

## Búsqueda de *Sarcocystis* spp. en Músculo Cardíaco de Bovino que se Comercializan en los Municipios de Tlajomulco y de Zapotlanejo en el Estado de Jalisco

### Abstract:

The genus *Sarcocystis* (*Apicomplexa*) is made up of more than 250 species; some of which are transmitted zoonotically, impacting public and veterinary health. In humans and slaughter animals, infections are unnoticed, so colonies of bradyzoites, which are found in the muscles, are only discovered during euthanasia. This work aimed to determine the prevalence of *Sarcocystis* spp. in bovine heart tissue that is sold in the periphery of the municipalities of Tlajomulco and Zapotlanejo, Jalisco. The samples were collected between the years 2021, 2022 and 2023, during visits to businesses in the area. The samples were transported to the laboratory to search for Miescher bodies (bradyzoite colonies) through direct examination of disintegrated samples and by artificial peptic digestion. A total of 300 samples were obtained commercially and after processing them by both techniques, in no case were Miescher bodies observed. The work to determine the epidemiological status of *Sarcocystis* in Mexico is insufficient, according to a map that we created with the data that has been reported at the national level. This is the first report that systematically seeks the parasite distribution and prevalence in cattle from the west area of México. New studies should be carried out in other areas of the country and, where appropriate, serological and molecular techniques should be implemented to increase diagnostic sensitivity. Our results suggest that the meat sold in the study area is free of *Sarcocystis*, corroborating the safety of the food.

*Keywords:* bovine, cardiac muscle, *Sarcocystis*.

Miriam-Susana Medina-Lerena<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-4358-5400>

Andrés Villanueva-Ochoa<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0007-7945-9592>

Luis-Rodolfo Ramírez-Fernández<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0009-0008-8196-1327>

Jesús-Benjamín Ponce-Noguez<sup>2,\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-6560-0275>

Jorge-Luis de-la-Rosa-Arana<sup>3,\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8460-5941>

<sup>1</sup> Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup> Facultad Maya de Estudios Agropecuarios, Universidad Autónoma de Chiapas.

<sup>3</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Primero de Mayo, S/N, Campo Uno, Cuautitlán Izcalli 54743, E-Mex, Mx.

\*Autores de correspondencia

Jorge-Luis de-la-Rosa-Arana

[jorgeluis.delarosa.arana@cuautitlan.unam.mx](mailto:jorgeluis.delarosa.arana@cuautitlan.unam.mx)

[\[52+\(55\)621187231\]](tel:+5255621187231)

Jesús-Benjamín Ponce-Noguez

[jesus.ponce@unach.mx](mailto:jesus.ponce@unach.mx)

Fecha de envío: 03/julio/2024

## Resumen:

El género *Sarcocystis* (*Apicomplexa*) está constituido por más de 250 especies; algunas de las cuales se transmiten de manera zoonótica por lo que impactan la salud pública y la veterinaria. En los seres humanos y en los animales para faenado, las infecciones son inadvertidas, por lo que las colonias de bradizoitos, que se encuentran en la musculatura, sólo se descubren durante la eutanasia. El objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en tejido cardíaco de bovino que se comercializa en la periferia de los municipios de Tlajomulco y Zapotlanejo, Jalisco. Las muestras se colectaron entre los años 2021, 2022 y 2023, durante la visita a los comercios de la zona. Las muestras fueron transportadas al laboratorio para la búsqueda y obtención de cuerpos de Miescher (colonias de bradizoitos) mediante el examen parasitoscópico directo de la muestra disgregada y por digestión artificial péptica de la muestra. Se obtuvieron comercialmente 300 muestras y luego de procesarlas por ambas técnicas, en ningún caso se observaron cuerpos de Miescher. Los trabajos para determinar el estado epidemiológico de *Sarcocystis* en México son insuficientes, según un mapa que elaboramos con los datos que se han reportado a nivel nacional. Este es el primer reporte que busca determinar sistemáticamente la distribución y la prevalencia del parásito en bovinos de la zona oeste de México. Nuevos estudios deben hacerse en otras zonas del país y en su caso instrumentar técnicas serológicas y moleculares para incrementar la sensibilidad

diagnóstica. Nuestros resultados sugieren que la carne que se comercializa en la zona de estudio se encuentre libre de *Sarcocystis*, corroborando la inocuidad del alimento.

