

Artículo científico

Caracterización microscópica de *Sarcocystis* sp. en el esófago de una llama (*Lama glama*) de Jujuy, Argentina**Microscopic characterization of *Sarcocystis* sp. in the esophagus of a llama (*Lama glama*) from Jujuy, Argentina**María Sumampa Coria ^{1,2*}; Francisco Antonio Acuña ³; María Esperanza Cerón-Cucchi ⁴¹ Instituto de Bionanotecnología del NOA (INBIONATEC), CONICET. RN9 km 1125. G4206XCP, Santiago del Estero, Argentina.² Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Av. Belgrano (S) 1912. G4200ABT, Santiago del Estero, Argentina.³ Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Abra Pampa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). RP11 km 17 (4640), Departamento Cochínoca, Abra Pampa, Jujuy, Argentina.⁴ IPVet, Instituto de Patobiología, CICVyA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, IPVet, UEDD INTA-CONICET, Buenos Aires.*Correo electrónico: sumicoria@gmail.com**Resumen**

Sarcocystis sp. son protozoos que afectan a numerosos hospedadores intermedios, formando quistes en el músculo esquelético o cardíaco. En llamas (*Lama glama*), se han descrito *S. aucheniae* (macroquistes) y *S. masoni* (microquistes) en músculo esquelético, y esquelético y cardíaco, respectivamente. Sin embargo, la presencia de quistes macroscópicos en músculo liso, como el esófago, ha sido poco documentada en esta especie. En ovinos (*Ovis aries*), en cambio, se ha reportado la presencia de quistes macroscópicos de *S. gigantea* localizados en el esófago, lo que sugiere diferencias en la distribución tisular entre especies. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar morfológicamente quistes macroscópicos de *Sarcocystis* sp. encontrados en el esófago de una llama en Jujuy, Argentina. Se recolectó el esófago completo de una llama faenada en Jujuy, Argentina. Los quistes macroscópicos fueron medidos y procesados para microscopía electrónica de barrido y de transmisión (SEM y TEM, por sus siglas en inglés). Se identificaron quistes macroscópicos de 7–12 mm, de color blanco a amarillo pálido, con forma oval o fusiforme, localizados superficialmente o embebidos en el tejido esofágico. El análisis por SEM y TEM mostró una pared quística primaria lisa de 5–10 µm de grosor y una sustancia fundamental interna amorfa y homogénea. Los bradizoítos se observaron en sacos separados por septos, con dimensiones de 5–9 µm de largo y 1,5–2,5 µm de ancho. Los resultados sugieren que las características morfológicas y ultraestructurales observadas son consistentes con descripciones previas de *S. aucheniae* y *S. gigantea*. Este trabajo reporta quistes macroscópicos de *Sarcocystis* sp. en el esófago de *Lama glama*, ampliando el conocimiento sobre su distribución tisular y relevancia diagnóstica en camélidos sudamericanos.

Palabras clave: Camélidos sudamericanos; Producción de llama; Sarcocistosis; *Sarcocystis aucheniae*; *Sarcocystis gigantea*.**Abstract**

Sarcocystis sp. are protozoa that affect numerous intermediate hosts, forming cysts in skeletal or cardiac muscle. In llamas (*Lama glama*), *S. aucheniae* (macrocyts) and *S. masoni* (microcyts) have been described in skeletal muscle and skeletal and cardiac, respectively. However, the presence of macroscopic cysts in smooth muscle, such as the esophagus, has been little documented in this species. In sheep (*Ovis aries*), on the other hand, the presence of macroscopic cysts of *S. gigantea* located in the esophagus has been reported, suggesting differences in tissue distribution between species. The aim of the present work was to characterize morphologically macroscopic cysts of *Sarcocystis* sp. found in the esophagus of a llama in Jujuy, Argentina. The complete esophagus was collected from a llama slaughtered in Jujuy, Argentina. Macroscopic cysts were measured and processed for scanning electron microscopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM). Macroscopic cysts were identified as 7-12 mm, white to pale yellow, oval or fusiform in shape, located superficially or embedded in esophageal tissue. SEM and TEM analysis showed a smooth primary cystic wall 5-10 µm thick and an amorphous and homogeneous internal ground substance. Bradyzoites were observed in sacs separated by septa, with dimensions of 5-9 µm in length and 1.5-2.5 µm in width. The results suggest that the morphological and ultrastructural features observed are consistent with previous descriptions of *S. aucheniae* and *S. gigantea*. This work reports macroscopic cysts of *Sarcocystis* sp. in the esophagus of *Lama glama*, extending the knowledge about their tissue distribution and diagnostic relevance in South American camelids.

