

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en diferentes grupos de vacas lecheras de la Comarca Lagunera

Por:

Jesús Jair Cruz Xochitla

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Agosto 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en diferentes
grupos de vacas lecheras de la Comarca Lagunera

Por:

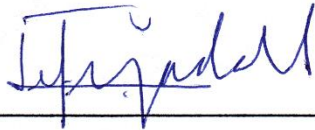
Jesús Jair Cruz Xochitla

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por:



Dra. Luz María Tejada Ugarte

Presidente



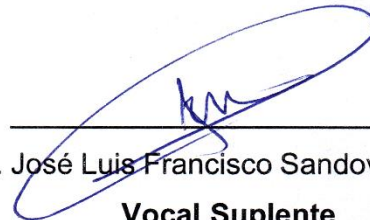
MVZ. César Octavio Cruz Marmolejo

Vocal



MC. Luis Roberto Zivec Gaxiola

Vocal



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías

Vocal Suplente



MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Agosto 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en diferentes
grupos de vacas lecheras de la Comarca Lagunera

Por:

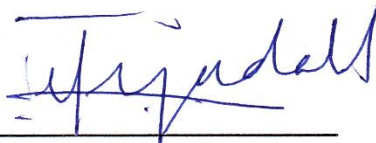
Jesús Jair Cruz Xochitla

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobado por el comité de asesoría:



Dra. Luz María Tejada Ugarte

Asesor Principal



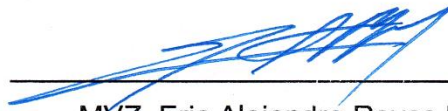
MVZ. César Octavio Cruz Marmolejo

Coasesor



MC. Luis Roberto Zivec Gaxiola

Coasesor



MVZ. Eric Alejandro Reyes Ramírez

Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Agosto 2026

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la fortaleza e iluminación para poder llegar hasta este momento de mi carrera, por acompañar cada paso, cada momento difícil y porque no, cada logro obtenido, no solo en este periodo de universidad sino en toda mi vida.

A mis padres, por ser mi mayor apoyo y ejemplo de vida, gracias por su amor, confianza, consejos y sacrificios que han hecho para que esta meta se logre culminar con un gran éxito.

A la Dra. Lucy Tejada por su paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación, por el cariño a su trabajo y nunca negarse para apoyar ante cualquier circunstancia que se le pidió su ayuda, gracias por su tiempo, comprensión y aliento tanto en situaciones de la investigación como en mi vida personal, por la ayuda incondicional para concluir esta etapa.

Al Dr. Octavio Cruz por su apoyo incondicional durante toda la carrera, donde no solo hizo su trabajo como tutor de carrera sino un papel de familia lejos de casa y estar al pendiente de uno cada semana.

Y claro, también a la poderosísima Antonio Narro quien hizo posible mi formación profesional y por todo lo que me hizo vivir y conocer, Alma Terra Mater.

DEDICATORIAS

A mis padres, Humberto Cruz Ramirez y Violeta Xochitla Caballero por siempre confiar en mí, por apoyarme y creer ciegamente en que podía lograr esta meta, gracias por el esfuerzo diario que hicieron durante cinco años para poder mantenerme lejos de ustedes sin negarme nada en ningún momento.

A un principito, Jesus Emiliano Cruz Rivera quien desde supe que vendría a este mundo y después de su llegada siempre a sido la mejor motivación para superar malos momentos y continuar buscando mejores oportunidades.

Por último, al deporte más bonito del mundo, querido futbol, al cual dedique mi vida hasta los 17 años, buscando oportunidades y renuncie a mis sueños de jugarlo profesionalmente para convertirme en Médico Veterinario Zootecnista, por ser la terapia psicológica mas bonita en mi vida que se encargo de darme grandes lecciones y enseñanzas de vida, hoy ya no te juega un niño con la ilusión de ser futbolista profesional sino un profesionista que alcanzo la meta de convertirse en Médico Veterinario Zootecnista.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADRO	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
1.1 HIPÓTESIS	2
1.2 OBJETIVO GENERAL	2
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Producción lechera bovina en México	3
2.2 Mastitis bovina	4
2.3 Impacto económico de la mastitis	5
2.4 Agentes etiológicos de la mastitis bovina	6
2.5 Estafilococos coagulasa negativos como agentes etiológicos de la mastitis bovina	7
2.6 Epidemiología de los estafilococos coagulasa negativos	10
2.7 Diagnóstico microbiológico de la mastitis bovina	11
2.8 Grupos de monitoreo para el diagnóstico bacteriológico de la mastitis bovina ..	12
2.8.1 Vacas posparto	12
2.8.2 Vacas secas	13
2.8.3 Vacas con mastitis clínica	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Ubicación del estudio	16
3.2 Diseño del estudio	16
3.3 Animales y grupos evaluados	16
3.4 Diagnóstico bacteriológico	16
3.5 Variables del estudio	17
3.6 Análisis estadístico	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	20
VI. CONCLUSIONES	22
VII. REFERENCIAS	23

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1 Frecuencia de aislamientos bacterianos en leche bovina durante el periodo de estudio.	18
Cuadro 2 Frecuencia de estafilococos coagulasa negativos (SCN) de acuerdo con el grupo evaluado.	19
Cuadro 3 Distribución porcentual de los principales microorganismos aislados según el grupo de monitoreo.	19

RESUMEN

Los estafilococos coagulasa negativos (SCN) constituyen uno de los principales microorganismos asociados con la mastitis bovina debido a su elevada frecuencia de aislamiento en vacas lecheras. El objetivo del presente estudio fue determinar la frecuencia de aislamiento de SCN en diferentes grupos de vacas lecheras pertenecientes a un sistema intensivo de producción de la Comarca Lagunera. Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y descriptivo mediante el análisis de 8,395 registros bacteriológicos obtenidos durante un periodo de 10 meses. Las muestras correspondieron a leche de cuartos mamarios individuales de vacas Holstein-Friesian clasificadas en tres grupos de monitoreo: posparto, secado y mastitis clínica. Se calcularon frecuencias y porcentajes, y la asociación entre la presencia de SCN y el grupo de monitoreo se evaluó mediante una prueba de Chi-cuadrada (χ^2 ; $P < 0.05$). De los registros analizados, 4,701 correspondieron a cultivos positivos y 3,694 fueron bacteriológicamente negativos. Los SCN constituyeron el principal microorganismo aislado, representando el 43.2% del total de las muestras y el 77.2% de los cultivos positivos. La frecuencia de aislamiento difirió significativamente entre los grupos evaluados ($\chi^2 = 32.84$; $P < 0.0001$), observándose la mayor proporción en las vacas con mastitis clínica (41.4%), seguidas por las vacas en posparto (29.9%) y las vacas secas (27.9%). Se concluye que los SCN fueron el principal microorganismo aislado durante el periodo de estudio y que su frecuencia varió entre los grupos de monitoreo, lo que resalta la importancia de incluirlos en los programas de vigilancia bacteriológica de la mastitis bovina.

