



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**INDICADORES INDIRECTOS DE BIENESTAR DURANTE EL ORDEÑO,
ASOCIADOS A LA PRESENCIA DE MASTITIS CLÍNICA EN SISTEMAS
BOVINOS DE LOMA BONITA, OAXACA**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN ZOOTECNIA**

**PRESENTA:
BRENDA ESMERALDA DIAZ VALENTÍN**

**DIRECTOR:
DR. CÉSAR JULIO MARTÍNEZ CASTRO**

LOMA BONITA, OAXACA, MAYO 2023.



Universidad del Papaloapan

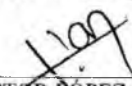
FECHA:	13 de Abril del 2023
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/102/2023
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. BRENDA ESMERALDA DIAZ VALENTIN
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 **“Indicadores indirectos de bienestar durante el ordeño, asociados a la presencia de mastitis clínica en sistemas bovinos de Loma Bonita, Oaxaca.”** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. Cesar Julio Martínez Castro.

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

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


MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dra. Tania Zúñiga Marroquín. Jefa de Carrera de la Lic. En Zootecnia
C.c.p. L.P. Yesenia Barricatos Arenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. Dr. Cesar Julio Martínez Castro. Directora de Tesis.
C.c.p. Archivo.



Universidad del Papaloapan

Terra Uberrima. Mens Agerta

Licenciatura en Zootecnia

Oficio número JCLZ/51/2023

Asunto: Asignación de sinodales de examen especial
Loma Bonita, Oaxaca a 11 de abril del 2023

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

Mediante la presente, le informo que esta jefatura, con el visto bueno de la Vice-rectoría Académica, ha designado a los siguientes profesores como sinodales del examen profesional de la exalumna C. Brenda Esmeralda Díaz Valentín, quien defenderá su trabajo de tesis titulado "Indicadores indirectos de bienestar durante el ordeño, asociados a la presencia de mastitis clínica en sistemas bovinos de Loma Bonita, Oaxaca", para obtener el título de Licenciado en Zootecnia.

Titulares:

Presidente: Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez
Secretario: Dra. Tania Zúñiga Marroquín
Vocal: Dr. César Julio Martínez Castro

Supientes:

Dra. Ma. Teresa Kido Cruz
Dr. José Manuel Juárez Barrientos

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



Dra. Tania Zúñiga 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 MIS PADRES

Marcelino y Florencia por todo el apoyo que me han dado, por ustedes he podido lograr una meta más en la vida, sus palabras y consejos siempre me ayudaron a perseguir mis sueños, la confianza y el orgullo que siempre han tenido en mí, me alentó a seguir y concluir con mi carrera, por todo lo que han hecho por mí, los amo.

A mis hermanos

Por todos los consejos que siempre me dieron, por siempre animarme a seguir con mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Gracias por toda las fuerzas y fortalezas que siempre me ha dado, para cumplir mis sueños y seguir siempre adelante, gracias por la vida y la salud de mis padres y la mía, por nunca dejarme sola.

A mis padres

Gracias por ayudarme y formarme con buenos valores y principios, gracias por siempre ver por mi felicidad y estabilidad económica, nunca les podré pagar todo lo que han hecho por mí, por ustedes todo esto fue posible.

A mi director de tesis

Gracias por todas las palabras de aliento que siempre estuvieron presentes, por la ayuda durante todo mi proceso de titulación, esos consejos que nunca faltaron, me ayudaron a no darme por vencida.

A mis revisores

Agradezco a la Dra. Tania Zúñiga Marroquín y al Dr. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, por sus valiosos aportes y observaciones que contribuyeron a mejorar la calidad del mismo.

A mis profesores

Gracias por la ayuda durante toda mi formación profesional, por toda la información que me ofrecieron para entender mejor sus clases.

A mis amigos

Liliana, Williams y Adrián por siempre estar para mí, por los momentos vividos durante toda la carrera (peleas, viajes, salidas), los quiero.

Gracias a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron con la realización de este trabajo, a los productores por tomarse el tiempo de aceptar mi visita, los amigos que pudieron acompañarme a la aplicación de mis encuestas a los diferentes ranchos.

De manera especial agradezco al M.V.Z. Francisco Javier Sagastume García por las prácticas que realizaba para poder llevarme a los ranchos lejanos, esos momentos fueron muy especiales y siempre estaré en deuda con usted.

ÍNDICE	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRAC.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
3. HIPÓTESIS.....	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1. Bienestar animal.....	6
4.1.1. Concepto de bienestar animal.....	6
4.1.2. Principios y criterios de bienestar animal en sistemas de producción.....	8
4.1.3. Indicadores de bienestar en ganado bovino.....	10
4.2. Mastitis Bovina.....	11
4.2.1. Factores de manejo que influyen en la presencia de mastitis clínica	14
4.2.2. Factores asociados a la presencia de mastitis bovina.....	16
4.2.3. Mastitis clínica y sus repercusiones económicas.....	17
4.2.4. Estrategias de manejo para reducir la presencia de mastitis clínica bovina.....	19
4.2.5. Mastitis, salud humana y consumo de leche y derivados lácteos	21
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24

5.1. Localización del área de estudio.....	24
5.2. Muestra y unidad de análisis.....	24
5.3. Método de obtención de datos.....	25
5.4. Análisis estadístico.....	25
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
6.1. Características personales de los productores.....	28
6.2. Características de la unidad de producción.....	29
6.3. Vacas con mastitis clínica.....	31
6.4. Características de las actividades de manejo.....	33
6.5. Característica de la infraestructura del área de ordeño.....	34
6.6. Asociación de los indicadores de manejo con la presencia de mastitis clínica.....	34
6.6.1. Lavado y secado los pezones.....	37
6.6.2. Las personas que manejan a la vaca, son las mismas que ordeñan.....	38
6.6.3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro.....	40
6.6.4. Se ordeña totalmente a la vaca.....	41
6.6.5. Tira la leche con calostro.....	42
6.6.6. El ordeñador cuenta con elementos de protección personal...	42
6.6.7. Los operarios se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animal.....	43
6.6.8. Sellan o ponen al becerro al finalizar el ordeño.....	44
6.6.9. Se ordeña una vez.....	45
6.6.10. Tipo de ordeño.....	46

6.7. Asociación de los indicadores de instalaciones con la presencia de mastitis clínica.....	47
6.7.1. Disponibilidad de corral de espera para el ordeño.....	48
6.7.2. Cuenta con área de ordeño.....	48
6.7.3. Existe un sistema de inmovilización bajo techo.....	48
6.7.4. Cuenta con área de ordeño con capacidad para atender a todos los animales.....	49
6.7.5. Cuenta con sistema de almacenamiento de agua potable.....	50
6.7.6. Cuenta con sistema de sanitario lejos del área de ordeño.....	51
6.7.7. Existe un sistema de distribución de agua adecuado en todas las áreas.....	51
6.7.8. Remueve con frecuencia el estiércol del establo o el lugar del ordeño.....	51
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
7.1. Conclusiones.....	53
7.2. Recomendaciones.....	53
8. LITERATURA CITADA.....	55
Anexo 1. Cuestionario aplicado a productores de ganado bovino de Loma Bonita, Oaxaca.....	66
Anexo 2. Frecuencias obtenidas y esperadas de los indicadores de manejo y la presencia de mastitis clínica.....	68
Anexo 3. Frecuencias obtenidas y esperadas de los indicadores de las instalaciones y la presencia de mastitis clínica	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Principios y criterios para garantizar el bienestar animal.....	8
Cuadro 2.	Indicadores indirectos de bienestar (manejo) y su asociación con la presencia de mastitis clínica.....	35
Cuadro 3.	Indicadores indirectos de bienestar (instalaciones) y su asociación con la presencia de mastitis clínica.....	47

RESUMEN

La producción de leche bovina en Loma Bonita, Oaxaca es importante al ser una de las tres principales actividades económicas del sector agropecuario de este municipio. La mastitis clínica provoca dolor, estrés, incomodidad, afectando la salud y bienestar de las vacas en producción. La presente investigación tuvo como objetivo general determinar los indicadores indirectos de bienestar (manejo e instalaciones), que se asocian significativamente con la presencia de mastitis clínica durante el ordeño en unidades de producción bovina del municipio de Loma Bonita, Oaxaca. Para ello, se aplicó un cuestionario a 50 ganaderos o encargados de la ordeña de este municipio. El muestreo fue no probabilístico por bola de nieve. Los resultados indican que el indicador de bienestar: los operarios se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animal se asoció significativamente (0.001) con la presencia de mastitis clínica, es decir, $p < 0.05$. El resto de los indicadores indirectos de manejo e instalaciones analizados, no se asociaron estadísticamente ($p > 0.05$) con la mastitis clínica. Esto demuestra la importancia que tienen las actividades de manejo de manera higiénica como mecanismos para la prevención de la mastitis clínica. Se concluye que, los productores o encargados de la ordeña en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca deben poner especial atención en el lavado de manos de la(s) persona(s) que realiza(n) esta actividad, así como de la desinfección de los pezones y ubre de las vacas, para reducir los casos de mastitis clínica. Esto puede contribuir a reducir los costos y a incrementar los ingresos de los productores.

Palabras clave: Leche de Bovino, Indicadores de Bienestar, Mastitis Clínica, Gestión Higiénica.

ABSTRACT

Bovine milk production in Loma Bonita, Oaxaca is important because it is one of the three main economic activities in the agricultural sector of this municipality. Clinical mastitis causes pain, stress and discomfort, affecting the health and welfare of cows in production. The general objective of this research was to determine the indirect welfare indicators (management and facilities) that are significantly associated with the presence of clinical mastitis during milking in cattle production units in the municipality of Loma Bonita, Oaxaca. For this purpose, a questionnaire was applied to 50 farmers or milking managers in this municipality. The sampling was non-probabilistic by using the snowball effect. The results indicate that the welfare indicator: operators wash their hands at the beginning of milking and when changing animals was significantly associated (0.001) with the presence of clinical mastitis, i.e., $p < 0.05$. The rest of the indirect indicators of management and facilities analyzed, were not statistically associated ($p > 0.05$) with clinical mastitis. This demonstrates the importance of hygienic management activities as a mechanism for the prevention of clinical mastitis. It is concluded that, producers or those in charge of milking in the municipality of Loma Bonita, Oaxaca should pay special attention to a person(s) hand washing habits while performing this activity, as well as disinfection of the teats and udder of the cows, to reduce cases of clinical mastitis and contribute to the reduction of costs and increase producers' income.

Key words: Bovine Milk, Indirect Welfare Indicators, Clinical Mastitis, Hygienic Management.

1. INTRODUCCIÓN

En la ganadería bovina, uno de los temas que mayor importancia ha adquirido en los últimos años, es el bienestar animal. Se considera que la falta del mismo puede afectar la salud del ganado al interior de las unidades de producción, lo que conlleva a incrementos de los costos de producción y/o pérdidas económicas para los productores (Mancipe y Ariza, 2020). En cuanto al mercado, las tendencias muestran que cada día los consumidores (sobre todo de naciones desarrolladas), demandan alimentos de origen animal inocuos, que impliquen la crianza y sacrificio en condiciones de bienestar, situación que, aunque de manera lenta, se espera se fortalezca en los países de América Latina, incluyendo México (Medrano *et al.*, 2020).

En el caso de la crianza o proceso de producción, existen diversas actividades de manejo relacionadas con las instalaciones que pueden afectar negativamente el bienestar del ganado, tal es el caso de la ordeña (Temple *et al.*, 2014). La ordeña es una de las tareas rutinarias más importantes, debido a que es uno de los momentos de mayor interacción directa entre el operario y el animal, que puede provocar situaciones de miedo y estrés (García *et al.*, 2019). También porque durante su realización es necesario contar con instalaciones y condiciones apropiadas, y están latentes los golpes, lesiones e infecciones que derivan en dolor o enfermedades como la mastitis clínica o subclínica (Herrán *et al.*, 2017).

En el caso de la mastitis clínica, aunque se presenta en menor proporción en relación a la subclínica, los efectos en el confort de las vacas y en la economía de

los productores son muy representativos. Entre los efectos económicos se encuentran la reducción de la producción láctea, aumento de los costos por tratamiento y reducción de la calidad leche. El tener leche de vacas con mastitis provoca que esta se descomponga muy rápido y un bajo rendimiento en los subproductos. Esto último implica riesgos para la salud de los consumidores de leche fresca y derivados lácteos (Trujillo *et al.*, 2011).

En las comunidades rurales donde tradicionalmente se lleva a cabo la producción pecuaria, los productores de ganado bovino muchas veces realizan sus actividades basadas en la experiencia adquirida durante años. Es común que algunas actividades no se realicen bajo los criterios de buenas prácticas pecuarias, incluyendo la disponibilidad, mantenimiento o limpieza de las instalaciones. Esto es por falta de conocimiento, capacitación o por ignorar las consecuencias negativas que aspectos como un mal manejo durante el ordeño o instalaciones en mal estado, pueden tener sobre el bienestar de los animales, en particular por incremento de casos de mastitis clínica (Mancipe y Ariza, 2020).

En el municipio de Loma Bonita, Oaxaca la ganadería bovina es una de las tres actividades más relevantes del sector agropecuario que llevan a cabo los productores. En la actualidad, el municipio se ubica entre las primeras diez posiciones en la crianza de ganado bovino en pie en esta entidad (Martínez *et al.*, 2015; SIAP, 2022). Sin embargo, se ignora la existencia de deficiencias en el manejo y/o de las instalaciones involucradas en el ordeño y que pueden estar asociadas la presencia de mastitis clínica.

