



Asociación

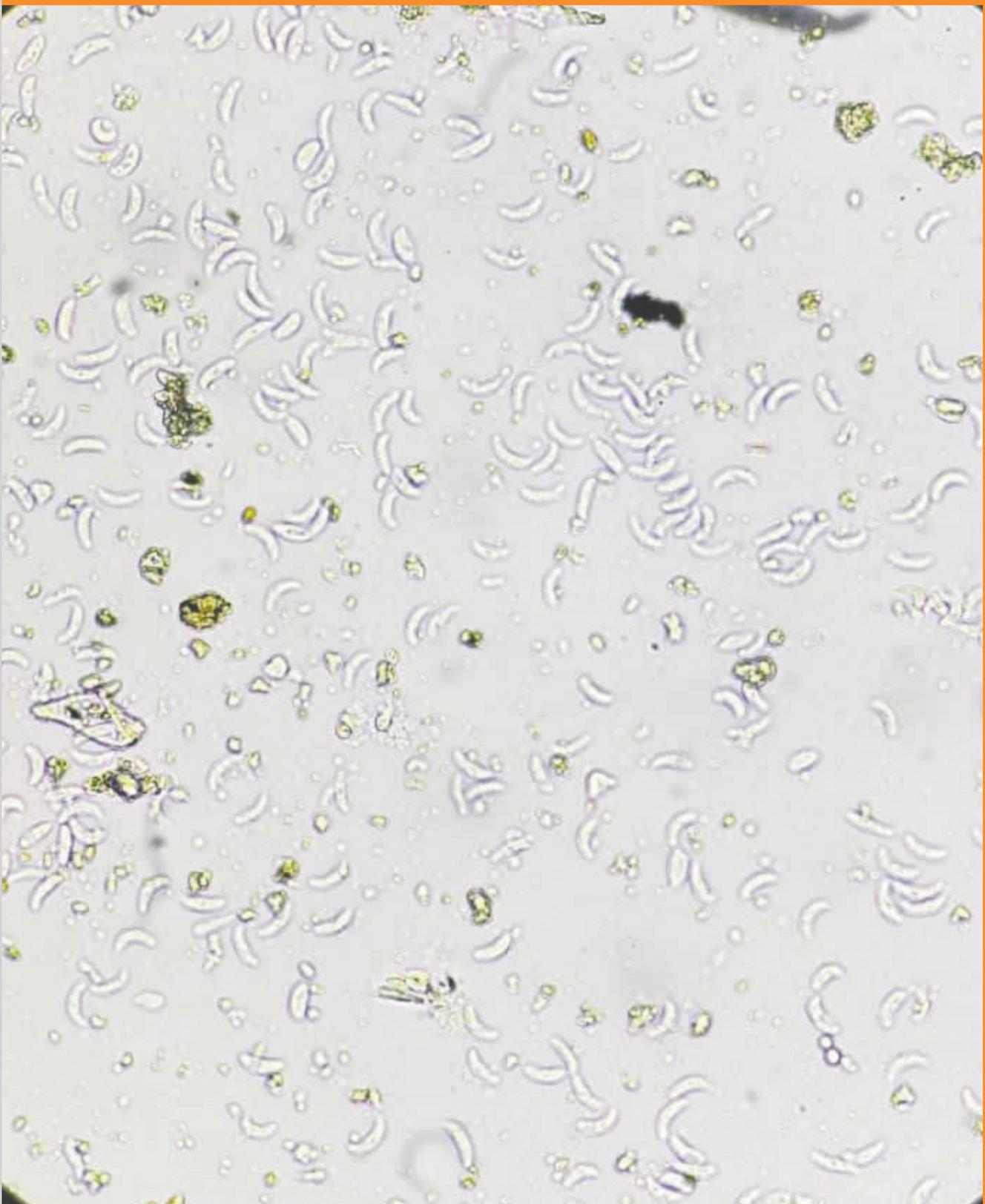
Parasitológica

Argentina

Volumen 13. Nro. 2

Órgano oficial de difusión científica de la Asociación Parasitológica Argentina

(Rev. Arg. Parasitol.)



ISSN: 2313-9862

Revista Argentina de Parasitología

REVISTA ARGENTINA DE PARASITOLOGÍA (*Rev. Arg. Parasitol.*)

ISSN 2313-9862

Volumen 13 Nro. 2

E-mail: revargparasitologia@gmail.com**Patrocinado por****Asociación Parasitológica Argentina****Editora Responsable****Julia Inés Díaz**

Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores,
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas
y Técnicas, Universidad Nacional de La Plata -
Argentina - jidiaz@cepave.edu.ar

Editora Asistente**María Celina Digiani**

División Zoología Invertebrados, Museo de La Plata,
Universidad Nacional de La Plata - Argentina -
mdigiani@fcnym.unlp.edu.ar

Editores de Estilo

Diseño web y diagramación: Rocío Vega - Laboratorio
de Parasitología, Instituto de Investigaciones en
Biodiversidad y Medioambiente, Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad
Nacional del Comahue - Argentina -
rociovega@gmail.com

Revisión de idioma inglés: Regina Draghi - División
Zoología Invertebrados, Museo de La Plata,
Universidad Nacional de La Plata - Argentina -
rdraghi@fcnym.unlp.edu.ar

Lucas E. Garbin - Centro de Estudios Parasitológicos y
de Vectores y Universidad Nacional Arturo Jaureche -
Argentina - lucasegarbin@gmail.com

Editores Asociados

Nathalia Arredondo - Instituto de Biodiversidad y
Biología Experimental y Aplicada, Universidad de
Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas - Argentina -
paranatha@gmail.com

Claudio Barbeito - Cátedra de Histología y Embriología
y Cátedra de Patología, Facultad de Ciencias
Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata -
Argentina - barbeito@fcv.unlp.edu.ar

Fabiana Drago - División Zoología Invertebrados,
Museo de La Plata Universidad Nacional de La Plata -
Argentina - fdrago@fcnym.unlp.edu.ar

Jorge Etchegoin - Departamento de Biología, Facultad
de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad
Nacional de Mar del Plata - Argentina -
jetchecho@mdp.edu.ar

María Cecilia Ezquiaga - Centro de Estudios
Parasitológicos y de Vectores, Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad
Nacional de La Plata - Argentina - cecilia@cepave.edu.ar

Leonora Kozubsky - Departamento de Ciencias
Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad
Nacional de La Plata - Argentina -
kozubsky@biol.unlp.edu.ar

Graciela T. Navone - Centro de Estudios
Parasitológicos y de Vectores, Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad
Nacional de La Plata - Argentina -
gnavone@cepave.edu.ar

Carlos Rauque - Laboratorio de Parasitología,
Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y
Medioambiente, Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del
Comahue - Argentina -
carlosalejandroraunque@gmail.com

María del Rosario Robles - Centro de Estudios
Parasitológicos y de Vectores, Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad
Nacional de La Plata - Argentina -
rosario@cepave.edu.ar

Daniel Tanzola - Laboratorio de Parasitología de
Organismos Acuáticos, Departamento de Biología,
Bioquímica y Farmacia Universidad Nacional del Sur
e Instituto de Ciencias Biológicas y Biomédicas del
Sur, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y
Técnicas - Argentina - rtanzola@criba.edu.ar

Juan Manuel Unzaga - Laboratorio de Inmunoparasitología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata - Argentina - junzaga2003@yahoo.es

María Lorena Zonta - Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de La Plata- Argentina - lorenazonta@cepave.edu.ar

Comité de Expertos o Asesores

Scott Lyell Gardner
University of Nebraska - USA

Daniel Brooks
University of Toronto - Canadá

Agustín Jimenez
University of Carbondale - USA

Diana Masih
Universidad Nacional de Córdoba - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Argentina

Ana Flisser
Universidad Nacional Autónoma de México - México

Oscar Jensen
Departamento Investigación en Salud - Argentina

Federico Kaufer
Hospital Alemán - Argentina

Alberto A. Guglielmono
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Argentina

Juan A. Basualdo Farjat
Universidad Nacional de La Plata - Argentina

José M. Venzal Bianchi
Universidad de la República - Uruguay

Katharina Dittmar
Department of Biological Sciences - USA

Santiago Nava
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Argentina

Pedro Marcos Linardi
Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil

Esteban Serra
Universidad Nacional de Rosario - Argentina

Revista Argentina de Parasitología

Rev. Arg. Parasitol.

Órgano oficial de difusión científica de la Asociación Parasitológica Argentina
ISSN: 2313-9862

Revista en línea y de acceso abierto:  www.revargparasitologia.com.ar

Imagen de Portada

Bradizoitos de *Sarcocystis* spp. en carne de guanaco.
Crédito: Grupo de Investigación en Parasitología - Depto Bioquímica - Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

La Asociación Argentina de Parasitología (APA) forma parte de la Asociación Argentina de Revistas y Editores de Ciencias de la Salud (AARECS) Asociación Civil y se encuentra indizada por la Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC Data Bases) y el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Latindex).

LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA Y LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO COMO HERRAMIENTAS FUNDAMENTALES EN EL ESTUDIO DE LOS PARÁSITOS

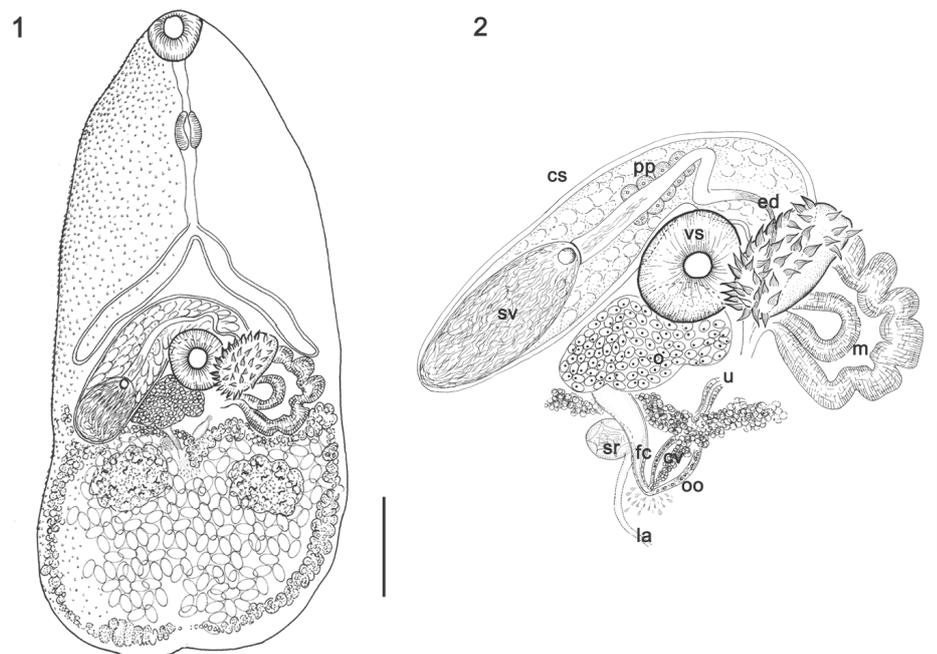
La naturaleza es sin duda inenarrable. Desde los principios de la humanidad hemos demostrado gran fascinación por ella y deseamos poder comprenderla y explicarla. Para describir con precisión las formas y detalles de los seres vivos u objetos naturales, así como los fenómenos astronómicos o partículas aún no observadas, los naturalistas y científicos recurrimos a diferentes herramientas, algunas más antiguas y otras más modernas.

La ilustración científica como disciplina tiene una larga historia: entendemos al paleolítico (30 mil años antes de Cristo) como su bautismo de fuego, por el entendimiento de las formas e interpretación de los grupos biológicos representados por las personas de aquel momento. De los trabajos manuscritos en la Edad Media hasta la invención de la imprenta en el Renacimiento, los soportes y medios, así como las intenciones de la representación de la naturaleza fueron variando. La tinta china, la litografía, la fotografía, el lápiz de grafito, los software, le dieron impulso a la ilustración científica.

