



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO**

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

**DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN SANITARIA EN UN HATO
LECHERO DE HIDALGO: SALUD DE LA UBRE.**

PRESENTA EL ALUMNO:

GLORIA MARIANA RIVERA VALENCIA

2173030201

Asesor interno:

Luz Elena Alcaraz Sosa. No. Matrícula 41940

Asesor externo:

Valeria María Alanis Gallardo. Cedula Profesional 7173913

Índice

RESUMEN.....	3
INTRODUCCION.....	4
MARCO TEORICO	5
¿Qué es un diagnóstico situacional?	5
¿Qué es la mastitis?	6
Etiología.....	7
Epidemiología de la mastitis	8
Factores de riesgo.....	11
Impacto económico	12
Diagnóstico.....	13
Tratamiento.....	14
Control y prevención	16
La importancia de la mastitis para la salud pública.....	18
OBJETIVOS	19
METODOLOGIA USADA	19
Ubicación	20
Descripción de la situación del hato estudiado	20
Manejo de datos.....	21
Toma de muestras de leche y diagnóstico de la mastitis	22
Análisis microbiológico	22
Estudio de la rutina de ordeño	23
RESULTADOS.....	24
Instalaciones	24
Bioseguridad y limpieza	27
Prácticas de manejo.....	31
Análisis microbiológico	33
DISCUSION	36
CONCLUSIONES	39
Intervenciones	40
LITERATURA CITADA	47

RESUMEN

La mastitis es la enfermedad más común y costosa mundialmente en las industrias lácteas, afectando considerablemente el bienestar de las vacas lecheras y la calidad de la leche. En México la información disponible acerca de la incidencia y prevalencia de la mastitis es limitada, sin embargo, se han hecho estudios en la región de Tierra Caliente del Estado de Guerrero, en donde se documenta que la prevalencia total de mastitis es de 20.5 %. Esto es de gran preocupación debido a su impacto directo con la salud pública. La mastitis no solo provoca la transmisión de enfermedades zoonóticas sino también puede generar resistencia antimicrobiana debido a la presencia de residuos de antibióticos en la leche. La mastitis es una afección multifactorial, se da con mayor frecuencia por el resultado de una infección intramamaria bacteriana (**IMM**) y se clasifican en contagiosas y ambientales. La mastitis ambiental, es causada por bacterias presentes en el entorno animal, invadiendo la ubre a través del canal del pezón por el contacto de medios como heces y cama. Mientras la mastitis contagiosa se transmite de vaca a vaca, especialmente durante el ordeño. El objetivo de este estudio se centró en identificar e interpretar los factores de riesgo que afectan la salud de la ubre y la incidencia de mastitis en vacas lecheras de una unidad de producción en Hidalgo. La metodología empleada consistió en la recolección de datos de los productores, complementada con una evaluación visual de la unidad de producción. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis microbiológico de muestras de leche provenientes de vacas diagnosticadas con mastitis, identificando las bacterias presentes. Los hallazgos revelaron que una proporción significativa de los casos de mastitis estaba relacionada con microorganismos del medio ambiente, principalmente *Escherichia coli* identificada como el agente causal principal en el 84% de los casos. Estos resultados señalan la importancia de las prácticas de manejo en el hato, especialmente en lo que respecta en el manejo de las camas y las rutinas de ordeño.

INTRODUCCION

La leche se encuentra entre las fuentes de alimentación esenciales para la mayor parte de la población mundial (Cobirka *et al.*, 2020). En México, la leche de bovino es el tercer producto pecuario con mayor importancia económica, donde su producción nacional se destaca en los estados de Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato, Veracruz, Puebla, Aguascalientes y Chiapas. La actividad lechera genera empleos directos, permanentes y remunerados participando en el sustento económico y la nutrición de muchas familias mexicanas (SIAP/SAGARPA).

Para garantizar la seguridad alimentaria y la salud pública, influyen una variedad de medidas de gestión y control a lo largo de toda la cadena de suministro, donde la limpieza de las vacas y las buenas prácticas de ordeño son uno de los factores más importantes para garantizar la salud de la ubre (Bekuma y Galmessa, 2018).

De los diversos tipos de enfermedades que pueden afectar la salud de la ubre de las vacas, la mastitis es la enfermedad más común y más costosas del mundo (Enger, 2019; Jamali *et al.*, 2018; Francoz *et al.*, 2017). Tan solo en México, se ha reportado que la mastitis en vacas lecheras causa pérdidas en la producción de leche de hasta un 30% (Córdova-Izquierdo *et al.*, 2017).

La mastitis bovina, la inflamación del tejido de la glándula mamaria, puede clasificarse, en primer lugar, según su presentación clínica en mastitis subclínica (**MSC**) y mastitis clínica (**MC**), diferenciadas por el recuento de células somáticas en la leche y la visibilidad de anomalías en la leche o la ubre, respectivamente (Sumon *et al.*, 2020; Thompson-Crispi *et al.*, 2014). Además, una segunda clasificación se basa en los patógenos causantes, distinguiendo entre mastitis ambiental, originada por bacterias coliformes como *Escherichia coli* y *Klebsiella* spp. y *NAS* como *Staphylococcus chromogenes*, y mastitis contagiosa, causada por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Micobacterium* spp. (Patel *et al.*, 2019; Enger, 2019; František *et al.*, 2021).

Esta comprensión es crucial para abordar de manera efectiva la enfermedad, ya que el tratamiento adecuado depende tanto de la naturaleza clínica como del tipo

específico de patógeno involucrado. Tratar la mastitis sin una identificación precisa de estos factores puede llevar al uso innecesario de antimicrobianos, exacerbando la preocupación por la resistencia a los antimicrobianos entre patógenos de mastitis con potencial zoonótico (Oliver *et al.*, 2011; Derakhshani *et al.*, 2018; Fuenzalida y Ruegg, 2019; Garcia *et al.*, 2019;).

El diagnóstico situacional es una herramienta que puede utilizar el Médico Veterinario Zootecnista para planear un programa de mejoramiento de sanidad en una unidad de producción (**UP**), jugando un papel fundamental en la identificación y comprensión de las diversas problemáticas, abordando los problemas de manera integral a partir de la identificación e interpretación de los factores que influyen en la salud de la ubre. Por tanto, la identificación de los patógenos prevalentes en una unidad de producción (UP) y un diagnóstico situacional claro son pasos fundamentales para planificar intervenciones específicas para el control y prevención de la mastitis y la contribución a la salud de la ubre y bienestar general del ganado lechero.

MARCO TEORICO

¿Qué es un diagnóstico situacional?

El diagnóstico situacional es un componente crucial en la fase inicial de planificación del proceso administrativo, particularmente en el campo de la salud pública veterinaria. En donde se centra en detectar y categorizar los problemas de salud según la naturaleza de la enfermedad, su magnitud, trascendencia y vulnerabilidad (López *et al.*, 2013).

La relevancia de los resultados obtenidos con esta metodología radica en la capacidad de identificar y clasificar los problemas principales, lo que facilita la definición de estrategias. Estos aspectos son esenciales para la implementación de programas que buscan mitigar estas problemáticas de manera eficiente (López *et al.*, 2013).

En este caso, el diagnóstico situacional aplicado a la industria láctea se centra en identificar y clasificar los problemas de salud y factores de riesgo de la

mastitis en las vacas lecheras, permitiendo un análisis detallado de las causas y su impacto. Al evaluar la prevalencia e incidencia de la enfermedad, así como el impacto los factores de riesgo para su presentación, proporciona una base sólida para la formulación de estrategias efectivas de control y prevención.

¿Qué es la mastitis?

La mastitis, es una inflamación de los tejidos de la glándula mamaria que es provocada por daños físicos, irritación química, o más comúnmente, por infecciones bacterianas y micóticas. Este padecimiento varía en su presentación, influenciado tanto por las características del patógeno involucrado como por la eficiencia de la respuesta inmunitaria de la vaca. Una respuesta inmunitaria superada por el patógeno resulta en daño al tejido mamario, aumentando la permeabilidad vascular y alterando la composición de la leche mediante la filtración de componentes sanguíneos, la disminución de caseínas, lactosa, y la calidad de la grasa (Ashraf y Imran, 2020; Ruegg, 2017; L *et al.*, 2013; Jamali *et al.*, 2018).

La mastitis clínica (**MC**) se caracteriza por cambios notorios en la leche, inflamación de la glándula mamaria, y síntomas sistémicos en la vaca como anorexia, pérdida de peso y fiebre. La mayoría de los casos de MC presentan signos leves o moderados y se consideran no graves, mientras que los casos graves demandan atención médica inmediata bajo protocolos veterinarios específicos (Ashraf y Imran, 2020; Cobirka *et al.*, 2020; L *et al.*, 2013).

Por otro lado, la mastitis subclínica (**MSC**) se distingue por no mostrar cambios aparentes en la glándula mamaria o la leche, pero sí afecta la producción y calidad de la leche, siendo el incremento en el recuento de células somáticas un indicador clave. Esta forma de mastitis es la más común en los rebaños, siendo su prevalencia de hasta 40 veces mayor que las formas clínicas. Debido a que no presenta signos clínicos visibles convierte la infección en un reservorio para la propagación de patógenos dentro del rebaño (Benic *et al.*, 2018; Cobirka *et al.*, 2020).

Etiología

Se han identificado cerca de 200 microorganismos responsables de la mastitis en bovinos, donde las bacterias y hongos son los principales agentes. De estos, la mastitis de origen bacteriano destaca por ser la más común. No obstante, existen casos de mastitis no bacterianas, atribuibles principalmente a levaduras del género *Candida spp*, hongos filamentosos como *Aspergillus spp* y algas del género *Prototheca spp*, especialmente *P. zopfii*, (Ashraf & Imran, 2020; Shaheen *et al.*, 2015).

Han sido identificadas más de 150 especies bacterianas causantes de mastitis, las cuales se han clasificado tradicionalmente según la severidad de la respuesta inflamatoria que provocan, clasificados como patógenos mayores y menores. Los patógenos mayores son frecuentemente responsables de casos de mastitis clínica (MC), resultando en alteraciones significativas en la composición de la leche. Por otro lado, los patógenos menores tienden a causar infecciones más leves, asociándose principalmente con la mastitis subclínica (MSC) (Ashraf y Imran, 2020; Shaheen *et al.*, 2015).

Dependiendo de las vías de transmisión, las bacterias se consideran patógenas contagiosas o medioambientales:

El principal reservorio de los patógenos contagiosos es la ubre de las vacas infectadas que se diseminan de vaca a vaca, principalmente durante el ordeño (Jamali *et al.*, 2018). Entre ellos se encuentran principalmente *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y *Mycoplasma bovis* (Ashraf & Imran, 2020).

Los patógenos ambientales tienen como fuentes primarias la cama, el estiércol y el suelo (Jamali *et al.*, 2018). *E. coli* es la principal causa de mastitis ambiental. Otros patógenos ambientales son *Streptococcus* ambientales (*S. dysgalactiae* y *S. uberis*), estafilococos coagulasa-negativos (**NAS**) y otras bacterias Gram negativas como *Klebsiella spp.*, *Citrobacter spp.*, *Enterobacter spp.*, *Serratia*, *Pseudomonas* y *Proteus* (Ashraf & Imran, 2020; Enger, 2019; Makovec & Ruegg, 2003).

La siguiente tabla da un panorama general de cómo están organizados los patógenos responsables de la mastitis bovina según su clasificación como mayores o menores y según su origen, ya sea la glándula mamaria (indicando un origen contagioso) o el ambiente (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los agentes causantes de mastitis.

Fuente	Glándula mamaria	Medio ambiente
Principales patógenos	<i>S. aureus</i> <i>Str. agalactiae</i> <i>Mycoplasma bovis</i>	Estreptococos ambientales: <i>Str. uberis</i> , <i>Str. equinus</i> , (<i>Str. bovis</i>), (<i>Str. dysgalactiae</i>) <i>Enterococcus spp</i> : <i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. durans</i> Coliformes: <i>E. coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>K. oxytoca</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> No coliformes: <i>Proteus spp.</i> , <i>Serratia spp.</i> , <i>Yersinia spp.</i> Otros: <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Arcanobacterium pyogenes</i>
Patógenos menores	CNS: <i>S. chromogenes</i> , <i>S. haemolyticus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. simulans</i> , <i>S. sciuri</i> <i>Cornebacterium bovis</i>	Levaduras Hongos

(Obtenido de Cobirka *et al.*, 2020).

