

# 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

Prevalence of subclinical mastitis and determination of risk factors in goats milked manually and mechanically, in herds of Comondú, Baja California Sur, Mexico

Raúl Ávalos Castro<sup>1</sup>, Gabriela Palomares Resendiz<sup>2</sup>, Efrén Díaz Aparicio<sup>2</sup>, Noé Medina-Córdova<sup>1</sup> \*

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). CIRNO – C.E. Todos Santos. Col. Emiliano Zapata. La Paz, Baja California Sur, México. CP 23070. Tel. (55) 3871 8700 ext 81701. Correo electrónico: medina.noe@inifap.gob.mx, noemedinac@gmail.com

<sup>2</sup> INIFAP - CENID Salud Animal e Inocuidad. colonia Palo Alto, 05110. Ciudad de México. México.

\*Autor de correspondencia

## Resumen

Con el objetivo de determinar la prevalencia de mastitis subclínica mediante el conteo de células somáticas, el aislamiento de *Staphylococcus* spp. y los factores de riesgo asociados a la ordeña manual y mecanizada en cabras de Comondú, Baja California Sur, México, se evaluaron 12 granjas. Se tomaron 234 muestras de leche de 117 cabras, 90 con ordeña mecanizada y 144 con ordeña manual. La prevalencia de mastitis subclínica fue del 52% (IC del 95%: 44%–60%), siendo de 86% (IC del 95%: 78%–94%) en la ordeña manual y de 33% (IC del 95%: 19%–47%) en la mecanizada. Los grupos de patógenos más prevalentes fueron *Staphylococcus coagulasa* negativos (SCN) y *Staphylococcus aureus*. Las probabilidades de mastitis aumentan en cabras con ordeña manual, con falta de higiene en corrales y en las hembras mayores de cinco años (OR: 33.30).

**Palabras clave:** Rumiantes; ordeña; bacterias; *Staphylococcus* spp.

## Abstract

In order to determine the prevalence of subclinical mastitis, pathogens that cause it, and risk factors in manual and mechanical milking of goats in Comondú, Baja California Sur, Mexico, 12 farms were evaluated. A total of 234 milk samples were taken from 117 goats, 90 from mechanized milking and 144 from manual milking. The prevalence of subclinical mastitis was 52% (95% CI: 44%-60%), being 86% (95% CI: 78%-94%) in manual milking and 33% (95% CI: 19%-47%) in mechanized milking. The most prevalent groups of pathogens were coagulase negative *Staphylococcus* and *Staphylococcus aureus*. The chances of mastitis increase in goats milked manually, those with poor hygiene in pens, and those older than five years (OR: 33.30).

**Keywords:** Ruminants; milking; bacteria; *Staphylococcus* spp.

Recibido: 20 de julio de 2021

Aceptado: 31 de enero de 2022

Publicado: 16 de marzo de 2022

**Cómo citar:** 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, e3268. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2022.3268>

## Introducción

La mastitis es la enfermedad infecciosa más costosa en la industria lechera de todo el mundo (Abdelrahman *et al.*, 2020; Suriyasathaporn *et al.*, 2000), afecta la calidad y la cantidad de la leche producida, eleva los costos por la aplicación de tratamiento y requiere mano de obra adicional y una mayor tasa de reemplazos (Suriyasathaporn *et al.*, 2000). Los factores que desempeñan un papel importante en el desarrollo de esta enfermedad en las cabras son las deficientes condiciones sanitarias en su manejo, la falta de medidas terapéuticas y de control, así como la limpieza de los pezones previamente a la ordeña y el posterior sellado al finalizarla (Abdelrahman *et al.*, 2020).

La mastitis puede ser clasificada según la gravedad de las lesiones o de la intensidad de la reacción inflamatoria en clínica o subclínica (Concha, 2004). En la mastitis clínica se observan signos como el aumento de tamaño en la glándula mamaria y alteraciones en la leche, la cual puede contener grumos, coágulos y presentar cambios de color (Shearer & Harris, 2003). En la mastitis subclínica no se observan signos visibles de la enfermedad 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). La mastitis subclínica tiene de 15 a 40 veces más prevalencia que la forma clínica (Shearer & Harris, 2003).