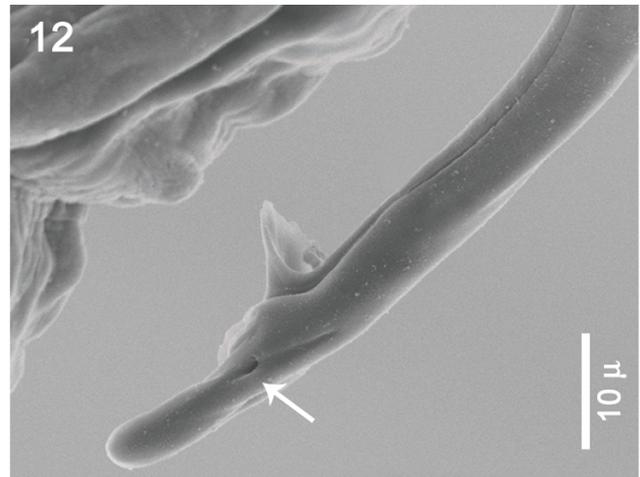
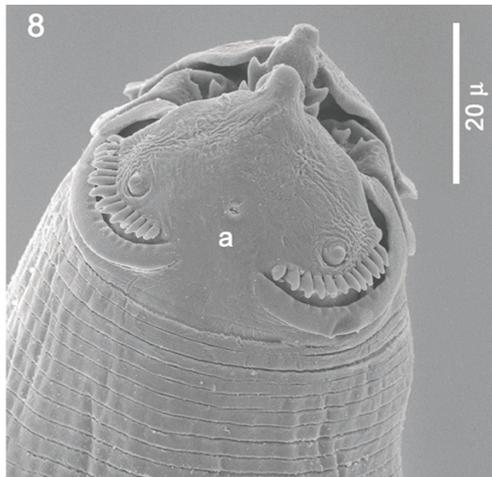
En la actualidad, podemos decir que una ilustración científica es un dispositivo visual, resultado de una observación minuciosa e idónea de un sujeto en estudio, que complementa y dialoga con un texto científico. Además de eliminar las barreras lingüísticas, las ilustraciones son un modo de comunicación internacional. Una ilustración científica que cumple con su cometido se logra realizando un conjunto de tareas que tienen que ver con el acercamiento al material que queremos representar (observación, interpretación, lectura, intercambio con el/la especialista), y manejando las técnicas gráficas y los materiales adecuados que permitan representar lo que quiere comunicarse.

Las ilustraciones científicas pueden presentarse de forma hiperrealista o ser esquemas tan simplificados que son incomprensibles a los ojos de quien no conoce la disciplina. Pese a estar involucrada en todo el arco científico es demandada principalmente por las Ciencias Naturales y en particular para los estudios taxonómicos y sistemáticos.

La parasitología es una de aquellas áreas en las cuales la ilustración científica es fundamental. Es arduo el proceso que se realiza para obtener ilustraciones de estructuras tanto externas como internas de los ejemplares en parasitología, y para ello se han ido desarrollando y estableciendo convenciones semiológicas para representar distintas partes del sujeto en estudio. La metáfora visual (semiología gráfica) es un lenguaje que utiliza el ilustrador científico para comunicar de forma sintética un gran caudal de



Maritrema madrynense Diaz y Cremonte, 2010 (Trematoda: Microphallidae). Ilustraciones: Ma. Cristina Estivariz. Referencias en Diaz JI y F. Cremonte (2010). J Parasitol 96(4):470-475.



Inglisera cirrohamata (Linstow, 1888) (Nematoda: Acuariidae). Fotografías: Patricia Sarmiento. Referencias en Diaz *et al.* (2009), J Parasitol 95(2):396-402.

información que debe interpretarse y luego plasmarse en un dibujo. Estos grafismos icónicos transforman en esquemáticas aquellas estructuras biológicas de mucha complejidad, que se encuentran solapadas en distintos planos y suelen tener interés diagnóstico. La aplicación de este sistema conduce a la obtención de ilustraciones simplificadas en las que la interpretación teórica se acomoda a la morfología real respetando las particularidades de los sujetos.

Es interesante también reflexionar acerca de la importancia de los instrumentos ópticos y electrónicos que se utilizan para estudiar grupos biológicos de tamaño pequeño o microscópico en laboratorio. Durante algo más de tres siglos, las personas de ciencia buscaron desarrollar herramientas que les permitieran observar todo aquello que no era posible de ver a ojo desnudo. Así, surgió el microscopio óptico, a partir del cual grandes descubrimientos fueron posibles. Sin embargo, un microscopio óptico, con lentes e iluminación perfecta, no puede distinguir objetos que sean más pequeños que la mitad de la longitud de onda de la luz. En el siglo XIX, un profundo estudio realizado por el físico Ernest Abbe lo llevó a publicar la Teoría del Microscopio, en la que postuló: “No será posible alcanzar mayores ampliaciones de los objetos observados y es justamente por el tamaño de la longitud de onda de las partículas que forman la luz visible”. Además, Abbe predijo: “En el futuro se utilizarán instrumentos que se llamarán igual, cuyo principio físico no será el mismo”. Hacia fines del siglo XIX y principios del siglo XX, varios científicos en todo el mundo dieron a conocer teorías relacionadas con la estructura del átomo y el comportamiento de las partículas que lo conforman. Estas fueron las bases para pensar en la utilización de los electrones, como radiación electromagnética en lugar de la luz blanca, para la construcción de instrumentos que pudieran superar la resolución del microscopio óptico en la observación de lo invisible a simple vista. A partir de 1965, año en que dos empresas fabrican los primeros Microscopios Electrónicos de Barrido (MEB), pudo entenderse el aporte de una imagen bidimensional en el estudio morfológico y superficial de cualquier material biológico o inanimado.

Tecnológicamente la microscopía electrónica de barrido ha recorrido un largo camino, hasta llegar en la actualidad a observar estructuras del orden de los nanómetros. A fines de la década de los 70, comenzó a vislumbrarse el aporte de información que tendría el MEB como herramienta accesoria y fundamental en el estudio morfológico de los parásitos. En la actualidad, la observación con MEB permite conocer y describir características de importante valor diagnóstico que otrora pasaban desapercibidas o eran indistinguibles. Así, por ejemplo en los artrópodos ectoparásitos el uso del MEB permite definir claramente la morfología y posición de setas y escamas, en los nematodos, las ornamentaciones cuticulares, la morfología precisa de

las estructuras sensitivas cefálicas, la forma y posición de deiridos y postdeiridos, el número y disposición de papilas cloacales y la morfología de las espículas en los machos; en los acantocéfalos la forma y disposición de los ganchos de la probóscide y espinas del tronco; en platelmintos resulta de gran utilidad para estudiar la superficie corporal (microtricos, escamas, papilas, etc.) y la morfología de escólices, rostelos y collares cefálicos.

La ilustración científica junto a la microscopía electrónica de barrido son herramientas complementarias y fundamentales en los estudios sobre morfología parasitaria, y resultan esclarecedoras para el avance del conocimiento, ya que permiten obtener una representación acabada de los especímenes bajo estudio, a partir de la observación minuciosa de la presencia, forma y distribución de sus estructuras externas e internas.

Mariela Theiller

Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE),
(CONICET-UNLP), La Plata, Argentina

María Cristina Estivariz

Ilustradora Científica, Estudio.

Patricia L. Sarmiento

Servicio de Microscopía Electrónica de Barrido,
Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM, UNLP), CONICET.

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 esporoquistes 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](#)).

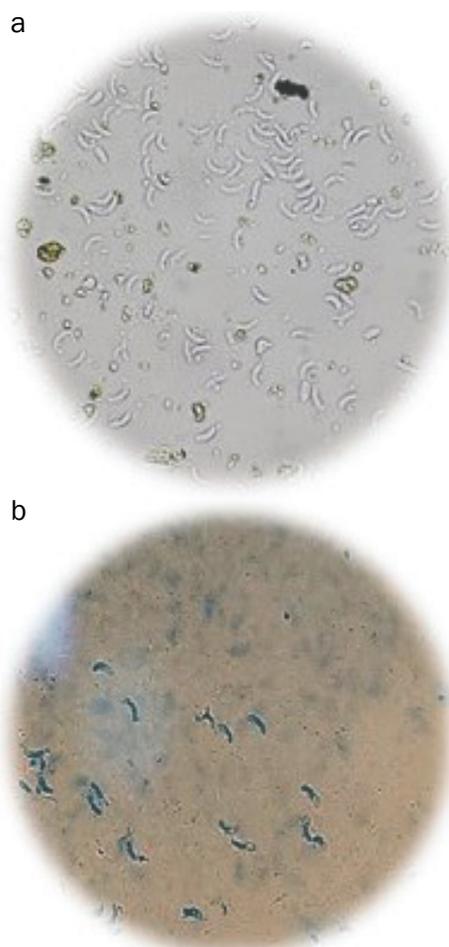


Figura 2. Bradizoitos de *Sarcocystis* spp. observados por microscopía óptica (40X). a) en fresco y b) coloreados con azul de metileno.

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

Unidades Discretas de Tipificación de *Trypanosoma cruzi*: una revisión sobre lo que se conoce hasta el momento en Bolivia

Discrete Typing Units of *Trypanosoma cruzi*: a review of what is known so far in Bolivia

Pérez-Cascales Esdenka^{1, 2,*}, Tellería Jenny³

RESUMEN: *Trypanosoma cruzi* es el agente etiológico de la enfermedad de Chagas, es un parásito protozoo flagelado de la familia Trypanosomatidae, compuesto por una diversidad de cepas diferenciadas por características biológicas, bioquímicas y moleculares, llamadas DTUs “Discrete Typing Units”, *T. cruzi* I-VI y Tcbat. En Bolivia, este parásito es transmitido principalmente por medio de las heces infectadas del vector *Triatoma infestans*, el cual se distribuye en aproximadamente el 60% del territorio boliviano, también por transmisión congénita, transfusión de sangre, trasplante de órganos, transmisión oral como lo ocurrido en la Amazonía boliviana donde los triatomíneos implicados pertenecen al género *Rhodnius*. Actualmente en Bolivia se han reportado seis DTUs de *T. cruzi*: TcI circulando ampliamente en poblaciones de vectores domésticos y silvestres distribuidos en la región Andina, Chaco, Valles Interandinos, Trópico y Amazonía boliviana, así como también en reservorios y personas con Chagas, seguido de las DTUs TcII, TcV y TVI. En menor proporción se encuentra TcIII, aún no reportada en pacientes; y la DTU TcIV reportada solamente en un pequeño grupo de personas de Guayaramerín, no hay reportes de la DTU TcIV en vectores o en reservorios naturales. Se evidencia la presencia de infecciones mixtas en el vector y en pacientes con Chagas, y no se descarta la existencia de infecciones mixtas en los reservorios. No hay reportes de Tcbat. Existen estudios realizados sobre la detección y prevalencia de *T. cruzi*, sin embargo, son escasos los trabajos enfocados en la caracterización genética del parásito en triatomíneos, reservorios y hospederos en los diferentes ciclos de transmisión. La identificación de las DTUs de *T. cruzi* juega un papel importante dentro del contexto de la vigilancia epidemiológica de la enfermedad de Chagas que continúa siendo un problema de salud, para la cual no existe vacuna, no es erradicable, es crónica, causa discapacidad y puede producir la muerte.