Epidemiología de la mastitis

El desarrollo de la mastitis es el resultado de la interacción entre tres elementos fundamentales, conocida como la triada epidemiológica de la mastitis (Imagen 1): el agente causal (el patógeno), el animal afectado (el huésped) y el ambiente que los rodea (Kibebew, 2017; Makovec & Ruegg, 2003).

- Los factores relacionados con el huésped, tales como la raza, la etapa de lactancia, la inmunidad del hospedero, el estado fisiológico de la glándula mamaria, la anatomía del canal del pezón y la presencia de lesiones en el pezón, juegan un papel crucial en la susceptibilidad a la enfermedad (Kibebew, 2017; Makovec & Ruegg, 2003).
- Los factores relacionados con el agente, se presentan aspectos tales como, la habilidad para sobrevivir en el entorno inmediato del animal,

colonizar el conducto del pezón, adherirse al epitelio mamario y resistir la expulsión durante el flujo de leche (Kibebew, 2017).

- Dentro de factores ambientales que influyen de manera significativa en la incidencia y gestión de la mastitis, se encuentran la rutina de ordeño, la gestión del periodo seco, los regímenes de alimentación, las condiciones higiénicas durante el ordeño, la limpieza de la ubre, el sistema de alojamiento y el manejo de las camas (Kibebew, 2017; Olivares-Pérez *et al.*, 2015).

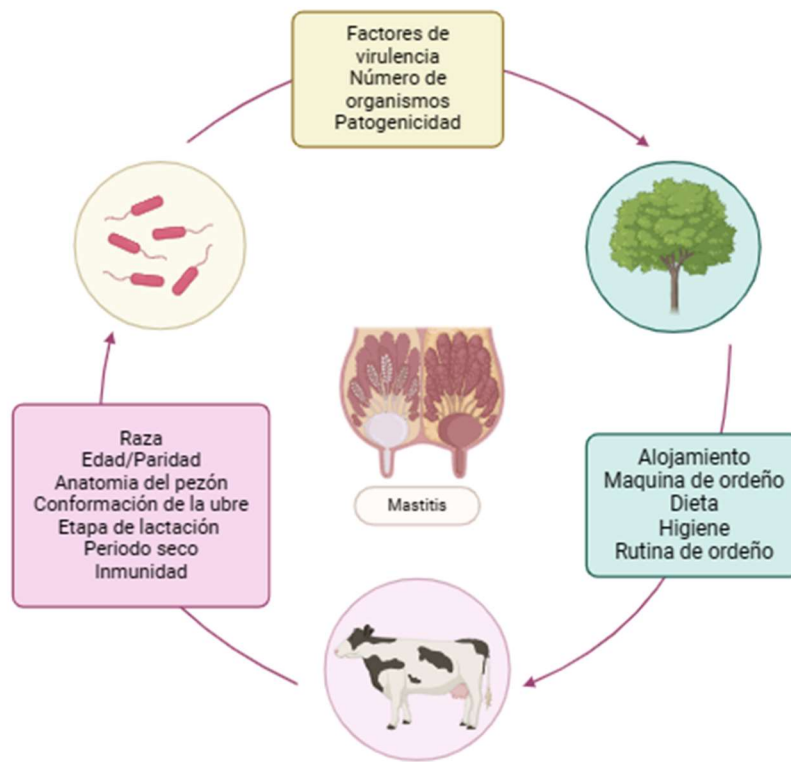


Imagen 1. Triada epidemiológica de la mastitis

La MC tiene una tasa de incidencia que varía entre 13 y 40 casos por cada 100 vacas-año en distintas regiones y sistemas de alojamiento (Jamali *et al.*, 2018). La distribución de los patógenos principales asociados a esta enfermedad difiere significativamente según la ubicación geográfica, observándose variaciones no solo entre países de distintos continentes, sino también entre aquellos ubicados en la misma región (Morales-Ubaldo *et al.*, 2023; Ashraf & Imran, 2020). Estas diferencias

regionales pueden atribuirse a los diversos métodos de manejo implementados en cada unidad de producción (Olivares-Pérez *et al.*, 2015).

En un metanálisis global realizado durante los años 2011 a 2019 se analizó la frecuencia de dos tipos de mastitis (Imagen 2), encontrando que la MSC corresponde al 41% y la MC 16%. Donde Norteamérica y Europa mostraron las tasas más altas respectivamente. Mientras que Oceanía, Brasil y Nueva Zelanda tuvieron las más bajas (Krishnamoorthy *et al.*, 2021).

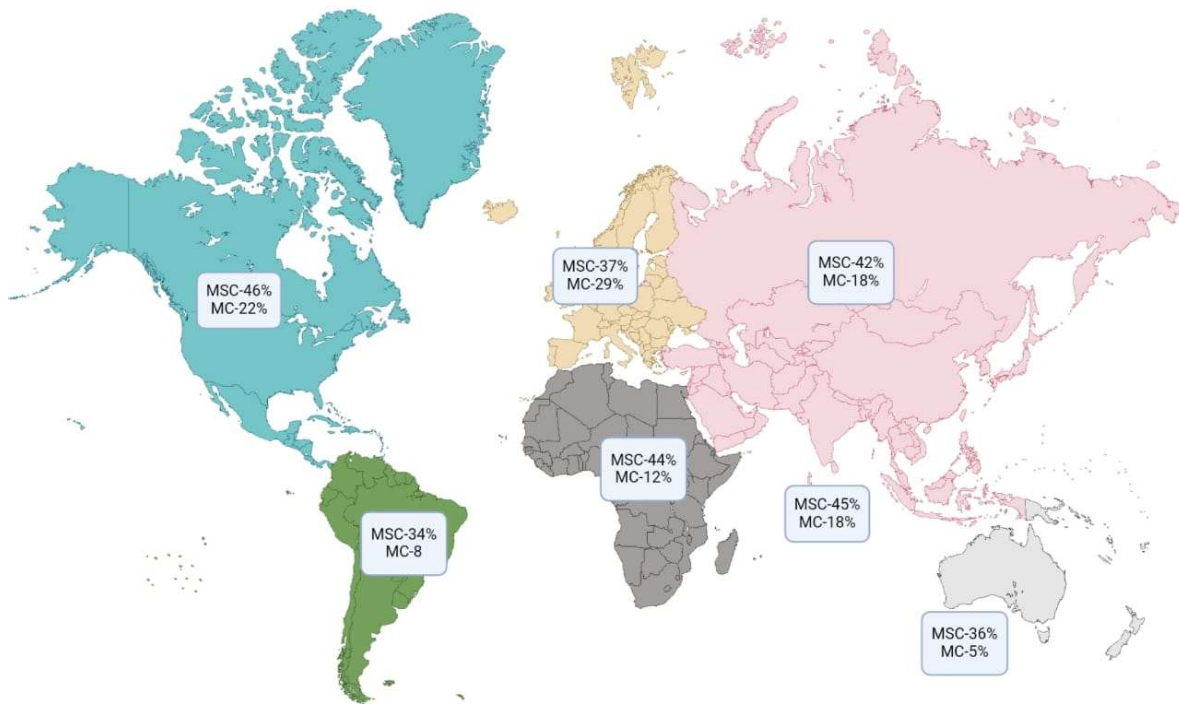


Imagen 2 Incidencia y prevalencia de la MC y MSC en el mundo.

La incidencia y prevalencia de la mastitis clínica en México, es escasa, en investigaciones realizadas en municipios de la región tropical de Tierra Caliente, en el estado de Guerrero, revelan una prevalencia de mastitis en vacas lecheras del 20.5% (Olivares-Pérez *et al.*, 2015). Dentro de los patógenos contagiosos, *Streptococcus agalactiae* y *Staphylococcus aureus* fueron los más frecuentes en la mastitis clínica. En lo que respecta a la mastitis de origen ambiental, *Klebsiella spp.* y *Escherichia coli* son las más aisladas (Ashraf & Imran, 2020).

Factores de riesgo

La mastitis bovina es influenciada por varios factores de riesgo. Estos factores pueden categorizarse según el nivel al que afectan, ya sea en el individuo (nivel de vaca), en aspectos anatómicos específicos (nivel de pezón) o a nivel del rebaño (Cheng and Han, 2020; Makovec y Ruegg, 2003).

A Nivel de Vaca: La edad, la raza, la etapa de lactancia, el nivel de higiene, la producción lechera y los antecedentes de recuento de células somáticas en la lactación son factores individuales que influyen significativamente en la susceptibilidad a la mastitis. La importancia de una vigilancia y manejo cuidadosos según la paridad y la fase de lactación son de gran importancia ya que las vacas más viejas y aquellas en ciertas etapas de lactancia son particularmente vulnerables (Benić, Miroslav, *et al*, 2018; Jamali *et al.*, 2018). La relación entre la paridad y la susceptibilidad a la mastitis puede ser debido al desgaste anatómico y el deterioro del sistema inmunológico relacionado con la edad (Derakhshani *et al.*, 2018). Además, las vacas con historiales previos de mastitis clínica demuestran una tendencia a desarrollar infecciones subsiguientes (Zadoks *et al.*, 2001). Este entendimiento subraya la necesidad de estrategias preventivas adaptadas a la historia de lactancia y salud general de cada vaca (Derakhshani *et al.*, 2018).

En el Nivel de Pezón: La investigación ha revelado una interacción significativa entre la incidencia de mastitis y varios aspectos anatómicos y fisiológicos. Factores como la posición anatómica del cuarto mamario afectado, la integridad de la piel de la ubre y la condición del canal del pezón son cruciales. En particular, se ha identificado la distancia entre la punta del pezón y el suelo como un factor de riesgo notable, lo que sugiere que las prácticas de manejo que reducen el contacto del pezón con potenciales contaminantes ambientales podrían ser beneficiosas (Makovec y Ruegg, 2003). Además, la hiperqueratosis de la punta del pezón, que incrementa el grosor del estrato córneo, no solo afecta la salud del pezón, sino que también podría alterar la mecánica del ordeño y la eficiencia de la extracción de leche (Oikonomou *et al.*, 2020; Benić, Miroslav, *et al*, 2018). Los músculos del esfínter del pezón, que actúan como una barrera natural contra las

infecciones intramamarias, pierden temporalmente su efectividad post-ordeño, un período durante el cual el pezón es particularmente susceptible a patógenos ambientales (Derakhshani *et al.*, 2018).

A Nivel de Rebaño: La incidencia de mastitis está influenciada por factores como el alojamiento y el bienestar del ganado, la calidad y mantenimiento del equipo de ordeño, y las prácticas de manejo, incluyendo la nutrición, la higiene del entorno y la implementación de protocolos de prevención. La estacionalidad también juega un rol, con un aumento en la incidencia de mastitis durante los meses de invierno, lo que plantea la necesidad de ajustes estacionales en las estrategias de manejo para abordar este patrón (Jamali *et al.*, 2018).

Impacto económico

Las pérdidas económicas directas por mastitis incluyen los gastos en medicamentos, servicios veterinarios, descarte de leche y el cuidado de animales enfermos, que en casos severos pueden llevar a la muerte del animal. Por otro lado, las pérdidas indirectas abarcan la reducción en la producción y calidad de la leche, la disminución en la duración de la vida productiva de las vacas, la inducción temprana del periodo seco y la reducción en el precio de la leche debido a su inferior calidad (Halasa *et al.*, 2007). Se estima que el costo promedio de un caso de mastitis clínica durante los primeros 30 días de producción lechera es de aproximadamente 444 dólares estadounidenses, donde el 71% de este costo se compone de pérdidas indirectas mientras que los costos directos representan el 29% del costo total (Rollin *et al.*, 2015).

Los países desarrollados han realizado la mayoría de los estudios que cuantifican las pérdidas económicas ocasionadas por la enfermedad, revelando que el 78% resulta de la disminución en la producción lechera, un 8% al tratamiento de la enfermedad, y el 14% restante del sacrificio de animales afectados (Halasa *et al.*, 2007; Ashraf & Imran, 2020). El National Mastitis Council estima que, solo en Estados Unidos, la mastitis genera pérdidas económicas que ascienden hasta los 2,000 millones de dólares anuales para los productores lácteos (Cobirka *et al.*, 2020; Garcia *et al.*, 2019).

