesgo se relacionan con una mala higiene durante la ordeña, que involucra la incapacidad para mantener limpia la sala de ordeño, falta de lavado de pezones en la ubre de la vaca y de las manos de los ordeñadores, falta de secado de pezones o utilización de material inadecuado o antihigiénico para realizar tal actividad y la falta del sellado de pezones utilizando selladores a base de yodo.

La prevalencia global de mastitis subclínica observada en las cuatro unidades productivas de Arroyo Metate fue del 60.8 %, lo cual debe ser considerado como un valor alto. Las prevalencias variaron entre unidades productivas, siendo el rancho La Purísima el que presentó el valor más alto (66.8 %), mientras que en el rancho La Perla se observó el valor más bajo (47.7 %).

La prevalencia de mastitis subclínica por cuarto en las cuatro unidades productivas incluidas en el estudio fue de 36.1 %, observándose vacas con enfermedad en más de un cuarto. El rancho La Purísima mostró la prevalencia más alta por cuarto (41.4 %), mientras que La Perla tuvo el valor más bajo (25.0 %).

La prevalencia de mastitis subclínica está influenciada principalmente por la precipitación pluvial, ya que en la temporada de sequía (febrero a mayo) se observaron las prevalencias más bajas del periodo de muestreo (43.4 % en promedio) y una menor fluctuación mensual, mientras que en la temporada de lluvias (junio a octubre) las prevalencias fueron más altas (75.5 % en promedio) y se acompañaron por una mayor fluctuación mensual.

## **7.2. Recomendaciones**

Se sugiere que los productores modernicen sus instalaciones con materiales adecuados para que el manejo de los animales se realice en espacios limpios que contribuyan a mejorar la higiene durante el proceso de ordeño

Capacitar a los productores de Arroyo Metate, Loma Bonita, Oaxaca en temas sobre buenas prácticas de ordeño y la utilización de selladores, con el objetivo de reducir los casos de mastitis clínica bovina en las unidades de producción.

Promover que se implementen pruebas de campo para diagnosticar la mastitis subclínica bovina, con ello, se reduciría la cantidad de casos clínicos de mastitis y el impacto negativo de la enfermedad en la productividad de los animales, las pérdidas económicas por tratamientos y mejorar la calidad de la leche obtenida.

Realizar estudios microbiológicos para identificar las bacterias involucradas en los casos de mastitis bovina en la región. Lo anterior permitirá establecer de manera más precisa y efectiva las medidas de prevención y control de la enfermedad.

Se requiere realizar estudios posteriores con el fin de cuantificar las pérdidas económicas asociadas con la mastitis, así como el impacto de la misma en la calidad de la leche y los productos derivados (quesos, principalmente).

## 8. LITERATURA CITADA

- Acha N.P. 2014. Epidemiología y medicina preventiva en la enseñanza de la medicina veterinaria. *Salud Pública de México*. 6(2):251-255.
- Acosta M.A., Mira H.J., Posada A.S. 2017. Tópicos de mastitis bovina: desde la etiología hasta algunas terapias alternativas. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*. 6(1):42-58.
- Aguilar A.A., Bañuelos P.J., Pimienta B.E., Aguilar F.A., Torres M.P. 2014. Prevalencia de mastitis subclínica en la región Ciénega del estado de Jalisco. *Abanico Veterinario*. 4(1):24-31.
- Altamirano-López J.S., Dávila-Navarro O.A. 2012. Prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras de las fincas asociadas a la red fría de la Cuenca Reto del Millenium (CRM); en las comunidades La Rynaga Malpaisillo y Los Zarzales, Departamento de León (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua. 63 p.
- Alvarado C.W, González M.J, Quilcate P.C, Saucedo U.J., Bardales D.J. 2019. Factores de prevaecía de mastitis subclínica en vacas lecheras del distrito de Florida, Región Amazonas, Perú. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 30(2):923-931.
- Ávila T.S. 1995. Producción intensiva de ganado lechero. 5ª. Ed. Ateneo. Buenos Aires. Baucells J. México. 123 p.
- Ávila T., Romero L. 2010. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. En: Ávila S., Gutiérrez A.J. (eds.) Producción de leche con ganado bovino. 2ª ed. Ed. El Manual Moderno. México:217-251.