Palabras clave: *Trypanosoma cruzi*, DTU, triatomino, Chagas, Bolivia

ABSTRACT: *Trypanosoma cruzi* is the etiological agent of Chagas disease, it is a flagellated protozoan parasite of the family Trypanosomatidae, composed of a diversity of strains differentiated by biological, biochemical and molecular characteristics, called DTUs “Discrete Typing Units”, *T. cruzi* I-VI and Tcbat. In Bolivia, this parasite is transmitted mainly through infected feces of the *Triatoma infestans* vector, which is distributed in approximately 60% of the Bolivian territory, also by congenital transmission, blood transfusion, organ transplant, oral transmission as what happened in the Bolivian Amazon where the triatomines involved belong to the genus *Rhodnius*. Currently in Bolivia, six DTUs of *T. cruzi* have been reported: TcI circulating widely in populations of domestic and wild vectors distributed in the Andean region, Chaco, Inter-Andean Valleys, Tropics and Bolivian Amazon, as well as in reservoirs and people with Chagas; followed by DTUs TcII, TcV and TVI. In a smaller proportion is TcIII, not yet reported in patients. DTU TcIV was reported only in a small group of people from Guayaramerín, there are no reports of DTU TcIV in vectors or natural reservoirs. The presence of mixed infections in the vector and in patients with Chagas is evident, and the existence of mixed infections in the reservoirs is not ruled out. There are no reports from Tcbat. There are studies carried out on the detection and prevalence of *T. cruzi*, however, there are few works focused on the genetic characterization of the parasite in triatomines, reservoirs and hosts in the different transmission cycles. The identification of *T. cruzi* DTUs plays an important role within the context of epidemiological surveillance of Chagas disease, which continues to be a health problem, for which there is no vaccine, it is not eradicable, it is chronic, causes disability and can cause death.

Keywords: *Trypanosoma cruzi*, DTU, Triatomine, Chagas, Bolivia

¹Laboratorio de Diagnóstico e Investigación BIOSCIENCE SRL., Santa Cruz, Bolivia.

²Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Santa Cruz, Bolivia.

³Institut de recherche pour le développement, IRD, Francia.

Correspondencia: esden.biogen@gmail.com - ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s23139862/sha7gx818>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7354-5499>

INTRODUCCIÓN

Trypanosoma cruzi es un protozoo flagelado agente causal de la enfermedad de Chagas o Tripanosomiasis americana, zoonosis que produce lesiones muy debilitantes en el corazón, tracto intestinal y puede llegar a ser mortal (Noireau, 1999; Noireau et al., 2009). Esta enfermedad es endémica y prevalente en 21 países de América Latina, sin embargo, cada vez se detecta más en otros países y continentes. En todo el mundo hay aproximadamente 7 millones de personas que padecen la enfermedad de Chagas y se presentan 10.000 muertes cada año; actualmente se considera que hay unos 75 millones de personas en riesgo de infección (OPS, 2023).

En Bolivia la primera notificación de “vinchucas” (nombre común utilizado para referirse a los triatominos) infectadas por *T. cruzi* fue realizada en 1916 y los primeros casos humanos fueron diagnosticados en 1943. Más del 60% del territorio boliviano es endémico, los Valles Andinos y el Chaco son las áreas más infestadas y cerca del 20% de la población estaría infectada, convirtiéndose en la mayor tasa de infección de América Latina (Noireau, 1999; Carvajal-Tapia y Sossa-Quiroga, 2017). En el año 2022 la población más afectada de Bolivia por la enfermedad de Chagas fueron los mayores de 15 años donde la prevalencia de la enfermedad crónica fue del 19,2% (Programa Nacional de ETVs, 2023). De los 336 municipios que tiene Bolivia, 155 han sido reportados como endémicos para Chagas, principalmente en los valles interandinos de los departamentos de Cochabamba (41 municipios), La Paz (24 municipios), Potosí (21 municipios), Tarija (10 municipios), Chuquisaca (29 municipios) y Santa Cruz (30 municipios), y la región ecológica del Chaco que conforman parte de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz (Programa Nacional de ETVs, 2023).

Trypanosoma cruzi es transmitido a los hospederos mamíferos principalmente por las heces infectadas de los triatominos que colonizan el hábitat humano, siendo *Triatoma infestans* (Fig. 1) el vector principal de la enfermedad de Chagas en Bolivia (Noireau et al., 2009; Brenière et al., 2012). Este tipo de transmisión se observa mayormente en las zonas rurales (Noireau, 1999), aunque también se han descrito en zonas urbanas con transmisión activa por lo que en Bolivia no se limitaría a zonas rurales (Medrano-Mercado et al., 2008).

Actualmente en las Américas se observa infestación urbana por *T. infestans* y ésta se encuentra asociada a materiales de construcción y a la presencia de animales domésticos lo cual permite mantener al vector y la transmisión del parásito en el entorno urbano (Provecho et al., 2021; Carbajal de la Fuente et al., 2022).



Figura 1. Especímenes de *Triatoma infestans* colectados en 2015 en el Municipio de Saipina (Departamento de Santa Cruz, Bolivia)

La infección también puede ser adquirida por transfusión de sangre, trasplante de órganos, vía oral, transmisión congénita y por accidentes de laboratorio (Pellecer Zehntner, 2011; Brenière et al., 2012). Actualmente no hay vacunas para la enfermedad de Chagas y el tratamiento está basado en el uso del Benznidazol el cual actúa dañando el ADN mitocondrial del parásito, y el Nifurtimox que induce al estrés oxidativo, inhibiendo el crecimiento de los parásitos (Rassi et al., 2010; Peña-Callejas et al., 2022).

Aspectos bioecológicos de *T. cruzi*

Trypanosoma cruzi pertenece al orden Kinetoplastida que incluye flagelados provistos de un kinetoplasto conteniendo una red fibrosa de ADN, familia Trypanosomatidae, género *Trypanosoma*. Integra la sección “Stercoraria” conformada por tripanosomas que desarrollan la forma infectante en el tracto digestivo del vector y contaminan al mamífero por las deyecciones de estos insectos (Noireau, 1999; Gonçalves Santana, 2013). El subgénero *Schizotrypanum* reúne los tripanosomas que se multiplican en los vertebrados por vía intracelular, de ahí que el nombre taxonómico completo es *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* (Noireau, 1999; OMS, 2002; Pellecer Zehntner, 2011).

Este parásito se originó en áreas silvestres del continente americano, de donde evolucionó hacia el ciclo doméstico de la infección a través de procesos ecológicos y permanece a través del ser humano, vectores triatominos y mamíferos naturalmente infectados (Noireau, 1999). Es un parásito intracelular que presenta en su ciclo tres formas morfológicas: epimastigote, tripomastigote (metacíclico y sanguíneo) y amastigote (Teixeira, 2012; Ruiz Aguilar, 2015). Los tres estadios en el ciclo de vida del parásito se identifican por la posición en que se encuentra el kinetoplasto en relación con el núcleo (Peña-Callejas et al., 2022).

El ciclo inicia cuando un triatomino infectado succiona sangre del mamífero conteniendo tripomastigotes sanguíneos. Los tripomastigotes se transforman en epimastigotes que viven en el intestino medio del insecto donde permanecen toda su vida reproduciéndose continuamente. Los epimastigotes que pasan al intestino posterior se transforman en tripomastigotes metacíclicos que son infecciosos y salen en las deyecciones (Noireau, 1999), que son liberadas cerca del sitio de la picadura. Los tripomastigotes metacíclicos penetran en el hospedero a través de la herida o a través de las mucosas (Pellecer Zehntner, 2011; Ruiz Aguilar, 2015). El proceso de diferenciación que ocurre a lo largo del intestino del vector se llama metaciclogénesis (Peña-Callejas et al., 2022). Generalmente dura entre 15 - 60 días el ciclo completo de *T. cruzi* en el triatomino (Noireau, 1999).

Dentro del hospedero, los tripomastigotes metacíclicos invaden las células nucleadas cerca del lugar de la inoculación, donde se diferencian en amastigotes intracelulares, estos se multiplican por fisión binaria y cuando ocupan el citoplasma celular, se diferencian en tripomastigotes que se liberan en los espacios intercelulares, la linfa y finalmente a la circulación sanguínea como tripomastigotes sanguíneos (Ruiz Aguilar, 2015). Los tripomastigotes no se dividen, necesitan invadir nuevas células nucleadas y completar un nuevo ciclo intracelular para dividirse como amastigotes. Estos tripomastigotes infectan células de una gran variedad de tejidos incluyendo macrófagos y células del intestino, sistema nervioso central, músculo liso o tejido adiposo (Ruiz Aguilar, 2015). Estudios en genética de poblaciones sugieren que la clonalidad es un modo importante de propagación de las poblaciones naturales de *T. cruzi* (Tibayrenc et al., 1986; Tibayrenc et al., 1991), es probable que se produzcan eventos de reproducción sexual y recombinación lo cual genera la gran diversidad genética que presenta este parásito (Gaunt et al., 2003; Brenière et al., 2016).

Originalmente, la infección por *T. cruzi* era exclusivamente una zoonosis que afectaba a numerosos triatominos silvestres y animales salvajes en focos naturales, de los cuales estaban ausentes los humanos y los animales domésticos. Como resultado de desequilibrios ecológicos llevando algunas especies de triatominos a un proceso de domesticación, la enfermedad de Chagas se propagó también al ambiente domiciliario y peridomiciliario, afectando al ser humano y animales domésticos (Noireau, 1999).

Unidades Discretas de Tipificación (DTU, “Discrete Typing Units”)

Trypanosoma cruzi está compuesto por una diversidad de linajes diferenciados por características biológicas, bioquímicas y moleculares, que circulan

Tabla 1. Nomenclatura intraespecífica de *Trypanosoma cruzi*.

| DTU | Abreviación | Nomenclatura anterior |
|--------------|-------------|---|
| T. cruzi I | TcI | T. cruzi I; DTU I |
| T. cruzi II | TcII | T. cruzi II; DTU IIb |
| T. cruzi III | TcIII | Z3/Z1 ASAT; Z3-A, DTU IIc; T. cruzi III |
| T. cruzi IV | TcIV | Z3; Z3-B; DTU IIa |
| T. cruzi V | TcV | Bolivian Z2; rDNA 1/2; clonot 39; DTU IId |
| T. cruzi VI | TcVI | Paraguayan Z2; Zymodeme B; DTU IIe |
| T. cruzi VII | Tcbat | |

Fuentes: Zingales et al., 2009; Roman Maldonado, 2014; Zingales, 2018.

entre el ser humano, vectores y reservorios, tanto domésticos como silvestres. La gran variabilidad genética y biológica posiblemente esté relacionada a la severidad con que se presenta la enfermedad (Guzmán-Marín et al., 1999) y a las características del hospedero y el ambiente (Peña-Callejas et al., 2022). Esta gran variabilidad ha permitido establecer parámetros para su clasificación y taxonomía, condición necesaria para su estudio y control. Hasta la fecha se han propuesto numerosos protocolos para este fin, así como el desarrollo y evaluación de nuevas estrategias de genotipificación mediante PCR en Tiempo Real para la identificación de las DTUs en muestras de sangre (Guzmán-Marín et al., 1999; Muñoz-San Martín et al., 2017) y secuenciación de nueva generación.

Una DTU es una colección de stocks de *T. cruzi* que están más estrechamente relacionadas entre sí que con otros stocks cuando son caracterizados con marcadores genéticos, moleculares o inmunológicos (Zingales et al., 2009), definidos como un conjunto de aislados que son genéticamente semejantes y que pueden ser identificados por marcadores moleculares (Gonçalves Santana, 2013). Se han establecido algunos acuerdos generales basados en las evidencias disponibles: la evolución de las diferentes DTUs ha sido básicamente clonal, con algunos intercambios genéticos antiguos y eventos de recombinación e hibridación que han tenido un impacto importante en la generación de diversidad genética dentro de este taxón (Tibayrenc et al., 1986; Noireau et al., 2009; Zingales et al., 2009; Ceballos, 2010; Brenière et al., 2016). Anteriormente se clasificaban en seis “Unidades Discretas de Tipificación” (DTU), *T. cruzi* I-VI (Zingales et al., 2009), donde los linajes de TcII, TcV, y TcVI predominan en ambientes domésticos; TcIII, TcIV predominan en ambientes silvestres (Zingales et al., 2012), y una séptima DTU denominada Tcbat (Zingales, 2018), reportada en murciélagos (Gonçalves Santana, 2013) (Tabla 1), todos identificables mediante protocolos de genotipado reproducibles (Zingales y 15

Bartholomeu, 2022). Actualmente se sostiene que *T. cruzi* se replica por fisión binaria y los avances en la secuenciación del genoma completo demuestran que tiene capacidad de intercambio genético con potencial para generar nuevos genotipos (Zingales y Bartholomeu, 2022).