Diagnóstico

El diagnóstico preciso de la mastitis bovina es fundamental para su manejo efectivo y consta de un proceso de dos etapas. Inicialmente, se determina la presencia o ausencia de la enfermedad y posteriormente el agente causal (Ashraf y Imran, 2018).

Para el diagnóstico de la mastitis clínica, los indicadores primarios son las alteraciones visibles en la ubre y la apariencia de la leche, basándose en signos fisiológicos evidentes (Ashraf y Imran, 2018; Royster y Wagner, 2015). Este tipo de mastitis es más fácil de identificar debido a la sinología que presenta. En contraste, la detección de la mastitis subclínica, que no muestra signos visibles, requiere de métodos de cribado especializados. Entre estos, el recuento de células somáticas (SCC) y la prueba de mastitis de California (CMT) son las técnicas tradicionales empleadas a nivel de granja (Ashraf y Imran, 2020).

El SCC es un indicador clave en la detección de mastitis, empleado ampliamente para evaluar la calidad de la leche tanto en cuartos individuales como en tanques colectivos. La presencia de un número elevado de células somáticas en la leche es un reflejo de la respuesta inmune de la vaca frente a la infección (Jamali *et al.*, 2018). La prueba de mastitis de California es particularmente popular y se basa en la reacción de un detergente con la leche. La presencia de un recuento elevado de células somáticas provoca la liberación de ácido nucleico y otros componentes, resultando en la formación de un gel, lo que facilita la detección de la enfermedad (Ashraf y Imran, 2020).

Es importante señalar que, aunque estas técnicas son eficaces para indicar la presencia de mastitis y evaluar la calidad de la leche, ninguna ofrece información sobre el agente causal específico (Ashraf y Imran, 2018). Por tanto, es esencial la selección de métodos de diagnóstico complementarios para una gestión integral de la mastitis, permitiendo identificar el patógeno responsable para un tratamiento dirigido y efectivo. Por eso, para complementar el diagnóstico de la mastitis bovina, el análisis microbiológico de la leche emerge como un método crucial que permite

un diagnóstico etiológico preciso, identificando específicamente el agente patógeno responsable (Contreras y Rodríguez, 2011).

La fiabilidad de este enfoque depende críticamente de varios factores clave, entre ellos, el empleo de protocolos estandarizados para la recolección de muestras de leche, la identificación y cuantificación adecuadas de los aislados bacterianos, y la consideración de la relevancia de los signos clínicos observados en el animal. Para la obtención de una muestra representativa, se pueden seguir las directrices establecidas por el National Mastitis Council (NMC) y la International Dairy Federation (IDF), para garantizar un análisis etiológico riguroso y confiable (Contreras y Rodríguez, 2011).

Aunque el análisis microbiológico constituye el estándar de oro para la identificación de los patógenos causantes, este proceso puede ser prolongado y exigir un esfuerzo considerable. En este contexto, los avances en métodos de detección molecular ofrecen una alternativa prometedora, permitiendo la identificación de organismos patógenos incluso en muestras de leche que no presentan cultivos positivos (Ashraf & Imran, 2020). Estas técnicas moleculares, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), no solo se destacan por su capacidad para proporcionar diagnósticos rápidos y precisos, sino también por su eficiencia en términos de costos en comparación con las metodologías bacteriológicas convencionales (Ashraf y Imran, 2018).

Tratamiento

El tratamiento de la mastitis en la industria lechera se enfrenta a desafíos significativos, principalmente debido a la prevalencia del uso de antibióticos. Según Ashraf y Imran (2020), aproximadamente el 80% de los antibióticos utilizados en animales lecheros a nivel mundial se destinan al control y tratamiento de la mastitis. Esta práctica generalizada ha conducido al surgimiento de resistencia a múltiples fármacos en una variedad de bacterias, complicando aún más la gestión efectiva de esta enfermedad. El desarrollo de resistencia no solo se observa en antimicrobianos de uso prolongado como la penicilina y la tetraciclina, sino también en fármacos más nuevos como la piperacilina y la vancomicina (Morales-Ubaldo *et al.*, 2023).

La clave para un tratamiento exitoso y sostenible radica en un enfoque fundamentado en la comprensión detallada de la etiología de la mastitis, el historial médico de las vacas afectadas y la aplicación de principios terapéuticos basados en evidencia. Esto incluye la selección de antibióticos basada en los resultados de cultivo y pruebas de sensibilidad y diseñar un protocolo con base a los resultados de las pruebas (de Jong *et al.*, 2023). La selección cuidadosa de antimicrobianos permite tratar eficazmente las infecciones específicas, teniendo en cuenta que ciertos patógenos, como los coliformes, pueden tener altas tasas de curación sin la necesidad de antibióticos (Ashraf y Imran, 2020). Además, se ha documentado que formas leves de mastitis clínica a menudo no se benefician del uso excesivo de estos fármacos, lo que resalta la importancia de considerar estrategias de tratamiento alternativas (Ruegg, 2017).

Como sugerencia se propone que los casos de mastitis leves o moderados la primera opción de tratamiento se base en tratamientos de apoyo, como el uso de analgésicos y antiinflamatorios; y únicamente en casos graves usar antibióticos como tratamiento (Goulart y Mellata, 2022).

Ciertas bacterias responsables de la mastitis, como *Escherichia coli*, presentan una alta capacidad de resolverse espontáneamente sin la intervención de tratamientos antibióticos, alcanzando tasas de curación que rondan hasta el 95%. Este hallazgo destaca la importancia de una evaluación cuidadosa antes de la administración de antibióticos, considerando la probabilidad de curación espontánea y evitando así el uso innecesario de estos medicamentos. Por otro lado, patógenos como *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) muestran tasas significativamente más bajas de curación espontánea, situándose entre el 0% y el 11%, lo que subraya la necesidad de estrategias de tratamiento más específicas y, posiblemente, la intervención antimicrobiana para estos casos (Tabla 2) (Ruegg, 2018).

Tabla 2. Tasas estimadas de curación bacteriológica espontánea por patógeno

Bacteria	Tasa de curación bacteriológica espontánea (%)
<i>Staphylococcus aureus</i> (S. aureus)	0–11
<i>Streptococos ambientales</i>	28–30
<i>Estafilococos no aureus</i> (NAS)	44–66
<i>Escherichia coli</i> (E. coli)	80–95
<i>Klebsiella spp</i>	25–60

(Obtenido de Ruegg, 2018).

La intervención de veterinarios es crucial en el desarrollo de protocolos de tratamiento que promuevan el uso racional de antibióticos. Esto es especialmente relevante ya que no todas las manifestaciones de mastitis responden favorablemente a la terapia antimicrobiana. Los enfoques alternativos y complementarios deben ser incorporados en los protocolos para manejar efectivamente los casos que pueden no requerir intervención antibiótica (L *et al.*, 2013).

En lo que respecta al manejo de la mastitis clínica causada por agentes Grampositivos, las estrategias actuales se centran en la terapia antimicrobiana dirigida contra organismos específicos. Este enfoque permite no solo tratar efectivamente las infecciones, sino también proporcionar un marco en el que casos menos severos puedan resolverse de manera espontánea, evitando así el uso innecesario de antibióticos y reduciendo el riesgo de desarrollar resistencia (Sharun *et al.*, 2021).

Control y prevención

El establecimiento de un protocolo eficaz de control y prevención de la mastitis en el hato es esencial para minimizar su impacto en la salud del ganado y la producción lechera (Tommasoni *et al.*, 2023).

ES necesario tomar en cuenta medidas para el control de la enfermedad como las que se muestran a continuación.

Fase de Lactación y Periodo Seco: La susceptibilidad a la mastitis varía significativamente durante la fase de lactación. Es crucial llevar un registro detallado de los casos clínicos de mastitis, así como documentar la fase de lactación en la que ocurren. Esto ayuda a identificar períodos de mayor riesgo y a adaptar las estrategias de prevención de manera efectiva. Las investigaciones indican que las nuevas infecciones intramamarias por coliformes son más prevalentes durante el periodo seco que en la lactancia, subrayando la importancia de centrar las medidas preventivas en este intervalo, especialmente al inicio de la lactación (Hogan y Smith, 2012).

Manejo del Periodo Seco: La susceptibilidad a infecciones intramamarias aumenta en las dos semanas después del secado y en las dos semanas antes del parto. Muchas de las infecciones adquiridas durante este periodo persisten en la lactancia subsiguiente, evolucionando a casos clínicos. Por lo tanto, las prácticas de manejo durante el periodo seco son fundamentales para prevenir infecciones futuras (Hogan y Smith, 2012).

Programa de Diez Puntos: La prevención de la mastitis contagiosa puede lograrse mediante la implementación de un programa de control comprensivo que incluye diez puntos clave. Este aborda elementos cruciales como los procedimientos de ordeño, la terapia clínica para la mastitis, el manejo durante el periodo seco y otras prácticas de manejo destinadas a controlar todos los patógenos asociados a la mastitis (Cobirka *et al.*, 2020). Este programa puede incluir, entre otros, la desinfección de pezones antes y después del ordeño, el uso adecuado de guantes por parte de los ordeñadores, el mantenimiento y la desinfección regular del equipo de ordeño, y la segregación o culling de animales crónicamente infectados (Cobirka *et al.*, 2020).

Además de estas medidas específicas, es esencial promover la buena higiene general en el hato, incluyendo la limpieza y desinfección de las áreas de

alojamiento del ganado, para reducir la exposición a patógenos ambientales (Hogan y Smith, 2012).

La importancia de la mastitis para la salud pública

La mastitis en el ganado lechero no solo afecta significativamente a la salud animal y la economía de las granjas lecheras, sino que también plantea importantes preocupaciones de salud pública. La alteración de las propiedades físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas de la leche causada por la mastitis puede tener un impacto negativo directo en la calidad nutricional y la seguridad de la leche destinada al consumo humano (Ashraf y Imran, 2020).

La pasteurización es un proceso crucial para garantizar la seguridad de la leche, ya que elimina patógenos que pueden ser nocivos para los humanos. Sin embargo, el consumo de leche cruda o insuficientemente pasteurizada sigue siendo una preocupación debido a patógenos como *S. aureus*, capaces de producir toxinas termorresistentes, incluyendo TSST-1, que pueden causar intoxicaciones alimentarias graves (Negash y Asfaw, 2017).

Además, el uso prolongado de antibióticos en el tratamiento de la mastitis produce el problema de los residuos de antibióticos en la leche, lo que representa un riesgo para la salud del consumidor. Estos residuos pueden permanecer en la leche durante períodos prolongados y, además, provocar reacciones alérgicas, también contribuyen al desarrollo de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos. Esto hace necesario desechar la leche de animales en tratamiento con antibióticos para evitar la exposición humana a estos residuos (Ashraf y Imran, 2020; Sharun *et al.*, 2021).

La resistencia a los antibióticos es un problema de salud pública mundial creciente, y el uso de antibióticos en la agricultura ha sido identificado como un factor contribuyente significativo. Las cepas bacterianas resistentes desarrolladas en el entorno agrícola pueden transferirse a los humanos a través del consumo de productos lácteos contaminados, entre otros medios, representando un desafío para el tratamiento de infecciones bacterianas en humanos y aumentando el riesgo de propagación de resistencia antimicrobiana (Ashraf y Imran, 2020).

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar un diagnóstico situacional para la identificación de problemas y asociaciones relacionados a la salud de la ubre

Objetivos particulares

1. Diseñar una guía para llevar a cabo una entrevista enfocada a analizar la situación sanitaria de la UP.
2. Recopilar información mediante la entrevista y de observación visual de las instalaciones, manejos zootécnicos, registros, y procesos administrativos
3. Identificar los factores de riesgo asociados con presencia de problemas de la salud de la ubre.
4. Identificación de los patógenos causales de muestras de leche para determinar la prevalencia de mastitis en el hato.