Keywords: South American camelids; Llama production; Sarcocystis; *Sarcocystis gigantea*; *Sarcocystis aucheniae*.

Recibido: 21/07/2025; Aceptado: 17/12/2025

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

<https://doi.org/10.70198/ranar.4502.01>

Introducción

La sarcocistosis es una enfermedad parasitaria causada por protozoos intracelulares del género *Sarcocystis*. El ciclo de vida de *Sarcocystis* involucra dos tipos de huéspedes: intermediarios y definitivos. En los primeros el parásito se reproduce asexualmente y forma quistes en el tejido muscular, y en los huéspedes definitivos el ciclo continúa con la reproducción sexual en el intestino, dando lugar a la eliminación de ooquistes o esporoquistes (Giuliano *et al.*, 2023).

Se han identificado más de 100 especies de *Sarcocystis* en todo el mundo, capaces de infectar animales domésticos y silvestres (Dubey *et al.*, 2017). En llamas (*Lama glama*) se han descrito dos especies principales en función de sus características morfológicas y moleculares: los macroquistes y los microquistes. Los macroquistes de *S. aucheniae* son de tamaño y forma similares al arroz y se alojan en el músculo esquelético, y los microquistes de *S. masoni* suelen encontrarse tanto en el tejido muscular esquelético como en el cardíaco (More *et al.*, 2016; Saeed *et al.*, 2018).

Estudios recientes reportan una alta prevalencia de infecciones por *S. aucheniae* en llamas de Perú y Argentina, con valores que oscilan entre el 34 y el 100 % (Giuliano *et al.*, 2023). Estas variaciones podrían atribuirse a diferencias en los criterios de muestreo, los métodos de diagnóstico, la edad de los animales, o el número de muestras analizadas (Saeed *et al.*, 2018).

La presencia *S. aucheniae* ha sido ampliamente reportada en el músculo esquelético de llamas (More *et al.*, 2016; Saeed *et al.*, 2018; Giuliano *et al.*, 2023; Wieser *et al.*, 2024). Sin embargo, hasta el momento solo se ha documentado en una presentación en congreso el hallazgo de este macroquiste en el esófago de una llama en Laguna Blanca, Catamarca, Argentina (Cardozo *et al.*, 2018). En contraste, la presencia de macroquistes de *S. gigantea* en el esófago de ovinos es habitual, lo que representa una diferencia importante en la distribución tisular respecto a los camélidos sudamericanos (Dong *et al.*, 2018; Gjerde *et al.*, 2020; El-Morsey *et al.*, 2021). En este contexto, el objetivo de este trabajo fue reportar la presencia de quistes macroscópicos de *Sarcocystis* sp. observados en el esófago de una llama en Jujuy, Argentina, a fin de aportar información relevante para su identificación y diagnóstico.

Materiales y métodos

Material biológico

La faena de una llama se realizó en la Sala de Faena de la localidad Barrios, departamento Yavi, Jujuy, Argentina el 27 de Julio del 2023, siguiendo las normas descriptas en el Decreto Nacional 4238/1968, por el cual se aprueba el reglamento de inspección de productos, subproductos y derivados de origen animal. Posterior a la faena, se efectúa una revisión exhaustiva del animal en su totalidad. Esta inspección *post mortem* permite identificar posibles lesiones, alteraciones en órganos o tejidos, y cualquier característica visible que pueda indicar la presencia de enfermedades, infecciones o infestaciones parasitarias. Luego de la inspección veterinaria de vísceras verdes, se recolectó el esófago completo que presentaba macroquistes visibles y compatibles en forma y tamaño con *S. aucheniae* en los músculos intercostal, y cervicales, como así también en el esófago. Las muestras de la túnica muscular de la región distal del esófago se transportaron al laboratorio de la Estación Experimental Agropecuaria Abra Pampa del INTA en cajas refrigeradas con hielo para su posterior análisis.

Caracterización macroscópica

Las dimensiones de los macroquistes se midieron con una regla, y luego se seccionó la túnica muscular y se almacenó en solución de fijación (formaldehído al 4 %) para el posterior estudio por microscopía. Las muestras seleccionadas fueron trasladadas al Laboratorio de Biotecnología Agropecuaria del Instituto de Bionanotecnología del NOA (INBIONATEC), donde fueron analizadas.