La incidencia de mastitis clínica en cabras generalmente es menor al 5%; sin embargo, se estima que la prevalencia de mastitis subclínica en pequeños rumiantes oscila entre 5% a 30% (Bergonier *et al.*, 2003; Contreras *et al.*, 2007). En México, se han observado prevalencias de entre 20% al 58% (Bazán *et al.*, 2009). La forma de ordeñar al ganado representa un papel importante en el estado de salud de las ubres y en la calidad de la leche que se produce, presentando una variación significativa entre los métodos de ordeña (Torres *et al.*, 2001). Se ha observado que en la ordeña manual la incidencia de mastitis aumenta, y que la calidad sanitaria de la leche obtenida por este método es menor a la obtenida por la forma mecanizada (Ávila, 1995), siendo las manos del ordeñador un factor de transmisión de mastitis (Hernández, 2015). Los caprinocultores que practican la ordeña manual son los más numerosos y están caracterizados por tener pobre tecnificación, baja productividad y deficiencias en la higiene del ordeño.

Adicionalmente, se ha observado que factores como la raza, la edad y el número de partos influyen sobre la presencia de mastitis en rebaños caprinos (Akter *et al.*, 2020; Ali *et al.*, 2021; Amin *et al.*, 2011; Mekibib *et al.*, 2010; Park & Humphrey, 1986). En cabras, los *Staphylococcus* coagulasa negativo (SCN) son los principales agentes causantes de mastitis, y se reporta que la prevalencia en los rebaños va del 10% al 30% y en ocasiones hasta el 71% (Amezcuca, 1981; Bonilla *et al.*, 2003; Pyörälä & Taponen, 2009). Las especies que se han reportado con mayor frecuencia como causa de mastitis en cabras incluyen a *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *S. uberis*, *S. dysgalactiae* y coliformes (Manzanero *et al.*, 2018; Pirezada *et al.*, 2016).

Con la intención de incrementar los estudios de caso de la mastitis en México, se realizó el presente estudio, que analiza la prevalencia de mastitis subclínica mediante el conteo de células somáticas, el aislamiento de *Staphylococcus* spp. y la determinación de los factores de riesgo asociados a la ordeña manual y mecanizada, en Comondú, Baja California Sur, México, en granjas con ordeña mecánica y manual.

## Materiales y métodos

El estudio se desarrolló en el municipio de Comondú, Baja California Sur, donde fueron seleccionadas 117 cabras lecheras de razas puras Nubia y Saanen y cruzadas Nubia x Saanen. El muestreo se realizó a los 60 días después del parto. Para el conteo de células somáticas se recolectaron dos muestras de cada cabra (234

muestras de leche), 90 de ordeña mecanizada (OT) y 144 de ordeña manual (OM). Para este sistema no existía un programa específico para el control de mastitis.

Las muestras de leche fueron colectadas con previo aseo y desinfección de pezones, para lo cual se utilizó solución de yodo a una concentración de 25 ppm; posteriormente, se secaron con toallas de papel absorbente desechables y se limpiaron con torundas de algodón impregnadas con alcohol al 70%. Después de desechar los primeros tres a cuatro chorros de leche, se colectaron 30 ml de leche de cada medio de la ubre en un tubo estéril. Las muestras de leche se mantuvieron a 4 °C y se llevaron inmediatamente al laboratorio para el examen bacteriológico.

El conteo de células somáticas se realizó mediante la prueba de Wisconsin modificada (Hernández, 1999) en 12 tubos de plástico de 15 ml provistos con un orificio aireador colocado lateralmente de un diámetro de 3.15 mm y tapones de hule con un orificio central de 1.10 mm. Se utilizó el reactivo de California Diagmastin® (Sanfer), diluido a una proporción de 1:1 con agua destilada. En esta prueba se mezclaron en cada tubo 3 ml de leche con 3 ml de reactivo, los cuales fueron agitados durante 10 segundos y se dejaron reposar por 15 segundos. Posteriormente, fueron volteados para verter la leche por 15 segundos y se procedió a realizar la lectura siguiendo las recomendaciones de Hernández (1999). Se consideraron concentraciones >1 000 000 de células somáticas como positivas.

Para la identificación de *Staphylococcus* spp. se utilizaron 117 muestras de leche que fueron sembradas en agar sangre e incubadas a 37 °C durante 24 horas. Después, se analizaron las características macroscópicas de las colonias y se realizó tinción de Gram para observar afinidad tintorial, morfología y agrupación de las bacterias. Finalmente, se les realizó la prueba de catalasa y coagulasa para identificarlas como *Staphylococcus* spp. Para realizar la identificación de la especie, se utilizó el sistema API Staph® de laboratorios Biomérieux.

Para establecer los mismos factores de riesgo entre ambos sistemas de ordeño, se diseñó una ficha de recolección de datos que incluía preguntas agrupadas de acuerdo con su correspondencia en tipo de ordeña (manual o mecanizada), características inherentes al animal (raza, edad, número de partos), prácticas de manejo (higiene de manos, despunte, sellado de pezones, número de cabras al ordeño) y medio ambiente (limpieza del corral).