*Palabras clave:* bovino, músculo cardíaco, *Sarcocystis*.

## Introducción

La sarcocistosis es una enfermedad de origen parasitario ocasionada por protozoos *Apicomplexa* del género *Sarcocystis*. Existen más de 250 especies dentro del género, algunas de ellas infectan a reptiles (*S. gallotia*), aves (*S. falcatula*), mamíferos (*S. suis*, *S. neurona*) e incluso al ser humano (*S. hominis*, *S. lindemanni*). Las especies *S. hominis*, *S. bovi-hominis*, *S. Suihominis* y *S. aucheniae* causan infección zoonótica (Sánchez *et al.*, 2014; Santana-Hernández *et al.*, 2022).

Los seres humanos se infectan al consumir carne insuficientemente cocida que contiene colonias de bradizoitos viables lo que los convierte en hospedadores, definitivos accidentales. La sarcocistosis intestinal humana cursa de manera asintomática, sin atención médica o diagnóstico apropiado (Rosenthal, 2021); sin embargo, en personas inmuno-comprometidas (Monterrey, México) se ha reportado una frecuencia de infección del 11% (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2019). Los casos clínicos se tratan con “anticoccidianos” (Helman *et al.*, 2023). En el



intestino se liberan los merozoitos que penetran el epitelio intestinal y se alojan en la lámina propia. Los merozoitos se diferencian en micro y macrogametos, los cuales, al ser fertilizados se convierten en ooquistes que son expelidos con las heces (Ayala-Vargas, 2018; Ferreira *et al.*, 2018).

Los bovinos son hospedadores intermediarios comunes de *Sarcocystis* y en la mayoría de las regiones del mundo, la frecuencia de infección en el músculo de bovino adulto es cercana al 100%. Las colonias de bradizoitos (también llamados sarcoquistes o cuerpos de Meischer) se ubican en el músculo esquelético y músculo cardíaco, pero también se han encontrado en los músculos de la laringe, la faringe y la parte superior del esófago. El ganado bovino es el hospedador intermedio de *S. cruzi* (cánidos como hospedador definitivo), *S. bovifelis*, *S. bovinii*, *S. hirsuta* (felinos como hospedador definitivo) y *S. hominis* (humanos como hospedador definitivo). Los *Sarcocystis* menos patógenos son *S. hominis* y *S. hirsuta* y, el más patógeno es *S. cruzi*, tanto para los bovinos como para el ser humano (Dubey & Rosenthal, 2023). Como las infecciones sintomáticas son poco frecuentes, no existen protocolos de tratamiento validados.

Las colonias de bradizoitos miden en promedio 70 µm, aunque pueden fluctuar entre 30 y 130 µm. En general, la vida media de la colonia puede ser de al menos 6 meses y se observan como formaciones blanquecinas ovoides, redondeadas

o alargadas (fusiformes parecidas al arroz). Los corazones de ganado suelen infectarse con mayor frecuencia, por lo que representan el blanco diagnóstico (Delgado & Cedeño, 2012). La infección tisular en el ser humano es de reporte inusual, aunque puede cursar como un síndrome asociado a miositis febril (Poulsen & Stensvold, 2014).

Los procedimientos diagnóstico para detectar *Sarcocystis* en la carne, usualmente se hacen *postmortem* y se basan en la inspección microscópica de tejido cardíaco disgregado o en su defecto por digestión enzimática (HCl-pepsina) del músculo cardíaco. Por lo que, *Sarcocystis* puede ser detectado en la carne, en muestras de biopsia muscular mediante la observación directa de las colonias de bradizoitos en forma macroscópica y al examen microscópico por cortes histológicos teñidos con hematoxilina-eosina u otras tinciones (Barriga, 2003).

El consumo de carne infestada, insuficientemente cocida ocasiona en el ser humano una zoonosis asociada en muchos casos a estratos económicos bajos y condiciones sanitarias pobres (Bautista, 2017). En México, los estudios de prevalencia y distribución de *Sarcocystis* son insuficientes por lo que el objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en músculo cardíaco que se comercializa en expendios de los municipios de Tlajomulco y Zapotlanejo, Jalisco.

