

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

## Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

**Detección de mastitis subclínica y caracterización de cepas de *Staphylococcus*, en rebaños caprinos de tipo familiar**

**Detection of subclinical mastitis and characterization of *Staphylococcus* strains, in family-type goat herds**

Authors/Autores: Anaya-Ramos, S.L., Gutiérrez-Hernández, J.L., Palomares-Resendiz, E.G., Tufiño-Loza, C., Sánchez-García, D.C., Santiago-Rodríguez, R., Arellano-González, S.5, Díaz-Aparicio, E.

ID: e1691

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

Received/Fecha de recepción: June 11<sup>th</sup> 2024

Accepted /Fecha de aceptación: May 13<sup>th</sup> 2025

Available online/Fecha de publicación: May 21<sup>th</sup> 2025

Please cite this article as/Como citar este artículo: Anaya-Ramos, S.L., Gutiérrez-Hernández, J.L., Palomares-Resendiz, E.G., Tufiño-Loza, C., Sánchez-García, D.C., Santiago-Rodríguez, R., Arellano-González, S.5, Díaz-Aparicio, E. (2025). Detection of subclinical mastitis and characterization of *Staphylococcus* strains, in family-type goat herds. *Revista Bio Ciencias 12 (nesp): 4to Congreso Internacional Sobre Inocuidad y*

*Calidad Alimentaria (ANICA)*, e1691. <https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Artículo original

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

## Detección de mastitis subclínica y caracterización de cepas de *Staphylococcus*, en rebaños caprinos de tipo familiar

### Detection of subclinical mastitis and characterization of *Staphylococcus* strains, in family-type goat herds

Detección de mastitis subclínica en rebaños caprinos/

Detection of subclinical mastitis in goat herds

Anaya-Ramos, S.L.<sup>1</sup> (ORCID), Gutiérrez-Hernández, J.L.<sup>2</sup> (ORCID), Palomares-Resendiz, E.G.<sup>2\*</sup> (ORCID), Tufiño-Loza, C.<sup>3</sup> (ORCID), Sánchez-García, D.C.<sup>4</sup> (ORCID), Santiago-Rodríguez, R.<sup>1</sup> (ORCID), Arellano-González, S.<sup>5</sup>, Díaz-Aparicio, E.<sup>2</sup> (ORCID)

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Km 2.5 Carretera Amecameca-Ayapango, Amecameca, 56900, Estado de México, México.

<sup>2</sup> CENID-SAI Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Km. 15.5 Carretera Federal México-Toluca, Cuajimalpa, 05110, CDMX, México.

<sup>3</sup>Estancia posdoctoral CONAHCYT, CDMX, México.

<sup>4</sup>Servicios de Salud de Sinaloa Mariano Escobedo, #1026, Colonia Las Vegas, 80090, Culiacán de Rosales Sinaloa, México.

<sup>5</sup>Presidente de la Asociación Ganadera Local de Juventino Rosas, Guanajuato, México.

#### \*Corresponding Author:

Gabriela Palomares-Resendiz. CENID-SAI, INIFAP, Km. 15.5 Carretera Federal México-Toluca, Cuajimalpa, 05110, CDMX, México. Teléfono 55 38718700 ext.80349. E-mail: [gabipr.1714@gmail.com](mailto:gabipr.1714@gmail.com)

#### RESUMEN

El objetivo fue identificar la mastitis subclínica mediante la prueba de California, y la caracterización fenotípica de cepas de *Staphylococcus*. De febrero a mayo de 2023 se trabajó en 21 rebaños de seis comunidades del municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, Guanajuato. Se analizaron por la prueba de California la leche de 430 cabras, de las positivas a la prueba se colectó leche para diagnóstico bacteriológico. El 27.6 % de las cabras fueron positivas a la prueba de California. En el estudio bacteriológico, se identificaron a *Staphylococcus haemolyticus*, *S. hyicus*, *S. chromogenes*, *S. caprae* y *S. epidermidis*, se observó resistencia a la cefotaxima, una cefalosporina de tercera generación. En conclusión, el estudio mostró que la mayoría de las cabras se vieron afectadas por mastitis subclínica, siendo la principal bacteria causante *Staphylococcus* coagulasa negativo. Es necesario capacitar a los caprinocultores para mejorar el control de la mastitis mediante la adopción de buenas prácticas de ordeño y el uso del diagnóstico para la detección de la mastitis.