Existen dos modelos del origen de los DTUs híbridos de *T. cruzi*: “Modelo de dos hibridaciones” y “Modelo de los tres ancestros”. El primero postula una hibridación antigua entre TcI y TcII, que generó a TcIII y TcIV, seguido de una hibridación entre TcII y TcIII que generó a TcV y TcVI. El segundo modelo, en cambio, postula que TcI, TcII y TcIII son linajes ancestrales, y que dos intercambios genéticos recientes entre TcII y TcIII generaron a TcV y TcVI (Zingales et al., 2012). Ambos modelos involucran dos eventos de hibridación, pero se diferencian. TcV y TcVI son producto de una única hibridación incorporando alelos de TcI adquiridos vía TcIII o progenie de dos hibridaciones excluyendo a TcI (Zingales et al., 2012). Actualmente se acepta que el intercambio genético tiene un fuerte impacto en las características evolutivas y epidemiológicas del parásito; la secuenciación del genoma completo reveló la existencia de variabilidad genética intra-DTU (Zingales y Bartholomeu, 2022).

Linajes genéticamente diferentes de *T. cruzi* pueden parasitar órganos distintos en el ser humano (OMS, 2002; Pellecer Zehntner, 2011). Asimismo, las cepas de *T. cruzi* presentan diferentes grados de sensibilidad a los agentes quimioterapéuticos. Se ha descrito resistencia natural al Benznidazol y al Nifurtimox (OMS, 2002; Pellecer Zehntner, 2011;) y se ha demostrado que TcI presenta resistencia al Benznidazol y al Itraconazol, mientras que TcII resultó más susceptible a ambas drogas (Toledo et al., 2003; Ihle Soto, 2014).

La caracterización molecular de los diferentes aislamientos de *T. cruzi* ha permitido abrir caminos hacia la búsqueda de nuevos blancos terapéuticos y pruebas diagnósticas más específicas que contribuyan a mitigar la enfermedad de Chagas (Guhl, 2013). Para entender el comportamiento epidemiológico y clínico de la enfermedad es necesario caracterizar los linajes de *T. cruzi* de las diferentes áreas geográficas (Barrera-Pérez et al., 2001; Peña-Callejas et al., 2022). Sin embargo, aún se desconoce el rol que juega la diversidad genética en los escenarios clínicos de las diferentes regiones endémicas (Cura y Schijman, 2013).

Es así que en este artículo se presenta una revisión de las DTUs de *T. cruzi* circulantes en Bolivia, tanto en el vector como en sus reservorios y hospederos. Para esto se realizó una búsqueda de información en plataformas digitales de acceso abierto y una recopilación de los estudios publicados hasta el

el buscador Google Académico y repositorios digitales de universidades bolivianas. Se exponen también algunas consideraciones acerca de algunos aspectos biológicos, ecológicos y genéticos del parásito.

Vectores transmisores de *T. cruzi*

Los vectores de la enfermedad de Chagas son los triatominos, insectos hemípteros de la familia Reduviidae, subfamilia Triatominae caracterizados por su hábito hematófago. Al momento se reconocen 154 especies actuales y tres fósiles, distribuidas en 18 géneros y cinco tribus (Zhao et al., 2021; Gil-Santana et al., 2022), de las cuales aproximadamente 110 especies están distribuidas en el nuevo mundo (Noireau, 1999; Noireau y Gorla, 2010; Gonçalves Santana, 2013; Peña-Callejas et al., 2022). En Bolivia se han identificado 18 especies de triatominos, la mayoría con amplia distribución en distintas regiones biogeográficas (Programa Nacional de ETVs, 2023), a las cuales se suman tres especies endémicas: *Triatoma boliviana* (Martinez et al., 2007), *Rhodnius micki* (Zhao et al., 2021) y *Panstrongylus noireau* (Gil-Santana et al., 2022).

El ciclo de vida de todas las especies de triatominos comprende una metamorfosis incompleta que incluye desde el huevo, cinco estadios ninfales hasta desarrollar el adulto, proceso que demora al menos seis meses. Estos insectos pueden infectarse con *T. cruzi* en cualquier estadio posterior a la eclosión, ya sea por consumo de sangre infectada de mamíferos, por canibalismo o por coprofagia entre triatominos (Noireau et al., 2009).

Estos vectores son por lo general de hábitos nocturnos, y durante el día permanecen en acinesia (sin movimiento) en sus refugios protegiéndose de la radiación y altas temperaturas, aunque en condiciones adversas pueden salir a alimentarse durante el día. Cuando pican a las personas lo hacen durante la noche, las picaduras son indoloras porque la saliva de los triatominos tiene acción anestésica y anticoagulante (Peña-Callejas et al., 2022). Son múltiples las variables que influyen en su ciclo de vida, entre ellas la temperatura, la humedad y las condiciones nutricionales juegan un papel importante (Noireau, 1999). La tolerancia de los triatominos a una gran diversidad de ambientes favorece su amplia distribución en el continente americano (Peña-Callejas et al., 2022).

Todas las especies de triatominos vectores fueron originalmente silvestres manteniendo un ciclo enzoótico en una variedad de ecotopos terrestres o arbóreos; la incursión del ser humano a los ambientes naturales de los triatominos ha favorecido la domiciliación de algunas especies, estableciendo colonias y constituyéndolos en vectores de la enfermedad de Chagas en los seres humanos



Figura 2. Gallineros colindantes con el medio silvestre, ofrecen fuente de alimentación para los triatominos y sitios para la colonización de ambientes peridomésticos, a) municipio de Saipina; b) municipio de Montero.

(Zingales y Bartholomeu, 2022). Los géneros más importantes desde el punto de vista epidemiológico para la transmisión de *T. cruzi* son *Triatoma*, *Rhodnius* y *Panstrongylus* (Dujardin et al., 2002; Peña-Callejas et al., 2022). La virulencia del parásito puede estar asociada con la especie de vector existente en cada región, por ello, conocer la distribución y la biología de los vectores en distintas regiones es de importancia crucial para diseñar programas de control (Peña-Callejas et al., 2022).

Se considera que *T. infestans* (Fig. 1) es originario de los valles andinos (Noireau, 1999; Noireau et al., 2009), tiene una amplia distribución en los países del Cono Sur: Bolivia, Chile, Perú, Argentina, Paraguay, Uruguay y Brasil. En Bolivia *T. infestans* es el principal vector domiciliado en seis de los nueve departamentos: La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Chuquisaca y Potosí (Programa Nacional de ETVs, 2023), el cual presenta una alta tasa de infección, cerca del 30% (Pérez et al., 2013). También se han encontrado focos silvestres en el valle andino de Cochabamba, en los Andes y en las tierras bajas de la ecorregión del Gran Chaco (Noireau, 1999; Brenière et al., 2012). Las zonas altas superiores a los 3500 msnm y los llanos tropicales con temperaturas muy altas y húmedas

serían una barrera para la extensión del área de transmisión del parásito en Bolivia (Noireau, 1999).

En los focos silvestres detectados en dos valles andinos del departamento de La Paz, en el norte de la ecoregión Bosques Secos Interandinos las tasas promedio de infección de *T. infestans* evaluadas por microscopía fueron de 44,1% y 59,5%, mientras que en los departamentos de Cochabamba y Potosí (Bosques Secos Interandinos y Prepuna) las tasas de infección fueron de 31,9% y 16,6% (Brenière et al., 2012). Sin embargo, en la ecoregión del Gran Chaco las tasas de infección fueron más bajas (11,7%) que en las otras ecoregiones (Brenière et al., 2012).

En la región del Chaco cruceño *T. infestans* presentó un 37,6 % de infección natural por *T. cruzi*, posterior a la fumigación de las viviendas este porcentaje disminuyó hasta un 15 % concomitantemente con la disminución del porcentaje de infestación domiciliar. En la misma región se demostró la existencia de infecciones mixtas, fenómeno que podría influir sobre el grado de severidad con que se presenta la enfermedad en las personas (Noireau, 2009).

Salm y Gertsch (2019) estudiaron la percepción cultural hacia los triatominos y la enfermedad de Chagas en cinco regiones de Bolivia, colectaron un total de 170 *T. infestans* de las viviendas y encontraron que el porcentaje de infección de los insectos fue variable por localidad, sin embargo, el 71,9% de los triatominos colectados en la región del Chaco estaban infectados con *T. cruzi* mostrando que la transmisión es hiperendémica en las comunidades indígenas de esta zona.

Triatoma sordida posee significancia epidemiológica como vector de *T. cruzi* por su amplia distribución y su tendencia a invadir ambientes domésticos. Aunque generalmente se lo encuentra en ambientes silvestres, puede llegar a formar colonias en el peridomicilio y es considerado como posible sustituto de *T. infestans* en la transmisión de *T. cruzi* (Noireau et al., 1999).

En el departamento de Santa Cruz se ha encontrado infección natural por *T. cruzi* en *T. sordida* colectados de viviendas de varias localidades de la provincia Velasco, el 21,4% de los insectos analizados se encontraban infectados. A pesar de su aptitud para domiciliarse *T. sordida* es todavía considerada un vector secundario de la enfermedad de Chagas, quizás debido a que no forma grandes colonias domésticas (Noireau et al., 1999). Previo a este estudio Brenière et al. (1998) ya habían reportado la presencia de *T. sordida* en el noreste de la ciudad de Santa Cruz, y notaron un predominio de TcI en los insectos y TcV en los mamíferos de la misma zona.

En el año 2019 se llevó a cabo un estudio en el Barrio Montegrande, Municipio de Montero (Santa Cruz) con el objetivo de verificar la presencia e

incursión de *T. sordida* en las viviendas. El 7,7% de los insectos del intradomicilio resultaron positivos para *T. cruzi* correspondientes al grupo de DTUs TcII/TcV/TcVI mediante PCR multiplex mini-exón; este grupo se encuentra mayormente distribuido en el ciclo doméstico (Pérez et al., 2019, datos no publicados). La información sobre *T. sordida* y el riesgo de transmisión de *T. cruzi* a las personas en Bolivia aún es escasa.

En la Amazonía boliviana se han reportado brotes de la enfermedad de Chagas por transmisión oral asociados a la ingesta de jugos o extractos de vegetales presuntamente contaminados con triatomíneos infectados triturados o con sus deyecciones, en las cuales están involucradas especies del género *Rhodnius* por su asociación con las palmeras (Durán et al., 2012; Condori Poma, 2018). El primer brote reportado por transmisión oral fue en octubre de 2010 en la Comunidad de San Miguel, Municipio Guayaramerín, departamento del Beni, donde identificaron 14 casos de Chagas agudo, confirmados y relacionados con el consumo de jugo de “majo”, fruto de la palmera *Oenocarpus bataua*. No se encontraron triatomíneos en las viviendas y en el trapeo silvestre se colectaron individuos de la especie *R. robustus* detectándose infección natural por *T. cruzi* TcI (Durán et al., 2012; Durán Toledo, 2021).

