

Identificación de bacterias causantes de mastitis en una granja caprina en Tequisquiapan, Querétaro, México

Identification of bacteria causing mastitis in a dairy goat farm located in Tequisquiapan, Querétaro, Mexico

Maribel Esperanza López-Martínez¹ , Yazmín Ivonne Arriaga-Avilés¹ , Víctor Manuel Díaz-Sánchez² , Rocío Angélica Ruiz-Romero^{3*} 

¹Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Avenida Cruz Blanca No. 486, en San Miguel Topilejo, CP. 14500. Delegación Tlalpan, Ciudad de México.

²Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo Cuatro, Carretera Cuautitlán-Teoloyucan Km. 2.5, San Sebastián Xhala, CP. 54714. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

³Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. Circuito exterior S/N, Ciudad Universitaria, CP. 04510. Coyoacán, Ciudad de México, México.

*Autor de correspondencia: rarr2212@unam.mx

Nota científica

Recibida: 01 de abril 2024

Aceptada: 19 de septiembre 2024

RESUMEN. La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria. El objetivo de este trabajo fue realizar la prueba de California (CMT), evaluar el conteo de células somáticas (CCS) y la composición de la leche para determinar la relación con los agentes bacterianos identificados en una unidad de producción en Tequisquiapan, Querétaro, México. Se trabajó con 20 cabras de las razas Alpina Francesa y Toggenburg; se obtuvieron 166 muestras de leche. La prevalencia de la mastitis subclínica fue del 30%; las especies de *Staphylococcus* con mayor prevalencia en las cabras muestreadas fueron *S. chromogenes* y *S. warneri*. Se encontró una asociación entre el crecimiento bacteriano y la prueba de California; no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el CCS y los resultados de la CMT y tampoco entre el porcentaje de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales ($P > 0.05$).

Palabras clave: Cabras, glándula mamaria, inflamación, *Staphylococcus* spp.

ABSTRACT. Mastitis is the inflammation of the mammary gland. The objective of this work was to perform the California Mastitis Test (CMT), evaluate the somatic cell count (SSC) and the composition of milk to determine the relationship with the bacterial agents identified in a production unit in Tequisquiapan, Querétaro, Mexico. Twenty goats (French Alpine and Toggenburg) were evaluated; 166 milk samples were obtained, the prevalence of subclinical mastitis was 30%; *Staphylococcus* species with the highest prevalence in the sampled goats were *S. chromogenes* and *S.warneri*. An association was found between bacterial growth and the CMT; no significant differences were found between the SSC and the CMT and neither between the percentage of fat, protein, lactose and total solids.

Keywords: Goats, mammary gland, inflammation, *Staphylococcus* spp.

Como citar: López-Martínez ME, Arriaga-Avilés YI, Díaz-Sánchez VM, Ruiz-Romero RA (2024) Identificación de bacterias causantes de mastitis en una granja caprina en Tequisquiapan, Querétaro, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 11(3): e4126. DOI: 10.19136/era.a11n3.4126.

INTRODUCCIÓN

Los principales componentes de la leche de cabra son grasa, proteína, lactosa y sólidos totales. En promedio, la leche de cabra está compuesta de 3.8% de grasa, 3.5% de proteína, 4.1% de lactosa y 12.2% de sólidos totales; sin embargo, dichos valores presentan variaciones asociadas con la raza, alimentación, factores ambientales, etapa de lactación, parto, estación del año y salud de la glándula mamaria (Amigo y Fontecha 2022, Bidot 2017). La mastitis es resultado de la inflamación de la glándula mamaria; siendo las infecciones intramamarias la causa más común, convirtiéndola en una enfermedad prevalente en los hatos lecheros (Ferreira *et al.* 2013). La mastitis comúnmente se clasifica en clínica y subclínica; la mastitis clínica se caracteriza por la presencia de signos clínicos y alteraciones en la leche, mientras que la mastitis subclínica únicamente es detectada al realizar pruebas diagnósticas y ambas presentaciones muestran incremento en el conteo de células somáticas (CCS) (Marogna *et al.* 2012).