- Bautista-Martínez Y., Herrera-Haro J.G., Espinoza-García J.A., Martínez-Castañeda F.E., Vaquera-Huerta H., Bárcena-Gamma J.R., Morales A. 2017. Relación entre las prácticas tecnológicas de manejo, y producción y su asociación con las épocas del año en el sistema doble propósito del trópico mexicano. *Nova Scientia*. 9(2):154-170.
- Bedolla C.C., Castañeda V.H., Wolter W. 2007. Método de detección de la mastitis bovina. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 8(9):1-17.
- Bedolla C.C., Ponce de León M.E.R. 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 9:1-26.
- Bermúdez C.E., Arenas N.F., Moreno M.V. 2017. Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*. 20:199-208.
- Bonifaz G.N., Requelme J.N. 2011. Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el Ecuador. *La Granja*. 14(2):45-57.
- Bonifaz G.N., Conlago F. 2016. Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia, Ecuador. *La Granja*. 24(2):43-52.
- Bradley A.J. 2014. Control de la mastitis por coliformes. *MG Mundo ganadero* 25(257):24-26.

- Calderón A., Rodríguez V.C.R. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano condiboyacense. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 21:582-589.
- Calderón A., Martínez N., Cardona J. 2009. Determinación de factores de protección para mastitis bovina en fincas administradas bajo el sistema doble propósito en el municipio de Montería. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica*. 12:61-68.
- Calderón R.A., Rodríguez R.V.C, Arrieta B.G.J., Máttar V.S. 2011. Prevalencia de mastitis bovina en sistemas doble propósito en montería (Colombia): etiología y susceptibilidad antibacteriana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24(1):19-28.
- Castillo M., Suniaga J., Rojas G., Hernández J., Caamaño J., Urbina A., Tobar T. 2009. Estudio de la prevalencia de mastitis subclínica bovina en la zona alta del estado de Mérida. *Agricultura Andina* 16:39-48.
- Constable P.D., Hinchcliff K.W., Done S.H., Gruenberg W. 2016. *Veterinary Medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses pigs and goats*. Volume one. 11<sup>ed</sup>. Elsevier Health Sciences, China. 2,308 p.
- Corbellini C.N. 2002. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. Seminario Internacional de Competitividad en Leche y Carne. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 251-263.
- Echeverri Z.J.J., Jaramillo M.G., Restrepo B.L.F. 2010. Evaluación comparativa de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del departamento de Antioquia. *Revista Lasallista de Investigación*. 7(1):49-57.

- Elizondo S.J.A. 2010. Anatomía de la ubre y secreción de la leche. ECAG-Infoma. 54:32-35.
- Firth C.L., Laubichler C., Fuchs K., Käsbohrer A., Egger-Danner C., Kofèr J., Obritzhauser. 2018. Relationship between the probability of veterinary-diagnosed bovine mastitis occurring and farm management risk factor on small dairy farms in Austria. Journal of Dairy Science 102(5):4452-4463.
- García A.J.A., Casado C.P. 1986. Efecto de la mamitis en la calidad de la leche y productos lácteos. Bovis. 10:33-48.
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM. Serie libro Núm. 6. 90 p.
- García B.P. 2008. Inflamación. Revista Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 102(1):91-159.
- García-Sánchez F., Sánchez-Santana T., López-Vigoa O., Benítez-Álvarez M.A. 2018. Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta. Pastos y forrajes. 41(1):35-40.
- González C.G., Molina S.B. y Coca V.R. 2010. Calidad de la leche cruda. Primer foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz. [Internet] Universidad Veracruzana.  
[https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro\\_lechero/Bienvenida\\_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf](https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELALECHECRUDA.pdf). Consultado en Junio del 2019.
- Guerrero-Quiceno J., Campos-Gaona R., Vélez-Terranova M. 2018. Factores ambientales asociados y métodos de determinación de células somáticas en