METODOLOGIA USADA

Este estudio se llevó a cabo con un enfoque metodológico "experimental" para evaluar la situación sanitaria específica de mastitis clínica y la salud de la ubre en vacas en el rancho lechero "San José", ubicado en el estado de Hidalgo. El rancho alberga un hato predominantemente de vacas Holstein, con un total de 1800 animales, de los cuales 768 vacas están activas en la línea de producción, generando un promedio de 32,000 litros de leche diarios. La población que se contempló en este estudio fueron vacas en línea de producción de cualquier edad con presencia de mastitis clínica. Para obtener una comprensión detallada de la prevalencia de la mastitis clínica dentro del hato, se seleccionaron y analizaron 63 muestras de leche provenientes de vacas diagnosticadas con esta condición durante los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Ubicación

El hato está estratégicamente situado en el estado de Hidalgo, abarcando un área total de 20,821.4 km². Esta región se caracteriza por su clima predominantemente seco y semiseco, donde la temperatura media anual ronda los 16°C.

El mes de enero, siendo el más frío, registra temperaturas mínimas cercanas a los 4°C, mientras que los meses de abril y mayo experimentan las temperaturas máximas, alcanzando promedios de 27°C. La temporada de lluvias se extiende desde junio hasta septiembre. El hato ocupa específicamente un extenso territorio de 62,000 m².



Imagen 3. Fotografía satelital del rancho "San José"

Descripción de la situación del hato estudiado

La metodología implementada para desarrollar este diagnóstico situacional se fundamentó en las directrices establecidas en el Manual de Prácticas de Medicina Preventiva y Salud Pública del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública (DMPySP). Este enfoque metodológico se diseñó meticulosamente

para facilitar un cuestionario detallado y dirigido que permitiera evaluar de manera exhaustiva la situación sanitaria del hato.

Para obtener un panorama integral de la situación en el hato lechero, se implementó un enfoque mixto de recolección de datos que combinó la aplicación de un cuestionario detallado con la observación directa de las instalaciones. Este cuestionario diseñado, incluyó un total de 154 preguntas, abarcando tanto opciones de respuesta múltiple como preguntas abiertas, con el objetivo de capturar información exhaustiva sobre diversos aspectos críticos como la higiene general del hato, las prácticas de manejo de la granja y el estado de salud de los animales. Complementariamente, se realizaron observaciones visuales de las instalaciones para evaluar las condiciones ambientales y de manejo que pudieran influir en la salud de las vacas y la incidencia de mastitis.

Primer parte de la encuesta abordó:

- a) Información de los productores.
- b) Las características del rebaño.
- c) La gestión de la explotación.
- d) Las prácticas de ordeño.

Segunda parte de la encuesta se abordaron características a nivel de las vacas como:

- a) La paridad.
- b) Días de leche.
- c) Historial del tratamiento de mastitis.
- d) Número de casos por mes.
- e) Producción de leche diaria.

Manejo de datos

Se utilizó WORD EXCEL para el manejo de los datos recabados.

Toma de muestras de leche y diagnóstico de la mastitis

Tras completar el cuestionario, se procedió a capacitar a los operadores de la sala de ordeño en técnicas adecuadas para la recolección de muestras de leche, siguiendo los protocolos establecidos por la National Mastitis Council (NMC) en 1999. Durante este proceso, se puso especial atención en la identificación precisa de cada muestra, anotando en los viales información crucial como el ID de la vaca, el número de lactancia, el cuarto mamario afectado, la cantidad de días en producción de leche y la severidad de la mastitis.

Todas las muestras recogidas se registraron conforme a un formato estandarizado. Posteriormente, fueron enviadas al Laboratorio de Servicio del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública (DMPySP), perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), donde se llevó a cabo el procesamiento y análisis microbiológico de las muestras.

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se llevó a cabo de acuerdo con los métodos establecidos por el National Mastitis Council (NMC) en el Laboratory Handbook of Bovine Mastitis.

A continuación, en la Imagen 4, se muestra el árbol de decisiones utilizado para la identificación de patógenos causantes de mastitis.

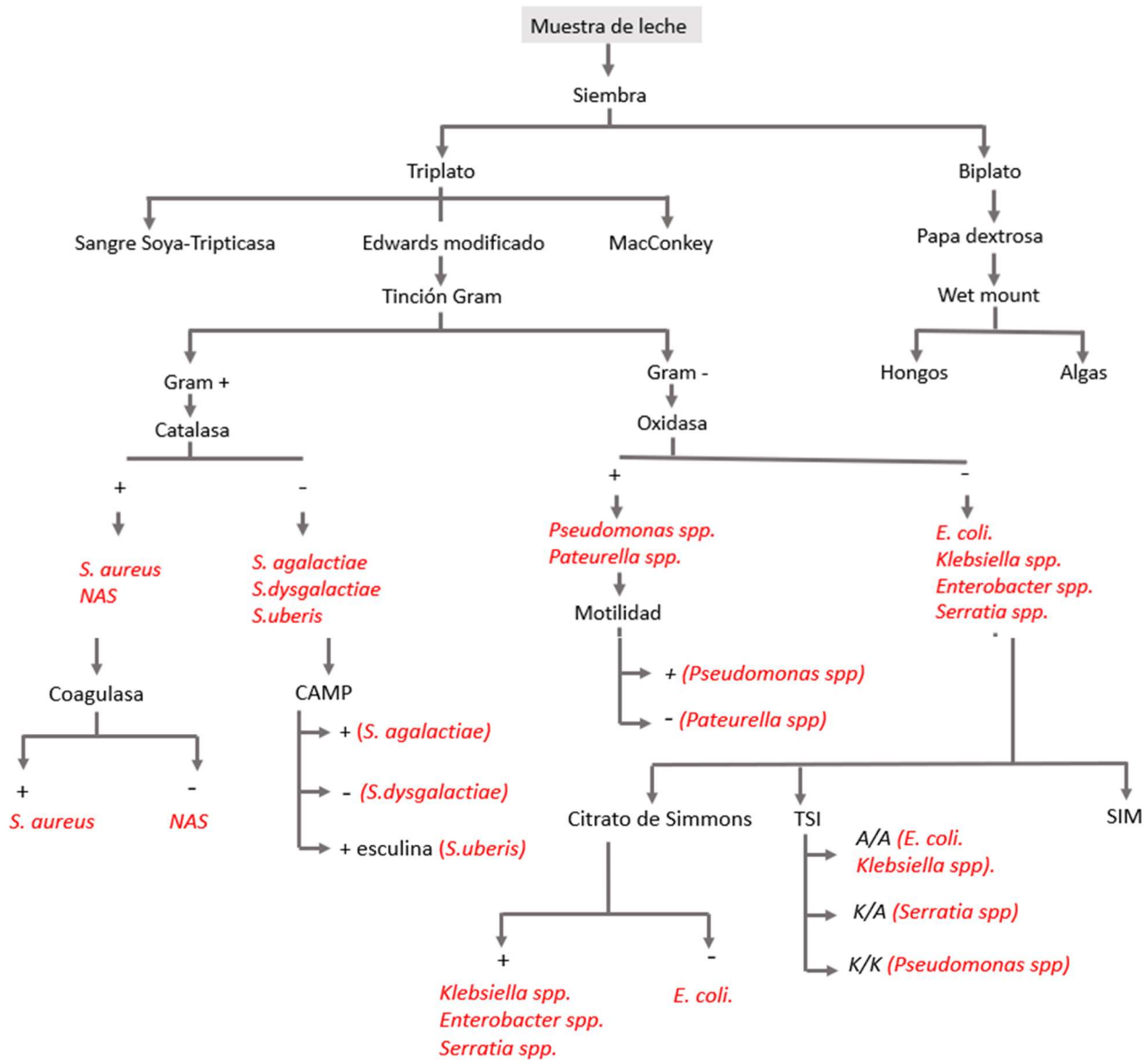


Imagen 4. Árbol de decisiones utilizado para la identificación de bacterias causantes de mastitis.

Estudio de la rutina de ordeño

Se hizo una auditoria para evaluar cómo se realiza la rutina de ordeño en el ható estudiado y se tomaron en cuenta diferentes puntos para evaluar, como el

tiempo de preparación antes de la colocación de las pezoneras, la limpieza de los pezones, la condición de la piel del pezón y de la punta del pezón.

En total se evaluaron un total de 39 vacas y 155 pezones. Los puntos que se evaluaron que consideraron críticos fueron los tiempos de preparación antes de la colocación de las unidades de ordeño y la limpieza de los pezones.

RESULTADOS

Se analizaron cuatro variables principales por su relevancia en la incidencia de mastitis clínica: las instalaciones, características epidemiológicas, sanidad y limpieza, y el manejo del ganado.

Instalaciones

En el momento de la visita, los corrales presentaban una ocupación del 80 al 90% de su capacidad.

Distribución

Los corrales están numerados y organizados según la edad y etapa reproductiva de los animales. Esta distribución incluye categorías como: 1) becerras de 0 a 8 meses, 2) jóvenes de 8 a 13 meses, 3) vacas en gestación con 250 días de carga, 4) vacas frescas, 5) altas productoras, 6) vacas secas, 7) vacas paridas de 1 a 16 días 8) y un área designada como hospital. Este sistema facilita el manejo específico de cada grupo, Imagen 5.

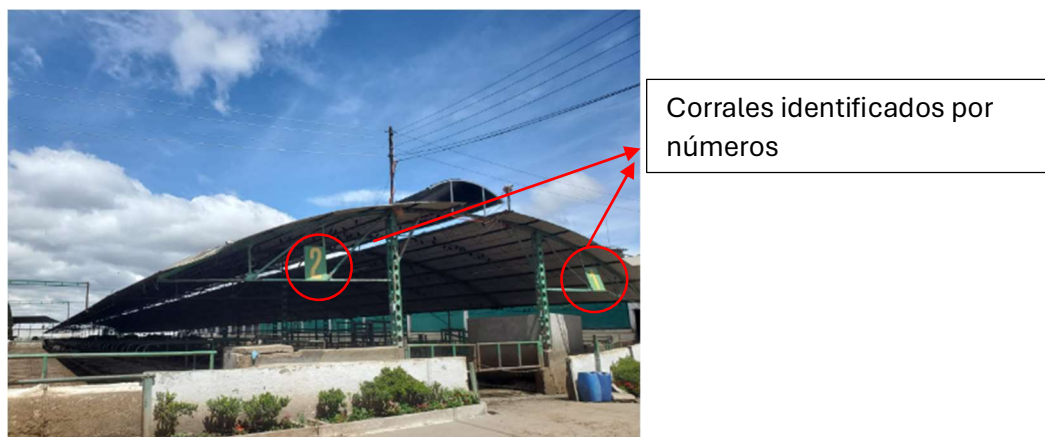


Imagen 5. Corrales que se manejan en el área de estudio.

Corrales

Todos los corrales están equipados con zonas de sombra y pisos de concreto rallado, diseñados con una inclinación del 3% para facilitar el drenaje, Imágenes 6 y 7.

El material utilizado para las camas varía según la etapa productiva de las vacas. Las de alta producción descansan en camas de mientras que las de baja producción y las secas utilizan camas de composta con 21 días de tratamiento, Imágenes 8 y 9.



Imagen 6. Corrales de vacas en producción.



Imagen 7. Corrales de vacas secas



Imagen 8. Cama de arena



Imagen 9. Cama de composta

Diseño y Ubicación de los Comederos

Los comederos, contruidos en banquetta, se distribuyen uniformemente a lo largo de los corrales. facilitando el acceso al alimento para todos los animales. Cada corral dispone de dos bebederos, fabricados con concreto y lámina, cada uno de aproximadamente 4 metros de longitud, Imagen 10.

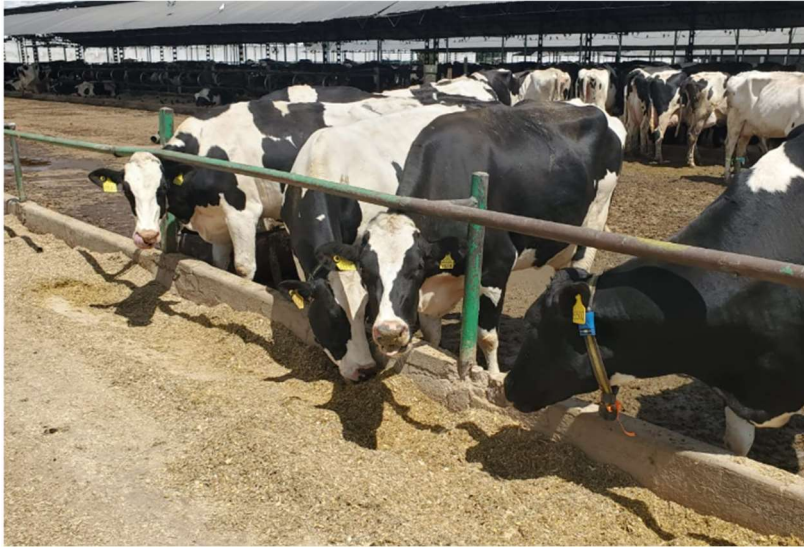


Imagen 10. Comederos de banquetta

Instalaciones ordeño

El ható tiene una sala de ordeño en paralelo doble 16, Imagen 11 y 12.