Palabras clave: Mastitis bovina, Salud mamaria, Aislamiento bacteriano, Monitoreo sanitario, Leche bovina

1. INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina constituye una de las enfermedades de mayor importancia sanitaria y económica en los sistemas intensivos de producción lechera, debido a que ocasiona disminución en la producción y calidad de la leche, incrementa los costos asociados al tratamiento de los animales afectados y favorece el descarte prematuro de vacas. Tradicionalmente, los programas de prevención y control de la enfermedad se han enfocado en patógenos mayores como *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*. Sin embargo, durante las últimas décadas los estafilococos coagulasa negativos (SCN) han incrementado su importancia debido a su elevada frecuencia de aislamiento en muestras de leche bovina y a su participación en infecciones intramamarias persistentes (Thorberg, 2008; Taponen et al., 2016).

Aunque los SCN fueron considerados durante muchos años microorganismos de escasa importancia clínica y parte de la microbiota normal de la piel del pezón, actualmente se reconoce que diversas especies poseen la capacidad de establecer infecciones intramamarias, incrementar el conteo de células somáticas y afectar la calidad de la leche. Como consecuencia, estos microorganismos se han convertido en un componente relevante dentro de los programas de monitoreo bacteriológico de la mastitis bovina (Giessen, 2023; Heinze et al., 2015).

La mastitis bovina presenta una etiología multifactorial en la que participan microorganismos de origen contagioso y ambiental. La identificación de los agentes etiológicos mediante el aislamiento bacteriológico constituye una herramienta fundamental para conocer la epidemiología de la enfermedad, orientar las estrategias de prevención y establecer programas de control acordes con las condiciones de cada sistema de producción.

La Comarca Lagunera constituye una de las principales regiones productoras de leche de México; sin embargo, la información disponible sobre la frecuencia de aislamiento de los estafilococos coagulasa negativos en diferentes grupos de monitoreo es limitada. Conocer la distribución de estos microorganismos durante

etapas como el posparto, el periodo seco y la mastitis clínica permite generar información epidemiológica útil para fortalecer los programas de vigilancia y control de la salud mamaria.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en muestras de leche bovina obtenidas de diferentes grupos de vacas lecheras pertenecientes a un sistema intensivo de producción de la Comarca Lagunera.

1.1 HIPÓTESIS

La frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos difiere entre los diferentes grupos de vacas lecheras evaluados.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Determinar la frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en diferentes grupos de vacas lecheras de un sistema intensivo de producción de la Comarca Lagunera.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en vacas durante el posparto.

Determinar la frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en vacas con mastitis clínica.

Determinar la frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en vacas durante el periodo seco.

Comparar la frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos entre los diferentes grupos de vacas lecheras evaluados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción lechera bovina en México.

La producción de leche constituye una de las actividades pecuarias de mayor importancia en México debido a su contribución a la seguridad alimentaria, la economía nacional y la generación de empleo en el medio rural. Además de representar una fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales para la alimentación humana, la ganadería lechera aporta aproximadamente el 17 % del valor de la producción pecuaria nacional y beneficia de manera directa a miles de familias dedicadas a esta actividad (Álvarez et al., 2024; González et al., 2024).

En México, la producción de leche se desarrolla bajo tres sistemas de producción: intensivo, familiar y de doble propósito. El sistema intensivo concentra los mayores niveles de producción debido al empleo de razas especializadas, programas de mejoramiento genético, inseminación artificial, instalaciones tecnificadas y estrategias de manejo que han permitido incrementar la productividad durante las últimas décadas. Este sistema se localiza principalmente en regiones como la Comarca Lagunera, Chihuahua y Aguascalientes, las cuales destacan entre las principales zonas productoras de leche del país (Camacho et al., 2017; Avilés et al., 2024).

A pesar de los avances alcanzados en productividad, la producción nacional continúa siendo insuficiente para satisfacer la demanda interna, por lo que México depende de la importación de leche en polvo para cubrir parte del consumo nacional (Loera y Banda, 2017). Esta situación resalta la importancia de implementar estrategias que permitan mejorar tanto la productividad como la calidad de la leche, ya que las enfermedades que afectan la glándula mamaria, particularmente la mastitis, ocasionan pérdidas económicas importantes debido a la disminución en la producción, el deterioro de la calidad de la leche y el incremento en los costos asociados a su control.

2.2 Mastitis bovina.

Constituye una de las enfermedades de mayor importancia sanitaria y económica en los sistemas de producción de leche debido a las pérdidas que ocasiona por la disminución de la producción, el deterioro de la calidad de la leche, el incremento en los costos de tratamiento y el descarte prematuro de animales. Además, representa un problema para la industria lechera al afectar la calidad higiénico-sanitaria de la leche y comprometer la rentabilidad de los sistemas de producción (Rodríguez, 2006; Andrade et al., 2017).

La mastitis se define como la inflamación de la glándula mamaria, generalmente ocasionada por microorganismos patógenos que invaden el tejido mamario y desencadenan una respuesta inflamatoria. Como consecuencia, se presentan alteraciones en la composición de la leche, incremento en el conteo de células somáticas y daño del tejido secretor, lo que repercute negativamente sobre la producción y la calidad de la leche (Cruz et al., 2007).

De acuerdo con la presencia de signos clínicos, la mastitis puede clasificarse en clínica y subclínica. La mastitis clínica se caracteriza por cambios visibles en la ubre, como inflamación, dolor, edema y alteraciones en la leche, incluyendo la presencia de coágulos, cambios en el color y la consistencia. En casos severos, las vacas pueden presentar fiebre, anorexia y una marcada disminución de la producción láctea. Por su parte, la mastitis subclínica no presenta signos clínicos evidentes y su diagnóstico se basa principalmente en el incremento del conteo de células somáticas y en el aislamiento microbiológico de los agentes causales. Se estima que aproximadamente el 90 % de los casos de mastitis corresponden a la forma subclínica y únicamente el 10 % a la forma clínica (Cruz et al., 2007).

Desde el punto de vista epidemiológico, la mastitis puede clasificarse en contagiosa y ambiental. La mastitis contagiosa es causada por microorganismos que habitan la glándula mamaria de animales infectados y cuya principal vía de transmisión ocurre durante el ordeño; entre los agentes más importantes se encuentran *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Mycoplasma* spp. En contraste, la mastitis ambiental es ocasionada por microorganismos presentes en el entorno

de las vacas, como *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp., *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* y diversas especies de estafilococos coagulasa negativos, las cuales forman parte de la microbiota de la piel del pezón y pueden ocasionar infecciones intramamarias cuando ingresan a la glándula mamaria (Calderón y Rodríguez, 2008).