#### PALABRAS CLAVE:

Caprinos, ordeña, mastitis, diagnóstico bacteriológico

#### ABSTRACT

The objective was to identify subclinical mastitis using the California Mastitis Test (CMT) and to perform the phenotypic characterization of *Staphylococcus* strains. From February to May 2023, the study was conducted in 21 herds across six communities in the Santa Cruz de Juventino Rosas

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

municipality, Guanajuato. Milk samples from 430 goats were analyzed using the CMT, and those testing positive were further sampled for bacteriological diagnosis. A total of 27.6 % of the goats tested positive for subclinical mastitis. The bacteriological analysis identified *Staphylococcus haemolyticus*, *S. hyicus*, *S. chromogenes*, *S. caprae*, and *S. epidermidis*, with resistance observed to cefotaxime, a third-generation cephalosporin. In conclusion, the study revealed a high prevalence of subclinical mastitis in the herds, with coagulase-negative *Staphylococcus* being the primary causative agent. Training programs for goat farmers are necessary to improve mastitis control through the adoption of good milking practices and diagnostic tools for prompt detection.

#### KEY WORDS:

Goats, milking routine, mastitis, bacteriological diagnosis

#### Introducción

La caprinocultura aporta un 2 % de la producción láctea a nivel mundial (FAO, 2024). Los caprinocultores mexicanos contribuyen con el 0.9 % del volumen global, entre 112 países dedicados a la producción de leche de cabra. En México, en 2023, se produjeron 169 millones de litros de leche de cabra, dando lugar al 0.7 % de participación nacional en la producción pecuaria. Entre las principales entidades productoras de leche de caprino se encuentra Coahuila (región noreste) con un aporte del 27 % de la producción nacional, le continúa Guanajuato (región centro-occidente) con un 26.8 % y Durango (región noreste) con un 14.6 %. Los estados de Jalisco, Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León, Baja California Sur y Michoacán tienen un aporte que varía entre el 2.5 y 4.6 %, el resto de los estados tienen un aporte menor a este (SIAP, 2024).

La cría y la producción de cabras es tradicional y principalmente una actividad de tipo familiar. La mayoría de las unidades productivas se conforman de pequeños rebaños manejados directamente por un pastor o una familia, la cual realiza todas las actividades de manejo (Guerrero, 2010).

La mastitis es una de las enfermedades más importantes dentro de la industria lechera, su presencia en las unidades de producción ocasiona pérdidas económicas importantes, los principales factores que la predisponen son las deficientes condiciones sanitarias al interior del rebaño, la falta de medidas terapéuticas y de control, así como la carencia o ausencia de higiene durante y posterior al ordeño (Abdelrahman *et al.*, 2020).

La incidencia de mastitis clínica en cabras es generalmente menor al 5 %, sin embargo, se estima que la prevalencia de mastitis subclínica en pequeños rumiantes oscila entre 5 % a 30 % (Contreras *et al.*, 2007). En México, se han observado prevalencias de entre 20 % al 58 % (Ávalos-Castro *et al.*, 2022). Para establecer un programa eficiente de control y tratamiento, es necesario la detección oportuna de casos, así como la identificación y caracterización de los agentes causales implicados, en la mastitis subclínica no se observan signos visibles de la enfermedad, normalmente no causa cambios aparentes en el tejido glandular, y la leche es aparentemente normal; este tipo de mastitis solo puede ser detectada midiendo el contenido de células somáticas de la leche (Ruiz, 1989; Shearer & Harris, 2003). Uno de los métodos más utilizados en las unidades de producción para este fin, es la prueba de California para mastitis (CMT), aunque la identificación de los agentes etiológicos que la causan debe realizarse mediante el aislamiento bacteriológico (Kabui, 2024).

En cabras, los *Staphylococcus* coagulasa negativo (CNS) son los principales agentes causantes de mastitis subclínica, estas bacterias son capaces de desarrollar resistencia contra los tratamientos antimicrobianos más comunes, por lo que su oportuna detección en campo, y su confirmación mediante pruebas de laboratorio, permiten establecer tratamientos eficientes, además de reforzar las buenas prácticas de ordeño que contribuyan a disminuir su diseminación (Contreras *et al.*, 2007). El objetivo de este trabajo fue identificar la mastitis subclínica mediante la prueba de California, determinar las especies de *Staphylococcus*, implicadas en su presentación y su posible resistencia a los antimicrobianos, en rebaños caprinos de tipo familiar.