Durán et al. (2012) mencionan también que existen evidencias de domiciliación por parte de *Rhodnius stali* y la existencia de un primer caso autóctono de Chagas agudo en el Municipio de Alto Beni en la Provincia Sud Yungas de La Paz, zona libre de *T. infestans*; reportan la incursión de *R. stali* en las viviendas y otras tres especies silvestres de triatomíneos en muy poca cantidad; estos insectos presentaron el 5,8% de infección natural por *T. cruzi*. La seropositividad para Chagas en la población fue de 3%. Mediante ese estudio se confirmó el proceso de domiciliación y el papel de *R. stali* como vector en el primer foco emergente de enfermedad de Chagas en esa región. Durán Toledo (2021) refiere haber comprobado el rol vectorial de *R. stali*, estando esta especie en un avanzado proceso de domiciliación, principalmente en comunidades pequeñas y dispersas, que estarían más cercanas con el medio selvático con presencia de palmeras y la invasión al medio peridoméstico de animales silvestres como los marsupiales.

El principal obstáculo para la eliminación de *T. infestans* deriva de las poblaciones de triatomíneos peridomésticos debido a la reducida efectividad de los piretroides y también a la presencia de poblaciones silvestres que pueden colonizar el medio antropizado (Noireau et al., 2005; Pérez-Cascales et al., 2020). En la región del Gran Chaco, la principal causa de reinfestación de las viviendas por *T. infestans* es la proximidad de las comunidades a los hábitats

silvestres, lo cual facilita la existencia de poblaciones peridomésticas reemergentes, siendo esta una importante fuente de dispersión del vector (Brenière et al., 2013). Por otra parte, la resistencia a los insecticidas es una de las causas más significativas de la reinfestación de las viviendas por *T. infestans*, así como la incursión de triatomíneos silvestres (Noireau et al., 2005; Noireau, 2009; Pérez-Cascales et al., 2020).

El Programa Nacional de Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETVs) del Ministerio de Salud y Deportes de Bolivia (2023) menciona que en el año 1999 se registró el mayor valor en el índice de infestación de vivienda por *T. infestans* (55%), presentando una reducción exponencial para el año 2019 (1,0%). En los años 2020 y 2021 hubo un ligero incremento (1,2% y 1,8%) a diferencia de los demás años y para el año 2022 el índice de infestación de vivienda fue de 1,3%.

En Bolivia, *T. cruzi* I es el linaje más antiguo y extendido, presente en una variedad de clinas ecológicas (Messenger et al., 2015). Los análisis de genética de poblaciones parasitarias han puesto en evidencia la infección de las poblaciones andinas silvestres de *T. infestans* mayormente por la DTU TcI y marginalmente por TcIII, las poblaciones domésticas reinfestantes en el Chaco resultaron infectadas por cinco DTUs (Brenière et al., 2012). Asimismo, en el Chaco cruceño (región del Izoceño), se demuestra la presencia de las DTUs TcI, TcII/TcV/TcVI, TcIII/TcIV e infecciones mixtas en una cantidad mínima de vectores mediante PCR Multiplex mini-exón. Los análisis de la secuencia parcial del gen Gpi de *T. cruzi* en el mismo estudio indican la presencia de TcI, TcII, TcIII e híbridos TcV y TcVI (estos híbridos no fueron iguales a las secuencias de referencias correspondientes para TcV y TcVI) (Pérez et al., 2013).

Messenger et al. (2015), analizaron genéticamente 199 aislados de TcI de triatomíneos silvestres y hospederos mamíferos de cinco localidades de los departamentos de Cochabamba, Potosí y Beni, para proporcionar información sobre las bases biogeográficas de la diversificación de *T. cruzi*. Dichos autores identificaron tres ciclos distintos de transmisión de parásitos selváticos: uno en las tierras altas, compuesta de cepas homogéneas asociados a roedores terrestres, y dos grupos muy diversos que circulan entre mamíferos arbóreos y triatomíneos en tierras bajas; mencionan que la diversidad genética del parásito está dividida principalmente por ecotopo y la distribución de las cepas de las tierras altas refleja movimientos migratorios humanos. Jurado Castro (2015) realizó un estudio para entender mejor la diversidad, estructura genética y el modo de reproducción de poblaciones de cepas silvestres, utilizando marcadores genéticos nucleares y mitocondriales: se analizaron 80 cepas silvestres

de *T. cruzi* (Tcl) procedentes de seis pequeñas áreas geográficas de los departamentos de Cochabamba y La Paz, evidenciando una notable diversidad genética en el total de las poblaciones. Se observaron dos tipos de propagación del parásito (recombinación y replicación clonal) y una fuerte estructuración y diferenciación genética entre las poblaciones, por lo cual concluyó sobre la existencia de alternancia entre clonalidad y sexualidad entre cepas de Tcl en entornos silvestres donde *T. infestans* es el vector, mostrando que el parásito puede cambiar de estrategia de propagación adoptando diferentes mecanismos según criterios que todavía falta determinar. Las diferencias observadas en las poblaciones de cepas silvestres pueden deberse a los factores geográficos que limitan el flujo genético entre poblaciones (Jurado Castro, 2015).

En el Trópico del departamento de Cochabamba, siguiendo una metodología basada en la vigilancia entomológica con participación comunitaria, se encontraron 21 triatominos adultos de las especies *P. geniculatus* y *R. robustus* procedentes de viviendas y del Hospital del municipio de Villa Tunari, de los cuales 12 se encontraban infectados naturalmente con *T. cruzi*. Las DTUs identificadas fueron Tcl y TcIII en *P. geniculatus* y solo Tcl en *R. robustus*. Estos resultados revelan la vulnerabilidad de las comunidades locales de una región que no es considerada endémica (Rojas-Cortez et al., 2016).

En otro estudio realizado en Santa Cruz, municipio de Saipina (cantones Oconi, Chilón y Saipina), se analizó el perfil entomológico y parasitológico en las viviendas para identificar los posibles orígenes de reinfestación por *T. infestans*. El 54,4% de las viviendas estaban infestadas por *T. infestans*, de los cuales el 24% estaban infectados con *T. cruzi*. El grupo de DTUs más abundante y distribuido ampliamente fue TcII/TcV/TcVI con 83,3%, Tcl y TcIII/TcIV con 10,4% y se reportaron infecciones mixtas (4,2%) (Pérez-Cascales, 2018).

En el municipio de Mecapaca, La Paz, se capturaron 91 especímenes de *T. infestans*; en las áreas silvestres de Huayhuasi el 50% estuvo infectado naturalmente con *T. cruzi*, mientras que en el peridomicilio de Huajchilla distante solo 20 km desde La Paz solo el 16% estuvo infectado; en este estudio se identificó la DTU Tcl (Zapata-Saavedra et al., 2019).

Revollo et al. (2020) colectaron en seis regiones de la Amazonía boliviana (Riberalta, Cobija, Guayamerín, San Joaquín, Trinidad y San Borja), 322 triatominos de las especies *R. stali*, *R. robustus* y *R. montenegrensis*, esta última reportada por primera vez en Bolivia. Dichos autores encontraron infección natural por *T. cruzi* DTU Tcl y *T. rangeli*, y en algunas muestras detectaron ambos parásitos. El riesgo de

la transmisión vectorial de la enfermedad de Chagas en la Amazonía boliviana es alto por la presencia de vectores infectados con *T. cruzi* en palmeras de motacú cuyas ramas son utilizadas para los techos de las viviendas principalmente de los pueblos indígenas amazónicos.

En un estudio más reciente en la región de Lagunillas (Cordillera, Santa Cruz), mediante "búsqueda activa" en ocho comunidades, se capturó un total de 1640 *T. infestans* en viviendas. La prevalencia total de infección natural fue de 4,99%, variando entre las comunidades. En cuanto a las DTUs detectadas la prevalencia global fue 3% para DTU Tcl, 1,64% para el grupo TcII/TcV/TcVI y 0,23% para el grupo TcIII/TcIV, indicando una transmisión más doméstica que silvestre (Vergara Prado, 2022).

Reservorios naturales de *T. cruzi*

Son reservorios de *T. cruzi* mamíferos silvestres especialmente de tamaño pequeño y mediano, así como también mamíferos domésticos. Alrededor de 180 especies silvestres y domésticas de mamíferos fueron encontradas naturalmente infectadas por *T. cruzi* (Durán Toledo, 2021). Perros, roedores y comadrejas (Didelphidae) constituyen los reservorios más importantes en el ciclo peridoméstico, mientras que en el ciclo silvestre esta función es desempeñada por armadillos y comadrejas (Noireau, 1999), murciélagos, carnívoros, roedores y primates (Zingales y Bartholomeu, 2022).

Las aves, anfibios y reptiles son refractarios a este hemoflagelado por incompatibilidad antigénica, ausencia de reconocimiento y señalización celular, así como niveles inadecuados de temperatura sistémica. Tanto reptiles como aves constituyen la fuente sanguínea primaria en algunos ecosistemas para los triatominos vectores de *T. cruzi*, lo cual abre la frontera de procesos evolutivos no considerados hasta ahora (Herrera, 2010) (Fig. 2).

La importancia del reservorio en el ciclo de *T. cruzi* depende de la especie, ecotopo (silvestre, peridoméstico o doméstico), capacidad de dispersión, densidad, distribución geográfica, contacto con vectores, preferencias alimenticias de los vectores y relaciones parásito-hospedero; los buenos hospederos presentan una parasitemia alta y soportan la infección sin efectos nefastos (Noireau, 1999).

Varias especies pueden adquirir la infección por vía oral, a través de la ingestión de insectos infectados. Se sabe que la vía oral predomina para roedores y marsupiales quienes presentan hábitos insectívoros. También la infección por esta vía fue demostrada en perros (Noireau, 1999) y en primates neotropicales (Durán Toledo, 2021). Una vez infectado el mamífero, dependiendo de la especie, ejerce diferentes presiones

evolutivas sobre el parásito, lo cual determina la selección de las subpoblaciones, por lo tanto, cada especie hospedera desempeña un papel diferente dentro de la transmisión de *T. cruzi* en distintos hábitats y biomas (Zingales y Bartholomeu, 2022).

Se han reportado asociaciones preferenciales entre mamíferos silvestres y las DTUs de *T. cruzi*, como por ejemplo entre comadreja y la DTU TcI, armadillos y la DTU TcIII, murciélagos y las DTUs TcBat, TcI y TcII, primates no humanos con las DTUs TcI, TcII y TcIV, no obstante, pueden adquirir otras DTUs y desarrollar coinfecciones (Zingales y Bartholomeu, 2022).

Prevalencia y tipificación de DTUs de *T. cruzi* en poblaciones humanas

Si bien la información publicada en Bolivia sobre la prevalencia y detección de las DTUs de *T. cruzi* en los triatomíneos vectores y reservorios es escaso, son más escasos aún en la línea del tiempo los estudios realizados en pacientes con Chagas. En un estudio realizado en "Huayrakhasa", una zona periurbana de la ciudad de Cochabamba, se determinó un 5,6% de seropositividad en el total de los niños estudiados, siendo los de recursos económicos más bajos los que presentaron mayor seropositividad (Revollo et al., 1997). Noireau (1999) menciona que en el Chaco cruceño se estima una prevalencia de la enfermedad de Chagas del 70%. En el Municipio de Anzaldo, Cochabamba, la prevalencia de la enfermedad de Chagas fue de 39%, siendo el vector principal *T. infestans*, observándose que la prevalencia registraba datos superiores a las medias nacionales (Muñoz-Vera et al., 2004).

En Yacuiba, sur de Bolivia, se obtuvo una prevalencia de la enfermedad de Chagas en mujeres embarazadas del 42,2%, y se estimó que la transmisión congénita afectaba al 6% de las madres infectadas, generando una tasa de incidencia del 2,6% entre los recién nacidos (Salas et al., 2007). Por otro lado, en zonas urbanas como Valle Hermoso y Temporal en Cochabamba se encontró una alta seropositividad en niños de entre cinco y 13 años para ambas zonas (25% y 19%), demostrando así que la infección por *T. cruzi* debería ser considerada también un problema de salud urbano (Medrano-Mercado et al., 2008). De igual manera en Cochabamba en un estudio realizado el 2014 en el Hospital de Capinota, la prevalencia de la enfermedad de Chagas en un grupo etario de 15 a 45 años fue de 1,65% (López Terán y Toledo Cadario, 2015).