La prevención constituye la principal estrategia para el control de la mastitis bovina e incluye la implementación de buenas prácticas de ordeño, medidas de higiene, programas de monitoreo de la salud de la glándula mamaria y la identificación de los agentes etiológicos involucrados. Estas acciones permiten disminuir la incidencia de nuevas infecciones, mejorar la calidad de la leche y reducir las pérdidas económicas asociadas con esta enfermedad (Fernández et al., 2012; Andrade et al., 2017).

2.3 Impacto económico de la mastitis.

Representa una de las enfermedades de mayor impacto económico en la industria lechera debido a las pérdidas directas e indirectas que ocasiona sobre la productividad de los hatos. La magnitud de estas pérdidas varía entre países, regiones y sistemas de producción, ya que depende de factores como la prevalencia de la enfermedad, la gravedad de la infección, la duración del proceso inflamatorio y la respuesta al tratamiento. Por ello, resulta difícil establecer un costo único asociado con esta enfermedad (Halasa et al., 2007; Vissio et al., 2015).

Las pérdidas económicas derivadas de la mastitis incluyen la disminución de la producción y calidad de la leche, el descarte de leche durante el tratamiento, los costos asociados al diagnóstico y tratamiento de los animales afectados, el incremento en la mano de obra y el sacrificio o reemplazo de vacas con infecciones crónicas. En conjunto, estos factores comprometen la eficiencia productiva y disminuyen la rentabilidad de los sistemas de producción lechera (Bedolla, 2008).

En México, la mastitis continúa siendo una de las principales causas de pérdidas económicas en las explotaciones lecheras. La mastitis subclínica representa el mayor impacto debido a su elevada frecuencia y a la dificultad para detectarla oportunamente, lo que favorece una disminución sostenida de la producción y de la

calidad de la leche. Además, la persistencia de infecciones intramamarias incrementa los costos de producción y reduce la vida productiva de las vacas afectadas (Pineda et al., 2024; Viretto et al., 2025).

La implementación de programas de prevención, diagnóstico oportuno y buenas prácticas de ordeño constituye una de las estrategias más efectivas para disminuir la incidencia de la enfermedad y reducir las pérdidas económicas asociadas con la mastitis bovina. En este contexto, la identificación de los agentes etiológicos involucrados representa un componente fundamental para establecer medidas de prevención y control acordes con las condiciones de cada sistema de producción.

2.4 Agentes etiológicos de la mastitis bovina.

Es una enfermedad de etiología multifactorial en la que participan diversos microorganismos, principalmente bacterias Gram positivas y Gram negativas. Los avances en las técnicas de diagnóstico fenotípicas y genotípicas han permitido una identificación más precisa de los agentes etiológicos involucrados, facilitando el conocimiento de su epidemiología y el establecimiento de estrategias de prevención y control más específicas (Zadoks et al., 2011).

Los agentes etiológicos de la mastitis pueden clasificarse de acuerdo con su importancia clínica como patógenos mayores y menores, o bien, según su origen epidemiológico, como contagiosos y ambientales. Entre los patógenos mayores destacan *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli*, *Streptococcus* spp. y *Klebsiella* spp., los cuales se asocian con cuadros clínicos de mayor gravedad y pérdidas económicas importantes. Por su parte, los patógenos menores, entre los que se incluyen los estafilococos coagulasa negativos y *Corynebacterium bovis*, generalmente ocasionan infecciones intramamarias de menor severidad, aunque su importancia ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas (Dos Santos et al., 2020; Díaz y Ortega, 2023).

Desde el punto de vista epidemiológico, los agentes contagiosos se transmiten principalmente durante el ordeño y permanecen en la glándula mamaria de animales infectados, mientras que los agentes ambientales se encuentran de forma natural en el entorno donde se alojan las vacas, como la cama, el estiércol, el agua y el

suelo. La frecuencia con que se presentan estos microorganismos depende de factores relacionados con el manejo, las condiciones ambientales y las prácticas de higiene implementadas en cada sistema de producción (Teotia et al., 2025; Aceves y Vázquez, 2026).

En los últimos años, diversos estudios han documentado un incremento en la frecuencia de aislamiento de los estafilococos coagulasa negativos en muestras de leche de vacas con mastitis. Debido a ello, estos microorganismos han dejado de considerarse patógenos de importancia secundaria y actualmente son reconocidos como uno de los principales agentes etiológicos de la mastitis bovina. Por esta razón, resulta necesario conocer sus características, epidemiología e importancia dentro de los sistemas de producción lechera.

2.5 Estafilococos coagulasa negativos como agentes etiológicos de la mastitis bovina.

También denominados estafilococos no *aureus*, constituyen un grupo diverso de bacterias Gram positivas pertenecientes al género *Staphylococcus*. Durante muchos años fueron considerados microorganismos comensales de la piel y del canal del pezón, así como agentes etiológicos de escasa importancia clínica. Sin embargo, el desarrollo de técnicas microbiológicas y moleculares más precisas ha permitido demostrar que actualmente representan uno de los grupos bacterianos aislados con mayor frecuencia en muestras de leche de vacas con mastitis, particularmente en su presentación subclínica. Este hallazgo ha modificado la percepción sobre su importancia epidemiológica y ha incrementado el interés por conocer su papel dentro de los programas de control de mastitis bovina (Taponen y Pyörälä, 2009; De Buck et al., 2021).

Los SCN forman parte de la microbiota normal de la piel, del conducto del pezón y de otras superficies corporales de los bovinos. No obstante, cuando existen alteraciones en la integridad del esfínter del pezón, deficiencias en las prácticas de higiene durante el ordeño o disminución de la respuesta inmunitaria del hospedador, estos microorganismos pueden invadir la glándula mamaria y establecer infecciones intramamarias persistentes. Aunque la mayoría de los casos cursan de forma

subclínica y con escasos signos clínicos, ocasionan un incremento sostenido en el conteo de células somáticas, disminuyen la producción y calidad de la leche y generan pérdidas económicas que, en conjunto, adquieren gran relevancia para la industria lechera (De Buck et al., 2021).