#### Material y Métodos

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

El estudio se realizó entre los meses de febrero a mayo de 2023 en rebaños caprinos de tipo familiar de seis comunidades del municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, en el estado de Guanajuato, México (Tabla 1). Se trabajó con la participación voluntaria de 21 productores cooperantes ubicados en zonas consideradas de bajo a muy bajo índice de marginalidad. Los rebaños caprinos se eligieron con base en un máximo de 70 semovientes, en donde, la agricultura y/o ganadería de traspatio fuese su principal fuente de ingresos, que preferentemente utilizarán recursos propios de la región como tierras de agostadero o terrenos ejidales para el pastoreo y que contarán con escasa o nula asistencia técnica.

En cada rebaño se inspeccionó clínicamente a la glándula mamaria de las cabras en producción. Se realizó la prueba de CMT (Hernández & Bedolla, 2008) a cada uno de estos animales, tomando aproximadamente 3 ml de leche de cada medio, los cuales se colocaron respectivamente en cada pozo de la paleta CMT, posteriormente se agregó una cantidad igual de reactivo CMT (Nuplen químicos, México) y con movimientos circulares, la mezcla se homogenizó durante 30 segundos aproximadamente, se consideraron como muestras positivas, aquellas en las que se produjo una reacción de gelificación y como negativas, todas las que no mostraron cambios (Hernández & Bedolla, 2008). De todas las cabras positivas a la prueba de CMT se colectaron 30 ml de leche en tubos de 50 ml estériles y etiquetados para su posterior análisis bacteriológico en el laboratorio. Las muestras fueron transportadas al laboratorio de enfermedades de los pequeños rumiantes, al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Salud Animal e Inocuidad, en hielo y almacenadas a 4 °C hasta el análisis de laboratorio, que se realizó dentro de las 8 horas desde el muestreo.

Para la identificación de *Staphylococcus*, se permitió que las muestras de leche alcanzaran temperatura ambiente para ser homogeneizadas e inoculadas en agar sangre (Mačević *et al.*, 2022); se incubaron en condiciones de aerobiosis a 37 °C durante 48 h. A las colonias sospechosas se les caracterizó de forma macroscópica con base en su morfología colonial, posteriormente se observaron sus características tintoriales y morfología bacteriana mediante microscopía y tinción de Gram, todas aquellas colonias sospechosas se caracterizaron mediante pruebas bioquímicas de catalasa, oxidasa y coagulasa. La identificación de las especies se realizó por medio de un sistema comercial API Staph® (laboratorios Biomérieux, Francia).

La prueba de susceptibilidad a los antibióticos se utilizó el método de difusión en disco (Pum, 2019); para ello, los aislamientos de *Staphylococcus* se estandarizaron mediante una prueba de turbidez (estándar de McFarland de 0,5), posteriormente se inocularon 100 microlitros de la suspensión estandarizada de los aislamientos en placas de agar Müeller Hinton (BD, Sudáfrica). Para realizar esta prueba utilizamos discos (Bio-Rad Laboratories, EUA), impregnados con los siguientes antibióticos: amikacina (30 µg), ampicilina (10 µg), levofloxacina (5 µg), cefalotina (30 µg), cefotaxima (30 µg), ceftriaxona (30 µg), cloranficol (30 µg), gentamicina (10 µg), netilmicina (30 µg) y nitrofurantuina (300 µg), cefepime (30 µg) y trimetoprim-sulfametaxazol (25 µg), los discos se colocaron sobre la superficie del medio y posterior a ello, las placas se incubaron a 37 °C durante 24 h. Las zonas de inhibición fueron medidas y los resultados se interpretaron de acuerdo con la tabla CLSI (Pum, 2019).