El CCS es una herramienta diagnóstica que se ha utilizado para estimar la presencia de células en la leche como leucocitos y células epiteliales (Souza *et al.* 2012). La prueba de California (CMT) es un método diagnóstico cualitativo, requiere de un reactivo compuesto por un detergente (alquil-aril sulfonato de sodio) y un indicador de pH (púrpura de bromocresol); la lisis celular permite la liberación de ADN y proteínas, resultando en un cambio visible en la viscosidad (Adkins y Middleton 2018). En cabras se ha reportado que la sensibilidad y especificidad de la CMT es del 63 y 87% respectivamente (McDougall *et al.* 2010). El objetivo de este trabajo fue determinar la relación de los agentes bacterianos aislados con los resultados de la prueba de California, evaluar el CCS y la composición de la leche caprina utilizando equipo especializado para determinar la relación con los agentes bacterianos identificados por medio de análisis bacteriológicos en una unidad de producción en Tequisquiapan, Querétaro, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del lugar de trabajo

La investigación se realizó en una unidad de producción de leche caprina en el municipio de Tequisquiapan, en el estado de Querétaro, México (Figura 1). En la región se presentan dos épocas climáticas al año: lluvias de junio a octubre y seca de noviembre a mayo; el clima es templado con una temperatura media anual de 17.4 °C y una precipitación pluvial promedio de 588 mm (INEGI). El sistema de producción es semi-intensivo que consiste en la combinación de dos actividades principales: el pastoreo-ramoneo en los meses de julio – octubre con complemento en corral, y el resto del año, los animales son mantenidos en estabulación, proporcionándoles forraje y alimento balanceado. La evaluación de la composición fisicoquímica de la leche se realizó en el área de quesería de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Querétaro, campus Amazcala. El análisis bacteriológico se llevó a cabo en el Laboratorio de Enseñanza e Investigación del Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

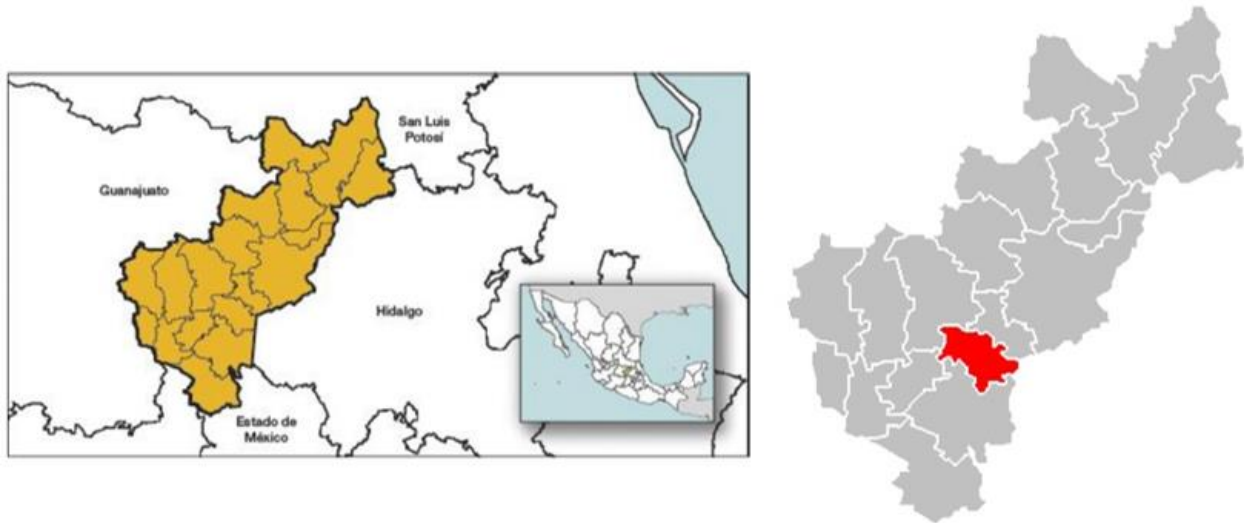


Figura 1. Mapa del Estado de Querétaro en amarillo, municipio de Tequisquiapan en rojo.

Animales seleccionadas y toma de muestras

Se trabajó con 20 cabras en producción de raza Alpino Francés y Toggenburg; las cabras se encontraban clínicamente sanas al momento del muestreo, con una condición corporal adecuada y presentaban de uno a once partos. Los muestreos se realizaron de manera quincenal, comenzando 15 días posteriores al parto hasta, en promedio, el día 92 de lactación. En total se obtuvieron 166 muestras de leche, de las cuales 50 que obtuvieron una calificación en la CMT igual o mayor a 1 se emplearon para el análisis bacteriológico y 116 fueron destinadas al análisis fisicoquímico utilizando el equipo Lactoscan (Modelo MCC, Milktronic Ltd, Bulgaria) y el CCS utilizando el Ekomilk Scan (Modelo Scan, Bulteh 2000, Bulgaria).