- leche de tanque. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 16(1):80-90.
- Halasa T., Huijps K., Osteras O., Hogeveen H. 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: a review. *Veterinary Quarterly*, 29:18-31.
- Harmon R.J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*. 77:2103-2112.
- Hernández R.J.M., Bedolla C.J.L.C. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria* 18(10):1-18.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2017. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2017. Tabulados por entidad y municipio. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=et>. Consultado en octubre de 2018.
- Insua D.A., Oses R.R., Saura G.G., Pedraza M.A. 2010. Impacto de la humedad relativa mínima en la prevalencia de mastitis subclínica bovina utilizando regresión lineal. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 11(3B):1-9.
- Intini M., Calmari L., Ferrari A., Stefanini L. 2003. Effects of the availability of an external area on dairy cows welfare during summer period. *Italian Journal of Animal Science*. 2(supl.1):308-310.
- Iraguha B., Hamudikuwanda H., Mushonga B., Kandiwa E., Mpatswenumugabo J.P. 2017. Comparison of cow-side diagnostic tests for subclinical mastitis of dairy cows in Musanze district, Rwanda. *Journal of the South African Veterinary Association*. 88(1):1-6.

- Jara B.A., Molina M.R. 2018. Evaluación de tres selladores de pezones para la prevención de casos nuevos de mastitis en ganado lechero (*Bos taurus*) en San Carlos, Costa Rica. Revista Agroinnovación en el Trópico Húmedo. 1(1):72-77.
- Jáuregui-Jiménez R., Celis-Vielman E.A. 2017. Epidemiología de la mastitis subclínica de la vaca lechera en el Departamento de Chiquimula. Universidad de San Carlos Guatemala. 10:229-239.
- Jurado-Gámez H., Muñoz Domínguez L., Quitiaquez-Montenegro D., Farjado-Argoti C., Insuasty-Santacruz E. 2019. Evaluación de la calidad composicional, microbiológica sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 66(1):53-66.
- Kirk J.H., Degraives F., Tyler J. 1994. Recent Progress in treatment and control of mastitis in cattle. Journal of American Veterinary Medical Association. 204(8):1152-1158.
- Klein B.G. 2013. Fisiología Veterinaria. 5<sup>ta</sup> edición: Ed. Elsevier Saunders. España. 624 p.
- Mansilla M.A., Pedraza G.C., Fajardo R.P., Agüero E.H. 2001. Métodos de estimación del nivel de mastitis en vacas lecheras a partir de la determinación del test de California para mastitis (CMT) de sus cuartos individuales. Agricultura Técnica. 61:162-170.
- Martínez R., Abelardo J., Hernández L., Escobar M.C., Amaro R., Blanco, M.A. 2011. Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. Manual

de capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Folleto Técnico Núm. 3. 60 p.

Martínez C.C.J., Cotera R.J., Abad Z.J. 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 30:816-824.

Martínez V.A., Villoch C.A., Ribot E.A., Ponce C.P. 2014. Diagnóstico de buenas prácticas lecheras en una cooperativa de producción. *Revista de Salud Animal*. 36(1):14-18.

Medina C.M., Montalvo V.H. 2003. El uso de la prueba de conductividad eléctrica y su relación con la prueba de California para mastitis. V Congreso Nacional de Control de Mastitis. Aguascalientes, Aguascalientes, México:21-23.

Mendoza J.A., Vera Y.A., Peña L.C. 2017. Prevalencia de mastitis subclínica, microorganismos asociados y factores de riesgo identificados en hatos de la provincia de Pamplona, norte de Santander. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 64(2):11-24.