Imagen 11. Sala de ordeño.

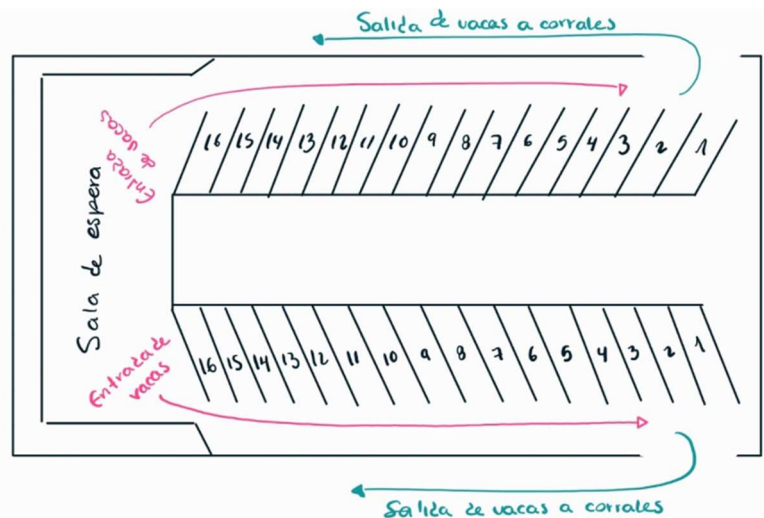


Imagen 12. Ilustración de la sala de ordeño

Características epidemiológicas

Salud de las Becerras y criterios de desecho.

La tasa de mortalidad reportada es de un 30% anual, siendo las becerras particularmente vulnerables a neumonías y problemas digestivos. Los puntos de criterio para mandar a rastro a las becerras recién paridas es que no cumplan con un peso igual o mayor a 35 kg.

Enfermedades en Vacas Adultas y Criterios de Desecho

Las enfermedades de las vacas adultas se distribuyen en mastitis (4-6 %), enfermedades podales (3 %), cólicos (2.6 %) y enfermedades metabólicas (2.6 %). Los criterios de desecho de las vacas se basan principalmente cuando baja su producción a menor de 25 litros de leche. Por lo general las vacas son desechadas cuando tienen 6 años.

Mastitis

En el transcurso del último año, el hato ha experimentado incidencias de mastitis, registrando una frecuencia de casos que varía entre el 4 y el 6% mensualmente. Específicamente, durante la visita realizada el 7 de octubre, se identificaron 22 casos activos de mastitis. Para manejar estas situaciones, las vacas afectadas por esta condición son trasladadas al área de hospital, donde son tratadas al final de la línea de ordeña.

Bioseguridad y limpieza

Plagas y vectores

Durante la inspección de las instalaciones, se identificó a las aves como la principal especie en conflicto con el ser humano, presentes tanto en corrales como en comederos. Se observó una concentración particularmente alta de estos ejemplares en los meses de junio, agosto y diciembre, siendo el mes de agosto - fecha de nuestra primera visita- cuando se registró una gran población de aves en el lugar.

En cuanto al control de otros ejemplares, como ratas y moscas, el hato implementa un protocolo específico supervisado cada ocho días por una empresa especializada para su control. Durante nuestra visita no se detectó presencia alguna de moscas.



Imagen 13. Especie en conflicto con el ser humano

Limpieza de los corrales y mantenimiento.

La limpieza de los corrales se lleva a cabo tres veces al día, inmediatamente después de las sesiones de ordeña, y el material de las camas se reemplaza cada 10-12 días. A pesar de estas medidas, se observó una acumulación significativa de estiércol durante la visita.

El agua de los bebederos se cambia todos los viernes, y se realiza una limpieza adicional durante la semana según sea necesario, dependiendo de la suciedad acumulada, para mantener la calidad del agua.

Vacunación

El hato cuenta con un calendario de vacunación. Las vacunas administradas cubren enfermedades respiratorias, Diarrea Viral Bovina (DVB), Brucelosis,

Leptospirosis, entre otras. En las tablas siguientes se observa el calendario de vacunación detallado, especificando las fechas, las enfermedades contra las que se vacuna, y las edades o etapas de los animales que requieren cada vacuna.

Tabla 3 Calendario de vacunación de las Becerras.

Becerras	
Quickshield in	2 DÍAS DE NACIDA
Mannheimia haemolytica y Pasteurella multocida.	30 DÍAS DE NACIDA
BOVILIS ONCE PMH	
RIB, DVB, PI3, Respiratorio sincitial bovino, <i>Leptospira canicola</i> , <i>L. Gryppotyphosa</i> , <i>L. Hardjo</i> , <i>L. Icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. Pomona</i>	2 MESES DE EDAD
BOVISHIELD GOLD 5FP+L5	
<i>C. Chauvoei</i> , <i>C. Septicum</i> , <i>C. Haemolyticum</i> , <i>C. Novyi</i> Tipo B, <i>C. Sordellii</i> , <i>C. Tetani</i> y <i>C. Perfringens</i> tipos A, B, C y D.	3 MESES DE EDAD
COVEXIN 10	
<i>Brucella abortus</i>	4 MESES DE EDAD
RB-51	
RIB, DVB, PI3, Respiratorio sincitial bovino, <i>Leptospira canicola</i> , <i>L. Gryppotyphosa</i> , <i>L. Hardjo</i> , <i>L. Icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. Pomona</i>	6 MESES DE EDAD
BOVISHIELD GOLD 5FP+L5	
<i>Brucella abortus</i>	10 MESES DE EDAD
RB-51	
RIB, DVB, PI3, Respiratorio sincitial bovino, <i>Leptospira canicola</i> , <i>L. Gryppotyphosa</i> , <i>L. Hardjo</i> , <i>L. Icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. Pomona</i>	13 MESES DE EDAD
BOVISHIELD GOLD 5FP+L5	
RIB, DVB, PI3, Respiratorio sincitial bovino, <i>Leptospira canicola</i> , <i>L. Gryppotyphosa</i> , <i>L. Hardjo</i> , <i>L. Icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. Pomona</i>	190 DDC
BOVISHIELD GOLD 5FP+L5	
Toxoides <i>C. Chauvoei</i> , <i>C. Septicum</i> , <i>C. Haemolyticum</i> , <i>C. Novyi</i> Tipo B, <i>C. Sordellii</i> , <i>C. Tetani</i> y <i>C. Perfringens</i> tipos A, B, C y D.	210 DDC
COVEXIN 10	
<i>Rotavirus</i> , <i>Coronavirus</i> y <i>E. Coli K99</i>	230 DIAS DE CARGA
ROTAVEC CORONA	
Cepa J-5 de <i>Escherichia coli</i>	250 DIAS DE CARGA
ENVIRACOR	

Tabla 4. Calendario de vacunación de las vacas.

Vacas	
<i>Brucella abortus</i>	1 VEZ (AGO. – OCT)
RB-51	
RIB, DVB, PI3, Respiratorio sincitial bovino, <i>Leptospira canicola</i> , <i>L. gryppotyphosa</i> , <i>L. hardjo</i> , <i>L. icterohaemorrhagiae</i> , <i>L. pomona</i>	2 VECES (AGO. – OCT)
BOVISHIELD GOLD 5 FP	
<i>Campylobacter fetus</i> , <i>Leptospira interrogans</i> serovares <i>canicola</i> , <i>gryppotyphosa</i> , <i>icterohaemorrhagiae</i> , <i>pomona</i> y <i>L. borgpetersenii</i> serovar <i>hardjo-ovis</i>	2 VECES (ENER. - JUL)
REPROSTAR-LEPTOFERM-BAYOVAC	
<i>C. chauvoei</i> , <i>C. septicum</i> , <i>C. haemolyticum</i> , <i>C. novyi</i> Tipo B, <i>C. sordellii</i> , <i>C. tetani</i> y <i>C. perfringens</i> tipos A, B, C y D.	15 DÍAS ANTES DEL SECADO
COEXIN 10	
<i>Rotavirus</i> , <i>Coronavirus</i> y <i>E. coli K99</i>	AL SECADO
ROTAVEC CORONA	
Cepa J-5 de <i>Escherichia coli</i>	240 DÍAS DE CARGA
ENVIRACOR	

Tratamiento

El protocolo de tratamiento de la unidad se basa principalmente en la utilización de penicilinas y tetraciclinas como antibióticos y corticoesteroides y AINES como antiinflamatorios y analgésicos. Este protocolo es utilizado para todas las enfermedades ya sean respiratorias, gastrointestinales y en este caso para combatir la mastitis.

Para el tratamiento de la mastitis el empleo de estos medicamentos es el siguiente:

- Tratamiento intramamario: Mastijet (tetraciclina, bacitracina, neomicina y prednisolona como antiinflamatorio).
- Tratamiento parietal: Shotapen (Penicilina G procainica, penicilina G benzatinica y dihidroestreptomina) y emicina (oxitetraciclina).
- Antiinflamatorio: Reugol (Piroxicam).

Este protocolo ha sido implementado en el hato durante más de dos años, adaptándose según el grado de mastitis clínica observado en las vacas:

- Grado 1 y grado 2: Tratamiento intramamario y parietal con antiinflamatorio.
- Grado 3: Tratamiento intramamario y parietal con antiinflamatorio y emicina.

Hasta la fecha, no se han llevado a cabo pruebas microbiológicas en el hato para identificar patógenos específicos; sin embargo, el productor de la unidad de producción sospecha la presencia de patógenos como *E. coli*, *Streptococcus spp.* y levaduras, basándose en los signos y la respuesta al tratamiento de los casos.

Identificación de las vacas con tratamientos

Para facilitar la identificación de vacas que requieren atención especial, se utiliza un sistema de guantes: los guantes en los miembros pélvicos indican vacas tratadas con antibióticos, mientras que los guantes en los miembros torácicos señalan vacas con problemas podales.

Prácticas de manejo

Para facilitar el manejo y la identificación rápida del estado productivo y reproductivo de cada vaca, el hato emplea un sistema de cintas de colores ubicadas en los miembros. Los colores asignados son:

- Naranja: Vacas altas productoras.
- Rojo: Vacas secas y próximas a parir.
- Rosa: Vacas de primer parto.
- Morado y Azul: Vacas de segundo y tercer parto.

El manejo de las vacas secas se realiza a partir del día 216 de gestación hasta los 281 días, en este caso para secarlas se utiliza tubo intramamario (Duolactosec) y se cambian a corrales de vacas secas con cama a base de estiércol.

Alimentación

Las vacas tienen disponibilidad continua de alimento durante todo el día. La planificación y diseño de las dietas están a cargo de un médico veterinario del hato.

Dietas Específicas según la Etapa Productiva

Las vacas secas se alimentan de una dieta compuesta principalmente por silo de maíz y concentrado, proporcionándoles los nutrientes esenciales en esta etapa de menor demanda energética. Por otro lado, las vacas en línea de producción reciben una dieta más compleja y enriquecida, con un porcentaje de inclusión del 40%. Esta dieta está meticulosamente balanceada e incluye una combinación diversa de silo de maíz, silo de pasto, oro máquina, maíz rolado, soya y semilla de algodón, enfocado a la producción de leche, Imágenes 14 y 15.

En los últimos meses, se han realizado ajustes en las dietas en respuesta a la variabilidad en la disponibilidad y el costo de los granos en el mercado. El médico veterinario a cargo no ha reportado incidencias significativas de acidosis u otros problemas metabólicos como consecuencia de estos cambios.



Imagen 14. Alimento de vacas en producción láctea



Imagen 15. Alimento de vacas secas.