La leche se tomó directo de la glándula por ordeño manual, los pezones fueron desinfectados con torunda y alcohol al 70%; se realizó la CMT en cada una de las glándulas y al terminar, se tomaron 50 mL de leche en total de ambas glándulas utilizando frascos nuevos, estériles y con tapa de rosca para realizar el análisis fisicoquímico y el CCS; además, para el análisis bacteriológico, se tomaron otros 30 mL de leche en de cada glándula cuyo resultado de la CMT fue superior a grado 1 (7 500 000 CCS/mL). Las muestras se transportaron en refrigeración y se mantuvieron congeladas aproximadamente dos semanas hasta su análisis para realizar el análisis fisicoquímico, el CCS, así como el cultivo e identificación bacteriana.

Prueba de California

Se colocaron aproximadamente 5 mL de leche de cada medio en el respectivo pozo de la paleta de California, y se mezcló con el reactivo a una concentración 1:1, la lectura se realizó inmediatamente empleando la siguiente escala: negativo (sin reacción), trazas (precipitación leve), grado 1 (precipitación sin formación de gel), grado 2 (formación de gel) y grado 3 (formación de gel denso) (Menzies 2021).

Análisis fisicoquímico

Para realizar la evaluación fisicoquímica se utilizó el Lactoscan MCCC® siguiendo las instrucciones del fabricante; el equipo analizó los siguientes componentes de la leche: grasa, sólidos no-grasos, densidad, lactosa, sólidos, proteínas, agua adicionada, temperatura de la leche, punto de congelación, pH y conductividad (Aguirre-Riofrio *et al.* 2024).

Conteo de células somáticas

El principio de medición del equipo Ekomilk Scan® es la evaluación del nivel de viscosidad de la leche, se colocaron 5 mL de la solución Ekoprim® (surfactante), más una muestra de leche de 10 mL, automáticamente el equipo realizó la mezcla entre el surfactante y la muestra de leche. El Ekomilk® midió el tiempo de flujo de la leche a través de un capilar y determinó el número de células somáticas (Siqueira-Gonçalves *et al.* 2018).

Análisis bacteriológico

Las muestras de leche se sembraron en dos tipos de medios de cultivo: agar sangre y agar McConkey; se incubaron a 37 °C durante 72 horas, transcurrido el tiempo se eliminaron los cultivos donde no se observó crecimiento. Los medios de cultivo con crecimiento fueron seleccionadas para llevar a cabo la tinción de Gram a fin de observar afinidad tintorial, morfología y agrupación de las bacterias, la prueba de catalasa para determinar si los crecimientos pertenecían al género *Staphylococcus* (catalasa positivo) o *Streptococcus* (catalasa negativo) y la prueba de coagulasa para establecer si corresponden a *Staphylococcus* coagulasa negativo (SCN); para dicha prueba se emplearon dos métodos: placa y tubo; en placa la lectura se hizo de manera inmediata, mientras que en tubo se incubó a 37 °C por 24 horas.

La identificación de la especie de SCN se hizo mediante el sistema API Staph® siguiendo las indicaciones del fabricante. El sistema emplea pruebas bioquímicas para hacer la identificación: glucosa, fructosa, manosa, maltosa, lactosa, trehalosa, manitol, xilitol, melibiosa, nitrato, fosfatasa alcalina, Voges-Proskauer, rafinosa, xilosa, sacarosa, metil-D-glucopiranosida, N-acetil-glucosamina, L-arginina y urea (Ruiz-Romero *et al.* 2013).

Análisis Estadístico

Las variables para analizar fueron las bacterias aisladas de las cabras con mastitis subclínica, porcentaje de cabras con mastitis subclínica, análisis de los componentes fisicoquímicos presentes en leche como grasa proteína lactosa y sólidos totales y relación entre la presencia de mastitis subclínica con la CMT y conteo de células somáticas. Los datos obtenidos fueron analizados con el programa IBM® SPSS Statistics versión 25 para Windows por medio de la prueba de Kruskal-Wallis, cuadros de contingencia y Chi cuadrada

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fisicoquímico

La composición fisicoquímica de 107 muestras de leche se muestra en la Tabla 1, en donde se puede observar que los valores de cada componente disminuyeron con el avance en los días de lactación.

