

Macroquistes de *Sarcocystis* spp. en carne de guanaco (*Lama guanicoe*) del departamento Escalante en Chubut (Patagonia argentina)

Sarcocystis spp. macrocysts in guanaco (*Lama guanicoe*) meat from Escalante department in Chubut (Patagonia argentina)

Torrecillas Claudia^{1,2,*}, Fajardo María Angélica^{1,3}, Mellado Ivana^{2,4}, Sosa Sabrina², Soto Agustín², Porello Camila²

RESUMEN: En la Patagonia argentina la carne de guanaco es un recurso alimenticio disponible, sin embargo, la comercialización y distribución de esta carne autóctona y no tradicional se ve impedida por la presencia de macroquistes compatibles con el parásito *Sarcocystis* spp. en el tejido. Este podría causar una intoxicación alimentaria en el humano e infectar a otros hospedadores definitivos (HD) carnívoros u omnívoros. El objetivo de este trabajo fue determinar la presencia de quistes macroscópicos de *Sarcocystis* spp. en cuatro cortes cárnicos de guanacos obtenidos de la estancia “La Paulina”, departamento Escalante (Chubut, Argentina), en el año 2022, para evaluar su inserción comercial. El diseño fue descriptivo, observacional y transversal. Se analizaron muestras de 10 guanacos machos adultos capturados en época de caza. A su vez, de cada individuo se analizaron de manera diferencial cuatro tipos de corte (i.e. lomo, peceto, cuello y corazón) (n=40). Cada corte fue pesado y completamente seccionado en lonjas de 1 mm de espesor, se contabilizaron los macroquistes hallados. Se confirmaron observando la presencia de bradizoitos en su interior por microscopía óptica en fresco (40X) y coloreados con azul de metileno. Resultaron positivos a la presencia de quistes macroscópicos compatibles con *Sarcocystis* spp. el 100% de los individuos. Ninguno de los cortes fue apto para consumo humano y/o animal con lo cual se recomienda no comercializarse.

Palabras clave: Camelidae, carne, Enfermedades Parasitarias Transmitidas por los Alimentos, *Sarcocystis* spp.

ABSTRACT: In Argentinean Patagonia, guanaco meat is an available food resource, however, the commercialization and distribution of this native and non-traditional meat is impeded by the presence of macrocysts compatible with *Sarcocystis* spp. parasites in the tissues. This could cause food poisoning in humans and infect other carnivorous or omnivorous definitive hosts (DH). The objective of this work was to determine the presence of macroscopic cysts of *Sarcocystis* spp. in four guanaco meat cuts obtained from the “La Paulina” ranch, Escalante department (Chubut, Argentina), in 2022, to evaluate their commercial insertion. The design was descriptive, observational and cross-sectional. Samples from 10 adult male guanacos captured during the hunting season were analyzed. In turn, four types of cuts (i.e. loin, breast, neck and heart) were differentially analyzed for everyone (n=40). Each cut was weighed and completely sectioned into 1 mm thick slices. The macrocysts found were counted. They were confirmed by observing the presence of bradyzoites inside them using optical microscopy in fresh (40X) and stained with methylene blue. 100% of the individuals tested positive for the presence of macroscopic cysts compatible with *Sarcocystis* spp. None of the cuts were suitable for human and/or animal consumption, so it is recommended not to sell them.

Keywords: Camelidae, meat, optic microscopy, foodborne parasitic diseases, *Sarcocystis* spp.

INTRODUCCIÓN

Sarcocystis es un género de parásitos protozoario apicomplejo intracelular que infecta mamíferos, aves y reptiles. Este género presenta un ciclo heteroxeno con un hospedador intermediario (HI) - herbívoro- que alberga al quiste muscular, y un hospedador definitivo (HD) -carnívoro u omnívoro- en el cual el parásito se reproduce sexualmente dentro del epitelio intestinal

(Leguía *et al.*, 1999; Saeed *et al.*, 2018; Rosenthal, 2021; Wieser *et al.*, 2024). La infección se caracteriza por la formación de numerosos sarcoquistes, que son esencialmente sacos con bradizoitos que varían en tamaño, desde micrómetros hasta varios centímetros, y se alojan en los músculos o el tejido nervioso de una gran variedad de animales (Soto Valle, 2020) dependiendo de la especie involucrada (Saeed *et al.*, 2018).

¹Cátedra Salud Pública, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (FCNyCS, UNPSJB).