Dada la importancia de la ganadería bovina en Loma Bonita, Oaxaca y las consecuencias que la mastitis clínica pueden tener sobre los costos e ingresos de los ganaderos, así como las tendencias del mercado de consumo en aspectos de bienestar animal, es necesario identificar las actividades e instalaciones implicadas en el ordeño que se pueden asociar significativamente con la presencia de mastitis clínica al interior de sus unidades de producción.

La información que se genera a partir de la presente investigación es de importancia para difundir, sugerir y transferir estrategias de manejo e instalaciones a través de la asesoría técnica y capacitación, que favorezcan el bienestar animal.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar los indicadores indirectos de bienestar (manejo e instalaciones), que se asocian significativamente con la presencia de mastitis clínica durante el ordeño en unidades de producción bovina del municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

2.2. Objetivos específicos

- Describir las características de los productores, así como de las unidades de producción bovinas de doble propósito orientadas a la producción de leche del municipio de Loma Bonita, Oaxaca.
- Determinar los indicadores de manejo por parte de los productores, que se asocian significativamente con la presencia de mastitis clínica.
- Determinar los indicadores de las instalaciones que se emplean para el ordeño y su asociación con la presencia de mastitis clínica.

3. HIPÓTESIS

H₁. Existen indicadores indirectos de bienestar en el manejo, involucrados durante el ordeño, que se asocian significativamente con la presencia de mastitis clínica del ganado bovino en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

H₂. Existen indicadores indirectos de bienestar de las instalaciones, involucradas durante el ordeño, que se asocian significativamente con la presencia de mastitis clínica del ganado bovino en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Bienestar animal

4.1.1. Concepto de bienestar animal. De acuerdo con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2022), el bienestar animal se enfoca en cuidar las condiciones o estado físico y mental de los animales desde que nacen hasta que mueren. En este sentido, la condición física de los animales puede verse afectada por golpes, heridas y enfermedades. Mientras que la condición mental influirá en el comportamiento de los mismos expresado en dolor, miedo y estrés (Manteca y Salas, 2015).

La OIE (2022) también menciona que el procurar el bienestar de los animales implica prevenir y tratar las enfermedades oportuna y apropiadamente, proporcionarles refugios adecuados, garantizarles la alimentación en cantidad y calidad (nutritiva), brindarles un entorno e instalaciones estimulantes y seguras. Además de un manejo o manipulación correcta tanto en las unidades de producción, el transporte, el sacrificio o matanza, así como otras actividades en las que se presenten interacciones con personas. Todo esto para garantizar su salud, comodidad o confort, buena alimentación, seguridad y evitar sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego. Con ello se busca que los animales puedan expresar su mayor potencial productivo y reproductivo.

En el protocolo Welfare Quality® (2009) se establece que el bienestar animal es un atributo importante que se debe cumplir en la actualidad, ya que los consumidores esperan que los alimentos de origen animal, se produzcan respetando el bienestar

de los mismos, incluyendo el cuidado de su salud. En el mismo protocolo se agrega que, el concepto de bienestar es multidimensional, porque comprende la salud física y mental, e incluye varios aspectos como el confort físico, la ausencia de hambre y enfermedad, así como la expresión de un comportamiento pasivo y dócil. De tal manera que el factor humano juega un papel muy importante en el logro del bienestar de los animales al interior de las unidades de producción, por el trato y condiciones que les pueda brindar a los semovientes.

Para Tafur y Acosta (2006) el bienestar animal puede ser definido como el trato humanitario brindado a los animales, entendiendo esto como el conjunto de medidas para disminuir el estrés, la tensión, el sufrimiento, los traumatismos y el dolor en los animales durante su crianza, transporte, entrenamiento, exhibición, cuarentena, comercialización o sacrificio.

Considerando lo mencionado, dos aspectos que influyen en brindarle a los animales mayor bienestar son el manejo de los operarios y las instalaciones en las que se crían. Por lo cual se debe poner atención en este tipo de situaciones sobre todo en la etapa de lactancia, ya que esta permite a los productores obtener ingresos para el mantenimiento de las unidades de producción. Además de que la mastitis clínica, genera gastos considerables para los productores.

4.1.2. Principios y criterios de bienestar animal en sistemas de producción. El protocolo de Welfare Quality® (2009) señala que, para garantizar el bienestar de los animales se debe cumplir con cuatro principios y 12 criterios fundamentales (Cuadro 1), sobre todo en la unidad de producción donde animales como los bovinos pasan la mayor parte de su vida.

Cuadro 1. Principios y criterios para garantizar el bienestar animal

Principio	Criterio
1. Buena alimentación	1. Ausencia prolongada de hambre
	2. Ausencia prolongada de sed
	3. Comodidad en el descanso
2. Buen alojamiento	4. Confort térmico
	5. Facilidad de movimiento
	6. Ausencia de lesiones
3. Buena salud	7. Ausencia de enfermedades
	8. Ausencia de dolor inducido por las actividades de manejo
	9. Expresión de comportamientos sociales
4. Comportamiento apropiado	10. Expresión de otros comportamientos
	11. Buena relación humano-animal
	12. Estado emocional positivo

Fuente: Welfare Quality® (2009).

En el mismo sentido, Martínez *et al.* (2016) toman como referencia información del Consejo de Bienestar para Animales de Granja del Reino Unido, mencionando la existencia de cinco libertades (principios) que se deben considerar en las evaluaciones sobre bienestar animal referidas al: 1) hambre y la sed; 2) incomodidades y estrés térmico; 3) dolores y enfermedades; 4) comportamiento natural y 5) libres de emociones negativas. A esto agrega que las mastitis tanto clínica como subclínica son las patologías más frecuentes en las vacas lecheras que afectan el bienestar e impactan negativamente en la producción y calidad del lácteo.

Así, en la presente investigación se abordan parcialmente los principios de la buena salud al analizar una enfermedad común en los sistemas de producción bovino, además de dolorosa para las vacas como lo es la mastitis. También se indaga en el principio de comportamiento, particularmente de la relación humano-animal, por las actividades antes, durante y después de realizar esta actividad y que pueden estar relacionadas con la presencia de mastitis. Finalmente, se aborda el principio de buen alojamiento para brindarle confort a los animales.

Sobre esto último la OIE (2022) menciona que, un buen bienestar del ganado bovino lechero depende de diversos factores de manejo como el diseño del sistema, la gestión del entorno y las buenas prácticas ganaderas que incluye la realización responsable de las múltiples actividades entorno al ganado, entre ellas la ordeña.

El cumplimiento de los principios y criterios de bienestar, además de impactar positivamente en la salud, alimentación, comodidad y comportamiento de los animales, también proporcionará beneficios a los productores, toda vez que los animales pueden expresar su mayor potencial en producción y reproducción. No obstante, como lo mencionan Aranguren *et al.* (2009), el ganado bovino de las regiones tropicales, por lo regular tiende a sufrir estrés constante, lo que hace vulnerable a los animales a ciertas enfermedades, entre ellas, la mastitis.

4.1.3. Indicadores de bienestar en ganado bovino. La evaluación del bienestar animal se puede realizar mediante indicadores directos e indirectos. Los indicadores directos son aquellos relacionados con la conducta y la condición física y fisiológica de los animales. En cambio, indicadores indirectos evalúan el manejo que reciben por parte de las personas en los lugares de producción, exposiciones, transporte y plantas de sacrificio, así como el ambiente o infraestructura e instalaciones en que se encuentran los animales (Muñoz *et al.*, 2012).

En el trabajo de Silva *et al.* (2017) se menciona que, debido al origen multidimensional del bienestar animal, no se puede medir a partir de un solo indicador. De manera que, si se pretende mejorar el bienestar, los indicadores indirectos deben proporcionar información fiable de los aspectos que afectan negativamente la alimentación, salud, confort y comportamiento de los animales, para proponer acciones correctivas de acuerdo a las condiciones socioeconómicas y culturales en las que se encuentra inmerso el sistema de producción.

Martínez *et al.* (2016) argumentan que dependiendo de la arista del bienestar animal que se pretenda evaluar, son los indicadores que se deben emplear y validar para ser evaluados en campo. Agregan que los indicadores para considerar en los sistemas de producción de leche, pueden ser agrupados en dos categorías: aquellos basados en el animal como la condición corporal, mastitis, limpieza de los animales, entre otras, y aquellos basados en el ambiente como las instalaciones, disponibilidad de áreas, limpieza de las mismas, densidad de animales y actividades de manejo.

Así, para conocer los factores que inciden negativamente sobre el bienestar del ganado bovino productor de leche, es necesario el uso de indicadores que permitan identificar aciertos y errores en su manejo, así como de las instalaciones que intervienen durante la actividad de la ordeña, con el objetivo de generar alternativas que disminuyan entre otras cosas, la presencia de mastitis clínica (Martínez *et al.*, 2022).

Lo anterior, considerando que la mastitis clínica genera dolor, molestia y estrés en los animales afectados, por lo tanto, afecta directamente su salud y bienestar (Andrade *et al.*, 2017).

De acuerdo con Chacón *et al.* (2006) el determinar los factores de bienestar preventivos (indicadores indirectos) que se asocian a la presencia de mastitis, puede significar información valiosa para los productores en el control de esta enfermedad, ya que es mejor prevenir que intentar sanar los casos clínicos.

4.2. Mastitis bovina

La mastitis en ganado bovino es una enfermedad que se define como la inflamación de la glándula mamaria, causada por microorganismo patógenos, los cuales invaden la ubre de la vaca, produciendo toxinas, la inflamación de la glándula mamaria puede ser leve o severa. También puede ser originada por una lesión (herida) y en menor frecuencia por alergias y neoplasias (Hans, 2001; Bedolla y Ponce de León, 2008; Pinzón *et al.*, 2009; Mora *et al.*, 2015).

Sobre esto último Hans (2001) añade que cuando los cambios en la ubre son detectables mediante inspección y/o palpación, se está ante la presencia de mastitis clínica. Por el contrario, si no hay cambios detectables clínicamente, se recurre a métodos indirectos de detección en campo o en el laboratorio; y si estos son positivos, entonces se trata de mastitis subclínica.

Aunque en la literatura se menciona la existencia de tres tipos de mastitis (crónica, subclínica y clínica) (Paramanandham *et al.*, 2021), son estas dos últimas las que han recibido gran atención por parte de la comunidad científica en México y en el mundo, sobre todo la mastitis subclínica ya que se le considera como la que se presenta con mayor frecuencia en relación a las mastitis clínica y, por ende, la que más pérdidas económicas representa para los productores, porque se reduce la producción y la calidad de la leche (Pinzón *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2022). Además de que es casi imperceptible y de fácil diseminación (Pinzón *et al.*, 2009).

En relación con lo anterior, Sánchez *et al.* (2018), en un estudio llevado a cabo en una región lechera de Colombia, encontraron que en apenas el 2% de una muestra de 348 vacas estaba enferma con mastitis clínica y el 43.4% de las vacas muestreadas presentó mastitis subclínica. Asimismo, Pinzón *et al.* (2009), reportaron que la mastitis subclínica afectó aproximadamente al 50% de los cuartos analizados de dos muestreos de 6,616 cuartos, mientras que la mastitis clínica apenas afectó en promedio al 0.33% de los cuartos muestreados.

En el caso de la mastitis clínica, aunque se presenta en menor proporción, también genera gastos para su tratamiento y pérdidas económicas para los productores, por

la reducción de los rendimientos y baja calidad de la leche. Según Yera y Ramírez (2016), la mastitis clínica se caracteriza por la tumefacción, dolor en la ubre, enrojecimiento; la leche puede presentar una apariencia anormal y en algunos casos, hay aumento en la temperatura rectal, letargo, anorexia e incluso la muerte.

Similar a lo mencionado en el párrafo anterior, Hans (2001), agrega que las pérdidas para el productor por la presencia de mastitis clínica, se deben a que el productor o encargado de la unidad de producción identifican los signos cuando la enfermedad ya está muy avanzada. Hasta entonces se percata de que existe algún problema, ya cuando las vacas muestran una inflamación o enrojecimiento en la ubre, o la leche que se está produciendo tiene una consistencia diferente. Así, el tratamiento es costoso o, en ocasiones, cuando uno de los cuartos ya está muy afectado, ya no se recurre a tratarlas, existiendo la posibilidad de que las vacas pierdan los cuartos.

Yera y Ramírez (2016), sugieren que una forma de inspeccionar clínicamente las ubres es observando continuamente su tamaño, la simetría, forma e inserción. También, se pueden realizar palpaciones de la piel de la ubre y los pezones, explorar los ganglios linfáticos supra mamarios, así como evaluar la calidad de la secreción láctea a partir de la prueba de contraste.

A diferencia de la mastitis clínica, la presencia de mastitis subclínica se obtiene mediante pruebas en campo como la Prueba de Mastitis de California, por su practicidad y facilidad de realizarla, o bien, mediante pruebas de laboratorio como el Conteo de Células Somáticas (Hans, 2001).

4.2.1. Factores de manejo que influyen en la presencia de mastitis

clínica. Los factores que influyen en la presencia de mastitis bovina tanto clínica como subclínica pueden ser divididos en tres tipos: 1) factores dependientes del animal; 2) factores dependientes del manejo y 3) factores geográficos y climáticos (Benavides *et al.*, 2011).

