Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

Abanico Microbiano. Enero-Diciembre, 2026; 2:1-9. https://doi.org/10.21929/abanicomicrobiano/2026.6
Nota de Investigación. Recibido: 15/06/2026. Aceptado: 03/11/2026. Publicado: 06/11/2026. Clave: e2026-06
https://youtu.be/14fa09yEOg0



Evaluación serológica exploratoria de *Toxoplasma gondii* en caprinos comercializados en Tepeaca, Puebla, México

Exploratory serological assessment of *Toxoplasma gondii* in goats marketed in Tepeaca, Puebla, Mexico

Reséndiz-Martínez Roberto[1] ID, Blanco-Camarillo Mario*[2] ID, Álvarez-Gallardo Horacio[3] ID, Urbán-Duarte David[3] ID, Mendarte-Alquisira Caliope[2] ID, Zelaya-Molina Lily[3] ID**

[1]Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Puebla, Puebla, México. [2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Estado de México, México. [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Recursos Genéticos, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. *Autor Responsable: Blanco-Camarillo, Mario. **Autor por correspondencia: Zelaya-Molina, Lily. Email: resendizvete13@gmail.com, marioc.s@hotmail.com, alvarez.horacio@inifap.gob.mx, davidurban2109@hotmail.com, cma.asgmc@gmail.com, zelaya.lily@inifap.gob.mx

RESUMEN

Toxoplasma gondii es un parásito intracelular causante de toxoplasmosis en una amplia variedad de mamíferos, incluido el ser humano. Se transmite principalmente por consumo de carne cruda o mal cocida, o a través de la leche de cabras infectadas. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue detectar anticuerpos contra *T. gondii* en cabras comercializadas en el tianguis de Tepeaca, Puebla. Se obtuvieron muestras sanguíneas de 100 cabras mediante muestreo no probabilístico, de las cuales se seleccionaron 92 para su análisis mediante las pruebas comerciales de ELISA Bio-Toxo IgG® y Bio-Toxo IgM®. Ninguno de los animales resultó seropositivo, lo que indica ausencia de anticuerpos detectables mediante las pruebas utilizadas, sin descartar la presencia del parásito. Los resultados contribuyen a fortalecer la vigilancia epidemiológica de zoonosis. La implementación de pruebas serológicas es importante para el monitoreo de la sanidad animal y la salud pública, aunque se requieren estudios complementarios para determinar la circulación del parásito en la región.
Palabras clave: Toxoplasmosis, caprinos, zoonosis.

ABSTRACT

Toxoplasma gondii is an intracellular parasite that causes toxoplasmosis in a wide variety of mammals, including humans. It is primarily transmitted through the consumption of raw or undercooked meat or through the milk of infected goats. Therefore, the objective of this study was to detect antibodies against *T. gondii* in goats sold at the Tepeaca market in Puebla, Mexico. Blood samples were collected from 100 goats using non-probability sampling, of which 92 were selected for analysis using the commercial ELISA tests Bio-Toxo IgG® and Bio-Toxo IgM®. None of the animals tested were seropositive, indicating the absence of detectable antibodies using the tests performed, without ruling out the presence of the parasite. The results contribute to strengthening epidemiological surveillance of zoonoses. The implementation of serological tests is important for monitoring animal health and public health, although further studies are required to determine parasite circulation in the region.
Keywords: Toxoplasmosis, goats, zoonosis.

Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

INTRODUCCIÓN

Toxoplasma gondii es un protozoo parásito intracelular obligado causante de toxoplasmosis, una enfermedad zoonótica que puede afectar a una amplia variedad de animales de sangre caliente, incluidos los humanos (Delgado *et al*., 2022). La infección se transmite principalmente por la ingesta de quistes presentes en carne cruda o mal cocida, o por la exposición a ooquistes eliminados en las heces de gatos infectados, que son los hospedadores definitivos de *T. gondii* (Almeria & Dubey, 2021). En humanos, la toxoplasmosis suele ser asintomática en personas inmunocompetentes, aunque en algunos casos puede causar complicaciones graves en personas inmunocomprometidas y mujeres embarazadas, como encefalitis, aborto y alteraciones congénitas (Flores-Gilces & Armijos-Briones, 2024; Bollani *et al*., 2022; De Armas *et al*., 2024; Montague *et al*., 2017).