La prevalencia de mastitis relacionada con el factor de riesgo *tipo de ordeña* se determinó como la proporción de cabras afectadas del total examinado. Ante la cuestión de si existe o no una asociación significativa entre todos los factores de riesgo, se realizó una prueba de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) utilizando la función de tabulación cruzada. Las razones de probabilidad (OR) e intervalos de confianza (IC) al 95% se estimaron utilizando una regresión logística binomial aleatoria, al igual que el coeficiente de correlación intraclase a partir de los dos componentes de varianza con el paquete estadístico SAS versión 9.3 (Statistical Analysis Software [SAS], 2014).

El modelo utilizado es representado como:

$$Y_{ij} \sim \text{Resultado dicotómico binario } (P_{ij}) \text{ Logit } (P_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Tipo de ordeño}_{ij} + \beta_2 \text{Raza}_{ij} + \beta_3 \text{Edad}_{ij} + \beta_4 \\ \text{Número de partos}_{ij} + \beta_5 \text{Tamaño del rebaño}_{ij} + \beta_6 \text{Sellado}_{ij} + \beta_7 \text{Limpieza de corral}_{ij} \\ + \beta_7 \text{Lavado de manos}_{ij} + e_{ij},$$

en donde los sufijos *i* y *j* denotan la *i*-ésima cabra y el *j*-ésimo tipo de ordeña, respectivamente:

$Y_{ij}$  = la variable respuesta en la *i*-ésima cabra y la *j*-ésimo rebaño,

$P_{ij}$  = la probabilidad ajustada en la respuesta,

$\beta_1$  a  $\beta_7$  = coeficientes asociados a cada covariable,

$e_{ij}$  = efecto residual aleatorio.

## Resultados

La evaluación clínica de la ubre de 117 animales mediante la prueba de Wisconsin modificada reveló que el 86% de las cabras a las que se realiza ordeña manual presentaron signos sugestivos a mastitis, mientras que solo el 37% de las cabras que se ordeñaban de manera mecanizada presentaron alteraciones clínicas en la ubre (Tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia para la prevalencia de mastitis subclínica mediante la prueba de Wisconsin modificada en cabras con ordeña manual y mecanizada.

Tipo de ordeña	Número de cabras muestreadas	Número de cabras positivas	Prevalencia	IC al 95%
Ordeña manual	72	62	0.86	0.78 – 0.94
Ordeña mecanizada	45	15	0.33	0.19 – 0.47
Total	117	61	0.52	0.44 – 0.60

IC: intervalo de confianza.  
Fuente: Elaboración propia.

El conteo de células somáticas en 234 muestras de leche mostró que, de las 144 muestras totales para la ordeña manual, 26 (18%) estaban clínicamente sanas (concentraciones  $\leq$  a 1 000 000 de células/ml), mientras que las otras 118 cabras (82%) presentaron concentraciones superiores a 1 000 000 de células/ml, de las cuales 99 (68.75 %) superaron las concentraciones mayores a 2 500 000 células/ml. En el caso de la ordeña mecanizada, 69 cabras (76.65%) fueron clínicamente negativas, de las cuales 44 (48.88%) presentaron concentraciones menores o iguales a 100 000 células/ml, y solo 21 (23.33%) presentaron concentraciones  $\geq$  a 2 500 000 células/ml (Tabla 2).

Tabla 2. Estimación del conteo de células somáticas y prevalencia en 234 muestras de leche.

Número de células somáticas/ml	Ordeña manual	Ordeña mecanizada
	Número de muestras y %	
100 000	8 (5.55)	44 (48.88)
500 000	5 (3.47)	0 (0)
700 000	0 (0)	0 (0)
1 000 000	13 (9.03)	25 (27.77)
1 700 000	6 (4.16)	0 (0)
2 500 000	13 (9.03)	17 (18.88)
> 2 500 000	99 (68.75)	4 (4.44)
Total	144	90

Fuente: Elaboración propia.

Se aisló *Staphylococcus* spp. a partir de 24 de las 72 muestras de leche obtenidas de la ordeña manual, 14 (19.44%) de las cuales se identificaron como *S. aureus* y *S. xylosus*; mientras que en la ordeña

mecanizada se aisló *Staphylococcus* spp. a partir de cuatro muestras de leche (8.88%) de las 45 obtenidas. Se identificó una sola muestra positiva para cada una de las especies de *Staphylococcus*, *S. aureus*, *S. sciuri*, *S. xylosum* y *S. hemolítico* (Tabla 3). Los estafilococos coagulasa negativos (SCN) representaron el mayor porcentaje (20.83%) de aislamientos logrados en la ordeña manual y el 6.66% en la ordeña mecanizada (Tabla 3).