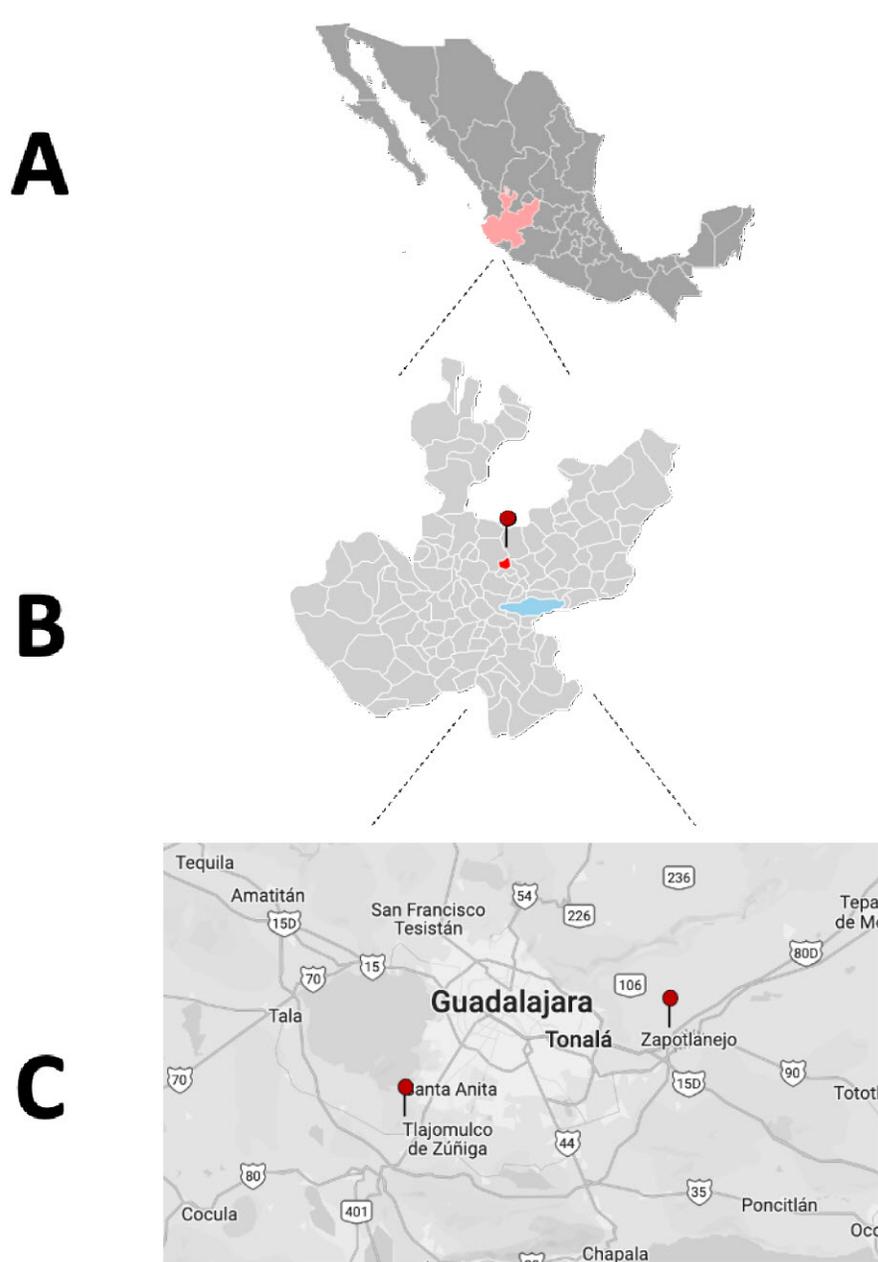
## Material y Métodos

El muestreo se realizó en seis colonias del Municipio de Tlajomulco y en tres colonias del municipio de Zapotlanejo (figura 1). Tlajomulco se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas  $20^{\circ}47'40''$  latitud norte y  $103^{\circ}26'35''$  longitud oeste, a una altitud de 1,585 metros sobre el nivel del mar, mientras que, Zapotlanejo se ubica a  $20^{\circ}37'21''$  de latitud norte,  $103^{\circ}03'5''$  longitud oeste y su altitud es de 1,530 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2022). En dichos municipios, las muestras se colectaron por oportunidad de manera no-paramétrica durante los años 2021, 2022 y 2023. Para ello, se visitaron diferentes expendios de carne al público en las cuales se colectaron 300 muestras biológicas (corazón de bovino) de 200 g, por separado. Con la finalidad de mantener la cadena de frío en las mismas, se colocaron en bolsas plásticas estériles y se trasladaron al laboratorio de Medición Paraclínica del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, en un contenedor plástico a  $5^{\circ}\text{C}$ , para su posterior procesamiento. Una vez en el laboratorio, por cada muestra se registraron los datos de procedencia y se continuó con el procedimiento.

Para la búsqueda y obtención de cuerpos de

Miescher se utilizaron 100 g de carne, mismos que se disgregaron, primero con tijeras y luego en un procesador de tejidos. La carne “molida” se comprimió con la fuerza de la mano y la carne se contuvo en una gasa. Luego, se dejó reposar en un recipiente con 50 mL de solución salina fisiológica durante 5 minutos. Al término del tiempo, la carne se volvió a compactar y se dejó reposar otros 5 minutos. El proceso se repitió dos ocasiones más. Para determinar la presencia de cuerpos de Meischer, se tomaron en cinco ocasiones diferentes 1 mL de la solución salina de cada muestra y se observaron, primero a 2x y luego a 4x en un microscopio estereoscópico. Para la búsqueda de cuerpos de Meischer por digestión péptica, 10 gramos de carne se dirigieron en agitación constante por 60 minutos a  $37^{\circ}\text{C}$  en 100 mL de una solución de pepsina al 0.5% en HCl al 1% (Gómez-Priego *et al.*, 2000). La suspensión final se filtró a través de tres capas de gasa para eliminar restos grandes y después de 10 min de sedimentación, se tomaron en cinco ocasiones diferentes 1 mL de la solución salina de cada muestra y se observaron, primero a 2x y luego a 4x en un microscopio estereoscópico. Una vez terminados todos los procesos las muestras fueron desechadas en bolas amarillas mediante el servicio de RPBI del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.