Los resultados fueron integrados en una base de datos para el análisis y la determinación de frecuencias de presentación de la mastitis subclínica en cada comunidad y rebaño. Se realizaron pruebas de homogeneidad de proporciones por Chi-cuadrada ( $X^2$ ) de acuerdo al tipo de ordeño, manual y mecánico, respecto a los aislamientos obtenidos y a la detección de mastitis subclínica con la prueba de CMT, un valor de  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el software estadístico comercial SPSS versión 25.0 (SPSS Inc., EUA).

## Resultados y Discusión

De las 430 cabras en producción consideradas en este estudio, el 27.7 % fueron positivas a la CMT. En el estudio bacteriológico, se identificaron 11 aislamientos de *Staphylococcus* de 119 muestras de leche positivas a la CMT: *S. haemolyticus* (n=1), *S. hyicus* (n=1), *S. chromogenes* (n=1), *S. caprae* (n=2) y *S. epidermidis* (n=6) (Tabla 1).

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

**Tabla 1.** Especies de *Staphylococcus* identificadas por comunidad.

	Comunidad	UP <sup>1</sup>	Animales positivos	Especie (s) de <i>Staphylococcus</i> identificada (s)
1	Cabecera municipal	6	24	<i>S. haemolyticus</i> y <i>S. hyicus</i>
2	Emiliano Zapata	2	44	<i>S. epidermidis</i>
3	Cerrito de Gasca	2	5	Sin aislado
4	Naranjillo	5	16	<i>S. epidermidis</i>
5	San Juan de la Cruz	4	28	<i>S. caprae</i> y <i>S. chromogenes</i>
6	La Purísima	2	2	Sin aislado
	Total de muestras	21	119	

<sup>1</sup>Unidad de Producción / Farm

La mayoría de los aislamientos obtenidos en este estudio corresponden a *Staphylococcus* coagulasa negativos (CNS), excepto *S. hyicus*, similar a lo reportado por Ávalos-Castro *et al.* (2022). En caprinos, los CNS son las especies bacterianas con mayor frecuencia de detección (25 % hasta un 93 %) a partir de infecciones subclínicas, como se encontró en este estudio (Donmez & Kirkan, 2022).

Aunque estas especies son menos patógenas que el *S. aureus*, pueden causar infecciones persistentes durante meses, incluyendo el periodo seco, e incrementar significativamente el conteo de células somáticas y causar una mastitis clínica (Bedolla *et al.*, 2012). Si bien, en el estudio, no se identificó a ninguna cabra con mastitis clínica durante la aplicación de la CMT, los productores indicaron que se presentaban con mayor frecuencia durante la época de lluvias o invernal.

*S. epidermidis*, *S. caprae*, *S. simulans* y *S. chromogenes* son las principales especies que producen mastitis en cabras, asociadas con infección persistente, aumento del recuento de células somáticas y reducción de la producción de leche (Viridis *et al.*, 2010; Bedolla *et al.*, 2012). *S. epidermidis* y *S. caprae*, fueron las dos especies aisladas con mayor frecuencia en este estudio. Aunque, del resto de las especies de *Staphylococcus* identificadas solo se hallara un aislado, también son bacterias oportunistas que pueden encontrarse en un amplio rango de hábitats ecológicos incluyendo la piel de la ubre, el canal del pezón, la cama de los corrales, tanques de leche y heces, a esto se le atribuye su persistencia en los rebaños (Piessens *et al.* 2011; Jesse *et al.*, 2023). *S. cromogenes* y *S. haemolyticus* tienen la capacidad de colonizar la piel, la ubre y la porción distal del canal del pezón (Braem *et al.*, 2013; Bexiga *et al.*, 2014).

Una incorrecta limpieza y desinfección de las unidades de ordeño, y la ausencia de buenas prácticas de higiene durante el ordeño se consideran las principales vías de transmisión de la mastitis, lo que conlleva a la disminución de la producción láctea y, por ende, en la productividad del rebaño (Contreras *et al.*, 2007; De Visscher *et al.*, 2014). De acuerdo a lo observado en las UP incluidas en nuestro estudio, la ordeña se realizaba de forma manual en el 80.9 % de las UP, dentro de los corrales, en áreas no específicas y en ausencia de prácticas higiénicas adecuadas. Aunque en cuatro de las UP contaban con ordeña mecánica, en las que se realizaban las actividades de limpieza de los pezones previo a la ordeña, su secado con material desechable individual, el despunte y el sellado, no mostró diferencia estadística significativa con el ordeño manual respecto a los aislamientos obtenidos ( $X^2 = 0.35$ ,  $p = 0.51$ ), lo que indica que no se están realizando de forma adecuada las buenas prácticas de higiene en ambos tipos de ordeña. Sin embargo, se encontró mayor detección de cabras con mastitis subclínica que se ordeñan de forma manual (41.1 %) que aquellas que se ordeñan de forma mecanizada (38.6 %) ( $X^2 = 88$ ,  $p = 0.001$ ), al igual que Ávalos-Castro *et al.* (2022). Algunos estudios indican que con la correcta aplicación de buenas prácticas de higiene es posible disminuir la incidencia de la mastitis subclínica (Smith *et al.*, 2015).