Entre las especies de SCN con mayor importancia en bovinos lecheros destacan *Staphylococcus chromogenes*, *S. simulans*, *S. epidermidis*, *S. haemolyticus* y *S. xylosus*. Diversos estudios indican que *S. chromogenes* es la especie aislada con mayor frecuencia y la más estrechamente relacionada con infecciones intramamarias persistentes y elevados conteos de células somáticas. En contraste, *S. simulans* suele asociarse con una respuesta inflamatoria más intensa, mientras que *S. epidermidis*, *S. haemolyticus* y *S. xylosus* presentan un comportamiento oportunista cuya frecuencia depende de las condiciones de manejo, higiene y estado inmunológico de los animales. Estas diferencias resaltan la importancia de identificar los aislamientos bacterianos a nivel de especie para comprender su comportamiento epidemiológico y establecer medidas de control más específicas (Taponen y Pyörälä, 2009; De Buck et al., 2021).

La capacidad de los SCN para producir enfermedad está determinada por diversos factores de virulencia. Entre ellos destaca la formación de biopelículas (biofilms), estructuras compuestas por polisacáridos, proteínas y ADN extracelular que favorecen la adhesión al epitelio mamario y protegen a las bacterias frente a la respuesta inmunitaria del hospedador y a la acción de los antimicrobianos. Asimismo, la producción de adhesinas facilita la unión a proteínas de la matriz extracelular, como fibronectina, colágeno y fibrinógeno, promoviendo la colonización y persistencia de las infecciones intramamarias. Estos mecanismos explican, en gran medida, la dificultad para eliminar completamente el microorganismo y la aparición de infecciones recurrentes dentro de los hatos lecheros (França et al., 2021; De Buck et al., 2021).

El diagnóstico de las infecciones ocasionadas por SCN se basa en el aislamiento bacteriológico de muestras de leche obtenidas bajo condiciones asépticas. Debido a la gran diversidad de especies que integran este grupo, actualmente se

recomienda complementar el cultivo convencional con herramientas de mayor precisión, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la espectrometría de masas MALDI-TOF, las cuales permiten identificar los aislamientos a nivel de especie y detectar genes relacionados con factores de virulencia y resistencia a los antimicrobianos. De manera complementaria, el conteo de células somáticas y la Prueba de Mastitis de California (CMT) continúan siendo herramientas de utilidad para la detección temprana de infecciones subclínicas (De Buck et al., 2021; CLSI, 2020).

El control de los SCN debe fundamentarse principalmente en medidas preventivas orientadas a disminuir la aparición de nuevas infecciones intramamarias. La correcta higiene antes y después del ordeño, la desinfección de los pezones, el mantenimiento adecuado del equipo de ordeño, la detección oportuna de animales infectados y la implementación de programas integrales de control de mastitis han demostrado reducir la incidencia de estos microorganismos en los hatos lecheros. Asimismo, la identificación precisa de las especies involucradas resulta indispensable para comprender su epidemiología y seleccionar estrategias de prevención y tratamiento acordes con las características de cada explotación (Rainard et al., 2018; De Buck et al., 2021).

El incremento en la frecuencia de aislamiento de los estafilococos coagulasa negativos durante las últimas décadas ha modificado el concepto tradicional que los clasificaba como patógenos menores. Actualmente, estos microorganismos son reconocidos como uno de los principales agentes etiológicos de la mastitis bovina, especialmente de la forma subclínica, lo que ha impulsado el desarrollo de investigaciones dirigidas a conocer su distribución, comportamiento epidemiológico e impacto sobre la salud de la glándula mamaria y la calidad de la leche. En este contexto, la determinación de la frecuencia de aislamiento de los SCN en diferentes grupos de vacas lecheras constituye una herramienta fundamental para comprender su importancia dentro de los sistemas intensivos de producción y fortalecer los programas de prevención y control de la mastitis.

2.6 Epidemiología de los estafilococos coagulasa negativos.

Los estafilococos coagulasa negativos (SCN) constituyen actualmente el grupo bacteriano aislado con mayor frecuencia en casos de mastitis bovina subclínica. Durante las últimas décadas, diversos estudios epidemiológicos han documentado un incremento en su prevalencia dentro de los sistemas de producción lechera, desplazando en numerosas regiones a *Staphylococcus aureus* como el estafilococo más frecuentemente aislado en muestras de leche. Aunque las infecciones ocasionadas por los SCN suelen presentar una menor severidad clínica, su elevada frecuencia favorece un incremento sostenido en el conteo de células somáticas, disminuye la calidad de la leche y ocasiona pérdidas económicas importantes para la industria lechera (Taponen y Pyörälä, 2009; De Buck et al., 2021).

La epidemiología de los SCN está estrechamente relacionada con la diversidad de especies que integran este grupo bacteriano. Aunque se han descrito más de 50 especies de estafilococos no *aureus*, únicamente unas cuantas predominan en bovinos lecheros. Entre ellas, *Staphylococcus chromogenes* es considerada la especie mejor adaptada al hospedador bovino y la más frecuentemente aislada en infecciones intramamarias. Otras especies, como *S. simulans*, *S. epidermidis*, *S. haemolyticus* y *S. xylosus*, presentan una distribución más variable y pueden encontrarse tanto en el ambiente como en diferentes especies animales. Estas diferencias influyen en los mecanismos de transmisión, persistencia y capacidad para producir enfermedad dentro de los hatos lecheros (Vanderhaeghen et al., 2015; De Buck et al., 2021).

La frecuencia de aislamiento de los SCN presenta variaciones importantes entre países, regiones y sistemas de producción, debido a factores como las condiciones climáticas, el manejo durante el ordeño, las medidas de bioseguridad, la densidad animal y los programas de control de mastitis implementados en cada explotación. Un metaanálisis reciente reportó que los SCN representan aproximadamente el 17.3 % de los aislamientos bacterianos asociados con mastitis bovina; sin embargo, esta proporción puede variar considerablemente entre regiones geográficas y periodos

de estudio, reflejando la influencia de los factores ambientales y de manejo sobre la dinámica de transmisión de estos microorganismos (Zhang et al., 2023).

2.7 Diagnóstico microbiológico de la mastitis bovina.

El diagnóstico oportuno de la mastitis bovina constituye una herramienta fundamental para establecer medidas de control, reducir la diseminación de los agentes etiológicos y minimizar las pérdidas económicas ocasionadas por esta enfermedad. Debido a que una elevada proporción de los casos corresponde a mastitis subclínica, cuyo curso transcurre sin alteraciones visibles en la glándula mamaria o en la leche, es indispensable utilizar pruebas diagnósticas que permitan detectar tempranamente las infecciones intramamarias (Chakraborty et al., 2019).

Las pruebas diagnósticas empleadas para la detección de mastitis pueden clasificarse en métodos indirectos y métodos directos. Entre las pruebas indirectas destacan la Prueba de Mastitis de California (California Mastitis Test, CMT), la prueba de Wisconsin y el conteo de células somáticas, las cuales permiten estimar el grado de inflamación de la glándula mamaria mediante la cuantificación de células somáticas presentes en la leche. Actualmente, también se dispone de sistemas automatizados como Fossomatic®, Coulter Counter® y DeLaval Cell Counter®, que ofrecen una mayor rapidez y precisión en la determinación del conteo celular (Fernández et al., 2012; Chakraborty et al., 2019).