Mera A.R., Muñoz E.M., Artieda R.J.R., Ortiz T.P., Gonzáles S.R., Vega F.V. 2017. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. *REDVET. Revista electrónica de veterinaria*. 18(11):1-16.

Mora M.G., Vargas B., Romero J.J., Camacho J. 2015. Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 39(2):77-89.

Nagasawa Y., Kiku Y., Sugawara K., Tanabe F., Hayashi T. 2018. Exfoliation rate of mammary epithelial cells in milk on bovine mastitis caused by *Staphylococcus*

*aureus* is associated with bacterial load. *Animal Science Journal*. 89(1):259-266.

Naghshineh S., Rafat S.A., Shoja J., Moghaddam G.A., Ebrahimi M. 2015. Prevalence and risk factors of subclinical mastitis in Iranian Holstein cows. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 5(3):569-574.

Paredes L., Hidalgo V., Vargas T., Molinett A. 2003. Diagnósticos estructurales en los sistemas de producción de ganadería doble propósito en el municipio Alberto Arvelo Torrealba del estado Barinas. *Zootecnia Tropical*. 21(1):87-108.

Pérez P., Rojo R., Álvarez A.M.C., García J.J., Ávila C., López S., Villanueva J.A., Chalate H., Ortega E., Gallegos J. 2003. Necesidades investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. *Fundación Produce Veracruz-Colegio de Postgraduados*. 170 p.

Pinzón Trujillo A., Moreno V. F. C., Rodríguez M. G. 2007. Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*. (17):23-35.

Ramírez V.N., Arroyave H.O., Cerón-Muñoz M., Jaramillo M., Cerón J. y 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.

Ríos L., Espinosa J., Hassan J. 2015. Caracterización del manejo en el ordeño de sistemas de doble propósito del distrito de Los Santos. *Investigación y Pensamiento Crítico*. 3(2):5-19.

- Rivera B., Vargas J.E., Arcila C.P., Márquez R., Pérez J.F., Toro G., Martínez J.P. 1999. Propuesta para la clasificación de sistemas de producción de leche: el caso de la zona de influencia de Manizales. *Revista de Sistemas de Producción*. 10(1):83-103.
- Ruiz-García L.F., Sandoval-Monzón R.S. 2018. Diagnóstico de mastitis subclínica de vacunos lecheros mediante el conteo de células somáticas empleando dos métodos de diagnóstico. *Revista Científica*. 28(2):129-135.
- Sall J., Stephens M. L., Lehman A., Loring S. 2017. *JMP start statistics: a guide to statistics and data analysis using JMP*. SAS Institute. 660 p.
- Sánchez M.D. 2007. Control de mastitis causada por *Staphylococcus* en bovinos de raza Holstein utilizando una bacteria autógena. Consultado en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina veterinaria/102](https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/102).
- Sánchez B.M.P., Gutiérrez M.N.P., Posada A.I.J. 2018. Prevalencia de mastitis bovina en el cañón de Anaime, región lechera de Colombia, incluyendo etiología y resistencia microbiana. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 29(1): 226-239.
- Santivañez-Ballón C.S., Gómez-Quispe O.E., Cárdenas-Villanueva L.A., Escobedo-Enríquez M.H., Bustinza-Cárdenas R.H., Peña-Sánchez J. 2013. Prevalencia y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. *Veterinaria y Zootecnia*. 7(2): 92-104.
- Saran A., Chaffer M. 2000. *Mastitis y calidad de la leche*. Editorial Inter Médica. Buenos Aires, Argentina 194 p.