Entre los factores dependientes del animal, existen diversos indicadores que se asocian a la presencia de mastitis como son la raza, los días de producción, el número de partos, condición corporal, producción de leche, integridad de los pezones, conformación de la ubre y los pezones, y la presencia de enfermedades metabólicas.

En lo que corresponde a las variables de manejo, incluyen una gran cantidad de indicadores que se relacionan con la presencia de mastitis en sus dos principales tipos, clínica y subclínica. Entre estos se enlistan los siguientes: tamaño del hato, sistema de ordeño, rutina de ordeño, uso de guantes, sitio de ordeño, revisión y funcionamiento del equipo de ordeño, calidad de agua, suplementación mineral, suplementación nutricional con alimentos como silo de maíz, suplementación con calcio en la época de vaca seca, pastoreo o encierro nocturno, descarte de animales, revisión periódica del estatus sanitario de la ubre, establecimiento del orden de entrada al ordeño de las vacas con mastitis, sistema de estabulación, la cama, higiene de las instalaciones, la densidad poblacional, higiene de la ubre y patas, nivel educativo y características del personal, recambio continuo de personal, demora en el tratamiento de casos clínicos (Benavides *et al.*, 2011).

Recientemente, algunos estudios han incluido indicadores indirectos de bienestar, como factores de manejo que predisponen la presencia o prevalencia de la mastitis tanto clínica como subclínica como lo son: lavado y secado de los pezones, realización del manejo y ordeño a cargo de las mismas personas, ordeño con apoyo del becerro, ordeño total de la vaca, desecho de la leche con calostro, elementos de protección personal al realizar la ordeña, lavado de manos al iniciar el ordeño y al cambiar de animal, sellar o poner al becerro, al final del ordeño, ordeñar una vez, y tipo de ordeño (Mendoza *et al.*, 2017; Calderón *et al.*, 2009).

Otros aspectos relacionados con las instalaciones de la unidad de producción que se han incorporado a los estudios incluyen: contar con corral de espera para el ordeño, sala de ordeña, sistema de inmovilización bajo techo, áreas de ordeño con capacidad para atender a los animales, sistemas de almacenamiento de agua potable, sistema sanitario lejos del área de ordeña, sistema de distribución de agua adecuado en todas las áreas y la presencia de estiércol del establo o lugar del ordeño (Mendoza *et al.*, 2017).

Finalmente, los factores de la región y el clima son importantes en la propagación de la mastitis. En el caso particular de las regiones tropicales las altas temperaturas, la humedad relativa, la radiación solar y las precipitaciones, pueden ocasionar mayor presencia de la enfermedad (Mora *et al.*, 2015).

4.2.2. Factores asociados a la presencia de mastitis bovina. De acuerdo con diversos autores, la mastitis puede presentarse en los hatos bovinos debido a diversos factores, entre ellos, el medio ambiente, el manejo y las instalaciones. Estos factores, al interactuar de manera conjunta aumentan la exposición de la ubre a microorganismos, que ayudan a los patógenos a atravesar el canal del pezón, causando daños residuales que a veces son irreversibles (Ramírez, 2015).

Aunque en los países latinoamericanos se ha avanzado significativamente en la investigación sobre el bienestar del ganado bovino, las evaluaciones se han llevado a cabo principalmente durante las etapas de transporte y sacrificio, pero muy pocas sobre el bienestar a nivel de finca, incluyendo la producción de leche bovina en zonas tropicales (Medrano *et al.*, 2020).

Algunos estudios que han abordado la evaluación de indicadores indirectos de bienestar con la presencia o prevalencia de mastitis bovina, son los llevados a cabo por Mendoza *et al.* (2017) y Calderón *et al.* (2009).

4.2.3. Mastitis clínica y sus repercusiones económicas. Debido a que el ganado bovino en condiciones de trópico como Loma Bonita, Oaxaca, puede estar expuesto a enfermedades costosas, entre ellas la mastitis clínica, es necesario analizar las principales repercusiones productivas y económicas que esta enfermedad representa para los productores. Para ello, se debe considerar que, la venta de leche es un ingreso permanente que les permite mantener en operación la unidad de producción y cubrir algunas de las necesidades básicas personales y familiares (Martínez *et al.*, 2012).

Se considera a la mastitis una de las enfermedades más costosas para los productores debido a las pérdidas económicas que esta puede generar (Aranguren *et al.*, 2009). De hecho, Calderón *et al.* (2008) la señalan como la principal causa de pérdidas económicas en la industria lechera.

Referente a lo establecido, diferentes autores han planteado las posibles afectaciones económicas que la mastitis bovina tiene para los productores y la industria láctea. De acuerdo con Raineri *et al.* (2012), la falta de bienestar en ganado bovino impacta directamente en dos aspectos a los productores y sus unidades de producción: 1) El estado de salud y estrés de los animales al interior de la unidad de producción lo que puede afectar aspectos reproductivos, productivos y de la calidad de la leche y 2) La afectación sobre los beneficios económicos de los productores por malas prácticas de bienestar.

De acuerdo con Azooz *et al.* (2020), las pérdidas económicas por mastitis son de dos tipos: 1) por la reducción de la calidad de la leche, la cual se descompone más

rápido, también por la eliminación de leche contaminada con antibióticos y 2) los ingresos que se dejan de percibir por la presencia de la mastitis, en este caso, la leche que nunca se produce, por la infección de la mastitis. Esto último, por las alteraciones a la salud de las vacas por la inflamación de la ubre, el dolor y el estrés que no les permite expresar su mayor potencial productivo (Valle, 2021).

Aunado a esto, existen costos asociados a la presencia de la mastitis clínica como los gastos en los que se incurren para el tratamiento de las vacas afectadas, o bien por los costos de inversión para la implantación de medidas preventivas (Azooz *et al.* (2020). Andrade *et al.* (2017) señalan que los costos atribuibles a la mastitis subclínica van del 70-80% y para la mastitis clínica del 20-30%. No obstante, el bajo porcentaje de los costos relacionados con la mastitis clínica en relación a la mastitis subclínica, la presencia de la enfermedad, representa preocupaciones para los productores.

Azooz *et al.* (2020) mencionan diversos costos debido a la mastitis clínica como: costos por tratamiento y control de la mastitis, pérdidas de la producción asociadas a la mastitis, incluyendo el costo por la adquisición de medicamentos, leche desechada, pago de servicios veterinarios, pagos de mano de obra, reducción de la calidad del producto, costos por diagnósticos, reducción de la producción, el sacrificio de animales y la reducción de la leche.

En el caso de la calidad de la leche, la presencia de mastitis afecta su aspecto físico manifestado en cambios de color, consistencia, olor, sabor, así como del aspecto

químico como contenido de proteína, contenido de materia grasa y contenido de lactosa (Valle, 2021).

4.2.4. Estrategias de manejo para reducir la presencia de mastitis clínica

bovina. Andrade *et al.* (2017) concluyen que la mastitis es un problema importante de salud pública que ocasiona disminución de la calidad y cantidad de la leche, situación que puede mejorar con la aplicación de buenas prácticas ganaderas. Calderón *et al.* (2008) también hacen alusión a la importancia de las buenas prácticas de prevención y control de mastitis bovina, para la obtención de leche de alta calidad.

Para el caso particular de la prevención de la mastitis clínica Martínez *et al.* (2016), mencionan que se pueden reducir significativamente las pérdidas económicas para los productores por los tiempos de retirada de la leche durante y después de los tratamientos antibióticos, por los costos de tratamientos y la mano de obra adicional.

Por su parte Calderón *et al.* (2008) argumentan que las buenas prácticas de ordeño son aspectos que se deben ejecutar de forma rutinaria, con el fin de generar beneficios para la obtención de leche de mejor calidad, lo cual además permitirá participar en mercados externos altamente competitivos. Entre las actividades de manejo para realizar el ordeño destacan:

- a) Llevar un orden en el ordeño, para evitar la exposición de las vacas sanas a los microorganismos presentes en las ubres de las vacas infectadas. Sugieren comenzar con las vacas de primer parto, luego con las vacas sanas y finalmente con las enfermas y con tratamientos con antibióticos.

- b) Despuntar, para eliminar los primeros chorros de leche al iniciar el ordeño, con el fin de reducir los altos recuentos de bacterias, y visualizar los cambios físicos de la leche para detectar mastitis clínica, y segregar o apartar las vacas infectadas y ordeñarlas al final.
- c) La higiene y el secado de los pezones es una práctica que reduce y/o elimina la carga bacteriana presente. La higiene de los pezones involucra el lavado o el pre-sellado. Esta última práctica puede reemplazar al lavado con agua.
- d) Adicionalmente, se aconseja llevar a cabo el peluqueado o flameado de la ubre, para eliminar los pelos largos de los pezones, que pueden recoger suciedad y dificultan la higienización o desinfección, incrementando el riesgo de infección mamaria. Además, de la implementación de la vaca seca, entre otras.

Por su parte, Hans (2001) menciona el gran impacto que tiene la mastitis sobre la ganadería bovina, la cual tiene la desventaja de que no puede ser eliminada dentro de las unidades de producción, pero si puede llevarse un control de manejo, al tener buen personal en el área de ordeño. Ello permitirá, disminuir la presencia de vectores (moscas), contar con instalaciones correctas, limpieza del área de ordeño, así como también, limpieza antes, durante y después de la ordeña. Todo esto para evitar el aumento de nueva infección en la unidad de producción. Finalmente, tratar a las vacas con este problema.

Para Bedolla y Ponce de León (2008), el control más efectivo para la mastitis bovina se logra mediante medidas preventivas profilácticas o de higiene en el método de ordeño e instalaciones donde se mueven o echan las vacas productoras.

4.2.5. Mastitis, salud humana y consumo de leche y derivados lácteos. Se considera a la leche y los derivados lácteos entre los alimentos que mayores riesgos representan para la salud humana. Lo anterior se debe a que son productos que se pueden contaminar fácilmente a lo largo de la cadena de comercialización, que incluye desde el momento de la ordeña hasta que llegan al consumidor final. También por la ordeña de vacas con enfermedades clínicas o subclínicas como la mastitis. Aunado a esto, son productos que se ingieren cotidianamente por la mayoría de los consumidores tanto de México como de otras partes del mundo, por ser parte fundamental de la canasta familiar (Aguilera *et al.*, 2014).

En muchas regiones rurales y semiurbanas de México la leche se consume en fresco y los quesos son elaborados de manera artesanal, con bajos niveles de control de la calidad. Así, la leche y sus subproductos, contribuyen a la diseminación de enfermedades transmitidas por su consumo, representando un problema de salud pública sobre todo para los pequeños núcleos poblacionales como los pertenecientes al municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

La calidad de la leche, también se ve afectada y causa daño en la salud humana, por los residuos que los antibióticos generan. Para eso, los ganaderos o encargados de la unidad de producción, deben de tomar en cuenta las indicaciones que aparecen en la etiqueta de los productos, como el tiempo de retiro, para que la leche y la carne no contengan residuos de productos, los cuales puedan provocar alguna reacción tóxica en los humanos (Corbellini, S/A). No obstante, en el caso del municipio de Loma Bonita, Oaxaca, en la comercialización tradicional de leche no existe ni se exige ningún tipo de control de residuos, lo que representa un riesgo

potencial para la salud del consumidor, quien podría estar ingiriendo producto contaminado sin darse cuenta.

La mastitis puede cambiar las características de la leche como el sabor, olor, color y afectar la composición química deteriorando su vida útil, con impactos considerables en la salud humana como intoxicaciones (Hernández *et al.*, 2015).

Las enfermedades que se pueden transmitir al ser humano por el consumo de leche o subproductos debido a la contaminación bacteriana son la tuberculosis, la brucelosis y la faringitis estreptocócica (Andrade *et al.*, 2017). Cuando en el hato bovino no se lleva a cabo un control sanitario adecuado, las enfermedades antes mencionadas pueden estar presentes en las vacas. Si la leche obtenida de ellas no es sometida a ningún tratamiento de pasteurización, existe la posibilidad que las enfermedades sean transmitidas a través de estas a los humanos (Rojas *et al.*, 2021).

La falta de bienestar animal tiene un impacto en la salud de los animales y en la presencia de mastitis clínica, lo que a su vez repercute en los beneficios y costos económicos para el productor y en la seguridad alimentaria de los consumidores. En el caso de los consumidores en aspectos como la reducción de la calidad, inocuidad y disponibilidad de la leche y sus derivados (Raineri *et al.*, 2012). Mientras que para la industria láctea impacta en los rendimientos de la leche para la elaboración de subproductos.

Sobre este tema, Castelló (2021), advierte que los consumidores actuales, sobre todo de naciones desarrolladas se preocupan cada día más por una alimentación saludable y de calidad, por lo que comienzan a demandar alimentos de origen

animal que demuestren el respeto a las condiciones en que los animales son manejados. Para ello, exigen información que demuestre que el ganado es criado y sacrificado con base en los principios de bienestar animal: buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y un manejo humanitario y amigable que garantice un comportamiento tranquilo, sin estrés ni miedo. Aunque esto último no se ha generalizado para los consumidores de los países subdesarrollados como en el caso de México, donde aún se da prioridad al precio de los productos por encima de la información referente al bienestar animal. Sin embargo, es probable que, en algunos años, se comience a normalizar sobre todo por segmentos de mercado con alto poder adquisitivo.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, ubicado en el distrito administrativo 6 de Tuxtepec. Loma Bonita se localiza en el extremo noreste del estado de Oaxaca, entre las coordenadas 95° 53' longitud oeste y 18° 06' latitud norte, a una altura de 30 m.s.n.m. Colinda al sur con el estado de Veracruz, al norte con los municipios de Otatitlán, Tlacojalpan y Chacaltianguis, Veracruz, al este con José Azueta y Playa Vicente, Veracruz, al sur con Santiago Jocotepec y San Juan Lalana (Distrito de Choapam), Oaxaca, y al Oeste con el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. El tipo de suelo es luvisol-vértico con fertilidad moderada a alta. La temperatura promedio oscila cerca de los 25 °C, con máximas que superan los 40 °C, y precipitación media superior a los 1840 mm al año (Anónimo, 2012; Soto *et al.*, 2019).