En los caprinos, *T. gondii* representa un problema significativo debido a que puede causar abortos, mortinatos y otros trastornos reproductivos que impactan negativamente en la productividad de los hatos (Bajaj, 2024). Además, la carne y la leche de caprinos pueden actuar como fuentes de infección para los humanos, por lo que la toxoplasmosis es una zoonosis de importancia considerable (Dubey *et al*., 2020). La producción caprina en el estado de Puebla, México, tiene gran importancia económica debido a la elevada demanda de carne y leche de cabra en los mercados local y nacional (Tajonar *et al*., 2022). Según el Censo Agropecuario 2022, Puebla ocupa el cuarto lugar en producción caprina a nivel nacional, con aproximadamente 7.7 % del inventario total de caprinos en México (INEGI, 2023).

El comercio de ganado caprino en Puebla se ha consolidado en diversos puntos estratégicos, entre los que destaca el tianguis de Tepeaca como uno de los principales centros de intercambio de animales en la región y sus alrededores (Hernández *et al*., 2021). Este mercado atrae a productores de diferentes municipios que acuden regularmente para comercializar su ganado. El estudio de enfermedades zoonóticas en estos espacios resulta importante, ya que los animales provienen de distintos sistemas de producción, lo que permite obtener información sobre la condición sanitaria del ganado de diferentes procedencias (INEGI, 2007; Nahed-Toral *et al*., 2021).

Dado el impacto de *T. gondii* en la salud pública y en la economía caprina, es importante implementar pruebas de diagnóstico para su detección (Dubey *et al*., 2020). El ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) permite identificar anticuerpos contra *T. gondii* y constituye una herramienta para la vigilancia serológica (Ferra *et al*., 2020). El estudio de *T. gondii* en caprinos comercializados en mercados regionales resulta importante debido a que estos animales provienen de diferentes unidades de producción, lo que permite obtener información sobre su condición sanitaria y la posible exposición al parásito. Asimismo, la detección de anticuerpos contribuye a generar información epidemiológica de interés para la prevención de enfermedades zoonóticas y el fortalecimiento de las medidas de bioseguridad en la producción caprina. Por lo anterior,

Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

el objetivo del presente estudio fue evaluar la seropositividad frente a *T. gondii* mediante pruebas de ELISA en caprinos comercializados en el tianguis de Tepeaca, Puebla, México.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el tianguis de animales de Tepeaca, Puebla, México en noviembre del 2021, Latitud 18.957785289245404, Longitud -97.91516397959487.

El estudio se realizó mediante un muestreo no probabilístico en el tianguis de animales de Tepeaca, Puebla, México, durante noviembre de 2021. El trabajo se llevó a cabo en coordinación con 15 ganaderos caprinos que acudían al mercado para comercializar sus animales, a quienes se les ofreció el diagnóstico serológico de *Toxoplasma gondii*.

Posteriormente, se obtuvieron muestras sanguíneas de 100 cabras pertenecientes a estos productores. De las 100 muestras sanguíneas obtenidas, se realizó una inspección visual de su integridad y se seleccionaron 92 para los análisis serológicos. Las ocho muestras restantes se excluyeron para ajustar el número de muestras a la capacidad de las microplacas de 96 pocillos. En cada inmunoensayo se utilizaron 92 pocillos para las muestras de suero y cuatro adicionales para el blanco, control positivo, control negativo y calibrador suministrados por el fabricante.