Tabla 3. Tipo y prevalencia de *Staphylococcus* spp. aisladas en 117 muestras de leche.

<i>Staphylococcus</i> spp.	Ordeña manual		Ordeña mecanizada	
	Frecuencia y %	IC al 95 %	Frecuencia y %	IC al 95 %
Coagulasa Positivos				
<i>S. aureus</i>	7 (9.72)	3.70 – 15.70	1 (2.22)	0.0 – 6.52
<i>S. intermedius</i>	2 (2.77)	0.0 – 6.40	-	-
Coagulasa Negativos				
<i>S. sciuri</i>	2 (2.77)	0.0 – 6.40	1 (2.22)	0.0 – 6.52
<i>S. chromogenes</i>	2 (2.77)	0.0 – 6.40	-	-
<i>S. xylosum</i>	7 (9.72)	3.70 – 15.70	7 (9.72)	0.0 – 6.52
<i>S. lugdunensis</i>	1 (1.38)	0.0 – 4.08	-	-
<i>S. haemolyticus</i>	1 (1.38)	0.0 – 4.08	1 (2.22)	0.0 – 6.52
<i>S. hominis</i>	1 (1.38)	0.0 – 4.08	-	-
<i>S. epidermidis</i>	1 (1.38)	0.0 – 4.08	-	-
Total	24/72 (33.33)	22.42 – 44.18	4/45 (8.88)	0.05 – 17.19

Fuente: Elaboración propia.

En la ordeña manual, el 62.5% de las bacterias presentes fueron SCN, de las cuales el 50% se encontró en concentraciones de  $\geq 2\ 500\ 000$  de células somáticas/ml. Pudo observarse un comportamiento similar en la ordeña mecanizada (75%), pero el mayor porcentaje se observó en concentraciones de  $1\ 000\ 000$  de células/ml (Tabla 4).

Tabla 4. Presencia de *Staphylococcus* spp. (%) en función a la concentración de células somáticas.

Células somáticas/ml	Ordeña manual		Ordeña mecanizada	
	SCP	SCN	SCP	SCN
100 000	-	-	-	-
500 000	-	2 (8.33)	-	-
700 000	-	-	-	-
1 000 000	2 (8.33)	1 (4.16)	1 (0.25)	2 (50)
1 700 000	-	-	-	-
2 500 000	-	4 (16.66)	-	-
> 2 500 000	7 (29.16)	8 (33.33)	-	1 (25)
Total	9/24 (37.5)	15/24 (62.5)	1/4 (25)	3/4 (75)

SCN: estafilococos coagulasa negativos; SCP: estafilococos coagulasa positivos.

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a los factores de riesgo para no sufrir mastitis subclínica, se observó que la probabilidad disminuye a 0.05 veces cuando se realiza de forma mecanizada, o lo que equivale a un aumento de 20 veces (1/0.05) cuando la ordeña se realiza de forma manual ( $p < 0.0035$ ). A su vez, la

probabilidad disminuye 11.06 veces (1.605-76.218) cuando se practica con regularidad la limpieza de corrales ( $p < 0.015$ ). Para el resto de los factores no se observó diferencia estadística ( $p > 0.05$ ). El sellado de pezones no presentó asociación con la mastitis (OR: 1). Con respecto a la edad, se observa que conforme esta avanza los OR se incrementan, desde 4.064 en cabras de dos años, hasta 33.3 veces más en cabras de cinco y más años (Tabla 5).

Tabla 5. Factores de riesgo para no sufrir mastitis subclínica, según el modelo de regresión logística, para cabras de los sistemas de ordeña mecanizada y manual.