²Cátedra Parasitología Clínica (FCNyCS, UNPSJB),

³Cátedras Bromatología y Nutrición (FCNyCS, UNPSJB),

⁴Cátedra de Inmunología (FCNyCS, UNPSJB), Ruta Provincial n° 1 s/n. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Los humanos pueden comportarse como HD o HI dependiendo del genotipo involucrado y también del elemento infectante (Lindsay y Dubey, 2020). En el primer caso, la infección se adquiere al consumir carne cruda o mal cocida de un animal infectado; puede presentarse como trastorno digestivo con náuseas, diarrea y dolor abdominal, miositis eosinofílica y también puede transcurrir de manera asintomática (Rosenthal, 2021). Cuando los humanos se comportan como HI pueden desarrollar la enfermedad muscular, esta situación se da a través de la ingestión accidental de esporocistes presentes en el ambiente, alimentos y/o aguas contaminadas. La sarcocistosis es una Enfermedad Parasitaria Transmitida por los Alimentos (EPTA), es potencialmente zoonótica (Regensburger et al., 2016), siendo el ser humano un hospedador accidental y/o paraténico. Minvielle (2023) sugiere la existencia de especies indocumentadas para las cuales los humanos pueden servir como HD.

Actualmente se conocen más de 250 especies, pero solo algunas presentan potencialidad zoonótica (Moré et al., 2016) como *Sarcocystis hominis*, *S. heydorni*, y *S. suihominis* (Rosenthal, 2021), las dos primeras utilizan ganado vacuno, mientras que *S. suihominis* utiliza cerdos como HI (Poulsen y Stensvold, 2014). Los camélidos sudamericanos como llamas, alpacas y guanacos sirven como HI para *Sarcocystis* spp., albergando quistes macroscópicos (2-7 mm) en músculo esquelético, lo que hace que su carne no sea apta para el consumo humano. Se conoce que *S. aucheniae* (macroquistes) y *S. masoni* (microquistes) están presentes en guanacos (Wieser et al., 2024). En Argentina, Regensburger et al. (2015) y Moré et al. (2016) reportaron la presencia de estas especies en camélidos.

En la Patagonia argentina la carne de guanaco es un recurso promisorio por sus aspectos nutricionales y disponibilidad, además fortalece la soberanía alimentaria (ODS, 2018). El Código Alimentario Argentino (CAA) en los Arts. 260, 261 y 263 considera a la carne fresca de guanaco un producto de caza mayor, que se puede expendir en períodos que no son de veda y siempre que no contravengan las disposiciones de las leyes de caza, condiciones sanitarias y de inspección veterinaria oficial. Sin embargo, la comercialización y distribución de esta carne no tradicional se ve impedida muchas veces ante la presencia de macroquistes compatibles con *Sarcocystis* spp.

Teniendo en cuenta lo expuesto y que este recurso autóctono representa una opción alimentaria regional, con un potencial posicionamiento en el mercado nacional e internacional como carne no tradicional, el objetivo de este trabajo es describir la frecuencia y densidad de macroquistes de *Sarcocystis* spp. (por cada 100 g) en diferentes cortes de carne de guanaco

(*Lama guanicoe*), en el departamento Escalante (Chubut, Argentina) para evaluar la posibilidad de insertarla a nivel comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del estudio fue observacional, descriptivo y transversal. El área de estudio fue la Estancia La Paulina en el departamento Escalante en la provincia de Chubut, Argentina (45° 31' 41" S, 67° 54' 02" O). Se analizaron 10 guanacos machos adultos capturados en la época autorizada por la legislación, el período de muestreo anual se adaptó a la temporada de caza 2022 habilitada por la Dirección de Flora y Fauna Silvestre (DFyFS) de la provincia de Chubut, según disposiciones N°09/2019, N°04/2022 y N°04/2023. Para la recolección de las muestras los individuos fueron seleccionados al azar, faenados y despostados a campo (Proctor y Muelliet, 1998). De cada guanaco se tomaron muestras de cuatro cortes diferentes (lomo, peceto, cuello y corazón), contabilizando un total de 40 piezas de carne, las cuales se transportaron congeladas en bolsas rotuladas al laboratorio, en donde se conservaron a -20°C hasta su análisis en laboratorio.