5.2. Muestra y unidad de análisis

La unidad de análisis fueron los productores de ganado bovino de doble propósito del municipio de Loma Bonita, Oaxaca o encargados de las unidades de producción. El tipo de muestreo empleado fue no probabilístico por bola de nieve. Se tomó en consideración, inicialmente a un pequeño grupo de productores de ganado bovino con ordeño. Luego, a estos se les preguntó si conocían a otros productores que pudieran integrar la muestra. Para ello, se establecieron cuatro criterios de inclusión: 1) que fueran productores de ganado bovino, 2) que realizaran la ordeña, 3) que pertenecieran al Municipio de Loma Bonita, Oaxaca y 4) que estuvieran dispuestos

a proporcionar la información solicitada en el cuestionario (Kleeberg y Ramos, 2009). La muestra final quedó integrada por 50 productores.

5.3. Método de obtención de datos

Como método de obtención de datos se empleó un cuestionario aplicado de manera personal a los propietarios o trabajadores encargados de la unidad de producción. La obtención de información se complementó con la observación directa de las actividades que se realizaban durante el ordeño al momento de la visita.

El cuestionario quedó integrado por cuatro secciones o apartados (Anexo I). En el primer apartado se obtuvieron los datos generales del productor o encargado de la unidad de producción, para lo cual se plantearon cinco preguntas. En la segunda parte, se presentaron siete interrogantes relacionadas con los datos generales de la unidad de producción, entre las que se incluyó el número de vacas con mastitis clínica durante el último año. En la tercera sección se ocuparon diez preguntas referentes al manejo antes, durante y después de la ordeña. La última parte del cuestionario, se basó en ocho preguntas referente a las instalaciones de ordeña. Cabe mencionar que la información obtenida de las secciones tres y cuatro, consistieron en indicadores indirectos de bienestar, relacionados con el manejo del ordeño y las instalaciones (Muñoz *et al.*, 2012).

5.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos, se dividió en siete apartados. En los cinco primeros se llevó a cabo la descripción de las variables: 1) Características

personales del productor, 2) Características de la unidad de producción, 3) Afectación del ganado bovino con mastitis clínica, 4) Características de las actividades de manejo y 5) Características de la infraestructura del área de ordeño. Para ello, se determinaron diversos estadísticos dependiendo del tipo de variable analizada. En el caso de las variables cuantitativas se calcularon: media, desviación estándar, máximo, mínimo y rango. Mientras que, para las variables cualitativas (nominales y ordinales), se determinaron frecuencias y porcentajes.

Los dos últimos apartados, permitieron la comprobación de las hipótesis de investigación, titulándolos como: 1) Asociación de los indicadores de manejo con la presencia de mastitis clínica, 2) Asociación de los indicadores de instalaciones con la presencia de mastitis clínica. Ello permitió determinar los indicadores de manejo y de las instalaciones que de acuerdo con las buenas prácticas de manejo del ganado bovino se podrían asociar significativamente con la mastitis clínica, se planteó utilizar la técnica de análisis estadístico chi-cuadrado (X^2), empleando el editor estadístico de datos IBM SPSS versión 21.

De acuerdo con Romero (2011) y Lind *et al.* (2012), el estadístico o prueba chi cuadrado, sirve para probar de manera formal si hay relación entre dos variables con escala nominal. Para llevar a cabo esta etapa, se realizó una recodificación de la variable: número de vacas con mastitis durante el último año, donde para los casos en los que los productores manifestaron no tener vacas con mastitis clínica se codificó con cero (0) y los productores que mencionaron contar con una o más se codificó con 1.

Debido a que una limitante de la prueba de chi cuadrada, es que cuando se utilizan tablas de contingencia, si menos del 20 % de las celdas de la tabla, presentan valores esperados ≤ 5 no se recomienda aplicar la prueba de X^2 , sino optar por la alternativa de la prueba exacta de Fisher (Mendivelso y Rodríguez, 2018).

Para ello, antes de realizar la prueba de chi cuadrado se obtuvieron las tablas de contingencia para apreciar las frecuencias observadas y las frecuencias esperadas. Se tomó la decisión de aplicar la prueba exacta de Fisher debido a que los cuadros de contingencia para los indicadores indirectos de bienestar (manejo e instalaciones) y la presencia de mastitis clínica, registraron en todos los casos una (25%) o dos celdas (50%) con frecuencia esperada menor a 5 (Anexos 2 y 3).

Se pre-estableció un nivel de significancia menor al 5% ($p < 0.05$), para comprobar las hipótesis de investigación.

Debido a la cantidad de indicadores empleados tanto de manejo como de las instalaciones involucradas durante el ordeño, se tomó la decisión de aceptar las hipótesis de trabajo en caso de que uno o más de ellos resultara(n) significativo(s). Por el contrario, si todos los indicadores indirectos de bienestar tanto de manejo como de las instalaciones mostraban un nivel de significancia igual o mayor al 5% ($p \geq 0.05$), las hipótesis de investigación se rechazarían (dicho de otra manera, las hipótesis nulas no se rechazarían) (Mendivelso y Rodríguez, 2018).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características personales de los productores

La edad promedio de los 50 productores o responsables de las unidades de producción se ubicó en los 54.4 años (± 11.3), correspondiendo la mayor edad a 74 años y la menor a 29 años, con un rango de 45 años. De estos, 45 fueron hombres y 5 mujeres que significaron el 90 y 10%, respectivamente. La edad promedio obtenida es similar a la media de 52 años reportada para 165 productores de ganado bovino de doble propósito en condiciones de trópico en el estado de Morelos, México (Chalate *et al.*, 2010). También está cercano a los 48 años promedio, encontrado por Flores *et al.* (2019) en 36 campesinos ganaderos de la Selva Lacandona de Chiapas, México. En cuanto al sexo los resultados son similares al 95 % de hombres y 5 % de mujeres hallados en el trabajo de Vilaboa *et al.* (2009) para 405 productores con agroecosistemas bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México.

El promedio de años dedicados a la ganadería fue de 29.7 años (± 14.2). El productor con mayor experiencia indicó dedicarse a esta actividad desde hace 65 años. Por el contrario, el de menor experiencia mencionó contar con tan solo dos años. Este promedio es superior a los 25.4 años y 23 años reportados respectivamente en los trabajos de Oros *et al.* (2011) y Torres *et al.* (2014), para sistemas bovinos de clima tropical.

En cuanto al nivel de estudios, 12 ganaderos (24%) mencionaron no contar con algún grado de estudio, el mismo número y porcentaje dijo haber cursado la

primaria, 11 (22%) la secundaria, 7 (14%) el bachillerato y los 8 (16%) restantes realizaron estudios superiores de licenciatura y/o posgrado. Los porcentajes difieren, en parte, con los reportados en el trabajo de Pachón *et al.* (2005) donde más del 50 % de los productores manifestó contar con estudios máximos de primaria y menos del 10 % con estudios universitarios, en una muestra de 22 productores de ganado bovino de tres microrregiones de un municipio de Cundinamarca, Colombia.

El promedio de trabajadores por unidad de producción fue de 2 (± 1.7). A partir de lo observado se puede mencionar que por lo regular en los ranchos trabajan de tiempo completo los mayores quienes son apoyados por la esposa o alguno de los hijos. El máximo de trabajadores reportados fue de 12 personas en una unidad de producción, donde la mitad de ellos son integrantes de una familia, pero apoyan en la realización de algunas actividades. El mínimo fue de un solo trabajador y esto está relacionado con la cantidad de ganado con que se cuenta en la unidad productiva.

6.2. Características de la unidad de producción

En lo que corresponde a las características de la unidad de producción, la extensión media por rancho fue de 41.1 hectáreas (± 40.7), con un máximo de 180 y un mínimo de 7 hectáreas. Torres *et al.* (2014) calcularon un promedio de 44 hectáreas en sistemas bovinos de doble propósito de la provincia de Manabí, Ecuador para dos zonas de clima tropical seco y húmedo. Por el contrario, el resultado difiere de las 23.9 ha promedio reportadas por Ramírez *et al.* (2012), con productores de

pequeños sistemas bovinos del ejido de Ocuilapa de Juárez, perteneciente al municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas.

El promedio de animales reportado fue 81.9 ± 72.4 animales; el máximo fue de 370 y el mínimo de 15. Un promedio similar fue reportado por Villa *et al.* (2008) para 30 sistemas de producción bovino de la región de Tierra Caliente en el estado de Michoacán. Por otro lado, contrastan con los 45 animales en promedio reportados por Chalate *et al.* (2010) en 8490 sistemas bovinos de doble propósito del estado de Morelos en México.

El número de vientres en promedio al momento de aplicar la encuesta se ubicó en 27.6 ± 24.7 . El productor con la mayor cantidad disponía de 110 y el de menor cantidad con solo 6 vacas, dando un rango de 104 animales. Este número es superior a las 16 vacas reportadas por Torres *et al.* (2014) en sistemas de ganado vacuno de doble propósito de zonas tropicales de Ecuador. Las diferencias observadas entre el promedio calculado en el presente estudio y el promedio del estudio mencionado, se puede deber a los contrastes socioeconómicos entre los productores y las unidades de producción de ambos países, por ejemplo, el nivel de ingresos y el tamaño de las unidades de producción.

De los ranchos visitados la craza predominante fue Pardo Suizo con Cebú (54%). Seguido de la raza Pardo Suizo (24%), Sardo Negro (10%). Otras razas que se pudieron identificar en algunos ranchos fueron: Simmental, Guzerat, así como las cruces de Sardo Negro con Pardo Suizo y razas cebuinas con Holstein (12%).

La producción promedio de litros de leche por día fue de 109.2 (\pm 112.3), con una máxima de 550 litros por día. Cabe mencionar que, para este caso, el productor transporta la leche obtenida al centro de acopio LICONSA-SEGALMEX, ubicada en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca. La cantidad mínima de litros de leche por día fue de 24. En promedio, el tiempo de lactancia de la vaca fue de 7.3 (\pm 1.6) meses, donde la ordeña con mayor tiempo fue de 12 meses y el mínimo de tan solo 3 meses.

6.3. Vacas con mastitis clínica

El promedio de vacas con mastitis clínica observado fue de 2.2 (\pm 1.9), el número máximo de vacas enfermas por unidad de producción fue de 8 y el mínimo fue de cero. El bajo número de vacas con mastitis clínica en los hatos bovinos de Loma Bonita, Oaxaca soportan lo mencionado por autores como Pérez *et al.* (2022), en relación a que la mastitis clínica es menos frecuente en los hatos de ganado bovino, en comparación a la presencia de mastitis subclínica. También es similar al 2% de vacas con mastitis clínica reportado por Sánchez *et al.* (2018), en una muestra de 348 vacas de doble propósito alimentadas con pastos naturales y ordeñadas de manera manual, en una región de Colombia.

En relación con las razas en las cuales se ven más afectadas por la mastitis clínica, la Pardo Suizo es la principal con un 78% esta raza es muy utilizada por los productores, esto es por las características que poseen, amplitud en el pecho, lo que significa que tiene buena capacidad para un buen corazón y buenos pulmones, las razas que son productoras de leche, necesitan contar con esto para que el

bombeo de sangre sea el necesario para la producción de leche (Contexto ganadero, 2020). Mientras que la Cebú y Sardo Negro, representaron un 8 y 2%. Por esta razón, los ganaderos optan por utilizar estas últimas razas, ya que se ven menos afectadas que la Pardo Suizo. El 12% mencionó que la Holstein, Simmental, Brahaman, Guzerat, son afectadas, pero esas razas no son muy utilizadas localmente.

En el caso de las vacas con mastitis que había en los ranchos, uno de los aspectos a destacar, fue el contraste entre lo contestado por un amplio porcentaje de los productores y lo observado en cuanto a que al realizar el ordeño separaban o dejaban al final a las vacas que se veían mal de sus ubres o que ellos tenían conocimiento que la leche tenía un color y consistencia diferente. En este sentido, se observó que el 58% separaba a las hembras, las ordeñaba y las trataba con algún antibiótico, esto con el objetivo de que la infección no provoque daños irreversibles, como perder un cuarto o lo peor, perder la ubre, esto se vería reflejado en una disminución en la producción de leche en la unidad de producción.

El tema sobre el uso de antibióticos es muy delicado ya que debe de llevarse cierto control, durante el tratamiento, para que se obtenga buenos resultados, se deben de seguir los pasos indicados en el producto, como son tiempo de retiro, vía de administración y cantidad. Para que no se tenga un mal uso del producto y este genere resistencia. Los pocos productores que aplicaban algún medicamento para tratar la mastitis clínica y seguían los pasos, son los que tienen que entregar la leche al centro de acopio, esto se debe a la exigencia en calidad para aceptar la leche,

esto asegura que los consumidores tengan productos en buen estado y sin residuos de algún antibiótico.