Variable	<i>b</i>	EE <sub>b</sub>	OR	IC al 95%	<i>p</i>
Intercepto	3.6587	1.7707			0.0388
TO (OM vs OT)	-2.9950	1.0263	0.050	0.007- 0.374	0.0035
Raza					
Na	-0.1749				
Nubia vs. Na x Sa		0.7981	0.379	0.068 - 2.105	0.8265
Na vs. Sa			0.840	0.176 - 4.012	
Na x Sa	0.7966				
Na x Sa vs. Sa		0.8094	2.218	0.454 - 10.837	0.3250
Sa	Referencia				
Edad	0.7011	0.2748			0.0107
2			4.064	1.433 - 12.640	
3			8.194	1.715 - 44.941	
4			16.519	2.053 -159.78	
5			33.30	2.46 - 568.1	
Tipo de cabra	-0.3724	0.7379	0.689	0.162 - 2.926	0.6138
Tamaño del rebaño	-0.2538	0.5573	0.689	0.162 - 2.926	0.6489
Sellado de pezón	0	0	1	-	-
Limpieza de corral	2.4033	0.9848	11.060	1.605 - 76.218	0.0147

*b*: coeficiente estimado; EE<sub>b</sub>: error estándar del coeficiente; OR: odds ratio; IC: intervalo de confianza al 95% para OR y el nivel de significancia se dan para cada variable; TO: tipo de ordeña; OM: ordeña manual; OT: ordeña tecnificada; Na: Nubia; Na x Sa: cruce de cabra entre Nubia y Saanen; Sa: Saanen; tipo de cabra (de 1 a 5 partos); tamaño del rebaño (de 50 a 250 cabezas); sellado de pezón (sí vs. no); limpieza de corral (sí vs. no).

Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

La prevalencia general de animales con mastitis para este estudio (52%) fue similar al observado en San Luis Potosí (53%) por Alvarez & Avila (2016), pero superior al reportado en Michoacán (30.5 %) por Bazán *et al.* (2009), y superior de lo que Contreras *et al.* (2007) consideran dentro de los parámetros normales (5%). Probablemente las diferencias de nuestro estudio con los observados por Bazán *et al.* (2009) se deban a que las cabras en ese estudio pertenecían principalmente a la raza Saanen, la cual en general posee una prevalencia baja de mastitis (Akter *et al.*, 2020).

En países como Brasil, se han observado prevalencias de mastitis subclínica que varían de 22% a 75% (Lima *et al.*, 2018) en ordeña manual. En Bangladesh, la prevalencia oscila alrededor del 38.75% al 50.9% (Akter *et al.*, 2020; Ferdous *et al.*, 2018), mientras que en Kenia se han observado prevalencias que alcanzan hasta un 50.9% (Mahlangu *et al.*, 2018). Todos los estudios incluían cabras de razas locales que se ordeñaban de forma manual.

Manzanero *et al.* (2018) mencionan que observaron mediante el aislamiento bacteriológico que la mastitis subclínica fue significativamente más prevalente en rebaños ordeñados mecánicamente que en rebaños ordeñados manualmente ( $p < 0.01$ ).

Para el presente estudio, el umbral considerado como positivo del conteo de células somáticas fue mayor a 1 000 000 de células/ml, la proporción total de muestras negativas fue de 9.02% y 48.88% para los sistemas de ordeña manual y mecanizado, respectivamente. En este sentido, Gelasakis *et al.* (2016) mencionan que hasta ahora no se ha encontrado una definición universal del umbral de conteo de células somáticas para distinguir entre glándulas mamarias infectadas y sanas en cabras, lo cual coincide con lo reportado previamente por otros autores (Chiang *et al.*, 2010; Stuhr & Aulrich, 2010). También mencionan que establecer un umbral de conteo de células somáticas para el diagnóstico de mastitis subclínica en cabras es un tema de debate entre los investigadores, en donde la mayoría sugiere rangos de  $5 \times 10^5$  células/ml<sup>-1</sup> a  $10^6$  células/ml como el umbral más apropiado (Koop *et al.*, 2011).

Aunque son diversos los factores que pueden estar relacionados con el aumento de células somáticas, no necesariamente debe estar asociado con mastitis en cabras, debido a que estas se encuentran como un componente de protección presente de forma natural en la leche (Li *et al.*, 2014). Por esta razón, Gelasakis *et al.* (2016) mencionan que esto cuestiona la utilidad del conteo de células somáticas como herramienta para el diagnóstico preciso de mastitis subclínica en cabras. En este estudio se optó por utilizar un límite de conteo de células somáticas predefinido  $>1\ 000\ 000$  como positivas y corroborado con la presencia de bacterias del género *Staphylococcus* spp. asociadas a la mastitis.

Los resultados de este estudio son consistentes con lo reportado para los SCN y *S. aureus* que se encontraron en 50%-90% y 5%-37% de las cabras lecheras con mastitis subclínica, respectivamente (Aiemsaaard *et al.*, 2021; Akter *et al.*, 2020; Aydin *et al.*, 2009; Rodrigues *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2009; Taufik *et al.*, 2008; Virdis *et al.*, 2010). Los estafilococos coagulasa negativos se consideran patógenos ambientales; por lo tanto, se podría especular que, principalmente en los sistemas de ordeña a mano, las infecciones por SCN se originan por malas prácticas de ordeño y otras deficiencias en el manejo, como sería la limpieza de corrales.