- Scaramelli A., González Z. 2005. Prevención y control de la mastitis bovina. En: González-Stagnaro C., Soto-Belloso E. (Eds). Manual de ganadería multipropósito. Ed. Astro Data, Maracaibo, Venezuela:335-339.
- Schroeder J. 1997. Bovine mastitis and milking management. Mastitis control programs. North Dakota State University. Extension Service. AS-1129. 11 p.
- Sheen R.S., Riesco D.A. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 13(1):25-31.
- Silva P.R., Alzate A.J., Reyes M.C. 2014. Evaluación de las prácticas de ordeño, la calidad higiénica y nutricional de la leche, en el municipio de Granada, Antioquía-Colombia. Revista UDCA. Actualidad y Divulgación Científica. 17(2):467-475.
- Suarez V.H., Martínez G.M., Bertoni E.A., Salatín A.O., Dib A.M.M. 2019. Prevalencia y etiología de la mastitis bovina en la cuenca lechera del Valle de Lerma (Salta). Revista de Medicina Veterinaria. 100 (1):1-6.
- Tesfaye G.Y., Regassa F.G., Kelay B. 2009. Milk yield and associated economic losses in quarters with subclinical mastitis due to *Staphylococcus aureus* in Ethiopian crossbred dairy cows. Tropical Animal Health and Production. 42(5):925-931.
- Torres Y., Rivas J., de Pablo-Herredero C., Perea J., Toro-Mujica P., Angón E., García A. 2014. Identificación e implementación de paquetes tecnológicos en ganadería vacuna de doble propósito. Caso Manabi-Ecuador. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 5(4):393-407.

- Trujillo C.M., Gallego A.F., Ramírez N., Palacios L.G. 2011. Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 24(1):11-18.
- Velázquez S.F., Pinos R.J.M., Lagunes R.C., Vanoye F.F., Estrada C.A.T., Juárez L.F.I. 2018. Prevalencia de mastitis en hatos lecheros familiares del estado de Veracruz. En: Herrera C.J., Chay C.A.J., Casanova L.F., Piñeiro V.A., Márquez B.L., Santillán F.E., Arce M.J. (eds.). *Avances de la investigación sobre la producción animal y seguridad alimentaria en México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México:1131-1134.
- Wolter., Castañeda H., Kloppert, B., Zschöck, M. 2004. *La mastitis bovina. Prevención, diagnóstico y tratamiento*. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco, México. 146 p.
- Xolalpa V.M., Pérez R.M., García C. 2003. Factores asociados a eventos de falla reproductiva de los bovinos hembras del complejo agropecuario e industria de Tizayuca (CAITSA), Hidalgo México, Durante el periodo de 2000 a 2001. *Revista Salud Animal*. 25(2):129-137.
- Yang J.B., Neng W.E.I., Wen L.F. 2012 Month-wise prevalence of subclinical mastitis in dairy cows in Guangdong Province, China. *Journal of Integrative Agriculture*. 11(1):166-169.

## 9. APÉNDICE



# UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

## Campus Loma Bonita

Licenciatura en zootecnia



### Questionario para identificar los factores asociados a la presencia de mastitis bovina en las unidades de producción de doble propósito

Fecha: \_\_\_\_\_

Encuestador: \_\_\_\_\_

Nombre del productor: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Nombre de la unidad de producción: \_\_\_\_\_

Poblado donde se ubica la unidad de producción: \_\_\_\_\_

### PREGUNTAS

#### I. Características del productor

1. Último nivel de estudios: \_\_\_\_\_
2. ¿Cuántos años tiene dedicándose a esta actividad? \_\_\_\_\_
3. Motivo por el que se dedicó a esta actividad  
\_\_\_\_\_
4. ¿Cuántas horas al día dedica a esta actividad? \_\_\_\_\_
5. Además de usted ¿Cuántos integrantes de su familia participan en las actividades del rancho?  
Hombres: \_\_\_\_\_ Mujeres: \_\_\_\_\_  
Edades: \_\_\_\_\_

6. ¿De dónde adquirió los conocimientos para dedicarse a la producción de ganado de doble propósito?  
Aprendió por cuenta propia \_\_\_\_\_  
Aprendió de sus padres/familiares \_\_\_\_\_