Microscopía electrónica de barrido y de transmisión

Para el análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM, por sus siglas en inglés) las muestras se fijaron con solución de Karnovsky (2,5 % de paraformaldehído y 1,5 % de glutaraldehído) en 0,1 M de fosfato dibásico (pH 7,2) a temperatura ambiente (Ito y Karnovsky, 1968). Posteriormente, las muestras se enjuagaron dos veces con agua destilada y se deshidrataron con soluciones de

gradiente creciente de etanol. Luego, las muestras se colocaron en acetona al 100 % durante 10 min, se secaron con dióxido de carbono en la condición del punto crítico (DCP-1 Punto Crítico Secadora; Denton Vacuum, Moorestown, NJ, EE. UU.) y se montaron en un soporte con cinta adhesiva de dos caras y recubierto con oro dos veces durante 10 y 20 min. La morfología se evaluó con el microscopio electrónico de barrido Phenom ProX (SEM; Thermofisher, Eindhoven, Países Bajos) con un voltaje de aceleración de 3 kV y una distancia de trabajo de 2 mm. Por otro lado, se obtuvieron fotografías para su posterior análisis mediante un servicio de microscopía electrónica de transmisión (TEM, por sus siglas en inglés) en el Centro Integral de Microscopía Electrónica (CIME), Tucumán.

Resultados y Discusión

Se detectaron macroquistes en la túnica muscular distal del esófago de la llama inspeccionada (Figura 1). Los sarcoquistes macroscópicos miden entre 7 y 12 mm de largo, y presentaron coloración blanca a amarillo pálido, forma ovalada o fusiforme con extremos redondeados y alguno de ellos estaban en la superficie y otros embebidos.

Por otro lado, la caracterización realizada por SEM y TEM reveló que el *Sarcocystis* sp. presente en el esófago de llama, presenta una pared quística primaria lisa de 5 a 10 μ m (Figura 2). El método de muestreo realizado no permitió la observación de la pared secundaria ni la evaluación de proyecciones o invaginaciones. La capa de sustancia fundamental interna del quiste es amorfa y homogénea y no se observa la presencia de gránulos. Su tamaño varía entre los 5 - 12 μ m.

Los bradizoitos, de forma oval y fusiforme se encuentran en sacos separados por septos en el área periférica del macroquiste. En cortes teñidos con azul de toluidina, se observa que el interior del quiste se encuentra compartimentalizado (Figura 3). A su vez, las imágenes obtenidas por TEM permitieron determinar el tamaño de los bradizoitos, comprendidos entre 5 a 9 μ m de largo y 1,5 a 2,5 μ m de ancho.

La bibliografía sugiere que los quistes macroscópicos de *S. aucheniae* y *S. gigantea* son similares a los descritos en el presente trabajo. Según Moré *et al.* (2016) y Decker Franco (2018), los macroquistes de *S. aucheniae* pueden medir 2-7 mm, con paredes internas de 10 μ m de

espesor, rodeados de pared secundaria de hasta 50 μ m. Asimismo, Moré *et al.* (2016), describen las protuberancias villares altamente ramificadas con morfología de coliflor, que no pudieron ser identificadas en el presente trabajo. El tamaño de los bradizoitos de *S. aucheniae* varía entre los 13-18 μ m x 3-5 μ m, valores superiores a los obtenidos en el presente trabajo.

S. gigantea es una especie ampliamente

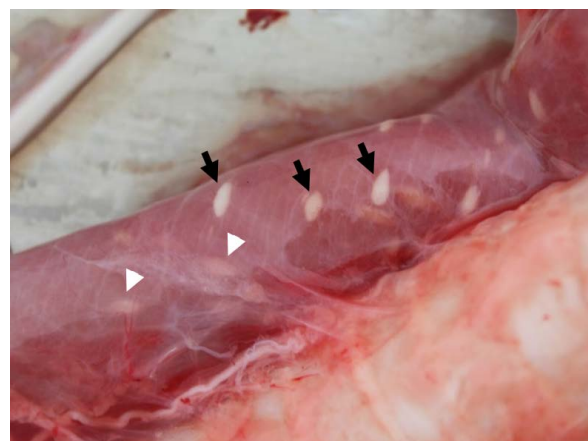


Figura 1: Imagen macroscópica de macroquistes de *Sarcocystis* sp. en llama (*Lama glama*), Jujuy, Argentina. Se observan quistes superficiales (flecha negra) y embebidos (punta de flecha blanca).