No obstante, aunque estas pruebas son útiles para identificar la presencia de inflamación en la glándula mamaria, no permiten determinar el microorganismo responsable de la infección. Por ello, el aislamiento bacteriológico continúa siendo el método de referencia para el diagnóstico etiológico de la mastitis bovina. Este procedimiento consiste en el cultivo microbiológico de muestras de leche obtenidas bajo condiciones asépticas, lo que permite identificar el agente causal y establecer medidas específicas de tratamiento y control (Echeverri et al., 2010; Sánchez, 2024).

En los últimos años, el desarrollo de técnicas moleculares y de espectrometría de masas ha permitido complementar el diagnóstico microbiológico convencional, mejorando la precisión en la identificación de los agentes etiológicos. Sin embargo,

el cultivo bacteriológico continúa siendo la herramienta más utilizada en estudios epidemiológicos orientados a determinar la frecuencia de aislamiento de los diferentes microorganismos asociados con la mastitis bovina.

2.8 Grupos de monitoreo para el diagnóstico bacteriológico de la mastitis bovina.

En los programas de control de mastitis implementados en los establos lecheros, el monitoreo bacteriológico se realiza en grupos de vacas considerados de mayor interés sanitario debido a su diferente riesgo de presentar infecciones intramamarias. La selección de estos grupos permite conocer la distribución de los agentes etiológicos de la mastitis en distintos momentos del ciclo productivo y constituye una herramienta útil para evaluar la dinámica de la enfermedad, orientar las medidas de prevención y mejorar el control sanitario del hato. Entre los grupos de monitoreo más utilizados se encuentran las vacas posparto, las vacas secas y las vacas con mastitis clínica, ya que cada uno representa una condición epidemiológica diferente dentro del sistema de producción.

2.8.1 Vacas posparto.

El periodo posparto comprende las primeras semanas posteriores al parto y constituye una de las etapas de mayor riesgo para la presentación de enfermedades infecciosas en las vacas lecheras. Durante este periodo ocurren importantes cambios fisiológicos, metabólicos e inmunológicos asociados con el inicio de la lactancia y la recuperación del aparato reproductor, lo que incrementa la susceptibilidad de los animales a desarrollar infecciones intramamarias (LeBlanc, 2023).

Al inicio de la lactancia es frecuente que las vacas experimenten un balance energético negativo, debido a que la demanda de energía para la producción de leche supera el consumo de materia seca. Esta condición, aunada a la disminución transitoria de la actividad funcional de neutrófilos, macrófagos y otras células del sistema inmunitario, reduce la capacidad del organismo para eliminar microorganismos invasores y favorece el establecimiento de infecciones en la glándula mamaria (LeBlanc, 2023; Li et al., 2023).

Diversos estudios han señalado que una proporción importante de los casos de mastitis diagnosticados durante las primeras semanas de lactancia se originan durante el periodo seco, por lo que las medidas preventivas implementadas antes del parto, como la terapia de secado, el uso de selladores internos del pezón y el adecuado manejo sanitario, tienen una influencia directa sobre la incidencia de nuevas infecciones durante el posparto (Pearce et al., 2023).

Desde el punto de vista epidemiológico, las vacas posparto constituyen un grupo prioritario dentro de los programas de monitoreo bacteriológico, ya que permiten detectar oportunamente infecciones intramamarias adquiridas durante el periodo seco o desarrolladas al inicio de la lactancia. La identificación de los agentes etiológicos presentes en este grupo proporciona información útil para evaluar la eficacia de los programas de prevención y control de la mastitis dentro del hato.

2.8.2 Vacas secas.

El periodo seco corresponde al intervalo comprendido entre el final de la lactancia y el parto siguiente, durante el cual las vacas dejan de ser ordeñadas con el propósito de permitir la involución y regeneración del tejido mamario. Generalmente tiene una duración de 45 a 60 días y constituye una etapa indispensable para restablecer la capacidad secretora de la glándula mamaria y favorecer una adecuada producción de leche en la siguiente lactancia (Van Kneegsel et al., 2013; Egyedy y Ametaj, 2022).

Desde el punto de vista sanitario, el periodo seco representa una etapa crítica para la epidemiología de la mastitis bovina. Durante los primeros días posteriores al secado y en las semanas previas al parto, la glándula mamaria presenta una mayor susceptibilidad al establecimiento de nuevas infecciones intramamarias. Aunque la formación del tapón de queratina en el canal del pezón constituye un mecanismo natural de protección frente al ingreso de microorganismos, su formación no ocurre de manera simultánea en todas las vacas, lo que favorece la entrada de bacterias, principalmente de origen ambiental, durante las primeras semanas del periodo seco (Pieper et al., 2013).

Diversos estudios han demostrado que una proporción importante de las infecciones diagnosticadas al inicio de la lactancia se originan durante el periodo

seco, razón por la cual esta etapa es considerada estratégica dentro de los programas de control de mastitis. Factores como la edad, el número de partos, los antecedentes de mastitis, la producción de leche al momento del secado y las condiciones de manejo influyen sobre el riesgo de adquirir nuevas infecciones intramamarias (Egyedy y Ametaj, 2022).

Debido a su importancia epidemiológica, durante el periodo seco se implementan medidas preventivas dirigidas a reducir la aparición de nuevas infecciones, entre las que destacan la terapia de secado, el uso de selladores internos del pezón y la aplicación de buenas prácticas de higiene. Estas estrategias han demostrado disminuir la incidencia de mastitis durante la siguiente lactancia y mejorar la salud de la glándula mamaria (Pearce et al., 2023).

2.8.3 Vacas con mastitis clínica.

Corresponde a la forma manifiesta de la enfermedad y se caracteriza por alteraciones visibles en la glándula mamaria y en la leche, acompañadas o no de signos sistémicos dependiendo de la gravedad de la infección. Su diagnóstico se basa en la presencia de cambios macroscópicos en la leche, inflamación de la ubre o ambas condiciones (Ruegg, 2017).

Las vacas con mastitis clínica representan el grupo con mayor probabilidad de aislamiento bacteriano, ya que la infección se encuentra establecida y generalmente cursa con una elevada carga microbiana. Sin embargo, la distribución de los agentes etiológicos puede variar entre explotaciones lecheras, dependiendo del sistema de producción, las condiciones de manejo y las medidas de control implementadas (Bradley, 2002).