Kaplinski et al. (2015) estudiaron a 1.696 mujeres y a sus bebés provenientes de Camiri y de la ciudad de Santa Cruz, para evaluar los factores de riesgo de transmisión congénita y miocardiopatía en mujeres infectadas por *T. cruzi*. Entre sus hallazgos

20 encontraron un 26,9% de infección y un 6,8% de

transmisión congénita, siendo las mujeres con cargas parasitarias más altas las que transmitieron la infección. Además, se observó que la transmisión fue mayor en nacimientos de gemelos que en nacimientos únicos, que el 9,3% de las mujeres infectadas tenían anomalías en los electrocardiogramas compatibles con miocardiopatía por Chagas, y que el riesgo fue mayor para las mujeres de mayor edad y aquellas con exposición a vectores.

En la Amazonía boliviana se determinó la presencia de la enfermedad de Chagas mediante diagnóstico serológico y PCR punto final en muestras de suero y sangre de 192 pacientes de Riberalta (6,67%), Guayaramerín (23%) y Cobija (4,08%), el porcentaje de positividad general fue 0,5% (Suxo et al., 2018). En la región de Lagunillas, la prevalencia de infección general de Chagas fue del 38% y la prevalencia de infección evolucionó con la edad, siendo mayor la prevalencia entre los mayores de 60 años (Aguilar Peredo et al., 2022). En estos estudios no se identificaron las DTUs.

En el brote por transmisión oral a través de la leche de "majo" en Guayaramerín, el DTU identificado en las personas involucradas fue TcIV, esto sugiere la existencia de un nuevo linaje para Bolivia de al menos dos genotipos diferentes que ocurren entre las personas infectadas por vía oral con *T. cruzi* en la Amazonía de Bolivia (Ríos Quisbert, 2015). Durán Toledo (2021) en Alto Beni, detecta la DTU TcI en uno de los casos autóctonos, así como en triatomíneos de la especie *R. stali* capturados en el medio doméstico y también en comadreas *D. marsupialis* capturados en el medio silvestre.

La enfermedad de Chagas en la Amazonía boliviana es un problema emergente, existen escenarios de transmisión que tienen características epidemiológicas diferentes a las zonas endémicas, esta situación implica que las actividades de vigilancia, prevención y control se aborden de manera diferente y de acuerdo a las particularidades de cada zona.

En el estudio realizado por del Puerto et al. (2010) en Santa Cruz, se identificaron los linajes de *T. cruzi* mediante el análisis de la región de alta variabilidad de minicírculos de ADNk, a partir de muestras de sangre de pacientes con Chagas crónico. Las DTUs identificadas según la nomenclatura actual fueron TcV, TcI, TcII, TcVI y mezclas TcI/TcV, TcI/TcII/TcV, TcII/TcV y un porcentaje no identificado.

Sánchez et al. (2022) identificaron *T. cruzi* a partir de muestras de madres y bebés provenientes de dos hospitales de Santa Cruz (Hospital Japonés y Hospital Municipal de Camiri). El 65,3% de las madres fueron seropositivas mediante TSSA (Trypomastigote small surface antigen) TcII/V/VI y las 25 muestras de los recién nacidos fueron positivas para *T. cruzi* TcV. Dichos autores mencionaron la dificultad para

obtener muestras y ADN del parásito para investigar la interacción genética de *T. cruzi* y el riesgo de transmisión congénita, y afirmaron que TcV es la única DTU detectada en bebés infectados hasta el momento en Bolivia. Sin embargo, en un estudio realizado en muestras de madres y recién nacidos provenientes de Cochabamba y Tarija, se menciona haber detectado las DTUs TcII, TcV y TcVI (Virreira et al. 2007)

El aislamiento e identificación del grupo y subgrupos de *T. cruzi* que circulan en una determinada región geográfica son relevantes porque permiten conocer la dinámica de transmisión del parásito y evaluar el riesgo de introducción a partir de focos silvestres (Acosta y López, 2013), su asociación con la clínica y la patogénesis de la enfermedad, así como también para entender mejor los aspectos co-evolutivos relacionados con los reservorios y los vectores (Guhl, 2013).

Varios estudios revelan que la complejidad de esta enfermedad se debe a varios factores, entre ellos se destaca su carácter zoonótico no erradicable, con muchas especies de reservorios y diversidad de triatomíneos involucrados en la transmisión del parásito a través de distintos ciclos. Además, la variabilidad de las manifestaciones clínicas de la enfermedad y en algunos casos, la resistencia del parásito a los medicamentos disponibles, contribuyen a la complejidad del cuadro. Actualmente también se reconocen factores sociales, económicos, culturales y políticos como fuertes determinantes de esta complejidad.

La mayoría de los estudios realizados en Bolivia se centran en la detección del parásito, tanto en el vector como en el hospedero humano, y en menor medida en los reservorios naturales. Sin embargo, los estudios dirigidos a caracterizar genéticamente al parásito y su relación con las manifestaciones clínicas de la enfermedad son escasos. Está demostrada la amplia diversidad genética de *T. cruzi* y su impacto en las dinámicas de la transmisión y en la presentación de signos y síntomas de la enfermedad de Chagas.

CONCLUSIONES

Trypanosoma cruzi es el agente etiológico de la enfermedad de Chagas en Bolivia y se encuentra ampliamente distribuido en los reservorios, hospederos y vectores naturales. *Triatoma infestans* es el vector principal en territorio boliviano, seguido de *R. stali* y *T. sordida*, que actualmente están en proceso de domiciliación y podrían considerarse vectores secundarios. La transmisión ocurre principalmente a través de las deyecciones del vector, transmisión congénita y vía oral por contaminación de alimentos. No existe vacuna y el tratamiento para la enfermedad de Chagas en Bolivia está basado exclusivamente en la administración de Benznidazol y Nifurtimox.

En Bolivia se registraron hasta el momento seis DTUs de *T. cruzi*: TcI que circula ampliamente en poblaciones de vectores domiciliarios y silvestres en las regiones Andina, Chaco, Valles Interandinos, Trópico y Amazonía boliviana, así como también en reservorios y pacientes con Chagas. Le siguen las DTUs TcII, TcV y TVI. En menor proporción se encuentra TcIII, que aún no fue reportada en pacientes, y la DTU TcIV registrada en un pequeño grupo de personas en Guayaramerín. Hasta el momento no hay reportes de TcIV en vectores y reservorios naturales. Se evidencia la presencia de infecciones mixtas en el vector y en pacientes, y no se descarta que existan en los reservorios. Hasta el momento no se ha reportado TcIV en Bolivia.

No existen datos sobre la distribución de las DTUs de *T. cruzi* en otras regiones endémicas y no endémicas del país, lo que resalta la importancia de realizar estudios entomoparasitológicos en cada región geográfica. Es fundamental enfatizar en la diversidad genética de *T. cruzi*, así como en su distribución en los triatomíneos vectores, reservorios y hospederos, teniendo en cuenta los diferentes ciclos de transmisión. Esta información permitirá diseñar mejores estrategias de prevención en la población expuesta ya que la transmisión de la enfermedad de Chagas en Bolivia aún no se encuentra controlada.

LITERATURA CITADA

- Acosta, N. y López, E. (2013). Cepas de *Trypanosoma cruzi* en el Paraguay. Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, 11(2), 78-89.
<http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v11n2/v11n2a09.pdf>
- Aguilar Peredo, W. S., Buhezo Luizaga, W. G., Torrez Avila, L. C. y Lardeux, F. (2022). La enfermedad de Chagas en comunidades guaraníes del Chaco cruceño. Diagnóstico para un abordaje integral. TRASPATIOS, 7, 9-33.
- Barrera-Pérez, M., Rodríguez-Félix, M. E., Guzmán-Marín, E., Zavala-Velázquez, J. y Dumonteil, E. (2001). Biological behaviour of three strains of *Trypanosoma cruzi* from Yucatan, Mexico. Revista Biomédica, 12(4), 224-230.
<https://doi.org/10.32776/revbiomed.v12i4.279>
- Brenière, S.F., Morochi, W., Bosseno, M.F., Ordoñez, J., Gutierrez, T., Vargas, F., Yaksic, N. y Noireau, F. (1998). *Trypanosoma cruzi* genotypes associated with domestic *Triatoma sordida* in Bolivia. Acta Tropica, 71(3), 269-283.
[https://doi.org/10.1016/s0001-706x\(98\)00061-8](https://doi.org/10.1016/s0001-706x(98)00061-8)
- Brenière, S. F., Barnabé, C., Brémond P. y Buitrago, R. (2012). Sistema vectorial emergente debido a las poblaciones salvajes de *Triatoma infestans*: la enfermedad de Chagas en Bolivia, proyecto TiBo. BIOFARBO, 20(1), 1-7.
- Brenière, S. F., et al. (2013). Wild populations of *Triatoma infestans* are highly connected to intra-peridomestic conspecific populations in the Bolivian Andes. PLoS ONE, 8(11), e80786. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080786>
- Brenière, S.F., Waleckx, E. y Barnabé, C. (2016) Over Six Thousand *Trypanosoma cruzi* Strains Classified into Discrete Typing Units (DTUs): Attempt at an Inventory.