Las muestras sanguíneas se obtuvieron mediante punción de la vena coccígea, con agujas calibre 21G × 38 mm y tubos Vacutainer® de 6 mL sin anticoagulante. Posteriormente, se transportaron en una hielera sin refrigerante y permanecieron en reposo durante aproximadamente 24 horas a temperatura ambiente para permitir la formación y retracción del coágulo. Al día siguiente, las muestras se centrifugaron (Thermo Scientific Legend Micro 1) a 2,500 rpm durante 10 min para separar el suero destinado a los análisis serológicos, que se realizaron en el laboratorio de Inmunología y Biología Molecular de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

El suero se utilizó para la detección de anticuerpos contra *Toxoplasma gondii* mediante los kits comerciales de ELISA Bio-Toxo IgG® (código 6001208) y Bio-Toxo IgM® (código 6001209), de Grupo MEXALAB, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Estos inmunoensayos se fundamentan en la detección de anticuerpos específicos contra antígenos de *T. gondii* y se comercializan para su utilización en diferentes especies animales, incluidos cerdos, cabras, perros y gatos.

Para lo anterior, se utilizaron 10 µL de suero por muestra, que se colocaron por separado en los pocillos de las microplacas que contenían antígenos de *T. gondii*. Posteriormente, se realizaron lavados para retirar los componentes de las muestras no unidos a los antígenos y se añadió la solución del sustrato 3,3',5,5'-tetrametilbenzidina (TMB), que permitió desarrollar la reacción colorimétrica. La reacción se detuvo mediante la adición de la solución de paro y las microplacas se leyeron inmediatamente a 450 nm en un lector de microplacas H Reader 1®. La intensidad de la reacción colorimétrica se consideró directamente proporcional a la concentración de anticuerpos específicos IgG o IgM contra *T. gondii* presentes en las muestras de suero. La interpretación de los resultados se

Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

realizó de acuerdo con las especificaciones del fabricante. El punto de corte de cada inmunoensayo se calculó mediante la multiplicación de la densidad óptica del calibrador por el factor de calibración específico del lote utilizado. Las muestras con índices de anticuerpos inferiores a 0.9 se consideraron negativas, aquellas con valores entre 0.9 y 1.1 se clasificaron como indeterminadas y las que presentaron índices superiores a 1.1 se consideraron positivas. El análisis de los resultados se realizó mediante estadística descriptiva y se calculó el intervalo de confianza exacto binomial del 95 % para la proporción de muestras seropositivas.

RESULTADOS

De acuerdo con las instrucciones del fabricante, la validez analítica de los inmunoensayos se verificó mediante la lectura del blanco (A1), el control positivo (B1), el control negativo (C1) y el calibrador (D1). En el ensayo de detección de anticuerpos IgG contra *Toxoplasma gondii*, las densidades ópticas (DO) registradas fueron de 0.000, 2.055, 0.037 y 1.720, respectivamente. En el ensayo de IgM se obtuvieron valores de 0.000, 1.820, 0.079 y 1.571, respectivamente.

En ambos ensayos se observó una diferenciación entre las lecturas de los controles positivos y negativos. Los controles cumplieron los criterios de aceptación establecidos por el fabricante, por lo que las lecturas de las muestras se consideraron válidas para su interpretación. De las 100 muestras sanguíneas obtenidas, 92 se analizaron mediante los inmunoensayos ELISA IgG e IgM contra *T. gondii*. Ninguna de las muestras presentó índices de anticuerpos superiores a 1.1 ni valores dentro del intervalo indeterminado de 0.9 a 1.1. Por consiguiente, las 92 muestras se clasificaron como seronegativas para ambos tipos de anticuerpos, con una seropositividad aparente del 0 % y un intervalo de confianza exacto binomial del 95 % de 0 a 3.93 % para la proporción de resultados positivos en los animales evaluados.

DISCUSIÓN

Las pruebas de ELISA para la detección de anticuerpos IgG e IgM contra *Toxoplasma gondii* constituyen herramientas serológicas para evaluar la respuesta inmunitaria frente al parásito. Los anticuerpos IgG pueden persistir durante periodos prolongados después de la infección, mientras que los IgM suelen asociarse con etapas más tempranas, aunque también pueden persistir durante periodos variables. En el presente estudio, ninguna de las 92 muestras analizadas presentó resultados seropositivos para ambos tipos de anticuerpos, lo que indica ausencia de anticuerpos detectables mediante los inmunoensayos utilizados. Sin embargo, estos resultados no permiten descartar completamente la infección, particularmente durante etapas tempranas o cuando las concentraciones de anticuerpos son inferiores al límite de detección del método.

Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

La prueba de ELISA permite evaluar la respuesta inmunitaria mediante la detección de anticuerpos específicos, aunque presenta limitaciones relacionadas con la sensibilidad diagnóstica, las posibles reacciones cruzadas y la variabilidad de la respuesta inmunológica. Por su parte, la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) permite detectar directamente el material genético del parásito en muestras biológicas apropiadas, como tejidos y determinados fluidos corporales (Dubey *et al*., 2020). La integración de técnicas serológicas y moleculares puede contribuir a mejorar la caracterización de la infección, de acuerdo con las características diagnósticas de cada método y el tipo de muestra analizada (Vainionpää *et al.,* 2015; Liu *et al*., 2015).

La literatura científica documenta una amplia variabilidad en la seroprevalencia de *T. gondii* en caprinos. Un metaanálisis que incluyó 55,317 animales de 32 países reportó una seroprevalencia mundial promedio de 27.49 %, con valores de 62.15 % en Centroamérica, 31.53 % en Europa y 20.74 % en Asia (Rodrigues *et al*., 2022). Estos valores contrastan con la seropositividad aparente del 0 % obtenida en el presente estudio; sin embargo, las diferencias pueden relacionarse con las características de las poblaciones, los métodos diagnósticos y los sistemas de producción. Entre los factores asociados con la infección se encuentran la presencia de felinos, la edad de los animales y las condiciones de manejo del ganado (Rodrigues *et al*., 2022). No obstante, estos factores no fueron evaluados en el presente estudio, por lo que no es posible establecer su relación con los resultados serológicos obtenidos.

La vigilancia de *T. gondii* en caprinos tiene importancia sanitaria debido al carácter zoonótico de la toxoplasmosis y sus posibles consecuencias en poblaciones vulnerables, particularmente mujeres embarazadas y personas inmunocomprometidas (Sukthana, 2006; Dubey *et al*., 2020). Aunque en el presente estudio no se detectaron anticuerpos contra el parásito, estos resultados no garantizan su ausencia en los tejidos ni la inocuidad de la carne y la leche caprina, que pueden representar vías de transmisión bajo determinadas condiciones (Guo *et al*., 2015; Karthikeyan *et al*., 2020). Por ello, resulta importante mantener medidas de bioseguridad y Buenas Prácticas de Producción orientadas a prevenir la contaminación del agua y los alimentos, limitar el contacto con felinos y fortalecer la higiene durante el sacrificio y procesamiento de los productos caprinos (Zdolec & Kiš, 2021). Asimismo, deben considerarse las disposiciones sanitarias aplicables, como la NOM-033-SAG/ZOO-2014, relacionada con los métodos para dar muerte a los animales (SADER, 2016), y la NOM-251-SSA1-2009, que establece prácticas de higiene para el procesamiento de alimentos dentro de su ámbito de aplicación (Secretaría de Salud, 2009).

Finalmente, el carácter no probabilístico del muestreo y el número de animales evaluados (n = 92) limitan la extrapolación de los resultados a la población caprina de la región. Asimismo, la exclusión de ocho muestras y las condiciones de conservación previas a la separación del suero constituyen limitaciones metodológicas que deben considerarse en la interpretación de los resultados, aunque no se evaluó su posible efecto sobre la