Rutina de ordeño

La ordeña se lleva a cabo siguiendo un estricto horario dividido en tres turnos:

1. 6 am a 11 am
2. 2 pm a 7 pm
3. 10 pm a 4 am.

La entrada de los corrales a la sala de ordeña sigue un orden predeterminado que comienza con las vacas de baja producción, seguido por las de alta producción, nuevamente las de baja producción y finalizando con las vacas que tienen mastitis o están siendo tratadas con antibióticos.

La rutina de ordeño que se maneja en el hato es la siguiente:

- Limpieza inicial de los pezones utilizando papel estroza para remover la suciedad.
- Aplicación de un presello (solución de yodo) con un tiempo de contacto de 15 a 20 segundos.

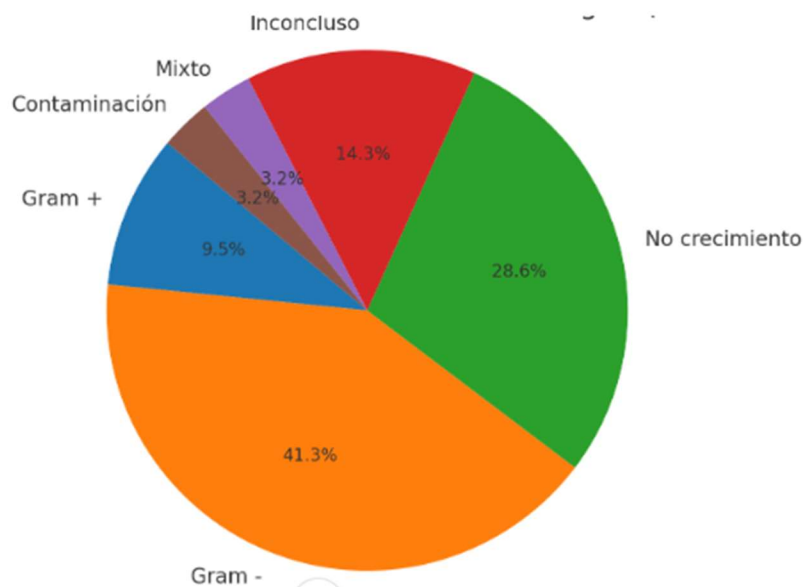
- Los ordeñadores se lavan las manos con agua con cloro antes de manipular a las vacas.
- Realización del despunte para estimular el flujo de leche.
- Secado de los pezones con papel estraza antes de colocar las pezoneras.
- Colocación de las pezoneras.
- Aplicación de un sello post-ordeña (solución de yodo).

La duración promedio del ordeño por turno es de 5 horas, y cada vaca es ordeñada aproximadamente en 3 minutos. Durante el proceso, se realizan la prueba de California y la prueba de tazón de fondo oscuro para monitorizar la calidad de la leche.

Análisis microbiológico

Se hizo el análisis de un total de 63 muestras de leche de vacas con mastitis clínica de los meses de octubre, noviembre y septiembre. La distribución de los hallazgos bacteriológicos se presenta en la gráfica 1.

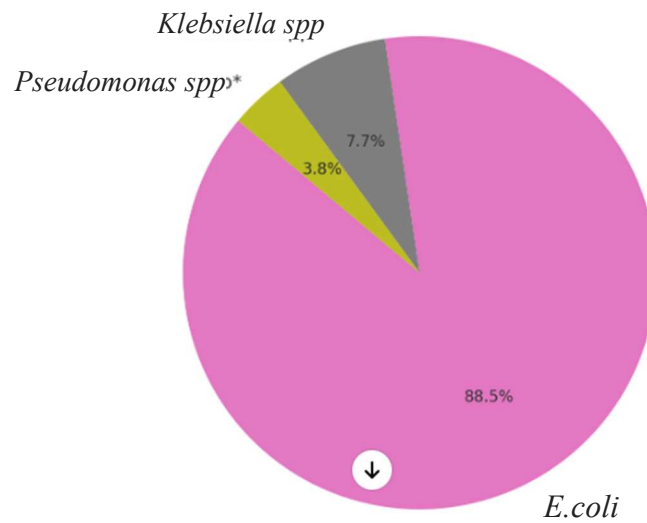
Gráfica 1. Distribución de los aislados bacteriológicos



Mixto: Crecimiento de dos colonias diferentes, Contaminación: Crecimiento de más de 3 colonias diferentes, Inconcluso: Crecimiento de menos de 3 colonias iguales

De las 63 vacas muestreadas con mastitis, 26 de ellas fueron causadas por microorganismos asociados al medio ambiente, en general por bacterias coliformes Gram negativas, representando el 41.3 % de los aislados, de estas, el aislado con mayor frecuencia fue *E.coli*. 21 (88.5%), seguido de *Klebsiella spp* 2 (7.7%), y por último *Pseudomonas spp* 1 (3.8 %) (Grafica 2).

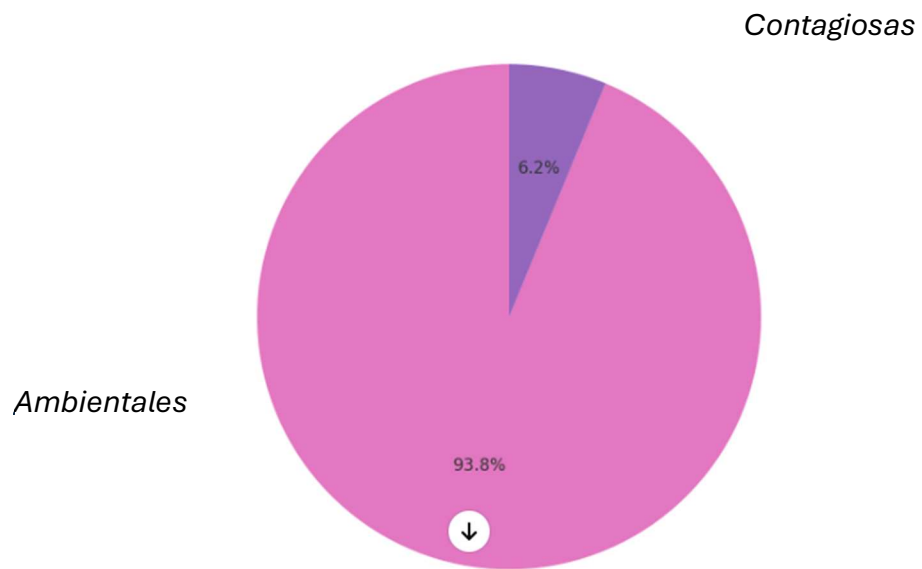
Grafica 2. Distribución de los aislados Gram -



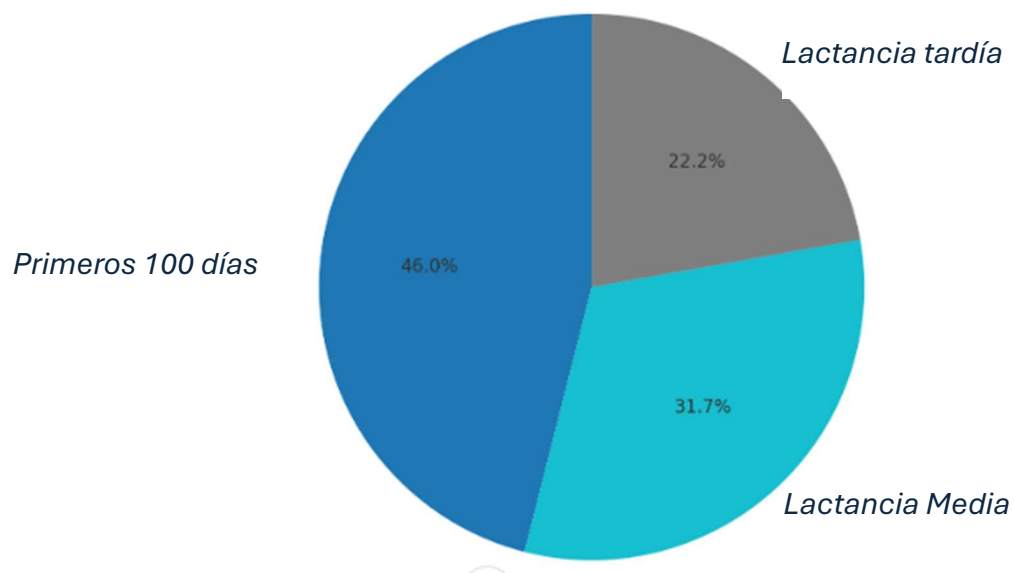
De las muestras obtenidas únicamente se encontraron 2 aislados de *S. agalactiae*, representando únicamente el 6.2 % de mastitis causadas por bacterias contagiosas, Gráfica 3.

La mayoría de los casos de mastitis clínica en este estudio se produjeron a los primeros 100 días de lactación 29 (46%), seguido de la lactancia media 20 (31.7 %), y por último en la lactación tardía 14 (22.2%), Gráfica 4.

Grafica 3. Bacterias patógenas y ambientales aisladas



Grafica 4. Días de leche



DISCUSION

En este estudio, se identificó que las mastitis clínicas ambientales, son principalmente provocadas por *Escherichia coli*, microbiota intestinal de los mamíferos, similar a lo señalado por Klaas y Zadoks (2017), donde además de *E. coli*, encontraron a *Klebsiella* spp. y *Enterobacter* spp., como principales causantes de este tipo de mastitis. Se destacó que los factores de riesgo asociados con la mastitis ambiental, identificados en este estudio, coinciden con los documentados por Hogan & Smith (2012), quienes resaltan la importancia de la higiene durante el ordeño y en las instalaciones para su prevención.

Por otro lado, únicamente se identificaron dos aislados correspondientes a patógenos contagiosos, ambos de *S. agalactiae*, esto posiblemente se debió a la rutina de ordeño, donde alguna pezonera estuvo mal desinfectada, similar a lo mencionado (Jamali *et al.*, 2018). Por otro lado Keefe, (2012) menciona que las mastitis por bacterias contagiosas, como *S. agalactiae* y *S. aureus*, suele estar asociadas más a las mastitis subclínicas generando un CCS elevado en el tanque. Por lo que también podría ser otro factor del porque no se encontraron más casos de mastitis causadas por bacterias contagiosas.

La evaluación de esta unidad de producción reveló varias deficiencias, tales como la presencia de aves, la falta de organización de las capacitaciones, la falta de pruebas para otras enfermedades, y la disminución de efectividad de los tratamientos, sin embargo para el enfoque de este estudio se abordaron las problemáticas que si fueron fundamentales para la presencia de esta enfermedad tales como la limpieza insuficiente de los corrales, el manejo inapropiado de la cama y las inconsistencias en la rutina de ordeño.

Zigo F *et al.* (2021) subrayan la importancia crítica de la higiene para la salud de la ubre y la prevención de la mastitis. En la unidad de producción examinada, la acumulación de estiércol en corrales y pasillos plantea un desafío significativo, parte de esto es debido a que los corrales superan la carga animal recomendada, como lo mencionan Fredebeul-Krein *et al* (2023), la exposición a bacterias asociadas al medio ambiente, como *E. coli*, aumentan debido a una contaminación excesiva

provocada por el hacinamiento, por otro lado, esta sobrepoblación, también tiene un efecto inmunosupresor debido al estrés que se genera. Este hallazgo no solo resalta la sobrecarga animal, sino que también los procedimientos de limpieza actuales que, no son del todo eficientes para mantener los pezones de las vacas limpios en la UP.

Por otro lado, la elección de arena como material de cama para las vacas de alta producción en la unidad de producción estudiada responde a las recomendaciones para prevenir la mastitis ambiental (Hogan & Smith, 2012). No obstante, cuando se mezcla con estiércol, cualquier tipo de cama puede convertirse en un ambiente adecuado para bacterias, esto es comentado por Klaas y Zadoks (2017) que advierten que el uso de arena puede generar una falsa sensación de seguridad, lo que podría llevar a un mantenimiento inadecuado de la cama. En este contexto, el infrecuente cambio de la cama propicia un aumento de la carga bacteriana, y el contacto de las ubres con la cama contaminada con estiércol elevando el riesgo de desarrollar mastitis.