No se observaron diferencias estadísticas entre el porcentaje de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales ($P > 0.05$), al contrario de lo reportado en otros estudios en donde se observó una disminución en los niveles de grasa del 0.18% y en lactosa del 0.06%, aunado a un aumento en la proteína del 0.07% (Gelasakis *et al.* 2018).

Tabla 1. Número de observaciones, media + desviación estándar del porcentaje de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales.

Mes	n	Grasa	Proteína	Lactosa	Sólidos Totales
Diciembre	18	2.03 + 1.23	2.93 + 0.14	4.16 + 0.21	0.72 + 0.034
Enero	18	1.86 + 0.50	2.92 + 0.15	4.15 + 0.22	0.72 + 0.035
Febrero	20	2.04 + 0.63	2.88 + 0.22	4.16 + 0.17	0.72 + 0.026
Marzo	20	1.78 + 0.59	2.87 + 0.13	4.06 + 0.20	0.70 + 0.030

Conteo de células somáticas

La medición del CCS se realizó en un total de 112 de 116 muestras, en 104 de 112 muestras (92.85%) se obtuvo un conteo menor a 480 000 CS/mL, en una de 112 (0.89%) el conteo fue menor a 750 000 CS/mL, en dos de 112 (1.78%) el conteo estuvo entre 750 000 a 2 000 000 CS/mL, por último, en cinco de 112 muestras (4.46%) se obtuvo un conteo mayor a 2 000 000 CS/mL. En el caso de la prueba de California, se obtuvieron 116 resultados; de los cuales 78 de 116 (67.24%) fueron determinados como trazas, 32 de 116 (27.58%) como grado 1 y seis de 116 (5.17%) como grado 2; no se detectaron glándulas con grado 3. No se encontraron diferencias estadísticas entre el CCS por Ekomilk Scan® que brinda un resultado cuantitativo y los resultados de la CMT que arroja resultados semicuantitativos ($P > 0.05$).

El establecer un valor de células somáticas para el diagnóstico de mastitis en cabras ha generado un debate entre los investigadores, algunos sugieren tomar como referencia 5×10^5 células/mL o 10^6 células/mL (Gelasakis *et al.* 2016); mientras que otros han propuesto considerar el grado 2 en la lectura de la CMT como indicativo de glándulas infectadas (Souza *et al.* 2012). Asimismo, es importante resaltar que, en caprinos, las infecciones intramamarias no son la única razón por la cual el CCS aumenta (Plummer y Plummer 2012). Para este estudio, el grado 2 en la escala de CMT fue el valor a partir del cual se consideraron como positivas a mastitis subclínica, siendo equivalente a mayor de 2 000 000 CS/mL (Ruiz-Romero 2013). La CMT puede ayudar en la identificación de cabras con infecciones intramamarias, coincidiendo con otro estudio (Persson y Olofsson 2011); situación que beneficia a los productores, debido a que brinda una opción sencilla y económica para monitorear la glándula mamaria y por ende la calidad de la leche a nivel de granja.

Análisis bacteriológico

Los resultados bacteriológicos fueron negativos a crecimiento bacteriano en 44 de 50 muestras (88%), mientras que en seis de 50 (12%), los cultivos fueron positivos; identificándose dos especies de *Staphylococcus* coagulasa-negativo; cinco de seis muestras (10%) fueron identificadas como *S. chromogenes* y una de seis (2%) como *S. warneri*; únicamente crecieron en agar sangre. Las muestras de leche en donde se aisló a *S. chromogenes*, obtuvieron una calificación grado 1 en la CMT, la

muestra de leche en donde se aisló a *S. warneri* obtuvo una calificación grado 2 en la CMT. Se encontró que el crecimiento bacteriano está asociado con la puntuación en la lectura de la CMT ($P < 0.05$).

En los rebaños caprinos, son varios los géneros bacterianos que pueden ser responsables de los cuadros de mastitis clínica o subclínica. En diferentes estudios se ha considerado que, para la mastitis subclínica en cabras, los *Staphylococcus* coagulasa-negativo son los principales agentes involucrados (Bedolla *et al.* 2012). En el presente estudio, se identificó al género *Staphylococcus*; los resultados coinciden con lo presentado por otros investigadores, quienes también identificaron a dicho género como agente principal en un porcentaje de 50.2, 51.3 y 55.3% de los casos respectivamente (Gelasakis *et al.* 2016, Dore *et al.* 2016, Manzanero-Martínez *et al.* 2018). En este estudio fue posible determinar dos tipos de SCN; las especies identificadas fueron *S. chromogenes* (10%) y *S. warneri* (2%). Al respecto, se reporta una prevalencia de *Staphylococcus* spp del 73.5%, donde *S. chromogenes* representó el 3% y *S. warneri* el 1.7% por lo que estas especies de SCN son comunes de aislar en leche de cabra con mastitis subclínica (Marogna *et al.* 2012).