**Figura 1. Municipios de estudio en Jalisco.** El panel A muestra la ubicación del Estado de Jalisco (en rojo) en la República Mexicana. En B, la ciudad de Guadalajara (rojo). En C, los marcadores rojos indican los municipios de Tlajomulco y de Zapotlanejo

## Resultados y Discusiones

Derivado de las revisiones realizadas a las 300 muestras, no se encontraron parásitos en ninguna de ellas, aun cuando se emplearon los dos métodos de diagnóstico. La tabla 1 muestra

el número de muestras obtenidas por colonia y municipio. Durante la visita a los comercios se constató que la venta de corazón de bovino se comercializa con un valor muy accesible. En

el momento que se realizó este estudio, el kilo de *bistec* de corazón se comercializaba en un promedio de \$54, mientras que el kilo de carne se comercializaba con un precio promedio de \$195. Las infecciones de los protozoarios del género *Sarcocystis* que se transmiten de manera zoonótica son asintomáticas o subclínicas, por lo que la detección de las colonias de bradizoitos no es habitual; incluso, no hay diagnóstico rutinario en humanos ni animales. El trabajo que aquí se reporta, se planeó como un estudio piloto para determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en músculo cardíaco de bovinos destinados al consumo humano.

La figura 2 muestra el promedio de muestras recuperadas por mes y por municipio, donde se puede constatar que durante todo el año hay carne disponible para venta, lo cual se traduce en que este cárnico es consumido frecuentemente. Como complemento a estos resultados, en entrevista con algunos comerciantes, todos coincidieron en que los bovinos destinados al faenado fueron criados en granjas tecnificadas del estado de Jalisco. Ningún comerciante aceptó comercializar carne de bovino criado en traspatio.

En este sentido, es importante señalar, que las infecciones de los protozoarios del género *Sarcocystis* que se transmiten de manera zoonótica son asintomáticas o subclínicas, por lo que la detección de las colonias de bradizoitos no es habitual; incluso, no hay diagnóstico rutinario en humanos ni animales. El trabajo que

aquí se reporta, se planeó como un estudio piloto para determinar la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en músculo cardíaco de bovinos destinados al consumo humano.