El estudio bacteriológico de este grupo permite identificar los principales microorganismos responsables de la enfermedad y compararlos con aquellos aislados en vacas aparentemente sanas o pertenecientes a otros grupos de monitoreo, proporcionando información epidemiológica útil para establecer estrategias de prevención y control de la mastitis.

En conjunto, la evaluación bacteriológica de vacas pertenecientes a diferentes grupos de monitoreo permite conocer la distribución de los principales agentes etiológicos de la mastitis y generar información epidemiológica útil para fortalecer los programas de prevención y control de la enfermedad. En este contexto, determinar la frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos en vacas lecheras durante distintas etapas de monitoreo contribuye a comprender su importancia dentro de los sistemas intensivos de producción y proporciona información para orientar las estrategias de vigilancia de la salud mamaria.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del estudio.

El estudio se realizó utilizando registros bacteriológicos obtenidos en un establo lechero de producción intensiva localizado en la Comarca Lagunera, región agropecuaria situada en el norte de México e integrada por municipios de los estados de Coahuila y Durango. Esta región constituye una de las principales cuencas lecheras del país y se caracteriza por la producción especializada de leche mediante sistemas intensivos basados principalmente en ganado Holstein-Friesian.

3.2 Diseño del estudio.

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo y descriptivo utilizando registros bacteriológicos generados como parte del programa rutinario de monitoreo sanitario de un establo lechero. Se analizaron 8,395 registros bacteriológicos generados como parte del programa rutinario de monitoreo sanitario del establo obtenidos durante un periodo de diez meses. Las muestras correspondieron a leche de cuartos mamarios individuales de vacas Holstein-Friesian pertenecientes a tres grupos de monitoreo: vacas posparto, vacas secas y vacas con mastitis clínica.

Cada registro correspondió al resultado bacteriológico de una muestra de leche obtenida de un cuarto mamario individual. Debido a que en una misma muestra fue posible el aislamiento simultáneo de dos o más microorganismos, los hallazgos positivos no se consideraron categorías mutuamente excluyentes durante el análisis de la información.

3.3 Animales y grupos evaluados.

Las muestras correspondieron a vacas Holstein-Friesian pertenecientes a un sistema intensivo de producción de leche. De acuerdo con el programa rutinario de monitoreo sanitario del establo, las vacas fueron clasificadas en tres grupos de evaluación: vacas posparto, vacas secas y vacas con mastitis clínica.

3.4 Diagnóstico bacteriológico.

Los aislamientos bacterianos fueron identificados en el laboratorio y clasificados como *Staphylococcus aureus*, estafilococos coagulasa negativos (SCN),

Streptococcus agalactiae, *Streptococcus* spp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp., *Mycoplasma* spp., bacteriológico negativo (BN) y muestras contaminadas.

3.5 Variables del estudio.

La variable de respuesta fue la presencia de estafilococos coagulasa negativos (SCN) en las muestras de leche. Como variable explicativa se consideró el grupo de monitoreo, clasificando las muestras en vacas posparto, vacas secas y vacas con mastitis clínica. De manera complementaria, se registró el tipo de microorganismo aislado con el propósito de describir la distribución de los principales agentes bacterianos identificados durante el periodo de estudio.

3.6 Análisis estadístico.

Se realizó un análisis descriptivo mediante el cálculo de frecuencias absolutas y porcentajes para los microorganismos aislados en cada uno de los grupos de monitoreo. Posteriormente, la asociación entre la presencia de estafilococos coagulasa negativos (SCN) y el grupo de monitoreo se evaluó mediante una prueba de Chi-cuadrada (χ^2). En todos los análisis se consideró un nivel de significancia de $P < 0.05$.

IV. RESULTADOS

De los 8,395 registros bacteriológicos analizados, 4,701 correspondieron a cultivos positivos y 3,694 fueron bacteriológicamente negativos. Los estafilococos coagulasa negativos (SCN) constituyeron el principal agente bacteriano aislado, con 3,629 registros, lo que representó el 43.2% del total de las muestras analizadas y el 77.2% de los cultivos positivos. En menor frecuencia se identificaron *Escherichia coli* (1,372 registros; 29.2% de los cultivos positivos), *Staphylococcus aureus* (222; 4.7%), *Streptococcus* spp. (192; 4.1%), *Klebsiella* spp. (120; 2.6%) y *Mycoplasma* spp. (5; 0.1%) (Cuadro 1).

Cuadro 1 Frecuencia de aislamientos bacterianos en leche bovina durante el periodo de estudio.

Hallazgo bacteriano	n	% total	% de cultivos positivos
Sin desarrollo bacteriano	3694	44.0	-
SCN	3629	43.2	77.2
<i>Escherichia coli</i>	1372	16.3	29.2
<i>Staphylococcus aureus</i>	222	2.6	4.7
<i>Streptococcus</i> spp.	192	2.3	4.1
<i>Klebsiella</i> spp.	120	1.4	2.6
<i>Mycoplasma</i> spp.	5	0.1	0.1

Nota: La suma de los aislamientos positivos puede superar el número total de cultivos positivos debido a la presencia de más de un agente bacteriano en una misma muestra.

La frecuencia de aislamiento de SCN difirió significativamente entre los grupos de monitoreo ($\chi^2 = 32.84$; gl = 2; $P < 0.0001$). Las vacas con mastitis clínica presentaron la mayor frecuencia de aislamiento (41.4%; 221/534), seguidas por las vacas en posparto (29.9%; 508/1,699) y las vacas secas (27.9%; 320/1,145) (Cuadro 2).

Cuadro 2 Frecuencia de estafilococos coagulasa negativos (SCN) de acuerdo con el grupo evaluado.

Grupo evaluado	Total de registros	SCN positivos	%
Posparto	1699	508	29.9
Mastitis clínica	534	221	41.4
Secado	1145	320	27.9

Cuadro 3 Distribución porcentual de los principales microorganismos aislados según el grupo de monitoreo.

Microorganismo	Posparto (%)	Mastitis clínica (%)	Secado (%)
SCN	29.9	41.4	27.9
E. coli	7.6	30.8	7.5
S. aureus	2.4	3.3	4.6

V. DISCUSIÓN

La elevada frecuencia de aislamiento de estafilococos coagulasa negativos (SCN) observada en este estudio confirma la importancia de este grupo bacteriano dentro de los programas de monitoreo de la salud mamaria en sistemas intensivos de producción lechera. Los SCN representaron el 43.2% del total de las muestras analizadas y el 77.2% de los cultivos positivos, lo que coincide con reportes recientes que los identifican como uno de los principales microorganismos aislados en leche bovina. De manera similar, Giessen (2023) reportó una frecuencia de aislamiento del 45.9% en muestras de cuartos mamarios individuales, valor comparable con el obtenido en el presente estudio.