detección de anticuerpos. Por tanto, se recomienda desarrollar estudios epidemiológicos más amplios que incorporen información sobre procedencia, edad, sexo, condiciones de manejo y presencia de felinos, así como técnicas diagnósticas complementarias que permitan una evaluación más completa de la circulación de *T. gondii* en los sistemas de producción caprina de Puebla.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio evidenciaron una seropositividad aparente del 0 % para anticuerpos IgG e IgM contra *Toxoplasma gondii* en las 92 muestras de suero caprino analizadas, procedentes de animales comercializados en el tianguis de Tepeaca, Puebla. Estos hallazgos indican que no se detectaron anticuerpos específicos contra el parásito; sin embargo, no permiten descartar por completo la presencia de infecciones ni garantizar la inocuidad de los productos caprinos. La evaluación serológica constituye una herramienta útil para la vigilancia epidemiológica de la toxoplasmosis, por lo que resulta importante mantener las medidas de bioseguridad y las Buenas Prácticas de Producción Pecuaria. Asimismo, se recomienda ampliar el muestreo e incorporar técnicas moleculares complementarias para obtener una caracterización más completa de la circulación de *T. gondii* y fortalecer las estrategias de prevención y control de esta zoonosis en la región.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

R.M.R.: Conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, curación de datos, borrador original, revisión y edición.
B.C.M.: Metodología, análisis formal, investigación, curación de datos, borrador original, revisión y edición, visualización.
A.G.H.: Metodología, validación, investigación, recursos, revisión y edición.
U.D.D.: Conceptualización, metodología, recursos, revisión y edición, supervisión.
M.A.C.: Análisis formal, investigación, curación de datos, revisión y edición, visualización.
Z.M.L.: Conceptualización, metodología, validación, recursos, revisión y edición, supervisión.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los ganaderos de Tepeaca, Puebla, quienes permitieron la toma de muestras de sangre a los animales que crían y comercializan.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros, institucionales o personales que pudieran influir en la interpretación de los resultados.

Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

REFERENCIAS

ALMERIA S, Dubey JP. 2021. Foodborne transmission of *Toxoplasma gondii* infection in the last decade: an overview. *Research in Veterinary Science*. 135:371-385. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.10.019

BAJAJ NK. 2024. Diseases of reproductive system of goats. In: Rana T, *Trends in Clinical Diseases, Production and Management of Goats.* United Kingdom: Elsevier. Pp. 417-428. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23697-6.00019-6

BOLLANI L, Auriti C, Achille C, Garofoli F, De Rose DU, Meroni V, Salvatori G, Tzialla C. 2022. Congenital Toxoplasmosis: The State of the Art. *Frontiers in Pediatrics*. 10:894573. https://doi.org/10.3389/fped.2022.894573

DE ARMAS MT, López ILM, Larrea JL**.** 2024. Diagnóstico y tratamiento de toxoplasmosis congénita. *Correo Científico Médico*. 28(1):e5065. https://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/5065

DELGADO ILS, Zúquete S, Santos D, Basto AP, Leitão A, Nolasco S. 2022. The apicomplexan parasite *Toxoplasma gondii. Encyclopedia*. 2(1):189-211. https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010012

DUBEY JP, Murata FHA, Cerqueira-Cézar CK, Kwok OCH. 2020. Public health and economic importance of *Toxoplasma gondii* infections in goats: the last decade. *Research in Veterinary Science.* 132:292-307. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.06.014

EL-AICH A, Waterhouse 1999. A. Small ruminants in environmental conservation. *Small Ruminant Research.* 34(3):271-287. https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00079-6

FERRA B, Holec-Gąsior L, Grąźlewska W. 2020. *Toxoplasma gondii* recombinant antigens in the serodiagnosis of toxoplasmosis in domestic and farm animals. *Animals*. 10(8):1245. https://doi.org/10.3390/ani10081245

FLORES-GILCES FF, Armijos-Briones FM. 2024. *Toxoplasma gondii* y factores de riesgo en adolescentes en estado de gestación que acuden al laboratorio clínico integral FERFA. *Magazine Qualifield Research Investigar.* 8(1):4233-4252. https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.4233-4252

GUO M, Dubey JP, Hill D, Buchanan RL, Gamble HR, Jones JL, Pradhan AK. 2015. Prevalence and risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in meat animals and meat products destined for human consumption. *Journal of Food Protection.* 78(2):457-476. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-14-328