- PLOS Neglected Tropical Diseases, 10(8), e0004792. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004792>
- Carvajal-Tapia, A. E. y Sossa-Quiroga, C. (2018). Historia de la Enfermedad de Chagas en Bolivia, dejando huellas en América Latina. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. *Sincronía*, 73, 473-484. <https://www.redalyc.org/journal/5138/513853876025/html/>
- Carbajal de la Fuente, A. L., et al. (2022). Urban vectors of Chagas disease in the American continent: A systematic review of epidemiological surveys. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(12), e0011003. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011003>
- Ceballos, L. A. (2010). Ciclo silvestre de transmisión de *Trypanosoma cruzi* en el noroeste de Argentina (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, Argentina. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n4703_Ceballos.pdf
- Cura, C. y Schijman, A. G. (2013). Relación entre los genotipos de *T. cruzi* y la presentación clínica de la Enfermedad de Chagas. *Revista Española de Salud Pública*, 87(supl.1), 9-16.
- Condori Poma, E. W. (2018). Primera exploración de triatominos silvestres (género *Rhodnius*) en el departamento del Beni, municipio de Yucumo: caracterización molecular y bioinformática de los vectores de la Enfermedad de Chagas (Tesis de licenciatura), Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- del Puerto, R., et al. (2010). Lineage analysis of circulating *Trypanosoma cruzi* parasites and their association with clinical forms of Chagas disease in Bolivia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4(5), e687. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000687>
- Dujardin, J. P., Schofield, C. y Panzera, F. (2002). Los Vectores de la Enfermedad de Chagas. Bruselas: Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer.
- Durán, P., et al. (2012). *Rhodnius stali* y *Rhodnius robustus* involucrados en la transmisión de la enfermedad de Chagas en la Amazonia boliviana. En: G. Rozas-Dennis y M. Silva M. (Eds.) II Workshop internacional de la enfermedad de Chagas, vectores triatominos, *Trypanosoma cruzi* y *Triatoma virus* (Cochabamba, Bolivia): Libro de Resúmenes, p. 43.
- Durán Toledo, P. (2021). Ciclos y patrones de transmisión de la Enfermedad de Chagas en dos focos emergentes de la Amazonía Boliviana. La Paz: Beltrán Impresiones & Estrategias.
- Gaunt, M. W., et al. (2003). Mechanism of genetic exchange in American trypanosomes. *Nature* 421: 936-939.
- Gil-Santana, H.R., Chavez, T., Pita, S., Panzera, F. y Galvão, C. (2022). *Panstrongylus noireau*, a remarkable new species of Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) from Bolivia. *ZooKeys* 1104: 203-225. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1104.81879>
- Gonçalves Santana, R. A. (2013) Caracterização genética de *Trypanosoma cruzi* em pacientes com doença de Chagas crônica, no estado do Amazonas, Brasil (Tesis de Maestría). Universidade do Estado do Amazonas, Fundação de Medicina Tropical Dr. Heitor Vieira Dourado, Manaus, Brasil. <https://pos.uea.edu.br/data/area/dissertacao/download/19-8.pdf>
- Guhl, F. (2013). Epidemiología molecular de *Trypanosoma cruzi*. *Revista Española de Salud Pública*, 1-8. <https://www.redalyc.org/pdf/170/17027695001.pdf>
- Guzmán-Marín, E., E Zavala-Castro, J., Acosta-Viana, K., y E Rosado-Barrera, M. (1999). Importancia de la caracterización de cepas de *Trypanosoma cruzi*. *Revista Biomédica*, 10(3), 177-184. <https://doi.org/10.32776/revbiomed.v10i3.202>
- Herrera, L (2010). Una revisión sobre reservorios de *Trypanosoma (Schizotrypanum) cruzi* (Chagas, 1909), agente etiológico de la Enfermedad de Chagas. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 50(1), 3-15. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482010000100002&lng=es&tng=es
- Herrera, C. P., Barnabé, C. y Brenière, S. F. (2013). Complex evolutionary pathways of the intergenic region of the mini-exon gene in *Trypanosoma cruzi* TcI: A possible ancient origin in the Gran Chaco and lack of strict genetic structuration. *Infection, Genetics and Evolution* 16, 27-37. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.12.028>
- Ihle Soto, C. (2014). Comparación de linajes de *Trypanosoma cruzi* en *Triatoma infestans* y *Mepraia spinolai* (Tesis). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Escuela de Ciencias Veterinarias, Santiago, Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131725>
- Jurado Castro, M. R. (2015). Exploración de la variabilidad genética de seis poblaciones de cepas salvajes de *Trypanosoma cruzi* TcI aisladas en Bolivia por secuenciación multilocus 2014-2015 (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Kaplinski, M., et al. (2015). Sustained Domestic Vector Exposure Is Associated With Increased Chagas Cardiomyopathy Risk but Decreased Parasitemia and Congenital Transmission Risk Among Young Women in Bolivia. *Clinical Infectious Diseases*, 61(6), 918-926. <https://doi.org/10.1093/cid/civ446>
- López Terán, M. O. y Toledo Cadario, R. A. (2015). Prevalencia de la Enfermedad de Chagas entre 15-45 años que acuden al Hospital de Capinota. *Gaceta Médica Boliviana*, 38(2), 76-77. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662015000200017&lng=es&tng=es
- Medrano-Mercado, N., Ugarte-Fernández, R., Butrón, V., Uber-Busek, S., Guerra, H. L., Araújo-Jorge, T. C., y Correa-Oliveira, R. (2008). Urban transmission of Chagas disease in Cochabamba, Bolivia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(5), 423-430. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762008000500003>
- Messenger, L. A., et al. (2015). Ecological host fitting of *Trypanosoma cruzi* TcI in Bolivia: mosaic population structure, hybridization and a role for humans in Andean parasite dispersal. *Molecular Ecology*, 24(10), 2406-2422. <https://doi.org/10.1111/mec.13186>
- Martínez A. E., Chávez E. T., Sossa G. D., Aranda A. R., Vargas M. B. y Vidaurre P. P. (2007). *Triatoma boliviana* sp. n. (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae) de los valles subandinos de La Paz - Bolivia, similar a *Triatoma nigromaculata* Stål, 1859. *Cuadernos del Hospital de Clínicas*, 52(1), 9-16.

- http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762007000100001
- Muñoz Vera, M., Hervas Eid, D. y Muñoz Espinar, J. A. (2004). Prevalencia de la enfermedad de Chagas en el Municipio de Anzaldo Cochabamba-Bolivia. Cuadernos del Hospital de Clínicas, 49(1), 87-96. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/06/189696/prevalencia-de-la-enfermedad-de-chagas-en-el-municipio-de-anzal-XycDnZv.pdf>
- Muñoz-San Martín, C., Apt, W., y Zulantay, I. (2017). Real-time PCR strategy for the identification of *Trypanosoma cruzi* discrete typing units directly in chronically infected human blood. Infection, Genetics and Evolution, 49, 300-308. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2017.02.006>
- Noireau, F. (1999). La enfermedad de Chagas y sus particularidades epidemiológicas en Bolivia. IRD. 17-47. En J. R. Alfred Cassab, F. Noireau y G. Guillén (Eds.) La enfermedad de Chagas en Bolivia Conocimientos científicos al inicio del Programa de Control (1998 - 2002) (17-47). La Paz: IRD. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-09/010017959.pdf
- Noireau, F., et al. (1999). Baja probabilidad de transmisión de *Trypanosoma cruzi* a humanos por *Triatoma sordida* domiciliado en el departamento de Santa Cruz, Bolivia. En J. R. Alfred Cassab, F. Noireau y G. Guillén (Eds.) La enfermedad de Chagas en Bolivia Conocimientos científicos al inicio del Programa de Control (1998 - 2002) (139-149). La Paz: IRD. <https://www.researchgate.net/publication/282169894>
- Noireau, F., Cortez, M. G., Monteiro, F. A., Jansen, A. M., y Torrico, F. (2005). Can wild *Triatoma infestans* foci in Bolivia jeopardize Chagas disease control efforts? Trends in Parasitology, 21(1), 7-10. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.10.007>
- Noireau, F. (2009). An Ecosystem Perspective of the process of reinfestation by *Triatoma infestans* in rural communities of the Gran Chaco Eco-Region. Informe final de Proyecto.
- Noireau, F., Diosque, P., y Jansen, A. M. (2009). *Trypanosoma cruzi*: adaptation to its vectors and its hosts. Veterinary Research, 40(2), 26. <https://doi.org/10.1051/vetres/2009009>
- Noireau, F. y Gorla, D. (2010). Biology of Triatominae. En: J. Tellería y M. Tibayrenc (Eds.). American Trypanosomiasis Chagas Disease (209-223). Burlington: Elsevier.
- OMS. (2002). Control de la enfermedad de Chagas, Segundo informe del Comité de Expertos de la OMS sobre la enfermedad de Chagas, Series de informes técnicos: 905, 124 pp. <https://iris.who.int/handle/10665/42738>
- OPS. (2023). Día Mundial de la Enfermedad de Chagas 2023. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/campanas/dia-mundial-enfermedad-chagas-2023#:~:text=Hay%20aproximadamente%206%2D7%20millones,con%2010.000%20muertes%2C%20cada%20a%C3%B1o>
- Pellecer Zehntner, M. J. (2011). Identificación de fuentes alimenticias y de la presencia de *Trypanosoma cruzi* utilizando la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) del ADN en la ingesta de sangre de *Triatoma dimidiata* de colectas de las aldeas La Brea y El Tule del Municipio de Quesada, Jutiapa, Guatemala, antes y después de modificaciones en ecotopos domiciliarios y peridomiciliarios (Tesis). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala. <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/B225.pdf>
- Peña-Callejas, G., et al. (2022). Enfermedad de Chagas: biología y transmisión de *Trypanosoma cruzi*. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico Biológicas, 25(1), 1-19. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.449>
- Pérez, E., Monje, M., Chang, B., Buitrago, R., Parrado, R., Barnabé, C., Noireau, F. y Brenière, S. F. (2013). Predominance of hybrid discrete typing units of *Trypanosoma cruzi* in domestic *Triatoma infestans* from the Bolivian Gran Chaco region. Infection, Genetics and Evolution 13, 116-123. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2012.09.014>
- Pérez-Cascales, E. (2018). Reinfestación de viviendas post rociadas por *Triatoma infestans* y caracterización molecular de *Trypanosoma cruzi* en el Municipio de Saipina, 2015 (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Pérez-Cascales, E., Sossa-Soruco, V. M., Brenière, S. F., y Depickère, S. (2020). Reinfestation with *Triatoma infestans* despite vigilance efforts in the municipality of Saipina, Santa Cruz, Bolivia: Situational description two months after fumigation. Acta Tropica, 203, 105292. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105292>
- Programa Nacional de Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETVs), Ministerio de Salud y Deportes del Estado Plurinacional de Bolivia. (2023) Plan Nacional de acción de Entomología y Manejo Integrado de Vectores Bolivia 2023-2025. Serie: Documentos Técnico Normativos, La Paz, Bolivia.
- Provecho, Y. M., Fernández, M. D. P., Salvá, L., Meli, S., Cano, F., Sartor, P. y Carbajal-de-la-Fuente, A. L. (2021). Urban infestation by *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae), an overlooked phenomena for Chagas disease in Argentina. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 116, e210056. <https://doi.org/10.1590/0074-02760210056>
- Rassi Jr, A., Rassi, A. y Marin-Neto, J. A. (2010). Chagas disease. The Lancet, 375(9723), 1388-1402. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60061-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60061-X)
- Revollo, S., García, G., Ortiz, R., Soto, Ma. L., Terrazas, G., Postigo, J.R., Illanes, M., Brenière, F., Bosseno, M. F. y Flores, M. (1997). Serodiagnóstico de la Tripanosomiasis Americana en una Población Infantil: Análisis Epidemiológico. BIFARBO, 5, 97-101. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/13015>
- Revollo, S., Gumiel, M., Callapa, J.E., Cerruto, Y.A., Conde, M.A. (2020). Identificación de nuevas especies de *Trypanosoma* e insectos vectores involucrados con la enfermedad de Chagas en la amazonia boliviana: *Trypanosoma rangeli* y *Rhodnius montenegrensis*. En: Memoria Primera Feria Virtual Investiga UMSA, 10. La Paz, Bolivia. <https://dipgis.umsa.bo/wp-content/uploads/2023/02/Memoria-Investiga-UMSA-2020.pdf>
- Ríos Quisbert, T. (2015). Caracterización molecular de cepas aisladas de *Trypanosoma cruzi* a partir de pacientes procedentes del primer brote oral y la asociación de la seroconversión post- tratamiento reportado en el municipio de Guayaramerín-Beni el año 2010 (Tesis de