Aunado a ello, las enfermedades de origen infeccioso que afectan a los animales para faenado, decrementan la producción animal, por lo que es necesario desarrollar estrategias para el control de esos agentes patógenos para asegurar, por un lado, el bienestar animal y por otro, la inocuidad alimentaria. En particular, *Sarcocystis* se puede transmitir al ser humano por ingesta, ocasionando un síndrome gastroentérico (Dubey *et al.*, 2015). Aunque, en este trabajo no encontramos colonias de bradizoitos, en un trabajo reportado previamente, donde se analizaron cortes histológicos de corazones de bovinos criados en el Estado de México, se registró una frecuencia de infección del 57.2% asociada a *S. cruzi* (Castañon-Basasldúa, 1994). Adicionalmente, en el mismo Estado de México, se encontró una frecuencia de infección del 98% en corazones de ovinos asociada a *S. gigantea*, *S. tenella* y *S. medusififormis* (Rodríguez-Sandoval, 1988). En equinos de Durango, se determinó una frecuencia de anticuerpos del 48.5% contra antígenos recombinantes de *S. neurona* (Yeargan *et al.*, 2013), mientras que en burros (*Equus asinus*) la frecuencia de anticuerpos fue de 2.5% (Alvarado-Esquivel *et al.*, 2017). En el caso de animales silvestres, la frecuencia de infección fue del 30% en el tlacuache nortero (*Didelphis virginiana*) de

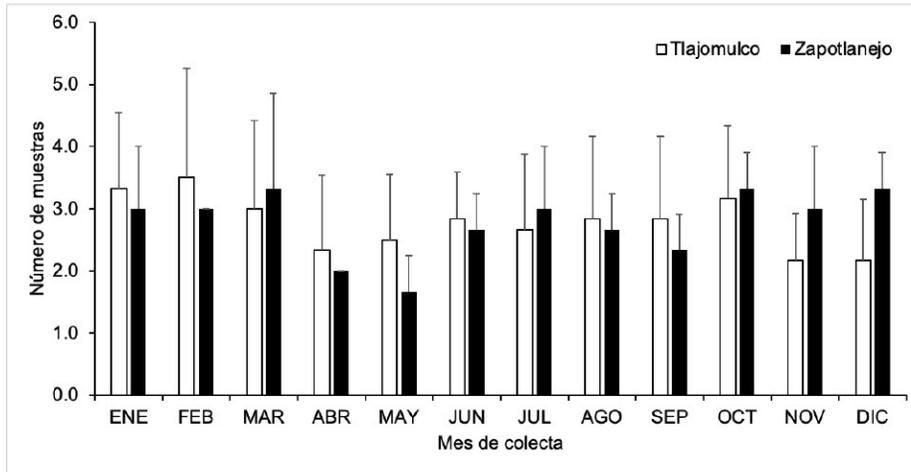


Colima (García-Valle *et al.*, 2023) y cerca de la frontera de México, en ocelotes del sur de Texas, se reportó una frecuencia del 33% (Zecca *et al.*, 2021). En aves del Estado de Morelos, se describió la presencia de *S. neurona* en zanates (*Quiscalus mexicanus*), tordos (*Molothrus aeneus*) y gorriones (*Aimophila ruficauda*; Sanchez-Godoy *et al.*, 2014), mientras que en el Estado de México se encontró *Sarcocystis rileyi* en uno de 150 patos silvestres migratorios (Padilla-Aguilar *et al.*, 2016), pero la frecuencia