La frecuencia de aislamiento de SCN difirió entre los grupos de monitoreo evaluados, siendo mayor en las vacas con mastitis clínica (41.4%), seguidas por las vacas en posparto (29.9%) y las vacas secas (27.9%). Estos resultados confirman que los SCN pueden aislarse tanto en animales con mastitis clínica como durante etapas de monitoreo rutinario del hato, lo que respalda su importancia dentro de los programas de vigilancia de la salud mamaria. Estudios previos también han documentado una elevada frecuencia de aislamiento de SCN durante el periodo posparto y en infecciones intramamarias de vacas lecheras (Oliver y Jayarao, 1997; Pyörälä y Taponen, 2009).

Además de los SCN, se identificaron otros agentes bacterianos de importancia en mastitis bovina, entre ellos *Escherichia coli* (29.2% de los cultivos positivos) y *Staphylococcus aureus* (4.7%). La presencia simultánea de microorganismos ambientales y contagiosos coincide con lo descrito en sistemas intensivos de producción lechera, donde ambos grupos de patógenos contribuyen a la presentación de infecciones intramamarias y representan un reto para los programas de control y prevención de la mastitis (Sedky et al., 2020). Los resultados obtenidos en este estudio confirman la importancia de los estafilococos coagulasa negativos como uno de los principales microorganismos aislados en programas de monitoreo bacteriológico de mastitis bovina. La elevada frecuencia observada coincide con la creciente relevancia que estos microorganismos han adquirido en

los sistemas intensivos de producción lechera, donde su identificación resulta fundamental para comprender la epidemiología de las infecciones intramamarias y fortalecer las estrategias de control de la enfermedad (Giessen, 2023).

El monitoreo bacteriológico rutinario constituye una herramienta indispensable para conocer la distribución de los principales agentes etiológicos presentes en los hatos lecheros y establecer medidas de prevención y control acordes con las condiciones de cada explotación. En el presente estudio, la identificación de los SCN como el microorganismo predominante, así como su mayor frecuencia en vacas con mastitis clínica, resalta la necesidad de mantener programas permanentes de vigilancia de la salud mamaria que permitan la detección oportuna de los agentes bacterianos y contribuyan a mejorar la calidad de la leche y la salud de la glándula mamaria (Oliver y Jayarao, 1997; Sedky et al., 2020).

VI. CONCLUSIONES

Los estafilococos coagulasa negativos fueron el principal microorganismo aislado durante el periodo de estudio. Su frecuencia de aislamiento presentó una asociación significativa con el grupo de monitoreo, observándose la mayor proporción en las vacas con mastitis clínica.

Estos resultados destacan la importancia de incluir a los estafilococos coagulasa negativos en los programas de monitoreo bacteriológico de la mastitis bovina en sistemas intensivos de producción lechera.

VII. REFERENCIAS

- A.J. Bradley, (2002), Bovine Mastitis: An Evolving Disease, The Veterinary Journal, Volume 164, Issue 2, <https://doi.org/10.1053/tvjl.2002.0724>.
- Aceves, M. I. L., & Vázquez, H. C. (2026). Principales agentes etiológicos de la mastitis bovina: una revisión de literatura: Main Etiological Agents of Bovine Mastitis. e-CUCBA. (28), 28-37.
- Álvarez Macías, A., Cesín Vargas, J. A., Santos Chávez, V. M., & Cárcamo Mallen, R. W. (2024). Características y perspectivas del sistema productivo de lácteos en México: un análisis coyuntural.
- Avilés Ruíz, R., Barrón Bravo, O. G., Gutiérrez Chávez, A. J., & Ruiz Albarrán, M. (2024). Principales sistemas de producción de leche en México: recopilación actual de parámetros productivos, reproductivos y de manejo. Ciencias Veterinarias Y Producción Animal, 1(2), 32–47. <https://doi.org/10.29059/cvpa.v1i2.16>.
- Bedolla, C. C., & de León, M. P. (2008). Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 9(4), 1-26.
- Calderón, Alfonso, & Rodríguez, Virginia C. (2008). Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 21(4), 582-589.
- Camacho Vera, Joaquín Hiutzilihiuitl, Cervantes Escoto, Fernando, Palacios Rangel, María Isabel, Cesín Vargas, Alfredo, & Ocampo Ledesma, Jorge. (2017). Especialización de los sistemas productivos lecheros en México: la difusión del modelo tecnológico Holstein. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 8(3), 259-268. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4191>.
- Chakraborty, S., Dhama, K., Tiwari, R., Iqbal Yatoo, M., Khurana, S. K., Khandia, R., Munjal, A., Munuswamy, P., Kumar, M. A., Singh, M., Singh, R., Gupta, V. K., & Chaicumpa, W. (2019). Technological interventions and advances in the diagnosis of intramammary infections in animals with emphasis on bovine population-a review. The veterinary quarterly, 39(1), 76–94. <https://doi.org/10.1080/01652176.2019.1642546>.
- CLSI. (2020). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing (30th ed.). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Cruz Carillo, A., Estepa, C. E., Hernández Lizarazo, J. J., & Sanabria Villate, J. P. (2007). Identification of bovine mastitis causing bacteria and its resistance to some antibacterials. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica 10 (1): 81-9.
- De Buck, J., Ha, V., Naushad, S., Nobrega, D. B., Luby, C., Middleton, J. R., De Vliegher, S., & Barkema, H. W. (2021). Non-aureus Staphylococci and Bovine Udder Health: Current Understanding and Knowledge Gaps. Frontiers in Veterinary Science, 8, 658031.
- Díaz Ortega, J. G., & Basto García, L. V. (2023). Agentes etiológicos productores de mastitis bovina en Latinoamérica.
- Dos Santos, P. J., Ladeira, S. L., de Lima Gonzalez, H., Dors, G C., & da Silva Nascente, P. (2020, September). Bacteria from bovine mastitis: Survey and