El 42% de los productores no aplica ningún tipo de tratamiento, es decir ordeñaban a las vacas de manera normal, ellos observaban a las vacas con inflamación o molestia a la hora de ordeñarlas, pero no prestaban atención a eso, la leche que se obtenía de ellas, era con grumos, para solucionar eso solo utilizaban un colador, revolviéndola para que así los defectos fuesen menos visibles. Cabe mencionar que estos productores por lo regular venden la leche a los queseros, quienes no son estrictos para comprar la leche, no realizan ningún tipo de prueba, por lo mismo los productores no llevan ningún tipo de control.

De los fármacos utilizados para tratar la mastitis clínica, el más usado por los productores es el que tiene como sustancia activa (Penicilina benzatínica, procaínica y potásica) es una de la más recomendadas por los productores ya que representa un 52%, la penicilina oleosa constituye en un 26%, existen productores que experimentan con remedios caseros u otro fármaco para tratar la mastitis clínica, ellos ocupan un 38%.

6.4. Características de las actividades de manejo

Los resultados correspondientes a las actividades de manejo antes, durante y después del ordeño indican que solo 13 productores (26%) lava y seca los pezones de las vacas antes de iniciar el ordeño; 50 ganaderos (100%) contestaron que las personas que manejan a la vaca son las mismas que ordeñan; 11 (22%) realiza el ordeño con el apoyo del becerro, 50 (100%) argumentó no ordeñar totalmente a la

vaca por lo menos hasta el destete; 5 (10%) ordeña y tira el calostro sobrante que no mama el becerro recién nacido; 37 (74%) señaló que quien ordeña, cuenta con los elementos de protección personal; 22 (44%) lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animal; 49 (98%) acerca al becerro para que mame y se finalice con el ordeño; mismo porcentaje que realiza el ordeño sólo una vez. Por último, en 37 (74%) unidades de producción se ordeña manualmente.

6.5. Característica de la infraestructura del área de ordeño

En cuanto a los indicadores de infraestructura e instalaciones, 36 productores correspondientes al 72% mencionó contar con corral de espera para el ordeño; 49 (98%) cuenta con sala de ordeño o área específica para realizar esta actividad; 37 ganaderos (74%) dispone de sistema de inmovilización bajo techo; 49 (98%) cuenta con áreas de ordeño con capacidad para atender a todos los animales; sólo 10 (20%) de las unidades de producción tiene un sistema de almacenamiento de agua potable; 25 (50%) dispone sistema sanitario lejos del área de ordeño; 22 (44%) cuenta con sistema de distribución de agua adecuado a todas las áreas y 35 (75%) remueve con frecuencia el estiércol del establo o lugar del ordeño.

6.6. Asociación de los indicadores de manejo con la presencia de mastitis clínica

De los 10 indicadores indirectos de bienestar durante el ordeño, uno resultó con diferencia estadística significativa, es decir, $p < 0.05$. siete no resultaron significativos toda vez que el nivel de significancia fue igual o mayor al 5% ($p \geq 0.05$)

y en dos casos los 50 productores contestaron que las personas que manejan la vaca son las mismas que ordeñan y que no ordeñan totalmente la vaca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Indicadores indirectos de bienestar (manejo) y su asociación con la presencia de mastitis clínica.

Indicador	p<0.05
1. Lava y seca los pezones antes de iniciar el ordeño	0.704
2. Las personas que manejan a la vaca, son las mismas que ordeñan	. ^a
3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro	0.093
4. Se ordeña totalmente a la vaca	. ^a
5. Se tira la leche con calostro	0.301
6. El ordeñador, cuenta con elementos de protección personal	0.248
7. Los operarios se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animal	0.001*
8. Sellan o ponen al becerro, al finalizar el ordeño	1.000
9. Se ordeña una vez	1.000
10. Tipo de ordeño	0.248

*Significancia $p < 0.05$.

. ^a Es una constante.

Estos resultados, permitieron comprobar que existen indicadores indirectos de bienestar en el manejo, involucrados durante el ordeño, que se asocian significativamente con la presencia de mastitis clínica del ganado bovino en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca. En este caso, el indicador: los operarios se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animal se relacionó con la presencia de mastitis clínica, con un nivel de significancia de 0.001, menor al 0.05 pre establecido.

Relacionado con este hallazgo, Odeón y Romera (2017), sostienen que es necesario tomar en cuenta los factores que se asocian o contribuyen a la aparición de enfermedades, para garantizar el bienestar de los animales y evitar mayores pérdidas económicas. Esto resalta la importancia para el caso de los productores

de Loma Bonita, Oaxaca sobre el cuidado que deben tener los productores antes de iniciar el ordeño de lavar y secar la ubre y los pezones.

No obstante, el resultado obtenido en el presente trabajo, el hecho de que sólo un indicador de manejo se haya asociado con la presencia de mastitis, contrasta con los 17 indicadores indirectos relacionados significativamente con la presencia de mastitis en cinco municipios de la provincia de Pamplona, reportados por Mendoza *et al.* (2017). También contrastan con 14 indicadores de protección contra la mastitis con nivel de significancia con nivel de significancia $p \leq 0.05$, reportados por Calderón *et al.* (2009). Estas diferencias se pueden deber a que, en los trabajos antes citados, la determinación de la mastitis subclínica se realizó a través de la prueba de California, por lo que se tratan de análisis más detallados y precisos.

Del mismo modo, los resultados difieren del estudio de Mbindyo *et al.* (2020), quienes analizaron 14 factores de riesgo, encontrando que ocho de ellos se asociaron significativamente ($p \leq 0.05$) con la presencia tanto de mastitis clínica como subclínica en vacas lecheras de Embu y Kajjado, Kenia. Vissio *et al.* (2020) reportaron que, de ocho factores de riesgo, cinco se asociaron significativamente a la incidencia de mastitis clínica de vacas Holstein en sistemas de producción de Córdoba, Argentina. En el mismo sentido, Mora *et al.* (2015) reportaron que, de 10 factores de riesgo, ocho de ellos incidieron significativamente sobre la ocurrencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica.

Las diferencias en los resultados de las investigaciones mencionadas, podrían deberse a la diversidad factores de riesgo empleados, los cuales incluyen algunos

no utilizados el presente estudio. En este caso, solo un indicador de manejo se relacionó de manera significativa con la presencia de mastitis. Sin embargo, los diez indicadores guardan una relación estrecha con la presencia de mastitis en los hatos bovinos, por ello, a continuación, se discutirán sus resultados en esta investigación.

6.6.1. Lavado y secado de los pezones. Aunque en este estudio no se encontró una relación significativa entre la higiene de los pezones y la presencia de mastitis clínica, existen múltiples autores que han reportado este indicador como determinante de la presencia de esta enfermedad. Al respecto, Kruze (1998), señala que la mayoría de los casos de mastitis son de origen microbiano y el nivel de infección depende del grado de exposición de los pezones a los patógenos mamarios. Por lo tanto, las medidas higiénicas durante el proceso de ordeña, son importantes porque reducen o eliminan la concentración de microorganismos en la piel, disminuyendo el riesgo de infectar las glándulas y padecer mastitis (Calderón *et al.*, 2009).

Los resultados de este estudio difieren con el estudio de Medrano *et al.* (2021); Cuenca *et al.* (2021) y Calderón *et al.* (2009) quienes encontraron que la limpieza y secado de los pezones fue un factor de protección para evitar la infección de mastitis.

También Alvarado *et al.* (2019) hallaron una correlación significativa y negativa con la prevalencia de mastitis subclínica ($r=-0.633^{**}$), deduciendo que, el productor que no realiza un adecuado lavado de ubre incrementa la probabilidad de presentar la enfermedad en el hato. Del mismo modo Mendoza *et al.* (2017) reportan a la falta

de higiene por no lavar ni secar los pezones de la ubre de la vaca como un factor asociado a la presencia de un mayor número de vacas con mastitis en hatos bovinos de la provincia, Norte de Santander, Colombia.

El resultado de este indicador soporta lo planteado por autores como Calderón *et al.* (2008), en cuanto a que en ocasiones los productores y/o encargados de la ordeña le dan más importancia a la velocidad del ordeño que, al cuidado de higiene de la vaca, realizando la actividad del ordeño de manera repetitiva, pero sin una buena limpieza.

6.6.2. Las personas que manejan a la vaca son las mismas que ordeñan.

Este indicador indirecto de bienestar no permitió obtener un nivel de significancia debido a que el 100% de los productores contestó que sí, a la pregunta correspondiente. Por lo que el análisis la prueba exacta de Fisher la consideró como una constante (Cuadro 2). Este resultado es diferente a lo que reporta Mendoza *et al.* (2017), quienes sí encontraron una asociación significativa (0.01) entre este indicador y la presencia de mastitis bovina.

Sobre este indicador, Calderón *et al.* (2009), mencionan que el manejo o sujeción de los miembros posteriores de las vacas por operarios diferentes a los ordeñadores se considera como un factor de protección para la mastitis bovina en sistemas de doble propósito.

El hecho de que en todas las unidades de producción las personas que manejan sean las mismas que ordeñan, es un indicativo de una práctica inadecuada, sobre todo si después de manejar el operario no se lava las manos antes de entrar en

contacto con la ubre y pezones de la vaca. En este sentido, Yera y Ramírez (2016), encontraron que la presencia de mastitis clínica fue similar en los cuartos anteriores y posteriores de vacas productoras de leche, debido a que microorganismos ambientales llegan a los pezones entre ordeños, en circunstancias de poca higiene y, además, los agentes infecciosos se transmiten fácilmente de un animal a otro durante el acto del ordeño a través de las manos de los ordeñadores y pueden colonizar el canal del pezón sin distinción de la posición.

Sobre lo anterior, Bedolla y Ponce de León (2008), señalan que la infección de la glándula mamaria ocurre a través del pezón a partir de dos fuentes principales de contaminación: la ubre infectada y el medio. En este sentido, la contaminación de las manos de los ordeñadores puede diseminar con rapidez la infección, ya sea por la suciedad del estiércol que se puede encontrar en el lazo para manear, o bien, por la infección de los pezones de otros animales, tomando importancia el lavado de manos antes de iniciar el ordeño.

Así, se considera que las prácticas inapropiadas en la rutina del ordeño, como el manear a la vaca y no lavarse las manos al iniciar el ordeño conduce a la propagación de la enfermedad en el hato, dificultando el control para el productor, incrementando los costos por tratamiento e impidiendo una producción (leche) de calidad (Pinzón *et al.*, 2009).

Ramírez *et al.* (2011b) advierten que en caso de requerirse el maneado de las vacas, este procedimiento lo debe efectuar una persona que no ordeñe. Si lo realiza

el mismo ordeñador, se debe lavar las manos antes de tener contacto con los pezones.

6.6.3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro. El nivel de significancia de este indicador para determinar su relación con la presencia de mastitis clínica fue de 0.093, por lo que resultó no significativo al nivel del 5% (Cuadro 2). Este resultado es contrario a lo encontrado por Calderón *et al.* (2009), quienes reportan una asociación significativa de 0.000 entre ambas variables en su estudio de factores de protección para la mastitis bovina en unidades de producción de doble propósito en el municipio de Montería, Colombia. Estos autores sostienen que cuando el ordeño se hace con el apoyo del ternero, se le brinda protección a la vaca contra la mastitis bovina, el uso del becerro es para que la leche baje de manera natural, cuando se deja un cuarto al becerro, es para que él se alimente y también lo deje vacío, en el estudio de Calderón *et al.* (2009), se probó que hay menos casos de mastitis, cuando se utiliza al becerro y se aplica un sellado.

Martínez *et al.* (2012), reportaron para unidades de producción de una comunidad de la región del Papaloapan perteneciente al estado de Veracruz, México con condiciones agroclimáticas similares a las de Loma Bonita, Oaxaca que, en la mayoría de los hatos se realiza la ordeña estimulando la liberación de la leche con el apoyo del becerro, y en ocasiones con la ayuda de hormonas aplicadas vía exógena.

Sobre este tema Martín (2013) menciona que la liberación de oxitocina que estimula la bajada de leche se puede producir al amamantar al becerro, cuando se inicia el

ordeño al reconocer el lugar, olores y sonidos de la sala y máquina de ordeño. También señala que en algunos ranchos donde la vaca se encuentra asustada, se produce la adrenalina que interfiere la acción de la oxitocina, recurriéndose a la aplicación de inyección intramuscular o intravenosa para mejorar la producción.

Tomando en cuenta lo mencionado, los productores deberán evitar situaciones de estrés que inhiban la producción de oxitocina. Además, deberán aprovechar el pico de flujo para permitir un ordeño suave y que no produzca congestiones, es decir, el aumento de leche que permanece en la ubre después del ordeño, debido a que no es capaz de salir. Un estrés agudo provocado durante el ordeño además de reducir la producción de leche, afecta la salud y el bienestar de las vacas (Martín, 2013).

6.6.4. Se ordeña totalmente a la vaca. Para este indicador, no se obtuvo un coeficiente de significancia, debido a que el 100% de los productores mencionaron que no ordeñan totalmente a las vacas en producción. De acuerdo con Reyes *et al.* (2011), entre las prácticas de manejo e higiene se encuentra el exprimido de la ubre, que consiste en presionar la ubre de arriba abajo para extraer la leche residual y hacer un ordeño profundo, sobre todo en vacas de ordeño lento. Con esto se puede prevenir el crecimiento de microorganismos causantes de la mayoría de las mastitis.