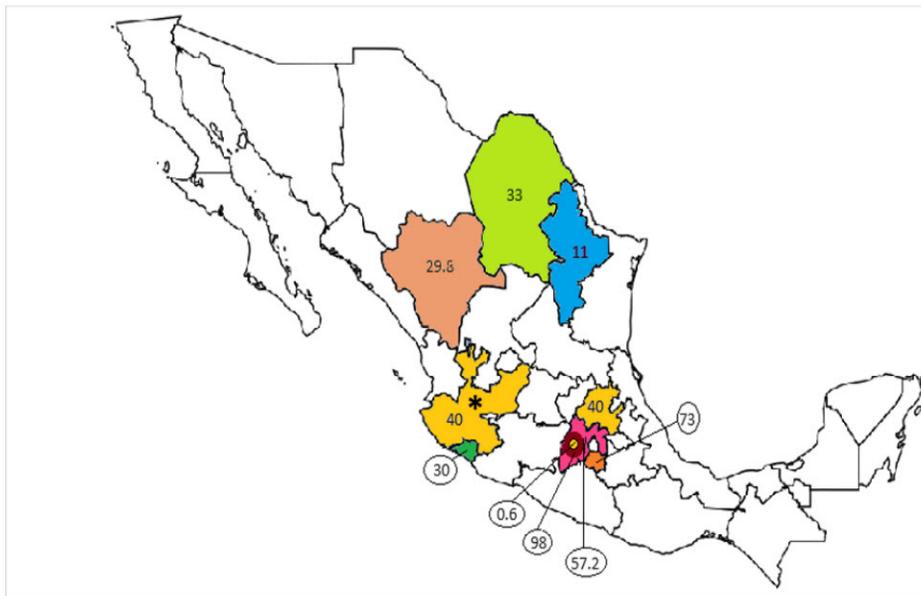
de infección por *Sarcocystis* spp. fue del 40% en patos silvestres de lagunas de Jalisco e Hidalgo (Padilla-Aguilar *et al.*, 2022). La figura 3 muestra el estado actual de la distribución del género *Sarcocystis*, destacándose que el estudio epidemiológico de este protozoario es insuficiente, comparativamente con otros países; por ejemplo, recientemente se publicó en un meta análisis, que la prevalencia de *Sarcocystis* spp. en China es del 65% (Zhu *et al.*, 2023).

Municipio	Total de muestras	Colonia	Número de Muestras
Tlajomulco	200	Chulavista	37
		Cántaros	18
		Lomas del Mirador	20
		Santa Fe	45
		Santa Cruz del Valle	44
		Villa Fontana Aqua	36
Zapotlanejo	100	Centro	32
		La Joya	39
		La Laja	29

**Tabla 1.** Número de muestras examinadas por colonia



**Figura 2. Muestras de músculo cardíaco colectadas mensualmente.** La figura muestra en barras blancas el promedio de muestras colectadas en el municipio de Tlajomulco, mientras que en barras negras se muestra la colecta de las muestras en Zapotlanejo.



**Figura 3. Distribución de *Sarcocystis* spp. en México.** Se muestra la frecuencia de infección de sarcocistosis entérica humana (■) y la frecuencia de infección muscular en animales silvestres [felinos silvestres (■), tlatlacahuac (■), aves silvestres [patos (■), zanates (■)] y animales domésticos [bovinos(■), ovinos(■), equinos(■)]. Los resultados de este trabajo (\*) sugieren que la carne de bovino que se comercializa en Jalisco se encuentra libre de *Sarcocystis*. Los datos se encuentran expresados en porcentaje. Las referencias se encuentran citadas en el texto.

## Conclusiones

Considerando que los trabajos para determinar el estado epidemiológico de *Sarcocystis* en México son insuficientes, este trabajo constituye el primer reporte acerca de la prevalencia del parásito en bovinos del país. Nuevos estudios deben hacerse en otras zonas del país y en su caso instrumentar técnicas serológicas y moleculares para incrementar la sensibilidad diagnóstica. Los resultados aquí mostrados, sugieren que la carne que se comercializa en los municipios de Tlajomulco y Zapotlanejo se encuentran libres de *Sarcocystis*, por lo que no representa un riesgo sanitario para el consumidor final. Por lo tanto, estos datos son de interés para establecer zonas ganaderas del país libres de *Sarcocystis* spp.

## Agradecimientos

Al QFB Luis-Alberto Parra-Oaxaca por su asistencia técnica. JBPN y JLRA son becarios del Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT, México.