HERNÁNDEZ JE, Franco FJ, Villarreal OA, Camacho JC, Pedraza RM. 2009. Caracterización socioeconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la Mixteca poblana. *Archivos de Zootecnia.* 60(230):175-182. https://doi.org/10.21071/az.v60i230.4666

HERNÁNDEZ JH, Ronquillo JCC, Medina SM, López RR, Riande DH, Quintana FU. 2021. Elaboración y mercadeo de queso pasteurizado con leche de cabra en una región de Puebla. *Revista Mexicana de Agronegocios.* 49:101-110. https://doi.org/10.22004/ag.econ.316923

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2007. *Censo Agropecuario 2007: cría y explotación de animales en Puebla.* México. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825004059

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2023. *Censo Agropecuario 2022: resultados definitivos. Nacional.* México. https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia/8571

KARTHIKEYAN R, Anbazhagan S, Srinivas K, Angappan M, Agri H, Yadav A. 2020. Toxoplasmosis: mysterious disease with paradigm for One Health. *International Journal of Livestock Research.* 10(1):1-12. https://ijlr.org/ojs_journal/index.php/ijlr/article/view/356

LIU Q, Wang ZD, Huang SY, Zhu XQ. 2015. Diagnosis of toxoplasmosis and typing of *Toxoplasma gondii. Parasites & Vectors.* 8(1):292. https://doi.org/10.1186/s13071-015-0902-6

MONTAGUE BT, Salas CM, Montague TL, Mileno MD. 2017. The immunosuppressed patient. In: Petersen E, Chen LH Schlagenhauf-Lawlor P, *Infectious Diseases.* United Kingdom: Wiley. pp. 419-445. https://doi.org/10.1002/9781119085751.ch28

NAHED-TORAL J, López-Tecpoyotl ZG, Aguilar-Jiménez JR, Grande-Cano D, Delgadillo-Puga C. 2021. Compliance of goat farming under extensive grazing with the organic standards and its contribution to sustainability in Puebla, Mexico. *Sustainability.* 13(11):6293. https://doi.org/10.3390/su13116293

RODRIGUES AA, Reis SS, Moraes EDS, do Nascimento Araújo EMA, Zanine AM, Nascimento TVC, Garcia JL, da Cunha IAL. 2022. A systematic literature review and meta-analysis of *Toxoplasma gondii* seroprevalence in goats. *Acta Tropica.* 230:e106411. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106411

SANDER VA, Sánchez-López EF, Mendoza-Morales L, Ramos-Duarte VA, Corigliano MG, Clemente M. 2020. Use of veterinary vaccines for livestock as a strategy to control foodborne parasitic diseases. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology.* 10:e288. https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00288

SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2016. NOM-033-SAG/ZOO-2014: Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. México. https://www.gob.mx/profepa/es/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-metodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres?idiom=es

Creative Commons (CC BY-NC 4.0)

Secretaría de Salud. 2009. NOM-251-SSA1-2009: prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Diario Oficial de la Federación. México. https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-251-ssa1-2009/

SUKTHANA Y. 2006. Toxoplasmosis: beyond animals to humans. *Trends in Parasitology.* 22(3): 137-142. https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.01.007

TAJONAR K, López-Díaz CA, Sánchez-Ibarra LE, Chay-Canul AJ, Gonzalez-Ronquillo M, Vargas-Bello-Pérez E. 2022. A brief update on the challenges and prospects for goat production in Mexico. *Animals.* 12(7):837. https://doi.org/10.3390/ani12070837

VAINIONPÄÄ R, Waris M, Leinikki P. 2015. Diagnostic techniques: serological and molecular approaches. In: *Reference Module in Biomedical Sciences.* United Kingdom: Elsevier. Pp. 1-8. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.02558-7

ZDOLEC N, Kiš M. 2021. Meat safety from farm to slaughter: risk-based control of *Yersinia enterocolitica* and *Toxoplasma gondii. Processes.* 9(5):e815. https://doi.org/10.3390/pr9050815

WOAH (World Organization for Animal Health). 2024. *Terrestrial animal health code.* Paris: WOAH. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2024/en_index.htm