En este sentido, los principales factores de riesgo asociados a la prevalencia de mastitis en nuestro estudio fueron el sistema de ordeña y la limpieza de corrales, donde se observó que la mastitis incrementó 20 veces cuando se realizó la ordeña de forma manual. Esta información contrasta con lo observado por Manzanero *et al.* (2018), quienes mencionan que la mastitis subclínica es la forma más prevalente de la enfermedad en rebaños de ordeña mecanizada. Sin embargo, cabe considerar que la proporción de muestras entre tipos de ordeños no fue equivalente, ya que 370 muestras fueron obtenidas de granjas que utilizaron ordeña mecanizada, y 90 muestras se obtuvieron de granjas que utilizaban la ordeña manual. En la ordeña mecanizada el equipo y la rutina son los principales factores determinantes en los cuadros de mastitis, debido a que se ha observado que el estrés generado por una ordeña dolorosa produce una retención láctea, generando una irritación que, en conjunto con un aumento del nivel de vacío, puede provocar mastitis por el incremento del nivel de células somáticas (Bergonier *et al.*, 2003). Por su parte, Hernández (2015), haciendo referencia a la ordeña manual, menciona que la transmisión de la mastitis puede ocurrir principalmente a través de las manos de los ordeñadores.

Ali *et al.* (2021) observaron que la mastitis en cabras que estaban alojadas en áreas sucias era 36 (13.8%) veces mayores que en cabras que se mantenían de forma higiénica. Bergonier *et al.* (2003) observaron que factores ambientales como la humedad, la basura, el lecho húmedo, el forraje, los reservorios y alojamientos mixtos son los principales determinantes de la mastitis en las cabras lecheras.

Amin *et al.* (2011) también encontraron una prevalencia más alta en cabras que se crían en áreas antihigiénicas.

Se observó que conforme la edad aumenta, la probabilidad de contraer mastitis es mayor. Estos resultados coinciden con lo reportado por otros autores, quienes observaron un incremento en la incidencia de mastitis de cabras en edades de tres, cuatro y cinco años, en 1.57, 18.39 y 111.18 veces, respectivamente (Ali *et al.*, 2021). Estos datos también coinciden con los reportados por Mekibib *et al.* (2010), quienes observaron incrementos de 1 a 2.5 veces en animales jóvenes y adultos. Así mismo, Amin *et al.* (2011) observaron incrementos en las prevalencias de 22.22%, 49.19% y 52% en cabras de tres, cuatro y cinco años, respectivamente, siendo la edad de cinco años la más crítica, ya que también se ha observado una reducción paulatina de la mastitis en cabras a partir de los seis años (Ali *et al.*, 2021). Tendencias similares, con respecto al incremento en el número de partos, fueron reportados por los mismos autores, al igual que nuestros resultados. Ferdous *et al.* (2018) observaron que, adicional a la edad y al número de partos, la prevalencia de mastitis también se vio influenciada por el número de crías nacidas, la etapa de lactancia y las lesiones en los pezones.

Se ha observado que la raza Nubia, en comparación a otras razas, tiene recuentos de células somáticas más altos (Park & Humphrey, 1986). Akter *et al.* (2020) también mencionan que el factor raza influye en la presencia de mastitis, principalmente si la raza tiene pezones en forma cilíndrica. Para el presente estudio no se observó diferencia entre razas.

## Conclusiones

La prevalencia de mastitis subclínica en rebaños caprinos del municipio de Comondú en Baja California Sur fue alta, principalmente en aquellos con sistemas de ordeña manual. Las bacterias del género *Staphylococcus* más prevalentes fueron del tipo ambiental (estafilococos coagulasa negativos y *S. aureus*) y corroborado con los principales factores de riesgo asociados, los cuales fueron dados principalmente por el sistema de ordeña manual y la falta de limpieza en corrales. Adicionalmente, se observó que existe una tendencia a mayor prevalencia de mastitis conforme la edad y el número de partos aumentan.

## Agradecimientos

Este estudio fue parcialmente financiado por el proyecto de recursos fiscales Diagnóstico de los principales microorganismos y factores de riesgo causantes de mastitis y se agradece a los productores caprinos del municipio de Comondú, Baja California Sur, por su hospitalidad en la toma de muestras.