## Referencias y Bibliografía

- Alvarado-Esquivel, C., Howe, D. K., Yeagan, M. R., Alvarado-Esquivel, D., Zamarripa-Barboza, J. A. & Dubey, J. P. (2017). Seroepidemiology of *Sarcocystis neuronana* and *Neospora hughesi* infections in domestic donkeys (*Equus asinus*) in Durango, Mexico. *Parasite*, 24, 27. <https://doi.org/10.1051/parasite/2017030>
- Ayala-Vargas, C. (2018). Sarcocistiosis (Arrocillo, Falsa triquina, Falso cisticercos, Sarcosporidiosis); Revisión literaria. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(Especial), 193–206. [http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182018000300021&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000300021&lng=es&tlng=es)
- Barriga, O. O. (2003). Sarcocistiosis En Acha, P. & Szyfres, B. (Ed.), Washington D. C.: Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales, volumen III, parasitosis, 3a. (pp. 84–87). Organización Panamericana de la Salud, <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/711/9275119936.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Bautista, H. (2017). Diagnóstico *in vivo* de la sarcocistiosis en alpacas utilizando la técnica flotación de esporoquiste. Tesis MVZ. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4181>
- Castañon-Basaldúa, H. (1994). Detección de la distribución anatómica de de los parásitos del género: *Sarcocystis* spp. en bovinos sacrificados en el rastro de Temamatla México. Tesis MVZ. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México. <http://132.248.9.195/pmig2016/0200523/0200523.pdf>
- Delgado, E. & Cedeño, D. A. (2011). Correlación del leucograma y de niveles séricos de creatina quinasa (CK) y de aspartato aminotransferasa (AST) con el recuento de bradizoitos de *Sarcocystis* sp. en músculo dorsal ancho de ganado bovino lechero en el municipio de Sapuyes, Nariño. *Revista Investigación Pecuaria*, 1(2), 84–93. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/403/413>

- Dubey, J. P., & Rosenthal, B. M. (2023). Bovine sarcocystosis: *Sarcocystis* species, diagnosis, prevalence, economic and public health considerations, and association of *Sarcocystis* species with eosinophilic myositis in cattle. *International Journal for Parasitology*, 53(9), 463–475. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2022.09.009>
- Dubey, J. P., Van Wilpe, E., Calero-Bernal, R. (2015). *Sarcocystis heydorni*, n. sp. (Apicomplexa: Sarcocystidae) with cattle (*Bos taurus*) and human (*Homo sapiens*) cycle. *Parasitology Research*, 114(11), 4143–4147. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4645-2>
- Ferreira, M., Vogel, F., Sangioni, L. A., Cezar, A. S., Braunig, P., de Avilla Botton, S., Camillo, G., & Portella, L. P. (2018). Sarcocystis species identification in cattle hearts destined to human consumption in southern Brazil. *Veterinary parasitology, regional studies and reports*, 14, 94–98. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.09.002>
- García-Valle, J. L., Ramírez, J. A., García-Prieto, L., Ramírez-Hernández, C., Ramírez-Romero, R., Macedo-Barragán, R. J., López-Mayagoitia, A., Martínez-Burnes, J. & García-Márquez, L. J. (2023). Metazoan and protozoan pathology of wild opossums (*Didelphis virginiana*) in Mexico. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 43, e07282. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7282>
- Gómez-Priego, A., Crecencio-Rosales, L., de-la-Rosa, J. L. (2000). Serological evaluation of thin-layer immunoassay-enzyme-linked immunosorbent assay for antibody detection in human trichinellosis. *Clinical and diagnostic laboratory immunology*, 7(5), 810–812. <https://doi.org/10.1128/CDLI.7.5.810-812.2000>
- Helman, M. E., Dellarupe A. & Moré G. A. (2023). *Sarcocystis* spp. En Unzaga, J. M. & Zonta, M. L. (Ed.), Buenos Aires: Protozoos parásitos de importancia sanitaria un abordaje transdisciplinar (pp. 134–143). Universidad Nacional de La Plata. [https://www.researchgate.net/publication/378149416\\_Libro\\_de\\_catedra\\_Protozoarios\\_de\\_importancia\\_sanitaria](https://www.researchgate.net/publication/378149416_Libro_de_catedra_Protozoarios_de_importancia_sanitaria)
- Instituto Nacional de Geografía e Historia (2022). JaliscoEnINEGI(Ed.), Aguascalientes: Aspectos Geográficos, 2021. División geoestadística municipal, coordenadas geográficas y altitud de las cabeceras municipales (pp 1–53). INEGI. [https://en.www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen\\_14.pdf](https://en.www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_14.pdf)
- Padilla-Aguilar, P., Romero-Callejas, E., Osorio-Sarabia, D., Ramírez-Lezama, J., Cigarroa-Toledo, N., Machain-Williams, C., Manterola, C. & Zarza, H. (2016). Detection and Molecular Identification of *Sarcocystis rileyi* (Apicomplexa: Sarcocystidae) From a Northern Shoveler (*Anas chryseata*) in Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, 52(4), 931–935. <https://doi.org/10.7589/2016-01-004>
- Padilla-Aguilar, P., Romero-Callejas, E., García-Márquez, L. J., Cruz-Mendoza, I. & Alcalá-Canto, Y. (2022). Nuevos registros y listado de protozoarios y artrópodos de aves acuáticas de la familia Anatidae en humedales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38, 1–24. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812424>
- Poulsen, C. S. & Stensvold, C. R. (2014). Current status of epidemiology and diagnosis of human sarcocystosis. *Journal of Clinical Microbiology*, 52(10), 3524–3530. <https://doi.org/10.1128/JCM.00955-14>