Procedimiento de laboratorio

Las muestras se pesaron en balanza granataria. Cada corte fue cuarteado mediante la técnica descrita por Greenfield y Southgate (2006). Para el análisis parasitológico se utilizó el volumen total de los cuatro cortes de carne (i.e. lomo, peceto, cuello y corazón) obtenidas de cada guanaco (n=40). Las muestras se descongelaron 24 horas antes del procesamiento, se utilizó una fuente oscura limpia, donde se colocó cada corte de carne para su análisis. Se realizó un fileteado completo del corte con bisturí, cortando en lonjas de 1 cm que se subdividieron en porciones de 1 mm a los fines de una observación macroscópica minuciosa. Se cumplieron con las normas de bioseguridad empleando barbijo, antiparras, guantes y delantal. Posteriormente se realizaron las observaciones macroscópicas por tres analistas. Los macroquistes hallados se cortaron con bisturí estéril y su contenido fue observado bajo microscopía óptica directa y con tinción de azul de metileno.

RESULTADOS

El peso de las muestras y la presencia de quistes se utilizaron para calcular la densidad parasitaria por cada 100 g de carne (Tablas 1 y 2).

Los macroquistes compatibles con *Sarcocystis* spp. se observaron macroscópicamente como estructuras blanquecinas de tamaños variables, de aspecto similar a liendres de *Pediculus humanus capitis* o granos de arroz, de entre 1 y 5 mm (Fig. 1), los cuales se encuentran insertados dentro del tejido

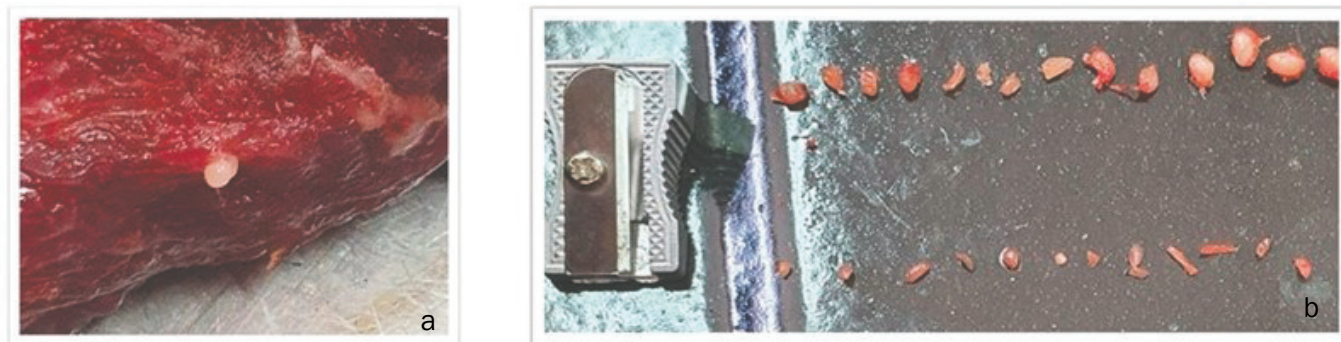


Figura 1. Quistes de *Sarcocystis* spp. hallados en los cortes de carne de guanaco analizados. a) quiste *in situ*. b) quistes aislados.

muscular, recubiertos completamente por el mismo. La cubierta externa de los macroquistes se observó brillante, lisa y uniforme. Los quistes se diferencian de la grasa presente en el tejido ya que mantienen su forma al ser presionados con el bisturí mientras que la grasa no, la cual además presenta una coloración más amarillenta. Los quistes hallados fueron contabilizados y almacenados a -20°C en tubos tipo Eppendorf para estudios posteriores. Se confirmaron por microscopía óptica (40X) en fresco y también con coloración de azul de metileno para la observación de los bradizoitos del interior de los macroquistes compatibles con *Sarcocystis* spp. (Fig. 2).

El 100% (10/10) de los individuos resultaron positivos a la presencia de macroquistes de *Sarcocystis* spp. Respecto a la distribución dentro del hospedador, el 90% (9/10) de los pecetos, el 40% (4/10) de los lomos, el 30% (3/10) de los corazones y el 70% (7/10) de los cortes de cuello fueron positivos (Tabla 1). El promedio de la densidad parasitaria (quistes/100 g) fue 9,64 en cuello, 1,45 en peceto, 0,5 en corazón y 0,16 en lomo.

Tabla 1: Observación macroscópica de quistes compatibles con *Sarcocystis* spp. en los cortes analizados en cada uno de los guanacos estudiados (n= 40). n/d= no detectable.