6.6.5. Tira la leche con calostro. El nivel de significancia fue de 0.301 (Cuadro 2), contrario a lo hallado por Mendoza *et al.* (2017) quienes reportan una significancia de 0.016, que implica que cuando no se retira la leche con calostro existen mayores probabilidades de que las vacas contraigan mastitis.

En su estudio Martínez *et al.* (2022) reportan como factor de manejo preventivo para las vacas productoras de leche del municipio de Loma Bonita, Oaxaca el ordeñar por lo menos dos veces al día el calostro sobrante y la desinfección de ubres antes de ordeñar. Al respecto, Reyes *et al.* (2011) mencionan que ordeñar el calostro residual es benéfico para la salud de la vaca. El retiro total del calostro puede hacerse de manera manual (desagüe) así se evitarán problemas de mastitis.

6.6.6. El ordeñador cuenta con elementos de protección personal. El nivel de significancia de 0.248 concuerda con los hallazgos de Álvarez *et al.* (2020), quienes observaron que los trabajadores de una finca de ordeño de ganado bovino en Ecuador tampoco hacen uso de guantes, gorros y mascarillas, que pudieran evitar contaminación de la ubre y de la leche. Por el contrario, difiere de lo reportado por Mendoza *et al.* (2017) donde el estado de limpieza de la ropa (sucia) del personal que participa en el ordeño y el uso de vestimenta inadecuada, se asoció con una mayor presencia de mastitis bovina en unidades de producción de Colombia.

Sobre este tema Ramírez *et al.* (2011b) mencionan que tanto en la ordeña manual como mecánica las personas que realizan la actividad deben tener muy buenos hábitos higiénicos, lo cual incluye ropa limpia. Del mismo modo Quirós (1984) señala

que debido a que la mastitis es producida por microbios o gérmenes que no se pueden apreciar a simple vista, sino solo en laboratorio por medio de microscopio, es muy probable que estos organismos se encuentren dispersos en el ambiente, que incluye la ropa sucia del ordeñador, por lo que se debe procurar realizar la ordeña con ropa apropiada e higiénica.

6.6.7. Los operarios se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animal. Este indicador resultó con un nivel de significancia de 0.001 (Cuadro 2), esto coincide con lo encontrado por Mendoza *et al.* (2017) en fincas bovinas lecheras de Colombia, donde el hecho de que los operarios no se laven las manos antes de iniciar el ordeño y al cambiar de animal se relaciona a una mayor presencia de mastitis.

Los resultados del presente trabajo concuerdan con lo reportado por Santivañes *et al.* (2013), quienes encontraron que la ausencia de higiene en las manos antes de iniciar el ordeño aumenta el riesgo 2.1 veces que si hubiera presencia de higiene en las manos. Moriano *et al.* (2020) reportaron que una vaca tiene 3.08 veces de probabilidad de presentar mastitis si existe deficiente higiene de las manos del ordeñador. El análisis de chi cuadrado del trabajo citado, mostró una asociación estadísticamente significativa (0.01) entre ambas variables.

Ramírez *et al.* (2011a), encontraron que el 77.3% de los ordeñadores no se lavan las manos al iniciar el ordeño, y el 92.8% no lo hace al cambiar de vaca. Concluyen que cuando los operarios se lavan las manos, se contribuye a proteger a la vaca contra la mastitis en sistema bovinos lecheros de Antioquia, Colombia.

6.6.8. Sellan o ponen al becerro al finalizar el ordeño. Este indicador no se asoció significativamente con la presencia de mastitis clínica, debido al coeficiente de significación de 1.000. El resultado para este caso difiere de lo señalado por Mendoza *et al.* (2017), en relación a que las unidades de producción donde raramente se utilizan los procesos de sellado y pre-sellado, se pueden incrementar de manera considerable los niveles de mastitis.

En un estudio conducido por Álvarez *et al.* (2020), para apreciar las condiciones de vida de las hembras bovinas lecheras de una unidad de producción ubicada en cantón Santa Rosa provincia de El Oro, Ecuador, concluyen que a pesar de que existen deficiencias durante el ordeño, una de las actividades que es muy importante para mantener la salud de las ubres de las vacas, es el uso de terneros que culminan el proceso extractivo de la leche y sellan los pezones con saliva, lo que garantiza un bajo índice de mastitis.

En la misma línea, Calderón *et al.* (2009) argumentan que el colocar el ternero para que mame los pezones y tome leche residual, contribuye para que los patógenos infecciosos y ambientales no puedan colonizar el interior de la ubre, debido a que las vacas permanecen más tiempo de pie por el mamado de los becerros de la leche residual, evitando que las vacas se acuesten aún con sus esfínteres abiertos sobre superficies altamente contaminadas.

Para Chacón *et al.* (2006) el empleo de selladores en la punta del pezón impide la entrada de material extraño o gérmenes en la ubre, lo que tiene una incidencia directa en la reducción del riesgo de infección de mastitis. Con ello, se impacta

directamente en el aumento de la producción de leche, en la reducción de descarte de animales y en los costos veterinarios y de manejo.

Bedolla y Ponce de León (2008) mencionan que la finalidad de usar selladores o inmersiones de pezones son: a) eliminar la gota de leche que queda en el pezón (con lo cual se elimina el contagio de organismos de mastitis por las moscas de una vaca a otra); b) matar los organismos que están en el pezón en el momento de la inmersión de este y c) dejar una película de la solución desinfectante en los pezones entre ordeños.

Ramírez *et al.* (2011a) también reportan que, aunque el sellado adecuado es un factor de protección contra la mastitis, no encontraron asociación significativa ($p > 0.05$) en una muestra de 877 vacas de granjas lecheras del altiplano norte de Antioquia, Colombia.

6.6.9. Se ordeña una vez. El nivel de significancia de 1.000 no muestra una relación con la presencia de mastitis. Este puede ser un indicativo de que, en la mayoría de las unidades de producción del municipio de Loma Bonita, Oaxaca es común que los productores al igual que otros ganaderos de la región realizan el ordeño una vez por día (Martínez *et al.*, 2012), lo cual reduce la exposición de la vaca a situaciones de contacto con las manos sucias, en relación a cuando se ordeña más de una vez durante el día. Sin embargo, se deberá continuar indagando sobre este indicador, para llegar a deducciones más precisas, entres más contacto se tenga con vacas enfermas, habrá más casos de mastitis, esto por no tener un lavado de mano adecuado.

Saidani *et al.* (2018) advierten que cuando la producción de leche se hace de forma intensiva aumenta la incidencia de mastitis, debido a la concentración de patógenos y el aumento de lesiones en las ubres, por lo que los microbios se transmiten fácilmente entre los animales.

6.6.10. Tipo de ordeño. En cuanto al tipo de ordeño no se encontró una relación significativa (0.248) con la presencia de mastitis clínica. Situación similar es reportada por Pérez *et al.* (2022) quienes tampoco hallaron diferencias estadísticas entre la prevalencia de mastitis subclínica y el ordeño manual y mecánico. En otras palabras, la presencia de mastitis en ambos tipos de ordeño fue similar para ganado bovino de doble propósito en el estado de Sonora, México.

Ramírez *et al.* (2011a) también reportan hallazgos similares para ganado bovino lechero en Colombia, debido a que, si bien el ordeño manual se mostró como un factor protector contra la presencia de mastitis, la asociación no fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$), es decir, las diferencias en el porcentaje de vacas con mastitis bajo ordeño mecánico (37.7%) fue similar al porcentaje de vacas con mastitis bajo ordeño manual (42.8%).

Los resultados difieren de los reportados por Cuenca *et al.*, (2021) que muestran que el ordeño mecánico incrementa las posibilidades de presencia de la mastitis subclínica en 23 unidades de producción analizadas, pertenecientes a la provincia del Cañar, parroquia Biblián en Ecuador.

También difieren de los resultados del trabajo de Rodríguez (2006) donde un mayor efecto de la infección por mastitis se presentó en hatos con ordeño mecánico (62%)

contra un 48% de vacas infectadas bajo ordeño manual. Esta situación se puede deber, a que en ambos casos se presenta un continuo contacto y mal manejo de los animales por parte de los operarios, al momento de llevar a cabo la ordeña.

6.7. Asociación de los indicadores de instalaciones con la presencia de mastitis clínica

Cuadro 3. Indicadores indirectos de bienestar (instalaciones) y su asociación con la presencia de mastitis clínica.

Indicador	p<0.05
1. Disponibilidad de corral de espera para el ordeño	0.476
2. Cuenta con área de ordeño	1.000
3. Existe un sistema de inmovilización bajo techo	0.445
4. Cuenta con área de ordeño con capacidad para atender a todos los animales	1.000
5. Cuenta con sistema de almacenamiento de agua potable	1.000
6. Cuenta con sistema de sanitario lejos del área de ordeño	0.496
7. Existe un sistema de distribución de agua adecuado en todas las áreas	1.000
8. Remueve con frecuencia el estiércol del establo o el lugar del ordeño	0.468

En cuanto a la infraestructura e instalaciones que intervienen durante el ordeño, ninguno de los ocho indicadores incluidos en el análisis resultó con nivel de significancia menor al 5% (Cuadro 3). Con ello, se rechaza la segunda hipótesis de investigación planteada: H2. Existen indicadores indirectos de bienestar de las instalaciones, involucradas durante el ordeño, que se asocian significativamente con la presencia de mastitis clínica del ganado bovino en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca.

A pesar de los resultados obtenidos, a continuación, se analiza y discute cada uno de los indicadores de las instalaciones empleados, debido a que existe evidencia de sus efectos sobre la presencia de mastitis bovina.

6.7.1. Disponibilidad de corral de espera para el ordeño. La relación entre este indicador y la presencia de mastitis clínica no resultó significativa, ya que el nivel de significancia fue de 0.476, es decir, superior al 5%. Este resultado contrasta con los resultados presentados en el estudio de Mendoza *et al.* (2017), quienes obtuvieron una significancia de 0.001.

En su trabajo Silva *et al.* (2017) reportan que el alojamiento adecuado de las vacas al interior de las unidades de producción es importante. Resaltan la limpieza de las áreas por donde deambula el ganado, incluyendo la sala de espera. Esto debido a que la falta de higiene de esta área influye en la limpieza corporal de los animales, incluidas patas, ubres y flancos que se consideran como un factor de riesgo para la presencia de mastitis, cojeras y problemas gastrointestinales, por lo que se pone en riesgo la salud y el bienestar de las vacas.

6.7.2. Cuenta con área de ordeño. Para este indicador se obtuvo un coeficiente de significancia de 1.000. Esto contrasta con lo encontrado por Alvarado *et al.* (2019), quienes reportan que el no contar con un área de ordeño exclusivo se relaciona con la presencia de mastitis, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0.826 y nivel de significancia menor al 1% ($p < 0.01$).

6.7.3. Existe un sistema de inmovilización bajo techo. El nivel de significancia para este indicador fue de 0.445. Situación diferente a lo reportado en el trabajo de Mendoza *et al.* (2017), donde la ausencia de un sistema de inmovilización bajo techo se relacionó con una mayor presencia de mastitis con un nivel de significancia de 0.003.

Aunque en su trabajo Alvarado *et al.* (2019) no incluyeron el sistema de inmovilización, si encontraron que el no realizar el ordeño bajo techo se relacionó con la presencia de mastitis en unidades de producción bovinas del Perú.

6.7.4. Cuenta con área de ordeño con capacidad para atender a todos los animales. La mayor parte de los productores encuestados, cuenta con una pequeña cantidad de animales, por lo que las dimensiones del área de ordeño se ajustan al número de vacas en producción. El valor del nivel de significancia en este caso fue de 1.000 ($p > 0.05$). Este resultado difiere con lo reportado por Mendoza *et al.* (2017) quienes hallaron una relación entre no contar con áreas de ordeño con capacidad para atender a todos los animales y la presencia de mastitis, con nivel de significancia de 0.016.

El problema de no contar con una sala o área de ordeña que permita atender a todos los animales, influye de dos maneras: en primer lugar, por el tiempo de espera de los animales, lo que puede inhibir la liberación de oxitocina y dificultar el ordeño, sobre todo cuando se trata de ordeño mecánico. En este caso también es importante el ancho de los pasillos de entrada y salida, así como la limpieza de la sala (Kido *et al.*, 2022). En este sentido, se plantea que la combinación de un manejo deficiente, falta de instalaciones, mal diseño e higiene de las mismas y falta de mantenimiento, repercuten directamente en el bienestar animal al ser fuentes de caídas, golpes e incluso muertes (Arias *et al.*, 2008; Valdez *et al.*, 2019).

6.7.5. Cuenta con sistema de almacenamiento de agua potable. Este indicador tampoco resultó con nivel de significancia inferior al 5%. De hecho, éste fue de 1.000. Esto difiere de los hallazgos de Mendoza *et al.* (2017), en el que el no contar con un sistema de almacenamiento de agua potable en la sala de ordeño, se relaciona con la presencia de mastitis subclínica.