Aprendió de amigos \_\_\_\_\_  
Asiste a pláticas \_\_\_\_\_  
Ha tomado cursos \_\_\_\_\_

Otro: \_\_\_\_\_

7. ¿Con qué frecuencia recibe/toma cursos de capacitación?  
\_\_\_\_\_
8. ¿Cuál es la principal actividad económica a partir de la que genera la mayor parte de sus ingresos? \_\_\_\_\_
9. Aproximadamente a qué porcentaje de los ingresos familiares corresponde lo generado por la ganadería de doble propósito: \_\_\_\_\_

**II. Características de la unidad productiva.**

10. Mencione la superficie de terreno asociada al rancho.  
\_\_\_\_\_

11. Marque los componentes con los que cuenta su rancho:

- \_\_\_ Cercos perimetrales
- \_\_\_ Cercos eléctricos
- \_\_\_ Bebederos en potreros
- \_\_\_ Corral de manejo
- \_\_\_ Corrales para engorda
- \_\_\_ Comederos en los corrales
- \_\_\_ Saladeros
- \_\_\_ Bebederos en los corrales
- \_\_\_ Sala de ordeña bien establecida
- \_\_\_ Piso en el área de ordeña
- \_\_\_ Techo en el área de ordeña
- \_\_\_ Sombreaderos
- \_\_\_ Cuarentena
- \_\_\_ Estercolero
- \_\_\_ Embarcadero

12. ¿Recibió asesoría por parte de algún técnico para construir sus instalaciones? \_\_\_\_\_

13. Señale los materiales con los que están construidas las instalaciones de su rancho:

- \_\_\_ Concreto
- \_\_\_ Tabique/Block
- \_\_\_ Lámina galvanizada
- \_\_\_ Lámina de asbesto
- \_\_\_ Madera
- \_\_\_ Palma
- \_\_\_ Herrería

14. Señale los servicios con los que cuenta su rancho:

- \_\_\_ Agua entubada
- \_\_\_ Luz eléctrica
- \_\_\_ Drenaje
- \_\_\_ Vías de acceso en buen estado

**III. Características de los animales**

15. ¿Cuál es el fin zootécnico predominante de su rancho?

---

16. ¿A qué razas o cruza corresponden sus animales y en qué proporciones están?

---

17. ¿Cómo elige a los animales que compra?

- Por apariencia física \_\_\_\_\_
- Recibe asesoría de un experto \_\_\_\_\_
- Toma en cuenta datos productivos \_\_\_\_\_
- Los elige por medio de un catálogo \_\_\_\_\_

18. ¿Qué proporción de todos los animales que tiene han sido comprados?

---

19. ¿Qué tipo de animales son los que ha comprado?

---

20. ¿La cantidad de animales fue pensada por usted desde un principio o son los animales que ha logrado reunir? \_\_\_\_\_

21. ¿Cómo reemplaza a los animales que elimina en su rancho?

- Comprando en otras zonas \_\_\_\_\_
- Comprando a vecinos \_\_\_\_\_
- Con becerros producidas \_\_\_\_\_

22. ¿Cuáles son los criterios para eliminar a los animales?

- Edad o número de partos \_\_\_\_\_
- Baja producción de leche \_\_\_\_\_
- Baja fertilidad \_\_\_\_\_
- Abortos \_\_\_\_\_
- Problemas al parto \_\_\_\_\_
- Porque no le gusta cómo se ven \_\_\_\_\_
- Animales que no engordan \_\_\_\_\_

23. Mencione los animales que presenta en su rancho.

- Vientres \_\_\_\_\_
- Vacas en ordeña \_\_\_\_\_
- Vacas secas \_\_\_\_\_
- Vacas gestantes \_\_\_\_\_
- Vacas vacías \_\_\_\_\_
- Reemplazos \_\_\_\_\_
- Sementales \_\_\_\_\_
- Becerros \_\_\_\_\_
- Animales en engorda \_\_\_\_\_