Muestra/ Corte	Presencia de macroquistes			
	Cuello	Lomo	Peceto	Corazón
1	n/d	n/d	+	+
2	+	+	+	n/d
3	n/d	n/d	+	n/d
4	+	n/d	+	n/d
5	+	n/d	+	n/d
6	+	+	n/d	+
7	+	n/d	+	n/d
8	+	+	+	n/d
9	+	+	+	+
10	n/d	n/d	+	n/d

Ninguno de los animales fue apto para consumo humano y/o animal, la mayor densidad de quistes se observó en el cuello, mientras que, en peceto, el corte más consumido según nuestro conocimiento fue de 1,45 quistes/100 g.

A partir de los resultados de este estudio surge como una forma de extensión a la comunidad un video explicativo de divulgación del método de detección para quienes faenan y consumen esta carne frecuentemente, así como para quienes manipulan la carne y personal que realiza el control sanitario ([Ver video](#)).

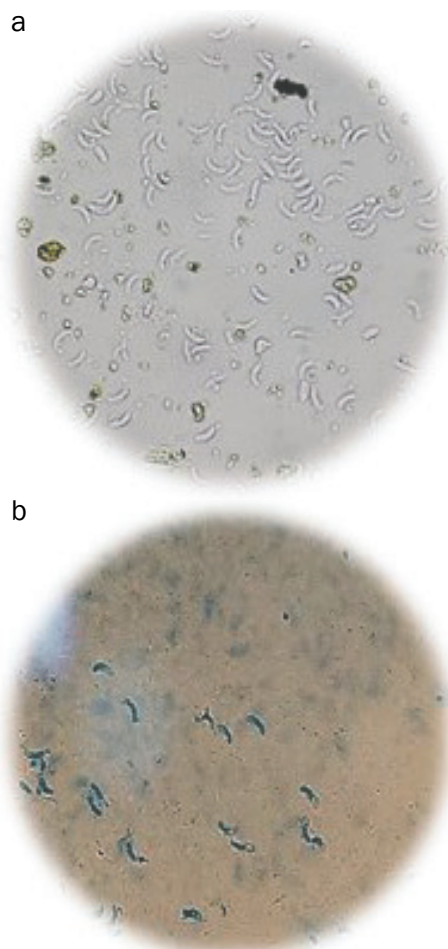


Figura 2. Bradizoitos de *Sarcocystis* spp. observados por microscopía óptica (40X). a) en fresco y b) coloreados con azul de metileno.

Tabla 2: Peso de las muestras (g) de cada tipo de corte analizado en los 10 guanacos analizados, recuento de macroquistes de *Sarcocystis* spp. y densidad por cada 100 g de carne (n=40). M: número de macroquistes; M/100g: macroquistes por cada 100g de carne.

Corte	Peceto			Cuello			Corazón			Lomo		
	Muestra	Peso (g)	M	M/100g	Peso (g)	M	M/100g	Peso (g)	M	M/100g	Peso (g)	M
1	340	1	0,29	519	0	n/d	854	2	0,23	443	0	n/d
2	254	9	3,54	312	119	38,14	600	0	n/d	598	3	0,5
3	344	2	0,58	421	0	n/d	699	0	n/d	532	0	n/d
4	254	6	2,36	499	20	4	501	0	n/d	368	0	n/d
5	182	4	2,19	371	32	8,62	455	0	n/d	305	0	n/d
6	168	0	n/d	382	1	0,36	420	18	4,28	447	1	0,21
7	187	5	2,64	498	45	36,14	474	0	n/d	373	0	n/d
8	222	3	1,35	377	8	2,12	442	0	n/d	527	1	0,19
9	185	1	0,54	434	48	11,05	403	2	0,5	274	2	0,73
10	232	2	0,86	344	0	n/d	499	0	n/d	405	0	n/d

DISCUSIÓN

Se hallaron macroquistes de *Sarcocystis* spp. en el 100% de los guanacos estudiados según los diferentes tipos de cortes analizados, sin embargo, aún no se ha avanzado en estudios moleculares para su identificación taxonómica, y tampoco existe conocimiento eco-epidemiológico ni sobre la potencialidad del parásito para causar patología.

A partir de los resultados alcanzados se generaron diferentes formas de comunicación a la comunidad sobre los riesgos del consumo de carne de guanaco sin control sanitario previo. Asimismo, se procedió a informar al Departamento Provincial de Bromatología de Chubut sobre los niveles de prevalencia del parásito en forma exploratoria sobre 10 individuos de un campo en la región.