- literature review. In Congreso Internacional Da Agroindustria. Second International Veterinary Internal Medicine Congress.
- Echeverri Zuluaga, J. J., Jaramillo, M. G., & Restrepo Betancur, L. F. (2010). Evaluación comparativa de dos metodologías de diagnóstico de mastitis en un hato lechero del Departamento de Antioquia. *Revista Lasallista de investigación*, 7(1), 49-57.
- Egyedy, A. F., & Ametaj, B. N. (2022). Mastitis: Impact of Dry Period, Pathogens, and Immune Responses on Etiopathogenesis of Disease and its Association with Periparturient Diseases. *Dairy*, 3(4), 881–906. <https://doi.org/10.3390/dairy3040061>.
- Fernández Bolaños Omar Fernando, Trujillo Graffe José Eduardo, Peña Cabrera John Jaiver, Cerquera Gallego Jefferson y Granja Salcedo Yury Tatiana. 2012. *Revista Veterinaria REDVET* 13(11).
- França, A., Gaio, V., Lopes, N., & Melo, L. D. R. (2021). Virulence factors in coagulase-negative staphylococci. *Pathogens*, 10(2), 170.
- Giessen, J. L.-U. (2023). *Untersuchung zu Vorkommen und Bedeutung von Koagulase-negativen Staphylokokken in Viertelgemelksproben* [Tesis de doctorado, Justus-Liebig-Universität Gießen]. jlu pub. <https://doi.org/10.22029/jlu pub-12318>.
- González-Hernández V, Callejas-Juárez N, Martínez-Castañeda FE (2024) Panorama económico futuro para el precio de la leche de vaca en México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. IV: e4124. DOI: 10.19136/era.a11nIV.4124.
- Heinze, J., Donat, K., Brandt, H., & Wehrend, A. (2015). Subclinical staphylococcal intramammary infections: within-herd prevalence and effects on milk yield and somatic cell counts in Thuringian dairy herds. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 128(1-2), 61–69.
- Li X, Xu C, Liang B, Kastelic JP, Han B, Tong X and Gao J (2023) Alternatives to antibiotics for treatment of mastitis in dairy cows. *Front. Vet. Sci.* 10:1160350. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1160350>.
- Loera, J. . . , & Banda, J. . . (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(4), 419-426. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.31>.
- Mera Andrade, Rafael & Muñoz, Manolo & Rojas, J.R. & Ortiz Tirado, Paúl & González Salas, Raúl & Vega Falcón, Vladimir. (2017). Bovine mastitis and its impact on milk quality. *Revista Electronica de Veterinaria*. 18.
- Oliver, S. P., & Jayarao, B. M. (1997). Coagulase-negative staphylococcal intramammary infections in cows and heifers during the nonlactating and periparturient periods. *Journal of Veterinary Medicine Series B-Infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 44(6), 355–363. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1997.tb00986.x>.
- Pearce, S. D., Parmley, E. J., Winder, C. B., Sargeant, J. M., Prashad, M., Ringelberg, M., Felker, M., & Kelton, D. F. (2023). Evaluating the efficacy of internal teat sealants at dry-off for the prevention of new intramammary infections during the dry period or clinical mastitis during early lactation in

- dairy cows: A systematic review update and sequential meta-analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 212, 105841. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105841>.
- Pieper J, Hoedemaker M, Krömker V. (2013), Significance of the dry period for the development and prevention of new infections of the bovine mammary gland. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*; 41(5):315-24.
- Pineda-Burgos, B. C., Nájera, J. C. C., Rodríguez, M. E., López, J. E. S., & Villamar, M. V. (2024). El impacto económico de la mastitis bovina en México. *Revista Biológico Agropecuara Tuxpan*, 12(1), 51-60.
- Rainard, P., Foucras, G., Fitzgerald, J. R., Watts, J. L., Koop, G., & Middleton, J. R. (2018). Knowledge gaps and research priorities in *Staphylococcus aureus* mastitis control. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65(Suppl. 1), 149–165.
- Rodríguez Martínez G. (2006). Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. *Rev Med Vet.* (12): 35-55. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.2052>.
- 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>.
- Sánchez Duarte, M. Y. (2024). Efectividad de tres métodos de diagnóstico para detección de mastitis subclínica y clínica en vacas en ordeño de/ CAFoP-bovino, UNA-2023 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua)).
- Sedky, D., Ghazy, A. A., & Soliman, K. A. (2020). Incidence and control of infectious bacteria in bovine milk. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(3), 398–404. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.10.3.398-404>.
- Stephen J. LeBlanc, (2023), Review: Postpartum reproductive disease and fertility in dairy cows, *animal*, Volume 17, <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100781>.
- Suvi Taponen, Suvi Nykäsenoja, Tarja Pohjanvirta, Anna Pitkälä and Satu Pyörälä (2016). Species distribution and in vitro antimicrobial susceptibility of coagulase-negative staphylococci isolated from bovine mastitic milk, *Acta Vet Scand*, 58:12, 2-13. DOI 10.1186/s13028-016-0193-8.
- T. Halasa, K. Huijps, O. Østerås & H. Hogeveen (2007) Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review, *Veterinary Quarterly*, 29:1, 18-31, DOI:10.1080/01652176.2007.9695224.
- Taponen, S., & Pyörälä, S. (2009). Coagulase-negative staphylococci as cause of bovine mastitis—Not so different from *Staphylococcus aureus*? *Veterinary Microbiology*, 134(1–2), 29–36.
- Teotia, A., Bashir, S., Malik, T. et al., (2025), Sustainable management of bovine mastitis caused by major pathogens (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae*, and *Streptococcus uberis*) using medicinal plants: a review. *Dairy Sci. Manag.* 2, 19, <https://doi.org/10.1186/s44363-025-00010-0>.
- Thorberg, B.-M. (2008). *Coagulase-negative staphylococci in bovine sub-clinical mastitis* [Tesis de doctorado, Swedish University of Agricultural Sciences]. SLU bokus.
- Van Knegsel, A. T. M., Remmelink, G. J., Jorjong, S., Fievez, V., & Kemp, B. (2013). Effects of shortening the dry period of dairy cows on milk production, energy

- balance, health, and fertility: A systematic review. *The Veterinary Journal*, 198(3), 707–713. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.10.005>.
- Vanderhaeghen, W., Piepers, S., Leroy, F., Van Coillie, E., Haesebrouck, F., & De Vliegher, S. (2015). Identification, typing, ecology and epidemiology of coagulase-negative staphylococci associated with ruminants. *Veterinary Journal*, 203(1), 44–51.
- Viretto, P.E., Martínez, G. M., Frossasco, G., & Suárez, V. H. (2025). Impacto productivo y económico de los eventos de mastitis en un sistema de ordeño voluntario en Argentina. *Ciencia Vetennaria*, 27, 1-17.
- Vissio, C, Agüero, DA, Raspanti, CG, Odierno, LM, & Larriestra, AJ. (2015). Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba, Argentina. *Archivos de medicina veterinaria*, 47(1), 7-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000100003>.
- Zadoks, R.N., Middleton, J.R., McDougall, S. et al. (2011), Molecular Epidemiology of Mastitis Pathogens of Dairy Cattle and Comparative Relevance to Humans. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 16, 357-372. <https://doi.org/10.1007/s10911-011-9236->.
- Zhang, Y., et al. (2023). The prevalence of coagulase-negative staphylococcus associated with bovine mastitis in China and its antimicrobial resistance rate: a meta-analysis. *Journal of Dairy Research*, 90(2), 158–163.