Total de animales \_\_\_\_\_

24. En el último año ¿Cuántos animales han nacido en su rancho? \_\_\_\_\_

#### IV. Manejo reproductivo

25. Señale las características de acuerdo al manejo reproductivo de su rancho

Monta natural \_\_\_\_\_  
Inseminación artificial \_\_\_\_\_  
Empadre estacional \_\_\_\_\_  
Empadre continuo \_\_\_\_\_  
Palpación rectal \_\_\_\_\_  
Sincronización de estros \_\_\_\_\_  
Inseminación artificial a tiempo fijo \_\_\_\_\_  
Transferencia de embriones \_\_\_\_\_  
Diagnóstico de gestación \_\_\_\_\_  
Revisión de vacas recién paridas \_\_\_\_\_

26. ¿A qué edad comienzan a mostrar calores las novillonas nacidas en su rancho?  
\_\_\_\_\_

27. ¿A qué edad y a qué peso se sirven o se montan por primera vez las novillonas de su rancho? \_\_\_\_\_

28. En promedio ¿Cada cuánto paren las vacas de su rancho? \_\_\_\_\_

29. Después del parto ¿Cuánto tardan las vacas de su rancho en presentar calor?  
\_\_\_\_\_

30. ¿A qué edad realiza el destete de los becerros o becerras?  
\_\_\_\_\_

31. ¿Cómo realiza el destete en su rancho?

Hasta que los animales alcanzan un peso determinado \_\_\_\_\_  
A una edad determinada \_\_\_\_\_  
Se permite mamar una o dos veces al día \_\_\_\_\_  
Se lleva a cabo crianza artificial \_\_\_\_\_

32. ¿Cuántos partos tienen en promedio las vacas en su rancho? \_\_\_\_\_

33. ¿Cuántas de las vacas de su rancho se encuentran gestantes actualmente? \_\_\_\_\_

#### V. Manejo nutricional

34. ¿Cuál es la principal fuente de alimentación de su ganado?

Pastoreo exclusivamente \_\_\_\_\_  
Uso de ensilados \_\_\_\_\_  
Uso de sales minerales \_\_\_\_\_  
Uso de sal común \_\_\_\_\_  
Uso de melaza \_\_\_\_\_  
Uso de hormonas/implantes \_\_\_\_\_  
Uso de restos de las cosechas \_\_\_\_\_  
Uso de maíz producido \_\_\_\_\_  
Uso de ensilados/henos \_\_\_\_\_  
Uso de alimento comercial \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_  
¿Cuál? \_\_\_\_\_

35. Con respecto a sus praderas:

- Son de gramas nativas \_\_\_\_\_
- Son de pastos introducidos \_\_\_\_\_
- Utiliza forrajes de corte \_\_\_\_\_
- Fertiliza \_\_\_\_\_
- Riega \_\_\_\_\_
- Realiza pastoreo continuo \_\_\_\_\_
- Realiza pastoreo rotacional \_\_\_\_\_

36. ¿Qué tanto afecta a su rancho la escasez de alimento durante la época de sequía?  
Mucho \_\_\_\_\_ Poco \_\_\_\_\_ Nada \_\_\_\_\_

37. ¿Lleva a cabo algún método de conservación de forrajes? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿Cuál? \_\_\_\_\_

38. ¿Cuántos litros de leche llega a producir por día en su rancho durante la temporada de lluvias y durante la temporada de secas? \_\_\_\_\_

#### VI. Manejo sanitario

39. ¿Cuáles de los siguientes manejos realiza usted?