La disponibilidad de carne de guanaco en la región patagónica es un recurso alimenticio autóctono que puede promoverse desde el concepto de Soberanía Alimentaria. Sin embargo, los resultados de este trabajo muestran que esta carne no es apta para consumo humano y/o animal, limitando su inserción a nivel comercial. La Soberanía Alimentaria es el derecho de los pueblos a definir sus propias estrategias de producción, distribución y consumo de alimentos, garantizando la alimentación para toda la población, respetando sus propias culturas y la diversidad de los modos de producción, de comercialización y de gestión de los espacios rurales (Pomar y Tendero, 2016; Marichal *et al.*, 2021). Sin embargo, este derecho no debe contraponerse con el de Seguridad Alimentaria, ya que la inocuidad es prioritaria. En este sentido, es esencial considerar la vulnerabilidad, variabilidad y susceptibilidad de las sociedades humanas en conjunto con animales y sus ecosistemas.

Los intereses económicos de la comercialización de esta carne requieren considerar el impacto en la salud de la población y los costos asociados que pudiera ocasionar una posible intoxicación alimentaria.

Las EPTAs se han vuelto más relevantes en las últimas décadas, afectando no solo la salud de las personas y los animales, sino también causando graves consecuencias económicas y pérdidas por decomiso. El conocimiento de la epidemiología, los ciclos biológicos y taxonomía de cada parásito, juegan un papel central en la identificación, presentación y control de los riesgos asociados a las EPTAs (Broglia y Kapel, *et al.*, 2011; Durán Pincay *et al.*, 2022). En este sentido, es necesario conocer la dinámica de la infección por patógenos e implementar estrategias de intervención centradas en la comunidad, conociendo su cultura y costumbres, y así llevar adelante biovigilancia en hospedadores naturales, personas y ambiente. La confianza en la cocina doméstica y las inadecuadas prácticas de manufactura al preparar un plato con carne de origen silvestre pueden dar lugar a una EPTA de no mediar el control previo de los organismos responsables que garanticen la inocuidad de estos alimentos. La visibilización de la problemática con biovigilancia es un primer paso a los fines de disminuir el impacto en la salud de la comunidad. Asimismo, la legislación para el consumo de esta carne de caza debe ser más específica, actualizarse y reglamentarse apropiadamente (Art. 263 del CAA).

Contar con herramientas que permitan al poblador rural, al cazador y a quienes consumen carne de guanaco identificar los macroquistes de *Sarcocystis* spp. es una medida de prevención primaria activa que intenta evitar una intoxicación alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

Betiana Garrido, Agustina Sosa, Agustín Politano, Paola Fazzari, Juan José Anglesio y Alberto Miño de la Estancia "La Paulina", por su incommensurable ayuda en la recolección de las muestras.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNPSJB.

ASPECTOS ÉTICOS

Este estudio se desarrolló siguiendo el criterio de inclusión indicado por la legislación vigente en cuanto a tamaño, sexo y época del año que habilitan la temporada de caza en el territorio provincia (Ley XI N° 10 de la Honorable Legislatura del Chubut y disposición 04/2022 - DFyS).