## Conflictos de interés

Los autores manifestamos que no tenemos ningún conflicto de interés en la publicación del presente trabajo.

## 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. doi: <https://doi.org/10.5455/ajvs.28648>



- Aiemsaaard, J., Jarassaeng, C., & Thongkham, E. (2021). The effect of some essential oils against subclinical mastitis bacteria isolated from dairy goats. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*, 20(1), e2021009. doi: <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2021.009>
- Akter, S., Rahman, M., Sayeed, A., Islam, N., Hossain, D., Hoque, A., & Koop, G. (2020). Prevalence, aetiology and risk factors of subclinical mastitis in goats in Bangladesh. *Small Ruminant Research*, 184, 106046. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106046>
- Ali, W., Yaqoob, M., Arshad, A., Dai, G., Ullah, S., Arshad, M., Ullah, I., & Ullah, I. (2021). Bacterial and antibiotic profile of mastitic milk of beetal goat in District Jhelum. *Pakistan Journal of Zoology*, 53(6), 1-5. doi: <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20201012061011>
- Alvarez, M., & Avila, F. (2016). Determinación de mastitis subclínica en cabras lecheras estabuladas. *Jóvenes en la Ciencia*, 2(1), 53-56. <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/997>
- Amezcuca, M. A. (1981). *Prevalencia de mastitis subclínica en hatos caprinos en la zona central del bajío* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Amin, M. A., Samad, M. A., & Rahman, A. (2011). Bacterial pathogens and risk factors associated with mastitis in black Bengal goats in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 9(2), 155-159. doi: <https://doi.org/10.3329/bjvm.v9i2.13458>
- Ávila, T. S. (1995). *Producción intensiva del ganado lechero* (5a ed.). Baucells.
- Aydin, I., Kav, K., & Celik, H. A. (2009). Identification and antimicrobial susceptibility of subclinical mastitis pathogens isolated from hair goats' milk. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8, 1086-1090. <https://medwelljournals.com/fulltext/?doi=javaa.2009.1086.1090>
- Bazán, R., Cervantes, E., Salas, G., & Segura-Correa, J. C. (2009). Prevalencia de mastitis subclínica en cabras lecheras en Michoacán, México. *Revista Científica*, 19(4), 334-338. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95911613003.pdf>
- Bergonier, D., de Crémoux, R., Rupp, R., Lagriffoul, G., & Berthelot, X. (2003). Mastitis of dairy small ruminants. *Veterinary Research* 34(5), 689-716. doi: <https://doi.org/10.1051/vetres:2003030>
- Bonilla, C. S., Rosas, M. S., Hernández, A. L., Díaz, A. E., Villa, G. R., & Hernández, Z. J. S. (2003). *Agentes etiológicos involucrados en la mastitis subclínica en cabras lecheras* [resumen]. Congreso Nacional de Buiatría, Villahermosa, Tabasco, México.
- Chiang, C. C., Chang, C. J., Peh, H. C., Chen, S. E., Yu, B., Chen, M. T., & Nagahata, H. (2010). Calcium homeostasis and its relationship to superoxide production in blood and milk neutrophils of lactating goats. *Veterinary Immunology Immunopathology*, 133(2-4), 125-132. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2009.07.007>
- Concha, B. C. (2004). Mastitis bovina: Nuevos aspectos de diagnóstico, tratamiento y control. Universidad de Chile.
- Contreras, A., Sierra D., Sánchez, A., Corrales J. C., Marco, J. C., Paape, M. J., & Gonzalo, C. (2007). Mastitis in small ruminants. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 145 - 153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.011>
- Ferdous, J., Rahman, M. S., Khan, M. I., Khan, M. I., Khan, M., & Rima, U. K. (2018). Prevalence of clinical and subclinical caprine mastitis of northern region in Bangladesh. *Progressive Agriculture* 29(2), 127-138. doi: <https://doi.org/10.3329/pa.v29i2.38296>
- 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. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10694>
- Hernández, A. L. (1999). *Diagnóstico de la mastitis subclínica bovina por medio de la prueba modificada de Wisconsin*. Unión Ganadera Regional Jalisco. [http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=534](http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=534)
- Hernández, A. L. (2015). Enfermedades de la Glándula Mamaria. En E. Díaz Aparicio, J. L. Tórtora Pérez, E. G. Palomares Resendiz, J. L. Gutiérrez Hernández (Ed.), *Enfermedades de las cabras*. SAGARPA-INIFAP.
- Koop, G., van Wernen, T., Toft, N., & Nielen, M. (2011). Estimation test characteristics of somatic cell count to detect *Staphylococcus aureus*-infected dairy goats using latent class analysis. *Journal of Dairy Science*, 94(6), 2902-2911. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3929>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1007/s13594-014-0176-3>