La correlación entre las poblaciones bacterianas en la cama y el número de bacterias en las puntas de los pezones, así como la incidencia de mastitis clínicas, fue subrayada por Hogan & Smith (2012). Esto implica que minimizar la contaminación bacteriana de la cama puede reducir significativamente la incidencia de mastitis ambiental, como lo demuestra el estudio de Meçaj *et al.* (2023). Por tanto, la limpieza frecuente de la cama de arena podría disminuir los casos de mastitis clínica en el hato estudiado. Bey *et al.* (2002) proporcionan guías sobre el manejo adecuado de la cama de arena. Por otro lado, el manejo adecuado de la cama a base de composta, utilizada para las vacas secas y de baja producción, es discutido por Hogan y Smith (2012).

Estas sugerencias tienen el objetivo de reducir significativamente los recuentos bacterianos, los cuales varían entre 10^3 y 10^{11} bacterias/g de material de cama, según Shum *et al.* (2009). Por otro lado, también De Vliegher *et al.* (2012) han documentado que la reposición completa de la cama de composta ha demostrado ser muy efectiva para el control de la mastitis clínica.

Por otra parte, se ha observado que la tasa de nuevas infecciones intramamarias causadas por patógenos ambientales es mayor durante el período seco, manifestándose como mastitis clínica en la subsiguiente etapa de lactancia (Klaas & Zadoks, 2018; Smith & Hogan, 1993).

Un estudio realizado por Pantoja et al. (2009) menciona que entre el 10% y el 17% de los cuartos que desarrollan nuevas infecciones intramamarias fueron durante el periodo seco, la mayoría causadas por organismos ambientales. Como lo mencionan Leelahapongsathon et al. (2016), en este aspecto influyen varios factores, como los mecanismos de defensa de la ubre, los factores de riesgo ambientales y la exposición bacteriana, poniendo énfasis a este último, la infección intramamaria en periodos secos puede ser el resultado de una mayor exposición a patógenos, en la UP estudiada la acumulación de agua estancada y estiércol en los corrales de las vacas secas es una fuente potencial para el crecimiento de patógenos causantes de mastitis, por lo que priorizar la gestión y limpieza de los alojamientos de las vacas secas para reducir la carga bacteriana puede ser crucial para reducir la incidencia de mastitis clínica durante la siguiente lactancia.

Además, en este estudio se observó una desorganización en la rutina de ordeño, lo cual compromete la eficacia de las medidas preventivas contra la mastitis. Zigo et al. (2021), establece que es esencial establecer y seguir un procedimiento de ordeño estructurado y bien definido. Esto incluye pasos críticos como el lavado y secado adecuados de los pezones, la evaluación sensorial de la leche para detectar irregularidades al inicio, la aplicación correcta de presellos y sellos, y la fijación apropiada de la unidad de ordeño, para minimizar el riesgo de infecciones intramamarias y mejorar la salud general del rebaño.

CONCLUSIONES

Como anteriormente se mencionó se tomaron en cuenta varios factores de riesgo, siendo de relevancia lo que influyen para presencia de la mastitis las que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Principales factores de riesgo encontrados

Problemática	Descripción Concisa
Sobrecarga de Corrales	Corrales operan al 80-90% de su capacidad
Limpieza de Corrales y Pasillos	Acumulación de estiércol evidente a pesar de limpieza tres veces al día.
Limpieza de las Camas	Camas de composta y arena con limpieza escasa, húmedas y con estiércol.
Cubículos de Libre Acceso	Diseño permite contaminación de camas con estiércol.
Diseño de la Sala de Ordeño	Unidades de ordeño tocan el suelo al caer, contaminándose.
Sello Incompleto en Pezones	Observación de sellado incompleto post-ordeño aumenta riesgo de infecciones.

En la gestión de cualquier unidad de producción, es fundamental abordar todas las problemáticas identificadas de manera integral y efectiva. La priorización de estas problemáticas nos permite enfocarnos en soluciones que aborden los factores de riesgo, con el objetivo de reducir la frecuencia de esta enfermedad. En este sentido, se presentan las problemáticas identificadas ordenadas desde soluciones a corto hasta largo plazo, para orientar la planificación y ejecución de intervenciones de manera estratégica entendiendo la situación económica del productor (Tabla 4).

Tabla 4. Tabla de las prioridades

Prioridad	Acción Para Realizar	Plazo
1	Capacitaciones de la rutina de ordeño	Corto
2	Modificación en la limpieza de las instalaciones	Corto
3	Modificación del manejo de las camas	Corto
4	Recambio de las cadenas de retracción de las unidades de ordeño	Corto
5	Modificación de la rutina de ordeño	Mediano
6	Modificación en el diseño de los cubículos de descanso	Largo
7	Atención a las zonas susceptibles a inundaciones en corrales de las vacas secas y vaquillas	Largo

Intervenciones

Con base en las problemáticas relacionadas con la presencia de mastitis encontradas, se han propuesto una serie de intervenciones. Estas intervenciones están destinadas a disminuir los factores de riesgo, mejorar las prácticas de manejo y promover la salud y bienestar para las vacas, con el objetivo de reducir la incidencia de mastitis y mejorar la calidad de la producción lechera. A continuación, se presentan las intervenciones para cada una de las problemáticas identificadas.

Corto plazo

Capacitaciones de la rutina de ordeño y revisiones continuas:

La rutina de ordeño es una de las practicas más importantes para controlar la mastitis y cuidar la salud de la ubre en un hato lechero.

La evaluación adecuada de los equipos y mantener una rutina de ordeño estandarizada es uno de los pasos principales a tomar en cuenta, por lo que se recomiendan platicas y capacitaciones acerca de las actividades que se tienen que

realizar durante la rutina de ordeño a los 2 equipos responsables de esta labor (compuestos por 3 ordeñadores cada uno) con el objetivo de que las prácticas de ambos equipos sea estandarizado y posteriormente realizar un seguimiento y evaluación semanal de sus aptitudes y habilidades y dar una retroalimentación de ser necesaria.

Tomar en cuenta comentarios de los ordenadores acerca de temas que necesiten mayor claridad podría abrir la posibilidad de brindar capacitaciones más adelante.

Limpieza adecuada de corrales:

A pesar de que la limpieza de los corrales se realiza tres veces al día después del ordeño, la presencia de estiércol sigue siendo significativa en los pasillos y corrales, además de que el estiércol acumulado es un medio de contaminación a la cama, aumentando la susceptibilidad de las vacas a tener mastitis ambiental, Imagen 19.

Para la solución de esta problemática se sugiere implementar un sistema de monitoreo más efectivo para garantizar una limpieza más eficiente. Para esto se puede hacer la revisión regular del personal encargado y mejorar la capacitación sobre las técnicas de limpieza en las instalaciones, Imagen 20.



Imagen 19. Corrales de la UP



Imagen 20. Corrales esperados

Manejo del material de cama:

Independientemente del material de cama, una vez mezclada con estiércol cualquier tipo de cama se convierte en una fuente de patógenos causantes de mastitis ambiental, por lo que la modificación en el manejo de la cama puede ser una oportunidad de mejora para reducir este problema, Imagen 21 y 22.

Se sugiere que en vez de hacer el cambio de la cama cada 10 a 12 días se reduzca este plazo para minimizar la contaminación de las camas por materia orgánica.

Posteriormente se proporcionan consejos de cómo mejorar esta práctica:

- Para la cama de arena se sugiere un recambio semanal cuando ya esté fuertemente contaminada con estiércol u otra materia orgánica, en este caso se tiene que agregar cama de arena limpia en la parte superior manteniendo una superficie nivelada por encima de la altura del borde del cubículo para beneficiar y el descanso de las vacas (Bey *et al.*, 2002).
- Para la cama de composta se recomienda eliminar el material húmedo y sucio del tercio posterior de los cubículos de descanso diariamente y rastrillar un mínimo de dos veces al día. Semanalmente se sugiere limpiar por completo la cama de los cubículos y agregar cama nueva y fresca.



Imagen 21. Camas con recambio cada 12 días

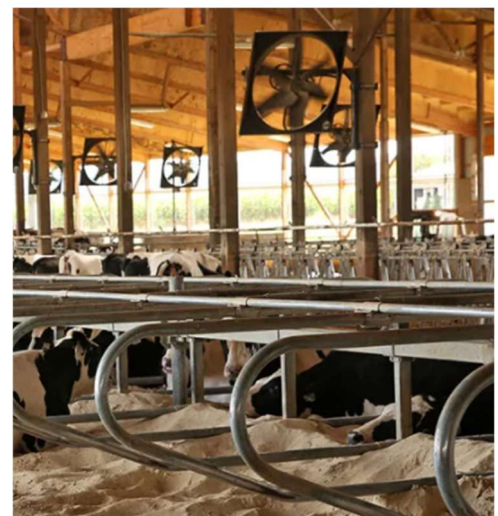


Imagen 22. Camas esperadas con recambio semanal esperadas

Recambio de las cadenas retráctiles de las unidades de ordeño:

Algunas unidades de ordeño de la sala tienen las cadenas retráctiles flojas, por lo que al terminar de ordeñar a las vacas estas tocan el suelo con estiércol y cuando se colocaban a la siguiente vaca estas ensucian los pezones, para este problema se recomienda cambiar las cadenas retráctiles de las unidades de ordeño que estén teniendo este problema, con el propósito de mejorar la limpieza de la sala de ordeño y reducir de lo más posible en contacto de bacterias que se encuentran en el estiércol con los pezones de las vacas al momento de realizar el ordeño.

Mediano plazo

Modificación de la rutina de ordeño

Se recomienda que el promedio de preparación de los pezones sea de 1.30 minutos para estimular la bajada de leche y evitar el sobreordeño a comparación de 1.13 minutos que se manejan en la UP, para solucionar este problema se recomienda que se tenga una rutina de ordeño grupal, de 8 vacas por ordeñador, en vez de una territorial como la que se está manejando, con la finalidad de que haya un mayor control en los tiempos las vacas que se están ordeñando.

Por otro lado, en la limpieza de los pezones evaluados, el 38% estuvieron sucios, por lo que en primer lugar se recomienda hacer un monitoreo de como los ordeñadores están realizando la rutina de ordeño y de ser necesario dar las correcciones para mejorar esta práctica.

Otro aspecto el papel estraza que utilizan de material para secar los pezones es ineficiente a la hora de secar los pezones, ya que no está hecho para ese fin, por lo que se recomienda sustituirlos por toallas Mocambo, ideales para el secado de los pezones, Imágenes 23 y 24.



Imagen 23. Papel estraza que se utiliza



Imagen 24. Cambio a toallas Mocambo

Largo plazo

Diseño de cubículos de libre acceso

En los corrales del ható estudiado los cubículos de descanso son tipo freestall, el objetivo de estos es que las vacas principalmente defequen y orinen fuera del área de descanso, por lo que se puede mantener una higiene adecuada con cantidades relativamente pequeñas de material orgánico en la cama, sin embargo un diseño inadecuado puede no cumplir con este propósito, Imagen 25.

En este caso los cubículos de la unidad de producción son más largos de lo recomendado, por lo que cuando las vacas defecan todo el estiércol cae en las camas. Se recomienda la modificación de estos para evitar este problema. Las medidas adecuadas para el diseño de este tipo de cubículos esta publicada en la página web “Initiative Dairyland” de la Universidad de Wisconsin-Madison (<https://thedairylandinitiative.vetmed.wisc.edu/es/>), Imagen 26.

Con la modificación de los cubículos, además de mantener las camas con menor material orgánico y mejorar la eficiencia de la limpieza y manejo de estas, igualmente se mejorará el confort de las vacas.



Imagen 25. Diseño freestall de la UP



Imagen 26. Diseño nuevo de Freestall esperado

Diseño de corrales de las vacas secas y vaquillas

Algunos corrales de las vacas secas y vaquillas tienen zonas susceptibles a inundaciones como solución a esta problemática se recomienda rellenar estas zonas con tierra u otro material que pueda conseguirse en las cercanías del hato para nivelar el piso y reducir de forma significativa la acumulación de agua en los corrales, Imagen 27 y 28.