Sobre este tema, Álvarez *et al.* (2020) mencionan que un aspecto fundamental para cuidar la salud y el bienestar del ganado bovino es el contar con agua de calidad y un suministro permanente para que los animales puedan hidratarse cuando lo requieran. No obstante, esto requiere de inversiones considerables, por lo que es complicado que los productores del municipio puedan implementar este tipo de estrategias. En este caso se pudo observar que, si bien la mayor parte de las unidades de producción contaban con puntos de acceso al agua, estos eran suministrados de manera periódica y no se lavaban permanentemente, por lo que el agua se tornaba turbia.

Sobre este tema Rosas *et al.* (2019) señalan que, como parte de las instalaciones de las unidades de producción bovinas, se debe considerar la colocación de bebederos, el flujo de agua, para garantizar la disponibilidad del líquido y su consumo, evitando situaciones de estrés a los animales y que sean vulnerables a las enfermedades. Así pues, se considera que más que solo contar con suministros de agua, es muy importante la cantidad correcta de bebederos, la higiene de estos y el proporcionar al ganado la cantidad adecuada, para evitar periodos prolongados de sed y estrés (Zamora *et al.*, 2021).

6.7.6. Cuenta con sistema de sanitario lejos del área de ordeño. El valor de la significancia obtenido en este estudio fue de 0.496 para esta variable y la presencia de mastitis. Esto resultados son contrarios a los reportados por Mendoza *et al.* (2017), donde la asociación entre el no contar con un sistema sanitario lejos del área de ordeña y la presencia de mastitis se asoció con un nivel del 0.021.

6.7.7. Existe un sistema de distribución de agua adecuado en todas las áreas. De la misma manera, este indicador mostró una relación con nivel de significancia mayor al 0.05, ya que se obtuvo un coeficiente de 1.000. Esta situación contrasta con lo reportado por Mendoza *et al.* (2017), donde el nivel de asociación entre esta variable y la mastitis bovina registró un nivel de significancia de 0.03.

6.7.8. Remueve con frecuencia el estiércol del establo o el lugar del ordeño. Finalmente, a pesar de que el 75% de los productores encuestados indicó remover con frecuencia el estiércol del establo o lugar del ordeño, el nivel de significancia con la presencia de mastitis clínica, no resultó significativo, al obtenerse un valor de 0.468 de significancia. Esto contrasta con lo reportado por Mendoza *et al.* (2017), donde la significancia fue de 0.043.

A pesar de lo mencionado por la mayoría de los productores, se pudo observar una mala higiene dentro de la sala de ordeño, aspecto que se considera como uno de los principales factores para que las bacterias causantes de mastitis puedan diseminarse. Sobre esto, Medrano *et al.* (2020) reportan haber encontrado una alta prevalencia de mastitis en fincas lecheras de Colombia, lo que indica una alarma

para los productores por los errores cometidos durante la rutina de ordeño y la higiene de la sala de ordeño.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

1. El trabajo permitió determinar la existencia de una asociación entre el indicador indirecto de bienestar de lavar las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animal con la presencia de mastitis clínica, con lo que se comprueba la primera hipótesis planteada. No obstante, no se encontraron asociaciones entre los nueve indicadores restantes de bienestar de manejo y la presencia de mastitis clínica.

2. Ninguno de los indicadores referentes a las instalaciones se relacionó con la mastitis clínica por lo que se rechazó la segunda hipótesis de investigación. La explicación puede estar en el tipo de indicadores empleados en el estudio que probablemente no afecten la higiene y salud de las vacas. Esto implica que se deberán incluir en futuros estudios, indicadores de la higiene de las áreas donde el ganado confina, transita y descansa. Por ejemplo, la presencia de lodo, pisos lisos, entre otros que puedan estar relacionados con el contagio de mastitis clínica por la falta de higiene de las instalaciones.

7.2. Recomendaciones

1. Es necesario implementar programas de capacitación permanente a productores y operarios a fin de ejecutar actividades de manejo antes, durante y después del ordeño, relacionadas a la prevención de mastitis clínica y subclínica, las cuales por lo regular son de bajo o nulo costo y contribuyen a reducir los riesgos de infección.

2. En la presente investigación se analizaron algunos indicadores indirectos de bienestar relacionados con el manejo e instalaciones que intervienen en el ordeño. Sin embargo, debido a que la mastitis se presenta por múltiples factores, será necesario incluir en futuras investigaciones otros indicadores como la higiene de las instalaciones, características de los animales y del medio ambiente.

8. LITERATURA CITADA

- Aguilera B.A.M, Urbano C.E.X, Jaimes B.C.P. 2014. Bacterias patógenas en leche cruda: problema de salud pública e inocuidad alimentaria. Ciencia y Agricultura. 11(2):83-93.
- Alvarado C.W, González M.J, Quilcate P.C, Saucedo U. J, Bardales D.J. 2019. Factores de prevalencia de mastitis subclínica en vacas lecheras del distrito de Florida, Región Amazonas, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 30(2):923-931.
- Álvarez D.C.A, Ruiz P.A.M, Vargas G.O.N, Sánchez Q.Á.R. 2020. Valoración del bienestar animal en una finca lechera bovina. Agroecosistemas. Revista para la transformación agraria sostenible. 8(3):83-92.
- Andrade R.M, Muñoz E.M, Artieda R.J.R, Ortíz T.P, González S.R, Falcón V.V. 2017. Mastitis bovina y su repercusión en la calidad de la leche. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 18(11):1-16.
- Anónimo. 2012. Atlas de riesgos naturales en el municipio de Loma Bonita, Oax. Disponible en <http://www.proteccioncivil.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2019/03/LomabonitaAR.pdf> Consultado en octubre del 2022.
- Aranguren P.A.J, López O.A, Mendoza C.A., Delgado N. 2009. Efecto de la mastitis clínica y subclínica sobre la concentración plasmática de metabolitos, proteínas totales y albúmina en hembras bovinas. Zootecnia Tropical. 27(1):57-63.

- Arias R.A, Mader T.L, Escobar P.C. 2008. Factores que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Archivos de Medicina Veterinaria. 40(1):7-22.
- Azooz M.F, El-Wakell S. A, Yousef H. M. 2020. Financial and economic analyses of the impact of cattle mastitis on the profitability of Egyptian dairy farms. Veterinary World. 13(9):1750-1759.
- 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(4):1-26.
- Benavides D.A, Pérez R.A, Suárez M.C. 2011. Factores de riesgo asociados a la mastitis bovina y su influencia en la calidad de la leche. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/272566897 Factores de riesgo a sociados a la mastitis bovina y su influencia en la calidad de la leche](https://www.researchgate.net/publication/272566897_Factores_de_riesgo_a_sociados_a_la_mastitis_bovina_y_su_influencia_en_la_calidad_de_la_leche) Consultado en octubre del 2022.
- 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 U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 12(2):61-68.
- Calderón R.A, Jiménez P.G, García C.F. 2008. Determinación de buenas prácticas de ordeño en un grupo de gestión empresarial de ganaderos del altiplano cundiboyacense. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 11(1):143-152.

- Castello M.A. 2021. El bienestar animal como eje de la comunicación digital del sector alimentación: los subsectores cárnico y lácteo. Doxa Comunicación. 33:179-196.
- Chacón V.A, Vargas R.C.F, Jiménez R.M.P. 2006. Incidencia en el conteo de células somáticas de un sellador de barrera (yodo-povidona 0,26%) y un sellador convencional (yoduro 0.44%). Agronomía Mesoamericana. 17(2):2017-2012.
- Chalate M.H, Gallardo L.F, Pérez H.P, Lang O.F.P, Ortega J.E, Vilaboa A.J. 2010. Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México. Zootecnia Trop. 28(3):329-339.
- Contexto ganadero. 2020. Pardo suizo y sus cruces, la funcionalidad y rentabilidad en una raza. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/pardo-suizo-y-sus-cruces-la-funcionalidad-y-rentabilidad-en-una-raza>. Consultado en Enero de 2023.
- Corbellini N.C. S/A. La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de leche. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/la-mastitis-bovina-y-su-impacto-sobre-calidad-de-leche.pdf> Consultado en Febrero 2023.
- Cuenca C.M, García B.D, Reinoso G.L, González R.J, Torracchi C.J. 2021. Detección de mastitis subclínica bovina y factores asociados, en fincas lecheras de la Provincia del Cañar – Biblián, Ecuador. Revista Científica, FCV-LUZ. 31(3):93-97.
- Flores G.A, Jiménez F.G, Castillo S.M, Ruiz de O.C, Covaleda S. 2019. Buenas prácticas ganaderas: Adopción de tecnologías en la Cañada Río Perlas,

- Ocosingo, Chiapas México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22:87-96.
- García C.F.E, Zúñiga L.A, Flórez C.D.C, Cubides C.J.A. 2019. Niveles de ruido durante el ordeño de lecherías con sistemas mecánicos del trópico alto colombiano y su efecto en la calidad de la leche y el bienestar animal. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 30(2):61-68.
- Hans A.S. 2001. Mastitis: Prevención y Control. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 12(2):55-64.
- Hernández B.J.C, Merchán M.A, Benavides S.D.A, Prada Q.C.F. 2015. Agentes etiológicos de la mastitis bovina en municipios con importante producción lechera del departamento de Boyacá. *Revista de Investigación en Salud. Universidad de Boyacá*. 2(2):162-176.
- Herrán L, Romero M, Herrán L. 2017. Interacción humano-animal y prácticas de manejo bovino en subastas colombianas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 28(3):571-585.
- Kido C.M.T, Martínez C.C.J, Zúñiga M.T, Cotera R.J. 2022. Estimación del bienestar animal del bovino lechero en trópico, mediante criterios de acondicionamiento ambiental. *MVZ Córdoba*. 27(3):1-13.
- Kleeberg H.F, Ramos R.J.C. 2009. Aplicación de las técnicas de muestreo en los negocios y la industria. *Ingeniería Industrial*. (27):11-40.
- Kruze J. 1998. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 30(2):7-16.
- Lind D.A, Marchal W.G, Wathen S.A. 2012. *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Decimoquinta edición. México, D.F. 856 p.

- Mancipe A.M.A, Ariza S.Á.C. 2020. Evaluación animal mediante indicadores conductuales en una planta de beneficio bovino en Boyocá, Colombia. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 31(2):1-11.
- Manteca X, Salas M. 2015. Concepto de bienestar animal. Disponible en: http://www.zawec.org/media/com_lazypdf/pdf/Ficha%20ZAWEC%201.pdf. Consultado en octubre del 2022.
- Martín R.M. 2013. La oxitocina en el ordeño, ¿para qué sirve? *Frisona Española*. 33(193):84-86.
- Martínez C.C.J, Cotera R.J, Abad Z.J. 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina de doble propósito en Dobladero, Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 30:816-824.
- Martínez C.C.J, Cotera R.J, Arceo M.O.L, Forsythe D.E, Kido C.M.T. 2015. Agentes y márgenes de comercialización del ganado bovino para abasto en Loma Bonita, Oaxaca. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 36:1188-1198.
- Martínez C.C.J, Kido C.M.T, Ureña C.F.D, Zúñiga M.T, Aguilar M.C.U. 2022. Indicadores indirectos de bienestar bovino en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, México. *Revista Investigaciones Veterinarias del Perú*. 33(1):1-13.
- Martínez G.M, Suárez V.H, Ghezzi M. D. 2016. Bienestar animal en bovinos de leche: selección de indicadores vinculados a la salud y producción. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 42(2):153-160.
- Mbindyo M.C, Gitao C.G, Mule M.C. 2020. Prevalence, etiology, and risk factors of mastitis in dairy cattle in Embu and Kajiado Countries, Kenya. *Veterinary Medicine International*. 2020:1-12.

- Medrano G.C, Zúñiga L.A, García C.F.E. 2020. Evaluación de bienestar animal en fincas bovinas lecheras basadas en pastoreo en Sabana de Bogotá, Colombia. Revista MVZ Córdoba. 25(2):1-14.
- Medrano G.C, Ahumada B.D.G, Romero Z.J.J, Donado G.P. 2021. Prevalencia, incidencia y factores de riesgo de mastitis subclínica en lecherías especializadas en Colombia. Agronomía Mesoamericana. 32(2):487-507.
- Mendivelso F, Rodríguez M. 2018. Prueba chi-cuadrado de independencia aplicada a tablas $2 \times N$. Revista Médica Sanitas. 21(2):92-95.
- 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 de Zootecnia. 64(2):11-24.
- 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.
- Moriano C.Y, Gómez J.W, Gómez U.N.C. 2020. Prevalencia de mastitis subclínica en bovinos criollos (*Bos taurus*) en el distrito de Pacobamba, Andahuaylas, Aparímac, Perú. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. 15:42-46.
- Muñoz D, Strappini A, Gallo C. 2012. Indicadores de bienestar animal para detectar problemas en el cajón de insensibilización de bovinos. Archivos de Medicina Veterinaria. 44(3):297-302.
- Odeón M.M, Romera S.A. 2017. Estrés en ganado: causas y consecuencias. Revista Veterinaria. 28(1):69-77.