Los SCN identificados fueron de cabras que presentaron una CMT entre grado 1 y grado 2; información que coincide parcialmente con lo presentado Gongacul *et al.* (2021) en donde también procedieron con la CMT y la identificación bacteriana en 250 cabras Saanen; se reportaron infecciones mixtas de *S. chromogenes*, *E. coli*, *S. aureus*, y *S. warneri* con una CMT entre grado 2 y grado 3 (Gongacul *et al.* 2021). Las diferencias entre ambos estudios pueden deberse al estado de salud de la glándula mamaria de los rebaños, estado nutricional de los animales, sistema de producción, tipo de instalaciones que influyen en el tipo de género bacteriano que afecta a la glándula.

La mastitis es una enfermedad que representa un problema en los rebaños lecheros con consecuencias económicas negativas considerables para los productores (Arteche-Villasol *et al.* 2022). Se estima que la prevalencia de mastitis subclínica en cabras ronda entre el 9 y el 50% (Marogna *et al.* 2012); en México se reportó una prevalencia general de 30.5% en el estado de Michoacán (Bazan *et al.* 2009); en San Luis Potosí, se observó una prevalencia del 53% (Alvarez y Avila 2017); posteriormente, se reportó una prevalencia del 52% en Baja California Sur (Ávalos-Castro *et al.* 2022). En el presente estudio, la prevalencia observada fue del 30%; las diferencias en los porcentajes mencionados, pueden ser resultado de la interacción de varios factores, como el manejo zootécnico, la distribución geográfica, el estado de salud del rebaño, el medio ambiente (entorno), el estado nutricional y el tamaño de muestra (Ahmad y Vasilyevich 2019).

La prevalencia de mastitis subclínica en el grupo de cabras estudiadas fue del 30% (6/20) y el género bacteriano aislados en las muestras de leche de cabra corresponden a SCN, identificándose a *S. chromogenes* y *S. warneri*. De acuerdo con el análisis estadístico, se encontró una asociación entre el crecimiento bacteriano y la CMT ($P < 0.05$), se ha reportado una correlación positiva entre la CMT y la presencia de patógenos causantes de mastitis en muestras de leche positivas a la prueba, por lo que la CMT es una herramienta de detección fiable para la mastitis en cabras lechera, además es una prueba sencilla, de campo, menos costosa y fácil de realizar incluso por los propios ganaderos (Mahlangu *et al.* 2018).

AGRADECIMIENTOS

Al MVZ. Abel Trujillo García y a la MVZ. Adriana Alarcón, así como a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Querétaro, campus Amazcala y al Laboratorio de Enseñanza e Investigación del Departamento de Medicina y Zootecnia de Rumiantes en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Adkins PR, Middleton JR (2018) Methods for diagnosing mastitis. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 34: 479-491. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.07.003>
- Aguirre-Riofrio EL, Armijos DR, Bustillos R, Puchaicela MV, Ávila AB, Pineda PA, Riofrio JP (2024) Milk composition of the creole goat in an extensive husbandry environment in a seasonally dry forest of southern Ecuador. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 27. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5019>
- Ahmad DF, Vasilyevich PN (2019) Study on prevalence, clinical presentation, and associated bacterial pathogens of goat mastitis in Bauchi, Plateau, and Edo states, Nigeria. *Veterinary World* 12(5). <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.638-645>
- Alvarez IM, Avila RF (2017) Determinación de mastitis subclínica en cabras lecheras estabuladas. *Jóvenes en la Ciencia* 2(1): 53-56.
- Amigo L, Fontecha J (2022) Encyclopedia of dairy sciences: Goat milk. *Encyclopedia of Dairy Sciences* 5: 797-808. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00126-4>
- Arteche-Villasol N, Fernández M, Gutiérrez-Expósito D, Pérez V (2022) Pathology of the mammary gland in sheep and goats. *Journal of Comparative Pathology* 193: 37-49. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2022.02.007>
- Ávalos-Castro R, Palomares-Reséndiz 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: 1-10. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3268>
- Bazan R, Cervantes E, Salas G, Segura-Correa JC (2009) Prevalencia de mastitis subclínica en cabras lecheras en Michoacán, México. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias* 19(4): 334-338.
- Bedolla CC, Bedolla GEA, Castañeda VH, Wolter W, Castañeda VMA, Kloppert, B (2012) Mastitis caprina. *Justus Liebig Universitaet*. <http://dx.doi.org/10.22029/jlupub-17582>
- Bidot FA (2017) Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal* 29(2): 32-41.
- Carter GR (1984) *Diagnostic procedures in veterinary bacteriology and mycology*. Charles C Thomas Publisher, USA. pp. 201-109.
- Dore S, Liciardi M, Amatiste S, Bergagna S, Bolzoni G, Caligiuri V, Cerrone A, Farina G, Montagna CO, Saletti MA, Scatassa ML, Sotgiu, Cannas EA (2016) Survey on small ruminant bacterial mastitis in Italy, 2013-2014. *Small Ruminant Research* 141: 9-93. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.07.010>