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

La mastitis es un problema multifactorial en donde podemos encontrar fuentes de origen no infeccioso como contusiones en la ubre provocados por peleas, heridas lacerantes y miasis cutáneas (Ordoñez *et al.*, 2022). Cabe destacar que existen otras fuentes infecciosas que pueden predisponer al desarrollo de una mastitis, de origen bacteriano, fúngico, o las ocasionadas por virus. (Menzies, 2018; Ordoñez *et al.*, 2022). Esta puede ser una de las razones por las cuales no coincide el crecimiento bacteriano con el total de muestras positivas a la prueba de CMT.

Dado lo anterior son diversos los factores que pueden estar relacionados con el aumento de células somáticas en la leche, que en la prueba de CMT son detectadas de forma indirecta, al reaccionar el púrpura de bromocresol con el material genético de las células presentes en la leche (Masi & Riipinen, 1988). Un resultado negativo a esta prueba es un buen indicador de ausencia de infección, en el caso de un resultado positivo, no siempre es indicativo de un proceso infeccioso en la glándula mamaria. Esto es debido a que hay mayor presencia de células epiteliales en comparación de la leche de vaca, que en las cabras son un componente de protección natural (Li *et al.*, 2014; Machado, 2018).

Gelasakis *et al.* (2016) cuestionan la utilidad de la prueba de CMT como una herramienta para el diagnóstico preciso de mastitis subclínica en cabras, debido a que el aumento de las células somáticas en la leche también puede estar asociado a factores fisiológicos como el número de parto, la etapa de lactancia, estro, estrés y hasta raza, lo que puede llevar a analizar muestras de leche con más probabilidades de ser negativas al cultivo bacteriológico. A pesar de esto, otros estudios remarcan la importancia de la prueba como un indicador útil para el caprinocultor en la identificación de las deficiencias en el manejo sanitario de la ordeña, además de ser una prueba de bajo costo y fácil aplicación en campo, la cual debe ir acompañada de un diagnóstico bacteriológico (Bazan *et al.*, 2009; Machado, 2018; Mahlangu *et al.*, 2018).

Desde el punto de vista productivo, esta enfermedad genera disminución en la productividad de los rebaños debido a una menor producción de volumen de leche, alteración en el peso de las crías y por tanto hay menor disponibilidad para su transformación en quesos y dulces, así como para su consumo (Contreras *et al.*, 2007; Giboin *et al.*, 2019). En Francia, se estima que las pérdidas en la producción de leche pueden variar desde 55 hasta 132 kg de leche /año y una reducción de 0.3 g de grasa/kg de leche por animal (Baudry *et al.*, 1997).

La resistencia a antimicrobianos por parte de las bacterias es un problema que va en aumento a nivel mundial (Chokshi *et al.*, 2019). Este fenómeno se ha observado en los CNS, demostrándose resistencia hacia las cefalosporinas de primera, segunda y tercera generación, situación que ocurre debido a que este grupo de antibióticos son usados con frecuencia para el tratamiento de la mastitis y otros padecimientos de origen infeccioso debido a su eficiencia sobre la mayoría de bacterias Gram positivas, incluidos los estreptococos y estafilococos (Chavarría & Meléndez, 2012; Pascu *et al.*, 2022). En este estudio, ninguna de las especies aisladas de *Staphylococcus* fue resistente a la cefalotina, sin embargo, todos los aislamientos fueron sensibles a nitilmicina y a la gentamicina, aunque en este estudio no fue posible determinar el tipo u origen de resistencia de la cepa CNS, es importante destacar que algunos estudios mencionan que la creciente resistencia a los antimicrobianos puede estar relacionada con la variabilidad genética de los aislados, así como a las diferencias climatológicas y discrepancias geográficas, entre otros factores (Karzis *et al.*, 2019).