Imagen 27. Corral de vacas secas con zonas propensas a inundaciones



Imagen 28. Corral de vacas que se espera sin inundaciones y seco

LITERATURA CITADA

Ashraf, A., & Imran, M. (2018). Diagnosis of bovine mastitis: From laboratory to farm. *Tropical Animal Health and Production*, 50(6), 1193-1202. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1629-0>

Ashraf, A., & Imran, M. (2020). Causes, types, etiological agents, prevalence, diagnosis, treatment, prevention, effects on human health and future aspects of bovine mastitis. *Animal Health Research Reviews*, 21(1), 36-49. <https://doi.org/10.1017/S1466252319000094>

Benic, M., Nino, M., Haburn, B., & Cvetnic, z. (2018). *Bovine mastitis: A persistent and evolving problem requiring novel approaches for its control—A review.*

Bey, R. F., Reneau, J. K., & Farnsworth, R. J. (2002). *Manage bedding to control bacteria and reduce udder infections.*

Cheng, W. N., & Han, S. G. (2020). Bovine mastitis: Risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(11), 1699-1713. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0156>

de Jong, E., McCubbin, K. D., Speksnijder, D., Dufour, S., Middleton, J. R., Ruegg, P. L., Lam, T. J. G. M., Kelton, D. F., McDougall, S., Godden, S. M., Lago, A., Rajala-Schultz, P. J., Orsel, K., De Vlieghe, S., Krömker, V.,

Nobrega, D. B., Kastelic, J. P., & Barkema, H. W. (2023). Invited review: Selective treatment of clinical mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 3761-3778. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22826>

Cobirka, M., Tancin, V., & Slama, P. (2020). Epidemiology and Classification of Mastitis. *Animals*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/ani10122212>

Contreras, G. A., & Rodríguez, J. M. (2011). Mastitis: Comparative etiology and epidemiology. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 16(4), 339-356. <https://doi.org/10.1007/s10911-011-9234-0>

de Jong, E., McCubbin, K. D., Speksnijder, D., Dufour, S., Middleton, J. R., Ruegg, P. L., Lam, T. J. G. M., Kelton, D. F., McDougall, S., Godden, S. M., Lago, A., Rajala-Schultz, P. J., Orsel, K., De Vliegher, S., Krömker, V., Nobrega, D. B., Kastelic, J. P., & Barkema, H. W. (2023). Invited review: Selective treatment of clinical mastitis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 3761-3778. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22826>

De Vliegher, S., Fox, L. K., Piepers, S., McDougall, S., & Barkema, H. W. (2012). Invited review: Mastitis in dairy heifers: nature of the disease, potential impact, prevention, and control. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1025-1040. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4074>

Derakhshani, H., Fehr, K. B., Sepehri, S., Francoz, D., De Buck, J., Barkema, H. W., Plaizier, J. C., & Khafipour, E. (2018). Invited review: Microbiota of the bovine udder: Contributing factors and potential implications for udder health and mastitis susceptibility. *Journal of Dairy Science*, 101(12), 10605-10625. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14860>

Enger, B. D. (2019). Invited Review: Reevaluating how mastitis reduces milk yield: Discussion of competitive substrate utilization. *Applied Animal Science*, 35(4), 408-415. <https://doi.org/10.15232/aas.2019-01876>

Francoz, D., Wellemans, V., Dupré, J. P., Roy, J. P., Labelle, F., Lacasse, P., & Dufour, S. (2017). Invited review: A systematic review and qualitative analysis of treatments other than conventional antimicrobials for clinical mastitis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 7751-7770. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12512>

Goulart, D. B., & Mellata, M. (2022). Escherichia coli Mastitis in Dairy Cattle: Etiology, Diagnosis, and Treatment Challenges. *Frontiers in Microbiology*, 13, 928346.

František, Z., Vasil, M., Ondrašovičová, S., Výrostková, J., Bujok, J., & Pecka-Kielb, E. (2021). *Maintaining Optimal Mammary Gland Health and Prevention of Mastitis*. *Frontiers*.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.607311/full>

Fredebeul-Krein, F., Klocke, D., & Leimbach, S. (2023). *Herd-related risk factors associated with the severity of clinical mastitis and the incidence of severe mastitis in German dairy herds | Milk Science International—Milchwissenschaft*.
<https://openjournals.hs-hannover.de/milkscience/article/view/205>

Garcia, S. N., Osburn, B. I., & Cullor, J. S. (2019). A one health perspective on dairy production and dairy food safety. *One Health*, 7, 100086.
<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2019.100086>

Goulart, D. B., & Mellata, M. (2022). Escherichia coli Mastitis in Dairy Cattle: Etiology, Diagnosis, and Treatment Challenges. *Frontiers in Microbiology*, 13, 928346. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.928346>

Halasa, T., Huijps, K., Østerås, O., & Hogeveen, H. (2007). Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *The Veterinary Quarterly*, 29(1), 18-31. <https://doi.org/10.1080/01652176.2007.9695224>

Hogan, J., & Smith, K. L. (2012). Managing environmental mastitis. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 28(2), 217-224. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.009>

Jamali, H., Barkema, H. W., Jacques, M., Lavallée-Bourget, E.-M., Malouin, F., Saini, V., Stryhn, H., & Dufour, S. (2018). Invited review: Incidence, risk factors, and effects of clinical mastitis recurrence in dairy cows.

Journal of Dairy Science, 101(6), 4729-4746.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13730>

López, J., Barragán, E., Chávez, T., Linares, J., Pérez Rivero, J., Romero, J., & Sánchez, I. (2013). *Manual de prácticas de medicina preventiva y salud pública*. PDF.
https://fmvz.unam.mx/fmvz/licenciatura/coepa/archivos/manuales_2013/Manual_Practicas_Medicina_Preventiva.pdf

Keefe, G. (2012). Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 28(2), 203-216.
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.010>

Kibebew, K. (2017). *Bovine Mastitis: A Review of Causes and Epidemiological Point of View*.

Krishnamoorthy, P., Goudar, A. L., Suresh, K. P., & Roy, P. (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. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.04.021>

Klaas, I. C., & Zadoks, R. N. (2018). An update on environmental mastitis: Challenging perceptions. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65 Suppl 1, 166-185. <https://doi.org/10.1111/tbed.12704>

L, O., C, H., & PI, R. (2013). Characterization of clinical mastitis occurring in cows on 50 large dairy herds in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, 96(12). <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6078>

Leelahapongsathon, K., Piroon, T., Chaisri, W., & Suriyasathaporn, W. (2016). Factors in Dry Period Associated with Intramammary Infection and Subsequent Clinical Mastitis in Early Postpartum Cows. *Asian-Australasian*

Journal of Animal Sciences, 29(4), 580-585.
<https://doi.org/10.5713/ajas.15.0383>

M, S., & Ha, T. (2015). A Treatise on Bovine Mastitis: Disease and Disease Economics, Etiological Basis, Risk Factors, Impact on Human Health, Therapeutic Management, Prevention and Control Strategy. *Advances in Dairy Research*, 04(01). <https://doi.org/10.4172/2329-888X.1000150>

Makovec, J. A., & Ruegg, P. L. (2003). Results of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. *Journal of Dairy Science*, 86(11), 3466-3472. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73951-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73951-4)

Meçaj1, R., Muça, G., Koleci, X., Sulçe, M., Turmalaj, L., Zalla, P., Koni, A., & Tafaj, M. (2023). Bovine Environmental Mastitis and Their Control: An Overview. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 12(4), 216-221. <https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2023.067>

Morales-Ubaldo, A. L., Rivero-Perez, N., Valladares-Carranza, B., Velázquez-Ordoñez, V., Delgadillo-Ruiz, L., & Zaragoza-Bastida, A. (2023). Bovine mastitis, a worldwide impact disease: Prevalence, antimicrobial resistance, and viable alternative approaches. *Veterinary and Animal Science*, 21, 100306. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2023.100306>

Negash, A., & Asfaw, M. (2017). Review on Impact of Bovine Mastitis in Dairy Production. *IDOSI Publications*, 3(1), 129. <https://doi.org/10.5829/idosi.abr.2017.126.131>

Oikonomou, G., Addis, M. F., Chassard, C., Nader-Macias, M. E. F., Grant, I., Delbès, C., Bogni, C. I., Le Loir, Y., & Even, S. (2020). Milk Microbiota: What Are We Exactly Talking About? *Frontiers in Microbiology*, 11, 60. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00060>

Olivares-Pérez, J., Kholif, A. E., Rojas-Hernández, S., Elghandour, M. M. Y., Salem, A. Z. M., Bastida, A. Z., Velázquez-Reynoso, D., Cipriano-Salazar, M., Camacho-Díaz, L. M., Alonso-Fresán, M. U., & DiLorenzo, N. (2015). Prevalence of bovine subclinical mastitis, its etiology and diagnosis of antibiotic resistance of dairy farms in four municipalities of a tropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, *47*(8), 1497-1504. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0890-8>

Oliver, S. P., Murinda, S. E., & Jayarao, B. M. (2011). Impact of antibiotic use in adult dairy cows on antimicrobial resistance of veterinary and human pathogens: A comprehensive review. *Foodborne Pathogens and Disease*, *8*(3), 337-355. <https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0730>

Pantoja, J. C. F., Hulland, C., & Ruegg, P. L. (2009). Somatic cell count status across the dry period as a risk factor for the development of clinical mastitis in the subsequent lactation. *Journal of Dairy Science*, *92*(1), 139-148. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1477>

Patel, K., Godden, S. M., Royster, E., Crooker, B. A., Timmerman, J., & Fox, L. (2019). Relationships among bedding materials, bedding bacteria counts, udder hygiene, milk quality, and udder health in US dairy herds. *Journal of Dairy Science*, *102*(11), 10213-10234. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16692>

Pol, M., & Ruegg, P. L. (2007). Treatment practices and quantification of antimicrobial drug usage in conventional and organic dairy farms in Wisconsin. *Journal of Dairy Science*, *90*(1), 249-261. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72626-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72626-7)

Rollin, E., Dhuyvetter, K. C., & Overton, M. W. (2015). The cost of clinical mastitis in the first 30 days of lactation: An economic modeling tool. *Preventive Veterinary Medicine*, *122*(3), 257-264. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.11.006>

Royster, E., & Wagner, S. (2015). Treatment of mastitis in cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 31(1), 17-46, v. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.11.010>

Ruegg, P. L. (2017). A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10381-10397. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13023>

Ruegg, P. L. (2018). Making Antibiotic Treatment Decisions for Clinical Mastitis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 34(3), 413-425. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.06.002>

Sharun, K., Dhama, K., Tiwari, R., Gugjoo, M. B., Iqbal Yatoo, M., Patel, S. K., Pathak, M., Karthik, K., Khurana, S. K., Singh, R., Puvvala, B., Amarpal, null, Singh, R., Singh, K. P., & Chaicumpa, W. (2021). Advances in therapeutic and managemental approaches of bovine mastitis: A comprehensive review. *The Veterinary Quarterly*, 41(1), 107-136. <https://doi.org/10.1080/01652176.2021.1882713>

Shum, L. W. C., McConnel, C. S., Gunn, A. A., & House, J. K. (2009). Environmental mastitis in intensive high-producing dairy herds in New South Wales. *Australian Veterinary Journal*, 87(12), 469-475. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2009.00523.x>

Smith, K. L., & Hogan, J. S. (1993). Environmental mastitis. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 9(3), 489-498. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30616-2](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30616-2)

Sumon, S., Parvin, M., Ehsan, M., & Islam, M. (2020). *Relationship between somatic cell counts and subclinical mastitis in lactating dairy cows—PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33061248/>

Tommasoni, C., Fiore, E., Lisuzzo, A., & Gianesella, M. (2023). Mastitis in Dairy Cattle: On-Farm Diagnostics and Future Perspectives. *Animals : an*

Open Access Journal from MDPI, 13(15), 2538.
<https://doi.org/10.3390/ani13152538>

Zadoks, R. N., Allore, H. G., Barkema, H. W., Sampimon, O. C., Wellenberg, G. J., Gröhn, Y. T., & Schukkent, Y. H. (2001). Cow- and quarter-level risk factors for *Streptococcus uberis* and *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Science*, 84(12), 2649-2663.
[https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)74719-4](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)74719-4)

Zigo, F., Vasil', M., Ondrašovičová, S., Výrostková, J., Bujok, J., & Pecka-Kielb, E. (2021). Maintaining Optimal Mammary Gland Health and Prevention of Mastitis. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 607311.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.607311>