- Lima, M. C., Souza, M. C. C., Espeschit, I. F., Maciel, P. A. C. C., Sousa, J. E., Moraes, G. F., Ribeiro, J. E., & Moreira, M. A. S. (2018). Mastitis in dairy goats from the state of Minas Gerais, Brazil: Profiles of farms, risk factors and characterization of bacteria. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 38(9), 1742-1751. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5698>
- 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. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/3801479>
- Manzanero, S. P, Ruiz, R. A., Cervantes, R. A., Espinosa, V. E., & Ducoing, A. E. (2018). Identification of and antimicrobial resistance in bacteria causing caprine mastitis in three states and a city in Central Mexico under manual and mechanical milking conditions. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 7(3), 115-118. doi: <https://doi.org/10.15406/jdvar.2018.07.00201>
- Mekibib, B., Furgasa, M., Abunna, F., Megersa, B., & Regassa, A., (2010). Bovine mastitis: Prevalence, risk factors and major pathogens in dairy farms of Holeta Town, Central Ethiopia. *Veterinary World*, 3(9), 397-403. doi: <https://doi.org/10.5455/vetworld.2010.397-403>
- Park, Y. W., & Humphrey, R. D. (1986). Bacterial cell count in goat milk and their correlations somatic cell counts, percent fat, and protein. *Journal of Dairy Science*, 69(1), 32-37. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80366-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80366-6)
- Pirzada, M., Malhi, K. K., Kamboh, A. A., Rind, R., Abro, S. H., Lakho, S. A., Bhutto, K. R., & Huda, N. (2016). Prevalence of subclinical mastitis in dairy goats caused by bacterial species. *Journal of Animal Health and Production*, 4, 55-59. doi: <https://doi.org/10.14737/journal.jahp/2016/4.2.55.59>
- Pyörälä, S., & Taponen, S. (2009). Coagulase-negative staphylococci-emerging mastitis pathogens. *Veterinary Microbiology*, 134(1-2), 3-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.09.015>
- Rodrigues, E., Pimenta, A., Dias, J. C., Barbosa, W. P., & da Silva, N. (2004). Identification and in vitro antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus* species isolated from goat mastitis in the Northeast of Brazil. *Small Ruminant Research*, 55(1-3), 45-49. doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.01.001>
- Ruiz, G. E. (1989). *Mastitis caprina: Estudio recapitulativo* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Santos, T. M., Mota, R. A., Silva, L. B. G., Viana, D. A., Lima-Filho, J. L., Sarubbo, L. A., Converti, A., & Porto, A. L. F. (2009). Susceptibility of *Staphylococcus* spp. Isolated from milk of goats with mastitis to antibiotics and green propolis extracts. *Letters in Drug Design & Discovery*, 6(1), 63-68. doi: <https://doi.org/10.2174/157018009787158599>
- Shearer, J. K., & Harris, B. (2003). *Mastitis in dairy goats*. University of Florida, IFAS Extension.
- Statistical Analysis Software (SAS). (2014). *SAS-Statistical Analysis Software for Windows Version 9.3* [Software de computación]. SAS Inst. Inc.
- Stuhr, T., & Aulrich, K. (2010). Intramammary infections in dairy goats: Recent knowledge and indicators for detection of subclinical mastitis. *Agriculture and Forestry Research*, 4(2010), 267-280. [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/dn047527.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn047527.pdf)
- Suriyasathaporn, W., Schukken, Y. H., Nielen, M., & Brand, A. (2000). Low somatic cell count: A risk factor for subsequent clinical mastitis in a dairy herd. *Journal of Dairy Science*, 83(6), 1248-1255. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74991-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74991-5)
- Taufik, E., Hildebrandt, G., Kleer, J. N., Wirjantoro, T. I., Kreausukon, K., & Pasaribu, F. H. (2008). Contamination level of *Staphylococcus* spp. in raw goat milk and associated risk factors. *Media Peternakan*, 31(3), 155-165. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1054>
- Torres, V. S., Ávila, T. S., Gutiérrez, C. A. J., Sánchez, G. J. I., & Canizal, J. J. E. (2001). Prevalencia de mastitis y glándulas improductivas en hatos pequeños pertenecientes a la cuenca lechera de Xochimilco, México D. F. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Viridis, S., Scarano, C., Cossu, F., Spanu, V., Spanu, C., & Luigi 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. doi: <https://doi.org/10.4061/2010/517060>