Cabe destacar que los rebaños considerados en este estudio no cuentan con asistencia técnica por parte de un médico veterinario, en México, esta característica es común en unidades de producción de tipo familiar, por lo que, frente a la presentación de padecimientos en los animales que conforman a los rebaños, el productor consulte directamente a otros productores que han tenido experiencias similares o bien, se dirijan a la farmacia veterinaria en busca de posibles tratamientos recomendados con base a la descripción que ellos puedan dar al farmacéutico, situación que puede favorecer la aparición de cepas resistentes por tratamientos mal establecidos.

## Conclusiones

Con los resultados obtenidos en este estudio, consideramos que la CMT es una herramienta adecuada para establecer la presencia de células somáticas en la leche de las cabras, no para determinar de manera individual, que cabra padece la mastitis subclínica. De esta forma, los resultados a la CTM que evidencien el aumento de las células somáticas en la leche, deben tomarse

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

en cuenta para revisar las condiciones relacionadas a fallas en el proceso de las buenas practicas del ordeño y para solucionarlas, debe hacerse un análisis de trazabilidad y determinar en qué puntos del proceso están las fallas y abocarse a modificar las condiciones que puedan favorecer al aumento de dichas células y a la mastitis subclínica, recomendando para esta última, el diagnóstico por aislamiento bacteriológico y la prueba de susceptibilidad a antibióticos, con la finalidad de reducir la posibilidad de la aparición de cepas resistentes.

### Contribución de los autores

“Conceptualización del trabajo, autor GHJL, autor PREG.; desarrollo de la metodología, autor ARSL, autor TLC, autor SGDC, autor SRR.; manejo de software, autor ARSL, autor TLC.; validación experimental, autor GHJL, autor PREG.; análisis de resultados, autor ARSL, autor PREG, autor TLC, autor SGDC.; Manejo de datos, autor ARSL, autor TLC, autor AGS.; escritura y preparación del manuscrito, autor PREG, autor AGS, autor DAE.; redacción, revisión y edición, todos los autores.; administrador de proyectos, autor GHJL.; adquisición de fondos, autor GHJL. “Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.”

### Financiamiento

Esta investigación fue financiada por el proyecto CONAHCYT: “Programa sanitario en rebaños caprinos para aumentar la eficiencia productiva y la seguridad alimentaria, en zonas marginales del municipio de Juventino Rosas, Guanajuato, México”.

### Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

### Referencias

- Abdelrahman, M. A., Khadr, A. M., Mahmoud, A. A., Elsheimy, M. T., & Osman, A. (2020). Occurrence of clinical and subclinical mastitis and associated risk factors in lactating goats with special reference to dry period infection and teat skin microflora. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 64(2), 95-101. <https://doi.org/10.5455/ajvs.28648>
- Ávalos-Castro, R., Palomares Resendiz, G., Díaz Aparicio, E., & Medina-Córdova, N. (2022). Prevalencia de mastitis subclínica y determinación de los factores de riesgo en cabras ordeñadas de forma manual y mecanizada, en rebaños de Comondú, Baja California Sur, México. *Acta universitaria*, 32. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3268>
- Bazan, R., Cervantes, E., Salas, G., & Segura-Correa, J. C. (2009). Prevalencia de mastitis subclínica en cabras lecheras en Michoacán, México. *Revista científica FCV-LUZ*, 19(4), 334-338.
- Baudry, C., de Cremoux, R., Chartier, C., & Perrin, G. (1997). Impact of the cellular concentration of milk in goats on its production and its composition. *Veterinary research*, 28(3), 277-286.
- Bedolla Cedeño, C., Bedolla Garcia, E. A., Castaneda Vazquez, H., Wolter, W., Castaneda Vazquez, M. A., & Kloppert, B. (2012). Mastitis Caprina. <https://ilupub.ub.uni-giessen.de/server/api/core/bitstreams/f6ff1253-5b7f-4602-8bef-b33fdcd115c7/content>
- Bexiga, R., Rato, M. G., Lemsaddek, A., Semedo-Lemsaddek, T., Carneiro, C., Pereira, H., Mellor, D.J., Ellis, K. A., & Vilela, C. L. (2014). Dynamics of bovine intramammary infections due to coagulase-negative staphylococci on four farms. *Journal of Dairy Research*, 81(2), 208–214. <https://doi.org/10.1017/S0022029914000041>
- Braem, G., De Vliegher, S., Verbist, B., Piessens, V., Van Coillie, E., De Vuyst, L., & Leroy, F. (2013). Unraveling the microbiota of teat apices of clinically healthy lactating dairy cows, with