- Rodríguez-Pérez, E. G., Arce-Mendoza, A. Y., Montes-Zapata, É. I., Limón, A., Rodríguez L. É., Escandón-Vargas K. (2019). Opportunistic intestinal parasites in immunocompromised patients from a tertiary hospital in Monterrey, Mexico. *Le infezioni in medicina*, 27(2), 168-174. [https://www.infezmed.it/index.php/article?Anno=2019&numero=2&ArticoloDaVisualizare=Vol\\_27\\_2\\_2019\\_168](https://www.infezmed.it/index.php/article?Anno=2019&numero=2&ArticoloDaVisualizare=Vol_27_2_2019_168)
- Rodríguez-Sandoval, M. G. (1988). Estudio de frecuencia y distribución de especies de *Sarcocystis* en ovinos sacrificados en el rastro de Tlalnepantla México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. México. [https://tesiunam.dgb.unam.mx/F?current\\_base=TES01&func=direct&doc\\_number=000074197](https://tesiunam.dgb.unam.mx/F?current_base=TES01&func=direct&doc_number=000074197)
- Rosenthal, B. (2021). Zoonotic *Sarcocystis*. *Research in Veterinary Science*, 136, 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.02.008>
- Sánchez Godoy, F. D., Chávez Maya, F., Méndez Bernal, A., García Espinosa, G., Guerrero Molina, C., Ledesma Martínez, N., & Morales Salinas, E. (2014). *Sarcocystis* sp. parasites in the Mexican Great-tailed Grackle (*Quiscalus mexicanus*), Bronzed Cowbird (*Molothrus aeneus*), and Stripe-headed Sparrow (*Aimophila ruficauda*). *Veterinaria México OA*, 1(2). <https://doi.org/10.21753/vmoa.1.2.336>
- Santana-Hernández, K. M., Javorská, K., Rodríguez-Ponce, E., Fecková, B., Šlapeta, J., & Modrý, D. (2022). *Sarcocystis* sp. infection (*Apicomplexa: Sarcocystidae*) in invasive California kingsnake *Lampropeltis californiae* (*Serpentes: Colubridae*) in gran Canaria. *Parasitology*, 149(11), 1419-1424. <https://doi.org/10.1017/S0031182022000841>
- Yeagan, M. R., Alvarado-Esquível, C., Dubey, J. P., & Howe, D. K. (2013). Prevalence of antibodies to *Sarcocystis neurona* and *Neospora hughesi* in horses from Mexico. *Parasite*, 20, 29. <https://doi.org/10.1051/parasite/2013029>
- Zecca, I. B., Hodo, C. L., Swarts, H. M., DeMaar, T. W., Snowden, K. F., Prestridge, H. L., & Hamer, S. A. (2021). *Trypanosoma cruzi* and incidental *Sarcocystis* spp. in endangered ocelots (*Leopardus pardalis*) of South Texas, USA. *The Journal of Wildlife Diseases*, 57(3), 667-671. <https://doi.org/10.7589/JWD-D-20-00169>
- Zhu, Z., Ying, Z., Feng, Z., Liu, Q., & Liu, J. (2022). The Occurrence and Meta-Analysis of Investigations on *Sarcocystis* Infection among Ruminants (*Ruminantia*) in Mainland China. *Animals*, 13(1), 149. <https://doi.org/10.3390/ani13010149>