LITERATURA CITADA

- Broglia, A., y Kapel, C. (2011). Changing dietary habits in a changing world: Emerging drivers for the transmission of foodborne parasitic zoonoses. *Veterinary Parasitology*, 182, 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.011>
- Código Alimentario Argentino (CAA). Capítulo VI - Alimentos cárneos y afines. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_caa_capitulo_vi_carneos_act_2023_5.pdf
- Carletti, T., Martin, M., Romero, S., Morrison, D.A., Marcoppido, G., Florin-Christensen, M., et al. (2013). Molecular identification of *Sarcocystis aucheniae* as the macrocyst-forming parasite of llamas. *Veterinary Parasitology*, 19, 396-400.
- Dubey, J., Calero-Bernal, R., Rosenthal, B., Speer, C., y Fayer, R. (2015). *Sarcocystosis of animals and humans*. Boca Raton: Taylor and Francis Group, CRC Press.
- Durán Pincay, Y. E., Lino Toala, K. N., Baque Quimis, L. J., y Moran Peñaherrera, Y. (2022). Epidemiología de los coccidios intestinales en personas vulnerables: Una revisión sistémica a nivel mundial. *MQRInvestigar*, 6, 1165-1185. <https://doi.org/10.56048/qr20225.6.3.2022.1165-1185>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. Roma: FAO.
- Fayer, R., Esposito, D. H., y Dubey, J. P. (2015). Human infections with *Sarcocystis* species. *Clinical Microbiology Reviews*, 28, 295-311. <https://doi.org/10.1128/cmr.00113-14>
- Greenfield, H., y Southgate, D.A.T. (2006). Datos de composición de alimentos. Obtención gestión y utilización. Roma: FAO.
- Honorable Legislatura del Chubut. (2008). Ley XI N° 10, Ley de Conservación de la Fauna. Dirección de Flora y Fauna Silvestre. (2022). Disposición N° 04/2022.
- Leguía, G. (1991). The epidemiology and economic impact of llama parasites. *Parasitology Today*, 7, 54-56.
- Lindsay, D. S., y Dubey, J. (2020). Neosporosis, toxoplasmosis, and *Sarcocystosis* in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 36 (1), 205-222. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.11.004>
- Mamani, R., y Choque Sánchez, D. (2019). Evaluación de las pérdidas económicas en la comercialización de la carne de Llama (*Lama glama*) con la presencia de *Sarcocystis aucheniae*, en la ciudad de El Alto. *Agro-Vet* 3(2), 435-458. <https://agrovet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/11>
- Marichal, M.E., Bonet de Viola, A.M., Passeggi, D., y Scolnik, N. (2021). Derecho humano a la alimentación y cuestión periurbana. Una reflexión desde la soberanía alimentaria. Papeles del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la UNL Universidad Nacional del Litoral, Argentina, 12, 126-141. <https://doi.org/10.14409/p.v12i23.10789>
- Minvielle, M. C. (2023). *Sarcocystis* spp. *Sarcocystosis* humana. En N. E. Radman, M. I. Gamboa y F. L. Mastrantonio Pedrina (Coords.). *Parasitología comparada. Modelos parasitarios* (51-58). La Plata: EDULP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/149180>
- Moré, G., Regensburger, C., Gos, M.L., Pardini, L., Verma, S.K., Ctibor, J., et al., (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.
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3). Santiago: Naciones Unidas.
- One Health joint plan of action (2022-2026) - Working together for the health of humans, animals, plants and the environment. (2022). <https://doi.org/10.20506/9789295121430>
- Pomar, A., y Tendero, G. (2016). Respuestas transformadoras a la emergencia alimentaria. *Soberanía Alimentaria*, 26, 39-41.
- Poulsen, C.S., y Stensvold, C.R. (2014). Current status of epidemiology and diagnosis of human sarcocystosis. *Journal of Clinical Microbiology*, 52, 3524-3530
- Proctor, A., y Meullenet J.F. (1998). Sampling and sampling preparation. En Nielsen S. S. (Ed.). *Food Analysis* (71-83). Maryland: Aspen Publications.
- Regensburger, C., Gos, M.L., Ctibor, J. y Moré, G. (2015). Morphological and molecular characteristics of *Sarcocystis aucheniae* isolated from meat of Guanaco (*Lama guanicoe*). *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 2, 118-121.
- Rosenthal, B. M. (2021). Zoonotic sarcocystis. *Research in Veterinary Science*, 136, 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.02.008>

- Saeed, M. A., Rashid, M. H., Vaughan, J., y Jabbar, A. (2018). Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. *Parasites & Vectors*, 11, 146. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2748-1>
- Soto Valle, B.A (2020) Estudio de la prevalencia de *Sarcocystis aucheniae* en poblaciones de guanacos (*Lama guanicoe*) de las provincias Tierra del Fuego y Última Esperanza [Tesis de grado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/>
- Velásquez, J. N., Di Risio, C., Etchart, C. B., Chertcoff, A. V., Mendez, N., Cabrera, M. G., Labbé, J. H., y Carnevale, S. (2008). Systemic sarcocystosis in a patient with acquired immune deficiency syndrome. *Human Pathology*, 39(8), 1263-1267. <https://doi.org/10.1016/j.humpath.2008.01.016>
- Vía Campesina. (2009). Soberanía alimentaria. Documentos Políticos de la Vía Campesina. Recuperado de <https://viacampesina.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2010/03/COMBINED-SP-5-FINAL-min.pdf>
- Wieser, S. N., Giuliano, S. M., Reategui Ordoñez, J., Barriga Marcapura, X., Olivera, L. V. M., Chavez Fumagalli, M. A., Schnittger, L., y Florin-Christensen, M. (2024). *Sarcocystis* spp. of New and Old World Camelids: Ancient Origin, Present Challenges. *Pathogens*, 13 (3), 196. <https://doi.org/10.3390/pathogens13030196>

Recibido: 21 de noviembre de 2023

Aceptado: 18 de julio 2024