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

- special emphasis on coagulase-negative staphylococci. *Journal of dairy science*, 96(3), 1499–1510. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5493>
- Chavarría, N. S. E., & Meléndez, M. L. M. (2012). Identificación de agentes bacterianos implicados en mastitis subclínica y perfil de resistencia en vacas que abastecen los Centros de Acopio Tecuaname y El Sauce en el Departamento de León, septiembre, noviembre 2011 [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Escuela de Medicina Veterinaria]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5929/1/221118.pdf>
- Chokshi, A., Sifri, Z., Cennimo, D., & Horng, H. (2019). Global Contributors to Antibiotic Resistance. *Journal of global infectious diseases*, 11(1), 36–42. <https://doi.org/10.4103/jgid.jgid.110.18>
- Contreras, A., Sierra, D., Sánchez A., Corrales, J.C., Marcoc, J.C., Paape, M.J., & Gonzalo, C. (2007). Mastitis in small ruminants. *Small Ruminant Research*, 68, 145–153. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.011>
- De Visscher, A., Supré, K., Haesebrouck, F., Zadoks, R. N., Piessens, V., Van Coillie, E., Piepers, S., & De Vliegher, S. (2014). Further evidence for the existence of environmental and host-associated species of coagulase-negative staphylococci in dairy cattle. *Veterinary microbiology*, 172(3-4), 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.06.011>
- Donmez, E., & Kirkan, S. (2022). Investigation of Virulence Properties of *Staphylococcus* Species Isolated from Goats with Subclinical Mastitis. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 77(2), 87–98. <http://www.ijvm.org.il/sites/default/files/5donmez.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2024, August 13). Gateway to dairy production and products. Food and Agriculture Organization of the United Nations <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/en>
- Gelasakis, A. I., Angelidis, A. S., Giannakou, R., Filioussis, G., Kalamaki, M. S., & Arsenos, G. (2016). Bacterial subclinical mastitis and its effect on milk yield in low-input dairy goat herds. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3698–3708. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10694>
- Giboin, G., Stanchi, N. O., & Mestorino, O. N. (2019). La mastitis subclínica en cabras lecheras, uso de antibióticos e implicancias en la salud pública y producción: Revisión bibliográfica. *Veterinaria Cuyana*. ISSN Impresa 1850-0900 en línea 1850356X Año 13, 24-38. [https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/118215/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/118215/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guerrero, C. (2010). La caprinocultura en México, una estrategia de desarrollo. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales*, 1, 1-8. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2010.1.1.9>
- Hernández, R., & Bedolla, C. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 9(9), 1-34. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- Jesse, F., Bitrus, A., Peter, I., Chung, E., & Tukiran, N. (2023). Clinical and Subclinical Mastitis in Ruminants: A Review of Etiological Agents, Diagnosis, Clinical Management and Risk Factors. *Journal of Research in Veterinary Sciences*, 1, 51-65. <https://doi.org/10.5455/JRVS.20230730103147>
- Kabui, S., Kimani, J., Ngugi, C., & Kagira, J. (2024). Prevalence and antimicrobial resistance profiles of mastitis causing bacteria isolated from dairy goats in Mukurweini Sub-County, Nyeri County, Kenya. *Veterinary medicine and science*, 10(3), e1420. <https://doi.org/10.1002/vms3.1420>
- Karzis, J., Petzer, I. M., Donkin, E. F., Naidoo, V., & Etter, E. M. C. (2019). Climatic and regional antibiotic resistance patterns of *Staphylococcus aureus* in South African dairy herds. *The Onderstepoort journal of veterinary research*, 86(1), e1–e9. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v86i1.1674>
- Li, N., Richoux, R., Boutinaud, M., Martin, P., & Gagnaire, V. (2014). Role of somatic cells on dairy processes and products: A review. *Dairy Science & Technology*, 94, 517–538. <https://doi.org/10.1007/s13594-014-0176-3>
- Machado, G. P. (2018). Mastitis in small ruminants. *Animal Husbandry, Dairy and Veterinary Science*, 2(4), 1-9. <http://doi.org/10.15761/AHDVS.1000144>