distribuida que afecta a ovinos (*Ovis aries*) como hospedadores intermediarios, donde forma quistes macroscópicos localizados preferentemente en músculos esqueléticos y esófago (Dubey *et al.*, 2015; Gjerde *et al.*, 2020; Swar y Shnawa, 2020). Estos quistes suelen ser de color blanco a amarillento, con forma alargada y tamaños de hasta 10 mm lo que permite su detección durante inspecciones *post mortem* (Gual *et al.*, 2017). A nivel ultraestructural, la pared primaria del quiste de *S. gigantea*, analizada mediante TEM, presenta un grosor de 6 a 7,5 μ m y se caracteriza por protuberancias villares irregulares, altamente ramificadas y con morfología similar a coliflor, similares a las de *S. aucheniae* (El-Morsey *et al.*, 2021; Gjerde *et al.*, 2020). Sin embargo, el tamaño de los bradizoitos de 5 a 9 μ m de largo y 1,5 a 2,5 μ m de ancho obtenidos en este estudio es similar al de *S. gigantea*.

Conclusiones

En este trabajo se realizó la caracterización de sarcoquistes macroscópicos de esófago de *L. glama*. Los resultados obtenidos del examen macroscópico en cuanto a forma y tamaño de los

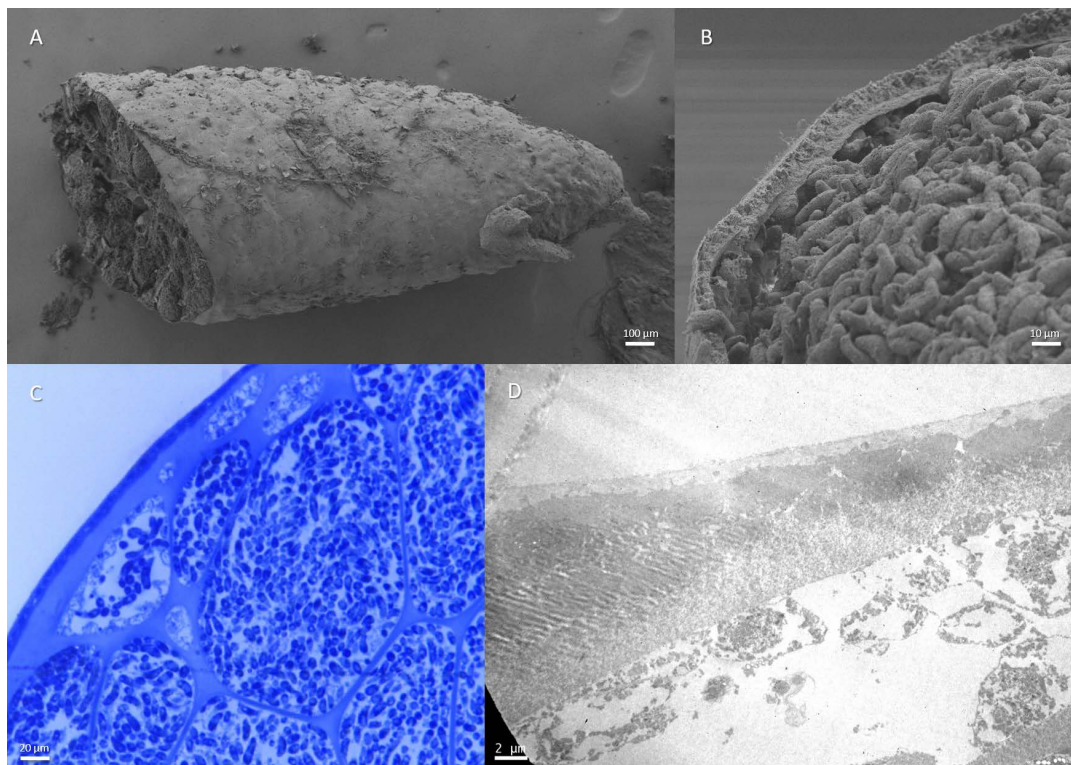


Figura 2: Imágenes de *Sarcocystis* sp. en llama (*Lama glama*), Jujuy, Argentina: (A) Pared del macroquiste. (B) Pared y bradizoitos. (C) y (D) Compartimentalización de los bradizoitos. Microfotografías obtenidas por microscopía electrónica de barrido (A y B), microscopía óptica con azul de toluidina (C) y microscopía electrónica de transmisión (D). Debajo de cada foto se indica la referencia de tamaño.