- OIE. 2022. Código sanitario para los animales terrestres. Disponible en: <https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-terrestre/>. Consultado en octubre del 2022.
- Oros N.V, Diaz R.P, Vilaboa A.J, Martínez D.J.P, Torres H.G. 2011. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de las Choapas, Veracruz, México. 21(1):57-63.
- Pachón F, Tovar G, Urbina N, Martínez N. 2005. Caracterización del sistema de producción bovino de pequeños y medianos productores del municipio de Utica. Revista Médica Veterinaria y Zootecnia. 52:97-109.
- Paramanandham K, Akshata L.G, Kuralayanapalya P.S, Parimal R. 2021. Global and countrywide prevalence of subclinical and clinical mastitis in dairy cattle and buffaloes by systematic review and meta-analysis. Research in Veterinary Science. 136:561-586.
- Pérez M.R, Padilla R.F, González R.H, De la Cruz L.M, Castañeda V.H, Hernández M.M. 2022. Factores asociados a la prevalencia de mastitis subclínica en ganado bovino de doble propósito. Revista Abanico Veterinario. 12:1-16.
- Pinzón T.A, Moreno V.F.C, Rodríguez M.G. 2009. 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.
- Quirós G.L. 1984. La mastitis bovina. Boletín Divulgativo No. 79. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Departamento de Comunicaciones Agrícola del MAG. Costa Rica. 18 p.

- Raineri C, Antonelli R, Prosdocimi N.B.C, Simionato B.C, Tarazona M.A.M, Gameiro A.H. 2012. Contribución para la evaluación económica de sistemas que procuran el bienestar. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 25:123-134.
- Ramírez M.N, Rueda P.M.L, Ferguson B.G, Jiménez F.G. 2012. Caracterización del sistema agrosilvopastoril en la depresión central de Chiapas. *Avances en Investigación Agropecuaria*.16(2):7-22.
- Ramírez S. J. M. 2015. Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. *Revista CEDAMAZ*. 5(1):12-22.
- Ramírez V.N, Arroyave H.O, Cerón M.M, Jaramillo M, Cerón J, Palacio L.G. 2011a. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. (22):31-42.
- Ramírez V.N, Palacio B.L.G, Cerón A.J.M, Jaramillo V.M.G. 2011b. Mastitis. La enfermedad más costosa en la granja lechera. Prevenir es la clave del éxito. Manual sobre buenas prácticas en producción lechera enfocada al control de la mastitis. Fondo Editorial Biogénesis. Medellín, Colombia, 28 p.
- Reyes J.J.E, Lares B.C.A, Martínez A.C.O. 2011. Manejo sanitario de ganado bovino de doble propósito. Fundación PRODUCE Sinaloa-SAGARPA-Gobierno del Estado de Sinaloa. 31 p.
- Rodríguez M.G. 2006. Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. (12):35-55.

- Rojas M.C, Loza R.E, Rodríguez C.S.D, Figueroa M.J.V, Aguilar R.F, Lagunes Q.R.E, Morales Á.J.F, Santillán F.M.A, Socci E.G.A, Álvarez M.J.A. 2021. Antecedentes y perspectivas de algunas enfermedades prioritarias que afectan a la ganadería bovina en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 12(Supl 3):111-148.
- Romero S. M. 2011. La prueba chi-cuadrado o ji-cuadrado. *Enfermería del Trabajo* 1(1):31-38.
- Rosas V.U, Ortega C.M.E, Pérez R.P, Ayala R.J.M, Aranda O.G, Sánchez T.E.M.T. 2019. Producción de ganado bovino de carne con bienestar animal. *Agro productividad*. 12(10):41-46.
- 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 antimicrobiana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 29(1):226-239.
- Santivañes B.C.S, Gómez Q. O. E, Cárdenas V.Á, Escobedo E.M.H, Bustinza C.R.H, Peña S.J. 2013. Prevalencia de mastitis y factores asociados a la mastitis subclínica bovina en los Andes peruanos. *Veterinaria y Zootecnia*. 7(2):92-104.
- Saidani K, López S.C, Ziam H, Hamiroune M, Righi S, Díez B.P, Panadero F.R, Fernández R.G. 2018. La mastitis bovina clínica en el norte de Argelia: Factores de riesgo y plan de control. *Livestock Research for Rural Development*. 30(8). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd30/8/cont3008.htm>
- SIAP. 2022. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Disponible en: http://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/. Consultado en noviembre de 2022.

- Silva S.M.Á, Torres C.M.G, Brunett P.L, Peralta O.J.G, Jiménez B.M.R. 2017. Evaluación del bienestar de vacas lecheras en sistemas de producción a pequeña escala aplicado el protocolo propuesto por Welfare Quality®. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 8(1):53-60.
- Soto M.V.H, Alaníz M.J.L, Pech C.J.M. 2019. Un año de observaciones meteorológicas en Loma Bonita, Oax., México; una referencia climatológica para su industria agropecuaria. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*. 7(2): 206-2021.
- Tafur G.A, Acosta B.J.M. 2006. Bienestar animal: nuevo reto para la ganadería. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Instituto Colombiano Agropecuario. 19 p.
- Temple D, Mainau E, Manteca X. 2014. Bienestar durante el ordeño. Nota práctica. Farm Animal Welfare Education Center (FAWEC). Disponible en: https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/Nota-n-l-ordeo-Esp.pdf
Consultado en: marzo de 2021.
- Torres Y, Rivas J, De Pablo H.C, Perea J, Toro M.P, Angón E, García A. 2014. Identificación e implementación de paquetes tecnológico en ganadería vacuna de doble propósito. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*.5(4):393-407.
- Trujillo C.M, Gallego A.F, Ramírez N, Palacio L.G. 2011. Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuarias*. 24:11-18.
- Valdez A.L, Ramírez M.M, Rayas A.A, Díaz R.M, Jiménez G.J, García G.M, Miranda L.G, Cruz M.R, Ramírez B.E. 2019. Problemas productivos y reproductivos

- por deficiencias minerales en bovinos de algunas regiones tropicales de México. *Agro productividad*. 12(12):11-18.
- Valle S.K.E. 2021. Mastitis y calidad de la leche en bovinos lecheros. Facultad de Ciencias Pecuarias. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 43 p.
- Vilaboa A, Diaz R.J, Ruiz R.O, Platas R.D.E, Gonzales M.S, Juárez L.F. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.10(19):53-62.
- Villa M.C.I, Tena M.J, Tzintzun R, Val D. 2008. Caracterización de los sistemas ganaderos en dos comunidades del municipio de Tuzantlan de la Región de Tierra Caliente, Michoacán. *Avances en Investigación Agropecuaria* 12(2):45-57.
- Vissio C, Pereyra M, Lamberti M, Bonetto C, Larriestra A. 2020. Mastitis en vacas Holstein y factores asociados en tambos de Córdoba, Argentina. *Revista Veterinaria*. 31(2):120-125.
- Welfare Quality® (2009). Welfare Quality Assessment protocol for cattle. Disponible en: <https://edepot.wur.nl/233467>. Consultado en octubre del 2022.
- Yera P. G, Ramírez W. 2016. La prevalencia de mastitis clínica en vacas mestizas Holstein x Cebú. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 17(3):1-7.
- Zamora S.R, Camacho S.J, Castañeda S.M.P, Elizondo S.J. 2021. Evaluación de pollos con el protocolo Welfare Quality® Project a nivel comercial en Costa Rica. *UNED RES J*. 13(2):1-18.

□ **Anexo 1. Cuestionario aplicado a productores de ganado bovino de Loma Bonita, Oaxaca**

Parte I. Datos generales del productor

1. Edad del productor _____
2. Sexo del productor _____
3. Años dedicados a la ganadería bovina (experiencia) _____
4. ¿Hasta qué año estudió? _____
5. Número de trabajadores en la unidad de producción _____

Parte II. Datos generales de la unidad de producción

1. No. de hectáreas con las que cuenta _____
2. No. de animales que conforman el hato al momento de aplicar la encuesta _____
3. No. de vacas en producción al momento de aplicar la encuesta _____
4. Número de vacas con mastitis durante el último año _____
5. Razas que predominan en la ordeña _____
6. No. de litros obtenidos en promedio por día _____
7. Periodo de lactancia de la vaca en promedio _____

Parte III. Datos del manejo antes, durante y después de la ordeña

1. Lava y seca los pezones antes de iniciar el ordeño _____
2. Las personas que manejan a la vaca, son las mismas que ordeñan _____
3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro _____
4. Se ordeña totalmente a la vaca _____

5. Se tiran la leche con calostro _____
6. Quien ordeña, cuenta con elementos de protección personal _____
7. Los operarios se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animales _____
8. Sellan o ponen al becerro, al finalizar el ordeño _____
9. Se ordeña una vez _____
10. Tipo de ordeño _____

Parte IV. Datos de las instalaciones de ordeña

1. Cuenta con corral de espera para el ordeño _____
2. Cuenta con área de ordeño _____
3. Existe un sistema de inmovilización bajo techo _____
4. Cuenta con área de ordeño con capacidad para atender a todos los animales _____
5. Cuenta con sistema de almacenamiento de agua potable _____
6. Cuenta con sistema de sanitario lejos del área de ordeño _____
7. Existe un sistema de distribución de agua adecuado _____
8. Remueve con frecuencia el estiércol del establo o el lugar del ordeño _____

Anexo 2. Frecuencias obtenidas y esperadas de los indicadores de manejo y la presencia de mastitis clínica.

Indicador de bienestar (manejo)	Presencia de mastitis	
	No	Si
1. Lava y seca los pezones antes de iniciar el ordeño	No	Si
	8. ^E	2.9 ^E
2. Las personas que manejan a la vaca, son las mismas que ordeñan	No	Si
	28. ^O	11. ^O
3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro	No	Si
	28.9 ^E	10.1 ^E
4. Se ordeña totalmente a la vaca	No	Si
	11. ^O	0. ^O
5. Se tira la leche con calostro	No	Si
	8.6 ^E	2.4 ^E
6. Quien ordeña, cuenta con elementos de protección personal	No	Si
	28. ^O	11. ^O
7. Los operadores se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animales	No	Si
	30.4 ^E	8.6 ^E
8. Sellan o ponen al becerro, al finalizar el ordeño	No	Si
	11. ^O	0. ^O
9. Se ordeña una vez	No	Si
	11.0 ^E	0. ^E
10. Tipo de ordeño	No	Si
	39. ^O	0. ^O
1. Lava y seca los pezones antes de iniciar el ordeño	No	Si
	39.0 ^E	0. ^E
2. Las personas que manejan a la vaca, son las mismas que ordeñan	No	Si
	11. ^O	0. ^O
3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro	No	Si
	9.9 ^E	1.1 ^E
4. Se ordeña totalmente a la vaca	No	Si
	36. ^O	3. ^O
5. Se tira la leche con calostro	No	Si
	35.1 ^E	3.9 ^E
6. Quien ordeña, cuenta con elementos de protección personal	No	Si
	1. ^O	10. ^O
7. Los operadores se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animales	No	Si
	2.9 ^E	8.1 ^E
8. Sellan o ponen al becerro, al finalizar el ordeño	No	Si
	12. ^O	27. ^O
9. Se ordeña una vez	No	Si
	10.1 ^E	28.9 ^E
10. Tipo de ordeño	No	Si
	1. ^O	10. ^O
1. Lava y seca los pezones antes de iniciar el ordeño	No	Si
	6.2 ^E	4.8 ^E
2. Las personas que manejan a la vaca, son las mismas que ordeñan	No	Si
	27. ^O	12. ^O
3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro	No	Si
	21.8 ^E	17.2 ^E
4. Se ordeña totalmente a la vaca	No	Si
	0. ^O	11. ^O
5. Se tira la leche con calostro	No	Si
	0.2 ^E	10.8 ^E
6. Quien ordeña, cuenta con elementos de protección personal	No	Si
	1. ^O	38. ^O
7. Los operadores se lavan las manos al iniciar el ordeño y al cambio de animales	No	Si
	0.8 ^E	38.2 ^E
8. Sellan o ponen al becerro, al finalizar el ordeño	No	Si
	11. ^O	0. ^O
9. Se ordeña una vez	No	Si
	10.8 ^E	0.2 ^E
10. Tipo de ordeño	No	Si
	38. ^O	1. ^O
1. Lava y seca los pezones antes de iniciar el ordeño	No	Si
	38.2 ^E	0.8 ^E
2. Las personas que manejan a la vaca, son las mismas que ordeñan	No	Si
	10. ^O	1. ^O
3. El ordeño se hace con el apoyo del becerro	No	Si
	8.1 ^E	2.9 ^E
4. Se ordeña totalmente a la vaca	No	Si
	27. ^O	12. ^O
5. Se tira la leche con calostro	No	Si
	28.9 ^E	10.1 ^E

Anexo 3. Frecuencias obtenidas y esperadas de los indicadores de las instalaciones y la presencia de mastitis clínica.

Indicador de bienestar (infraestructura)	Presencia de mastitis	
	No	Si
1. Disponibilidad de corral de espera para el ordeño	No	Si
	3.1 ^E	7.9 ^E
2. Cuenta con área de ordeño	No	Si
	0.2 ^E	10.8 ^E
3. Existe un sistema de inmovilización bajo techo	No	Si
	2.9 ^E	8.1 ^E
4. Cuenta con área de ordeño con capacidad para atender a todos los animales	No	Si
	0.2 ^E	10.8 ^E
5. Cuenta con sistema de almacenamiento de agua potable	No	Si
	8.8 ^E	2.2 ^E
6. Cuenta con sistema de sanitario lejos del área de ordeño	No	Si
	5.5 ^E	5.5 ^E
7. Existe un sistema de distribución de agua adecuada	No	Si
	6.2 ^E	4.8 ^E
8. Remueve con frecuencia el estiércol del establo o el lugar del ordeño	No	Si
	3.3 ^E	7.7 ^E

O Frecuencia observada.

E Frecuencia esperada.