- Ferreira AM, Bisley SL, Bendixen E, Almeida AM (2013) The mammary gland in domestic ruminants: A systems biology perspective. *Small Ruminant Research* 94: 110-123. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2013.09.012>
- Gelasakis A, Angelidis A, Giannakou R, Filioussis G, Kalamaki M, Arsenos G (2016) Bacterial subclinical mastitis and its effect on milk yield in low-input dairy goat herds. *Journal Dairy Science* 99(5): 3698-3708. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10694>
- Goncagul G, Gunaydın E, Cokal Y (2021) Antimicrobial susceptibility of bacteria isolated from goats with subclinical mastitis in the Southern Marmara region of Turkey. *Medycyna Weterynaryjna* 77(5): 258-263. <http://dx.doi.org/10.21521/mw.6527>
- INEGI (2010) Compendio de información geográfica municipal 2010 Tequisquiapan, Querétaro. <http://www.inegi.org.mx>. Fecha de consulta: 24 de marzo de 2024.
- Mahlangu P, Maina, Naomi M, 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* 3801479. <https://doi.org/10.1155/2018/3801479>
- Manzanero-Martínez SP, Ruiz-Romero RA, Cervantes-Olivares RA, Espinosa Ortiz VE, Ducoing-Watty AE (2018) Identification of and antimicrobial resistance in bacteria causing caprine mastitis in three states and city in Central Mexico under manual and mechanical milking conditions. *Journal Dairy of Veterinary Animal Research* 7(3): 115-118. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2018.07.00201>
- Marogna G, Pilo C, Vidilis A, Tola S, Schianchi G, Leori S (2012) Comparison of clinical findings, microbiological results, and farming parameters in goats herds affected by recurrent infectious mastitis. *Small Ruminant Research* 102: 74-83. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.08.013>
- Menzies P (2021) Udder health for dairy goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 37: 149-174. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2020.12.002>
- McDougall S, Supré K, De Vlieghe S, Haesebrouck F, Hussein H, Clausen L, Prosser C (2010) Diagnosis and treatment of subclinical mastitis in early lactation in dairy goats. *Journal of Dairy Science* 93(10): 4710-4721. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3324>
- Persson Y, Olofsson I (2011) Direct and indirect measurement of somatic cell count as indicator of intramammary infection in dairy goats. *Acta Veterinaria Scandinavica* 53 (15). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-53-15>
- Plummer PJ, Plummer C (2012) Diseases of the mammary gland. In: Plummer PJ, Plummer C (eds) *Sheep and goat medicine*. 2nd Edition. Elsevier, USA. pp. 442-465. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-60474-8>
- Ruiz-Romero RA, Cervantes-Olivares RA, Ducoing-Watty AE, Hernández-Andrade L, Martínez-Gómez D (2013) Principales géneros bacterianos aislados de leche de cabra en dos granjas del municipio de Tequisquiapan, Querétaro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4(1): 93-106.
- Siqueira-Gonçalves AC, Roma-Júnior LC, Privatti RT, Saladini M, Paro CC, Zadra LEF, Centola-Vidal AM (2018) Somatic cell count obtained by Ekomilk Scan® and correlations with other methods of analysis. *Ciência Rural* 48(6). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170848>
- Souza F, Blagitz M, Penna C, Della LA, Heinemann M (2012) Somatic cell count in small ruminants: Friends or foe? *Small Ruminant Research* 107(2-3): 65-75. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.04.005>