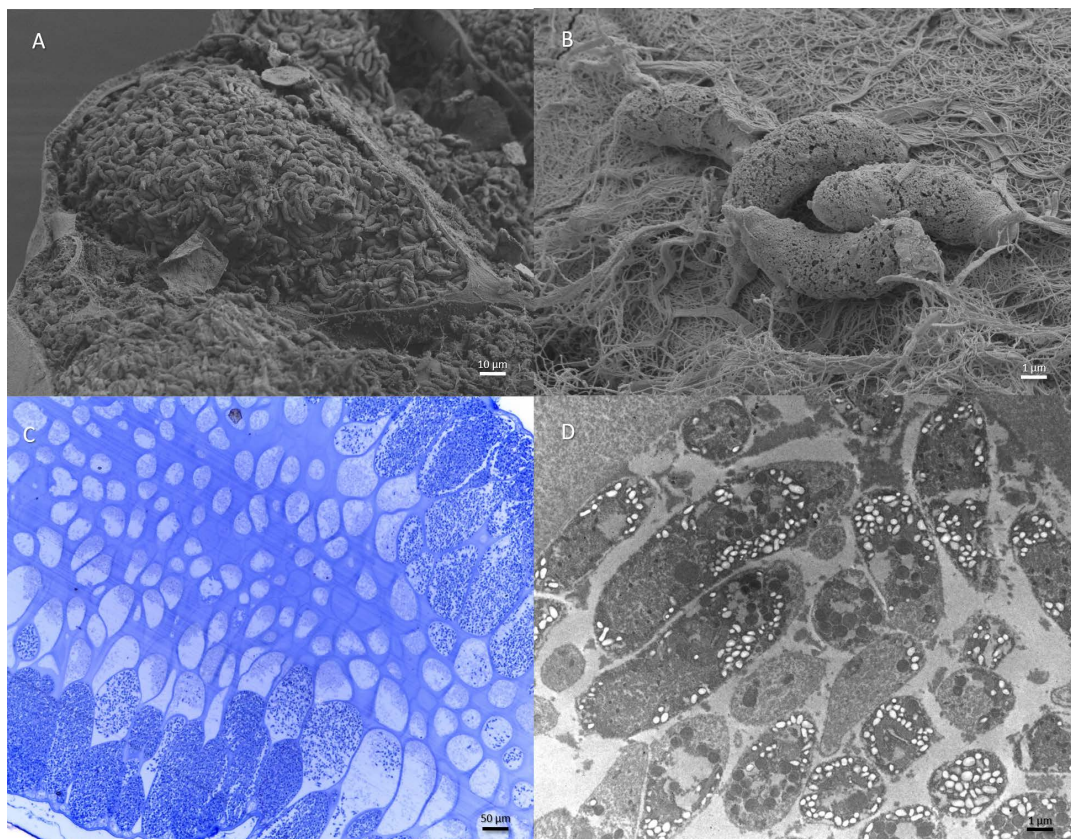


Figura 3: Imágenes de bradizoitos de *Sarcocystis* sp. en llama (*Lama glama*), Jujuy, Argentina, obtenidas mediante: (A y B) microscopía electrónica de barrido, (C) microscopía óptica de corte teñido con azul de toluidina y (D) de microscopía electrónica de transmisión. Debajo de cada foto se indica la referencia de tamaño.

sarcoquistes, y el análisis de las imágenes obtenidas por microscopía SEM y TEM de la pared y de los bradizoitos no son concluyentes. Para poder realizar una correcta identificación es necesario realizar otro tipo de análisis complementario, como la identificación molecular.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Luciano Martínez y personal del CIME de Tucumán por la asistencia en la preparación y adquisición de imágenes con el microscopio de transmisión. El presente trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de Santiago del Estero [UNSE 23/A262 y UNSE 23/A289].