<https://doi.org/10.15741/revbio.12.nesp.e1691>

- Mačešić, N., Fumić, T., Duvnjak, S., Bačić, G., Cvetnić, L., Karadjole, T., Samardžija, M., Habrun, B., Lojkić, M., Prvanović, B. N., Efendić, M., Cvetnić, M., & Benić, M. (2022). Agreement of conventional microbiological and molecular identification of streptococci isolated from bovine milk. *Veterinarski arhiv*, 92(4), 381-387. <https://doi.org/10.24099/vet.arhiv.1574>
- Maisi, P., & Riipinen, I. (1988). Use of California Mastitis Test, N-acetyl-beta-glucosaminidase, and antitrypsin to diagnose caprine subclinical mastitis. *The Journal of dairy research*, 55(3), 309–314. <https://doi.org/10.1017/s0022029900028569>
- Mahlangu, P., Maina, N., & Kagira, J. (2018). Prevalence, Risk Factors, and Antibiogram of Bacteria Isolated from Milk of Goats with Subclinical Mastitis in Thika East Subcounty, Kenya. *Journal of veterinary medicine*, 2018, 3801479. <https://doi.org/10.1155/2018/3801479>
- Menzies, P.I. (2018) Guide to Udder Health for Dairy Goats Providing Guidance for Veterinarians and Producers in Improving Milk Quality. American Association of Bovine Practitioners Proceedings of the Annual Conference. <https://doi.org/10.21423/aabppro20183146>
- Ordoñez, V. V., Carranza, B. V., Bastida, A. Z., Cedeño, J. L. C. B., Domínguez, R. L., Pereyra, G. C., Acosta, J. J., & Izquierdo, A. C. (2022). Mastite estafilocócica em rebanhos caprinos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(2), 1482-1495. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-004>
- Pascu, C., Herman, V., Iancu, I., & Costinar, L. (2022). Etiology of Mastitis and Antimicrobial Resistance in Dairy Cattle Farms in the Western Part of Romania. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 11(1), 57. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010057>
- Piessens, V., Van Coillie, E., Verbist, B., Supré, K., Braem, G., Van Nuffel, A., De Vuyst, L., Heyndrickx, M., & De Vliegher, S. (2011). Distribution of coagulase-negative *Staphylococcus* species from milk and environment of dairy cows differs between herds. *Journal of dairy science*, 94(6), 2933–2944. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3956>
- Pum, J. (2019). A practical guide to validation and verification of analytical methods in the clinical laboratory. *Advances in clinical chemistry*, 90, 215–281. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2019.01.006>
- Ruiz, G. E. (1989). Mastitis caprina: Estudio recapitulativo [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia]. <http://132.248.9.195/pmig2018/0101102/0101102.pdf>
- Shearer, J., & Harris Jr, B. Mastitis of dairy goats. (2003). University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. [https://mysrf.org/pdf/pdf\\_dairy/goat\\_handbook/dg5.pdf](https://mysrf.org/pdf/pdf_dairy/goat_handbook/dg5.pdf)
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2024, August 13). Panorama Agroalimentario 2024. Subsector pecuario. Leche de caprino., Gobierno de México. <https://panorama.siap.gob.mx/vista/productos.php>
- Smith, E. M., Willis, Z. N., Blakeley, M., Lovatt, F., Purdy, K. J., & Green, L. E. (2015). Bacterial species and their associations with acute and chronic mastitis in suckler ewes. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 7025-7033. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9702>
- Virdis, S., Scarano, C., Cossu, F., Spanu, V., Spanu, C., & De Santis, E. P. (2010). Antibiotic Resistance in *Staphylococcus aureus* and Coagulase Negative Staphylococci Isolated from Goats with Subclinical Mastitis. *Veterinary medicine international*, 2010, 517060. <https://doi.org/10.4061/2010/517060>