- Desinfección de ombligo \_\_\_\_\_
- Se asegura que el becerro mama calostro : \_\_\_\_\_
- Calendario de vacunación establecido \_\_\_\_\_
- Calendario de desparasitación establecido \_\_\_\_\_
- Tiene identificadas las enfermedades del rancho \_\_\_\_\_
- Controla la fauna nociva \_\_\_\_\_
- Dispone de manera adecuada de cadáveres \_\_\_\_\_
- Realiza rotación de desparasitantes \_\_\_\_\_
- Baños de aspersión \_\_\_\_\_
- Baños de inmersión \_\_\_\_\_
- Realiza cuarentena de animales nuevos \_\_\_\_\_
- Realiza aislamiento de animales enfermos \_\_\_\_\_
- Su hato está incluido en el control de brucela y tuberculosis \_\_\_\_\_

40. ¿Qué vacunas aplica en su rancho y cada cuánto?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

41. ¿Cuántos animales se le murieron en su rancho en el último año a consecuencia de una enfermedad? \_\_\_\_\_

#### VII. Manejo asociado a la ordeña

42. ¿Cuáles son sus horarios de ordeña? \_\_\_\_\_

43. ¿Qué tipo de ordeña realiza? \_\_\_\_\_  
44. ¿Qué hace con la leche que ordeñan de sus vacas? \_\_\_\_\_

45. ¿Cuántas de las vacas que tiene en ordeña tienen becerro amantando? \_\_\_\_\_  
46. ¿Cuántos cuartos deja al becerro? \_\_\_\_\_  
47. ¿Siempre son los mismos cuartos? \_\_\_\_\_  
48. ¿Cada cuánto tiempo realiza limpieza en el área de ordeña? \_\_\_\_\_  
49. ¿Antes de comenzar la ordeña se lava las manos \_\_\_\_\_  
50. ¿Cuántas veces durante la ordeña se lava las manos? \_\_\_\_\_  
51. ¿Realiza lavado y secado de pezones durante la ordeña? \_\_\_\_\_  
52. ¿Qué utiliza para hacer el secado de pezones? \_\_\_\_\_  
53. ¿Utiliza algún sellador de pezones después de la ordeña? \_\_\_\_\_  
54. ¿En promedio que tiempo que se lleva para ordeñar una vaca? \_\_\_\_\_  
55. ¿Conoce o sabe lo que es la mastitis? \_\_\_\_\_  
56. ¿Conoce alguna prueba para detectar mastitis? \_\_\_\_\_  
57. ¿Hace prueba de diagnóstico para mastitis? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
¿Cuál? \_\_\_\_\_ ¿Cada cuánto tiempo? \_\_\_\_\_  
58. ¿Cuántas de sus vacas han perdido cuartos por mastitis? \_\_\_\_\_  
59. ¿Qué hace cuando tiene una vaca con mastitis? \_\_\_\_\_  
60. ¿Separa la leche de las vacas con mastitis? \_\_\_\_\_  
61. ¿Qué hace con la leche de vacas con mastitis? \_\_\_\_\_  
62. ¿Qué manejo realiza a una vaca enferma de mastitis? \_\_\_\_\_

63. ¿Qué medicamentos usa para tratar la mastitis \_\_\_\_\_

64. ¿Por cuánto tiempo aplica el medicamento para tratar la mastitis? \_\_\_\_\_

65. ¿Cuáles son los meses del año en los que hay más presencia de mastitis? \_\_\_\_\_

### VIII. Comercialización

66. Por nivel de importancia, enliste los productos derivados de su actividad que vende: \_\_\_\_\_

67. ¿A quién vende los productos?

Empresas \_\_\_\_\_ Otros productores \_\_\_\_\_ Intermediarios \_\_\_\_\_

Centros de acopio \_\_\_\_\_ Intermediarios \_\_\_\_\_ Venta directa a la gente como subproducto \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

68. ¿Cuántos litros de leche ocupa para producir un kg de queso? \_\_\_\_\_
69. ¿A qué precio le pagan? Leche \_\_\_\_\_ kg de becerro \_\_\_\_\_  
kg de queso \_\_\_\_\_ kg de carne procesada \_\_\_\_\_

**¡AGRADECEMOS EL TIEMPO QUE NOS HA CONCEDIDO  
PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA ENCUESTA!**