Referencias bibliográficas

- Cardozo P., Decker Franco C., Canton G., Rojas M., Florin-Christensen M., Cora J., Luque S., Rigalt F., Lloberas M. (2018). *Sarcocystis aucheniae* en llama (*Lama glama*) de Laguna Vlanca, Catamarca, Argentina. En: Enfermedades de ovinos, caprinos y camélidos sudamericanos. Libro de Resúmenes, Proyecto PNSA 1115055, Ediciones INTA. Argentina Pp 185-186.
- Decker Franco C. (2018). Avances en el conocimiento de la sarcocistiosis de camélidos sudamericanos y desarrollo de herramientas para su control. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Buenos Aires. Argentina. En: Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=posgraafa&cl=CL1&d=HWA_5800
- Dong H., Su R., Wang Y., Tong Z., Zhang L., Yang Y., Hu J. (2018). *Sarcocystis* species in wild and domestic sheep (*Ovis ammon* and *Ovis aries*) from China. BMC Veterinary Research: 14: 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1712-9>
- Dubey J.P., A'Aji N.N., Mowery J.D., Verma S.K., Calero-Bernal R. (2017). Identification of macroscopic sarcocysts of *Sarcocystis cameli* from one-humped camel (*Camelus dromedarius*) in Iraq. Journal of Parasitology 103: 168-169. <https://doi.org/10.1645/16-135>
- Dubey J.P., Hilali M., Van Wilpe E., Calero-Bernal R., Verma S.K., Abbas I.E. (2015). A review of sarcocystosis in camels and redescription of *Sarcocystis cameli* and *Sarcocystis ippeni* sarcocysts from the one-humped camel (*Camelus dromedarius*). Parasitology 142: 1481-1492. <https://doi.org/10.1017/S0031182015000852>
- El-Morsey A., Abdo W., Zaid A.A.A., Sorour S.S.G. (2021). Morphologic and molecular identification of three macroscopic *Sarcocystis* species infecting domestic sheep (*Ovis aries*) and cattle (*Bos taurus*) in Egypt. Parasitology Research 120: 637-654. <https://doi.org/10.1007/s00436-020-07002-w>
- Giuliano S., Reategui Ordoñez J., Barriga Marcapura X., Florin-Christensen M. (2023). Situación actual de la calidad de carne de camélidos sudamericanos (llama y alpaca) en Argentina y Perú y su relación con la infestación con *Sarcocystis aucheniae*. XXIII Reunión Nacional de ABOPA . 26 - 28 de octubre, Oruro, Bolivia .26 - 28. Pp 1-9.
- Gjerde B., de la Fuente C., Alunda J.M., Luzón M. (2020). Molecular characterisation of five *Sarcocystis* species in domestic sheep (*Ovis aries*) from Spain. Parasitology Research 119: 215-231. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06504-6>
- Gual I., Bartley P.M., Katzer F., Innes E.A., Cantón G.J., Moore D.P. (2017). Molecular confirmation of *Sarcocystis gigantea* in a naturally infected sheep in Argentina: A case report. Veterinary Parasitology 248: 25-27. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.10.017>
- Ito, S., Karnovsky, M.J. (1968) Formaldehyde-Glutaraldehyde Fixatives Containing Trinitrocompounds. The Journal of Cell Biology, 39, 168A-169A.
- Jiang N., Xin S., Zhu N., Yang L., Huang W., Hu J., Zhu X., Yang Y. (2021). First Report of *Sarcocystis Masoni* in a Captive Alpaca (*Vicugna Pacos*) From China. Frontier Veterinary Science 8: 1-6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.759252>
- More G., Regensburger C., Gos M.L., Pardini L., Verma S.K., Ctibor J., Serrano-Martinez M.E., Dubey J.P., Venturini M.C. (2016). *Sarcocystis masoni*, n. sp. (Apicomplexa: Sarcocystidae), and redescription of *Sarcocystis aucheniae* from llama (*Lama glama*), guanaco (*Lama guanicoe*) and alpaca (*Vicugna pacos*). Parasitology 143: 617-626. <https://doi.org/10.1017/S003118201600007X>
- Saeed M.A., Rashid M.H., Vaughan J., Jabbar A., (2018). Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. Parasites and Vectors 11: 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2748-1>
- Swar S.O., Shnawa B.H. (2020). Ultrastructural and Molecular Characterization of *Sarcocystis* Species Derived from Macroscopic Sarcocysts of Domestic Sheep and Goats in Soran City, Erbil, Iraq. World's Veterinary Journal 10: 540-550. <https://doi.org/10.29252/scil.2020.wvj65>
- Wieser S.N., Giuliano S.M., Reategui Ordoñez J., Barriga Marcapura X., Olivera L.V.M., Chavez Fumagalli M.A., Schnittger L., Florin-Christensen M. (2024). *Sarcocystis* spp. of New and Old World Camelids: Ancient Origin, Present Challenges. Pathogens 13: 1-18. <https://doi.org/10.3390/pathogens13030196>