- Maestría). Universidad de Barcelona, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Rojas-Cortez, M., et al. (2016). *Trypanosoma cruzi* infected *Panstrongylus geniculatus* and *Rhodnius robustus* adults invade households in the Tropics of Cochabamba region of Bolivia. *Parasites & Vectors*, 9, 158. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1445-1>
- Roman Maldonado, I. F. (2014). Estudio da diversidade genética das subpopulações de *Trypanosoma cruzi* isoladas do gênero *Didelphis* no Brasil baseado no multi locus sequence typing (MLST) (Tesis de Maestría). Instituto Oswaldo Cruz, Programa de Pós-Graduação em Biologia Parasitária. Rio de Janeiro, Brasil. https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/12010/irene_maldonado_ioc_mest_2014
- Ruiz Aguilar, M. E. (2015). Seroprevalencia y Factores de Riesgo asociados a *Trypanosoma cruzi* en perros de comunidades rurales del Municipio de La Antigua, Veracruz, México (Tesis de Maestría). Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/39516>
- Salas, N.A., Cot, M., Schneider, D., Mendoza, B., Santalla, J.A., Postigo, J., Chippaux, J.P. y Brutus, L. (2007). Factores de riesgo y consecuencias de la enfermedad de Chagas congénita en Yacuiba, sur de Bolivia. *Medicina Tropical y Salud Internacional*, 12: 1498-1505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2007.01958.x>
- Salm, A., y Gertsch, J. (2019). Cultural perception of triatomine bugs and Chagas disease in Bolivia: a cross-sectional field study. *Parasites & Vectors*, 12(1), 291. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3546-0>
- Sánchez, L., et al. (2022). Congenital Chagas disease in Santa Cruz Department, Bolivia, is dominated by *Trypanosoma cruzi* lineage V. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 116(1), 80-84. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trab089>
- Sanmartino, M., et al. (2016). Hablamos de Chagas: aportes para re-pensar la problemática con una mirada integral. Buenos Aires: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. <https://www.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2015/09/Hablamos-de-Chagas.pdf>
- Sanmartino, M., Forsyth, C. J., Avaria, A., Velarde-Rodríguez, M., Gómez I Prat, J. y Albajar-Viñas, P. (2022). The multidimensional comprehension of Chagas disease. Contributions, approaches, challenges and opportunities from and beyond the Information, Education and Communication field. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 117, e200460. <https://doi.org/10.1590/0074-02760200460>
- Suxo, Y., et al. (2018). Determinación del porcentaje de pacientes con enfermedad de Chagas en la amazonía boliviana (Parte I). *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 59(1), 11-18. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762018000100002&lng=es&nrm=iso
- Teixeira, D. E., Benchimol, M., Crepaldi, P. H. y de Souza, W. (2012). Interactive multimedia to teach the life cycle of *Trypanosoma cruzi*, the causative agent of Chagas disease. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6(8), e1749. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001749>
- Tibayrenc, M., Ward, P., Moya, A., y Ayala, F. J. (1986). Natural populations of *Trypanosoma cruzi*, the agent of Chagas disease, have a complex multiclonal structure. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 83: 115-119.
- Tibayrenc, M., Kjellberg, F y Ayala, F. J. (1991). The clonal theory of parasitic protozoa: a taxonomic proposal applicable to other clonal organisms. *BioScience*, 41: 277-774.
- Toledo, M. J., et al. (2003). Chemotherapy with benznidazole and itraconazole for mice infected with different *Trypanosoma cruzi* clonal genotypes. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 47(1), 223-230. <https://doi.org/10.1128/AAC.47.1.223-230.2003>
- Vergara Prado, M. D. (2022). Prevalencia de infección de *Trypanosoma cruzi* en *Triatoma infestans* en ocho comunidades guaraníes de la región de Lagunillas, Provincia Cordillera, Santa Cruz (Tesis de licenciatura), Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Virreira, M., Truysens, C., Alonso-Vega, C., Brutus, L., Jijena, J., Torrico, F., Carlier, Y. y Svoboda, M. (2007). Comparison of *Trypanosoma cruzi* lineages and levels of parasitic DNA in infected mothers and their newborns. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 77(1), 102-106.
- Zapata-Saavedra, D., Callapa-Rafael, J., Paucara-Condori, M., Zarate-Flores, B., Romero-Tejerina, N., Aguilar-Calle, Y. y Revollo-Zepita, S. (2019). Poblaciones silvestres y domiciliadas de *Triatoma infestans* en comunidades del municipio de Mecapaca próximas a la ciudad de La Paz. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 60(2), 22-31. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762019000200004
- Zhao, Y., Galvão, C. y Cai, W. (2021). *Rhodnius micki*, a new species of Triatominae (Hemiptera, Reduviidae) from Bolivia. *ZooKeys* 1012, 71-93. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1012.54779>
- Zingales, B., et al. (2009). A new consensus for *Trypanosoma cruzi* intraspecific nomenclature: second revision meeting recommends TcI to TcVI. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 104 (7), 1051-1054. <https://doi.org/10.1590/s0074-02762009000700021>
- Zingales, B., et al. (2012). The revised *Trypanosoma cruzi* subspecific nomenclature: rationale, epidemiological relevance and research applications. *Infection, Genetics and Evolution*, 12(2), 240-253. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.12.009>
- Zingales, B. (2018). *Trypanosoma cruzi* genetic diversity: Something new for something known about Chagas disease manifestations, serodiagnosis and drug sensitivity. *Acta Tropica*, 184, 38-52. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.09.017>
- Zingales, B. y Bartholomeu, D. C. (2022). *Trypanosoma cruzi* genetic diversity: impact on transmission cycles and Chagas disease. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 117, e210193. <https://doi.org/10.1590/0074-02760210193>

Recibido: 17 de Julio de 2024

Aceptado: 30 de septiembre de 2024

Eyes wide open: First record of eyeworms of genus *Oxyspirura* (Nematoda-Thelaziidae) in Argentina

Con los ojos bien abiertos: Primer registro de gusanos oculares del género *Oxyspirura* (Nematoda-Thelaziidae) en Argentina

Drago Fabiana B.^{1,2*}, Amigo Martina^{1,3}, Podesta Taiel^{1,3}, Draghi Regina¹, Núñez Verónica^{1,2}

ABSTRACT: The eyeworm, *Oxyspirura octopapillata* (Nematoda-Thelaziidae) is reported for the first time in Argentina parasitizing the eyes of the little nightjar, *Setopagis parvula* (Aves-Caprimulgidae). The host was collected in Formosa Province, Argentina, and nine specimens belonging to this nematode species were found. Its morphological characteristics and morphometric data are described, which include a divided buccal capsule, 17 male caudal papillae and a spicular ratio of 1: 2.3-2.9. These features allow us to differentiate these specimens from the other Neotropical species of the genus *Oxyspirura*. This is the first parasitological study of *S. parvula* in Argentina.

Keywords: Nematodes, *Oxyspirura octopapillata*, *Setopagis parvula*

RESUMEN: El gusano ocular, *Oxyspirura octopapillata* (Nematoda-Thelaziidae) es citado por primera vez en Argentina parasitando los ojos del atajacaminos chico, *Setopagis parvula* (Aves-Caprimulgidae). El hospedador fue colectado en la provincia de Formosa, Argentina y se encontraron nueve especímenes pertenecientes a esta especie de nematode. Se describen sus características morfológicas y sus datos morfométricos, que incluyen una cápsula bucal dividida, 17 papilas caudales en el macho y una relación espicular de 1: 2.3-2.9. Estas características permiten diferenciar a los ejemplares del presente estudio de las otras especies Neotropicales del género *Oxyspirura*. Este es el primer estudio parasitológico de *S. parvula* in Argentina.

Palabras clave: Nematodes, *Oxyspirura octopapillata*, *Setopagis parvula*

The little nightjar, *Setopagis parvula* (Gould) (Caprimulgiformes: Caprimulgidae) is an exclusively Neotropical bird. Its helminth fauna is scarcely known, to date it was only reported as host of three helminth species: one nematode *Oxyspirura petrowi* Skrjabin, 1929 (Thelaziidae) from Brazil, and two cestodes *Metadilepis spasskiorum* Georgiev and Vaucher, 2003 and *Mariauxilepis paraguayensis* Georgiev and Vaucher, 2003 (Metadilepididae) from Paraguay (Vicente *et al.*, 1995; Georgiev and Vaucher, 2003). The goal of this work was to increase the knowledge of the parasitic helminths of *S. parvula*.

One specimen of *S. parvula* was hunted with a shotgun in September 2012 at La Marcela farm, Pirané, Formosa Province, Argentina (26° 17' 35" S; 59° 06' 38" W). The authorization was provided by Ministerio de la Producción y Ambiente of Formosa Province (N° 003516). The bird was kept frozen at

-20°C, then thawed, dissected, and examined under a stereoscopic microscope in the laboratory. The parasitological examination revealed the presence of nine nematodes belonging to the genus *Oxyspirura* Drasche, 1897, found on the eyes surface, under the nictitating membranes. Helminths were removed and preserved in 70% ethanol. For examination, specimens were cleared by immersion in Amman's lactophenol. Measurements are given in millimeters (mm) unless otherwise stated, expressed as a range. The photographs were taken with a camera phone (Xiaomi MiA3). Both nematodes and the host were deposited in the Helminthological and Ornithological Collections of the Museo de La Plata, La Plata, Argentina (MLP- He 8132 and MLP-O-P 14812, respectively). Identification of nematodes was carried out following the keys proposed by Ybarra (1948), Chabaud (1975), and Oliveira-Rodrigues (1978).

¹División Zoología Invertebrados, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Paseo del Bosque S/N°, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

²Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC).

³Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

Nematoda Rudolphi, 1808

Family Thelaziidae Skrjabin, 1915

Oxyspirura octopapillata Caballero, 1942 (Tables 1-2, Figs. 1-2)

Description based on four males and five females. Nematodes with approximately the same width along the body, slightly attenuated at anterior end and pointed at posterior end. Males slightly shorter than females, with a spiral pointed tail. Males and females exhibited cervical alae extending approximately to the level of the nerve ring. Mouth terminal. Buccal capsule divided into an anterior part wider (0.028-0.052) than the posterior one (0.014-0.023). Esophagus slightly divided into anterior muscular and posterior glandular portions. Muscular portion 0.11-0.23 long in males and 0.2-0.31 in females. Glandular portion 0.86-0.92 long in males and 0.89-1.18 in females. Excretory pore not observed.

Males with two unequal and dissimilar spicules, both transversely striated, being the right spicule shortest, straight and robust, and the left spicule as the longest, curved and thin. Average spicular length ratio of 1: 2.6. Gubernaculum weakly sclerotized observed in only one male. Caudal papillae arranged in nine precloacal symmetrical pairs, and eight postcloacal pairs, with the first three pairs slightly asymmetrical and the remaining five symmetrical.

In the Neotropical realm, 19 species of *Oxyspirura* are known parasitizing avian hosts (Jairapuri and Siddiqi, 1967; Baruš, 1968; Guerrero, 1969; Oliveira-Rodrigues, 1978; Vicente *et al.*, 1995). Among them, eight species have a buccal capsule divided into an anterior part wider than the posterior one, like the specimens here studied: *O. cephaloptera* (Molin, 1860) Stossich, 1897 reported parasitizing Coraciiformes

and Passeriformes from Brazil (Oliveira-Rodrigues, 1978), *O. chauvancyi* Díaz Ungría, 1963 described parasitizing Passeriformes from French Guiana (Díaz Ungría, 1963), *O. diazungriai* Guerrero, 1969 and *O. guriensis* Guerrero, 1969 in Galliformes and Coraciiformes, respectively from Venezuela (Guerrero, 1969), the cosmopolitan species *O. mansoni* (Cobbold, 1879) Ransom, 1904 reported in numerous wild and domestic birds (Oliveira-Rodrigues, 1978), *O. navali* Caballero, 1936 described parasitizing Accipitriformes from Mexico (Caballero, 1936), *O. octopapillata* Caballero, 1942 reported parasitizing Accipitriformes, Falconiformes and Caprimulgiformes from Brazil, Mexico and Cuba (Caballero, 1942; Ybarra, 1948; Baruš, 1968; Vicente *et al.*, 1995), and *O. tanasijtchuki* (Skrjabin, 1916) Oliveira-Rodrigues, 1964 reported in Passeriformes from Paraguay (Cram, 1927).

The specimens here studied can be differentiated from seven of the eight species previously mentioned in the Neotropical realm by the spicular ratio and number of caudal papillae in males. *Oxyspirura cephaloptera* possesses a spicular ratio of 1: 5, seven precloacal pairs and six postcloacal pairs of caudal papillae (Oliveira-Rodrigues, 1978). *Oxyspirura chauvancyi* has a spicular ratio of 1: 13, three precloacal pairs, one adcloacal pair, and two postcloacal pairs of caudal papillae (Díaz-Ungría, 1963). *Oxyspirura diazungriai* possesses a spicular ratio of 1: 14.5, three precloacal pairs, one adcloacal pair, and two postcloacal pairs of caudal papillae (Guerrero, 1969). *Oxyspirura guriensis* has a spicular ratio of 1: 15.5, three precloacal pairs, one adcloacal pair, and two postcloacal pairs of caudal papillae (Guerrero, 1969). *Oxyspirura navali* possesses a spicular ratio of 1: 1.85, two precloacal pairs, and six postcloacal pairs of caudal papillae (Caballero, 1936).

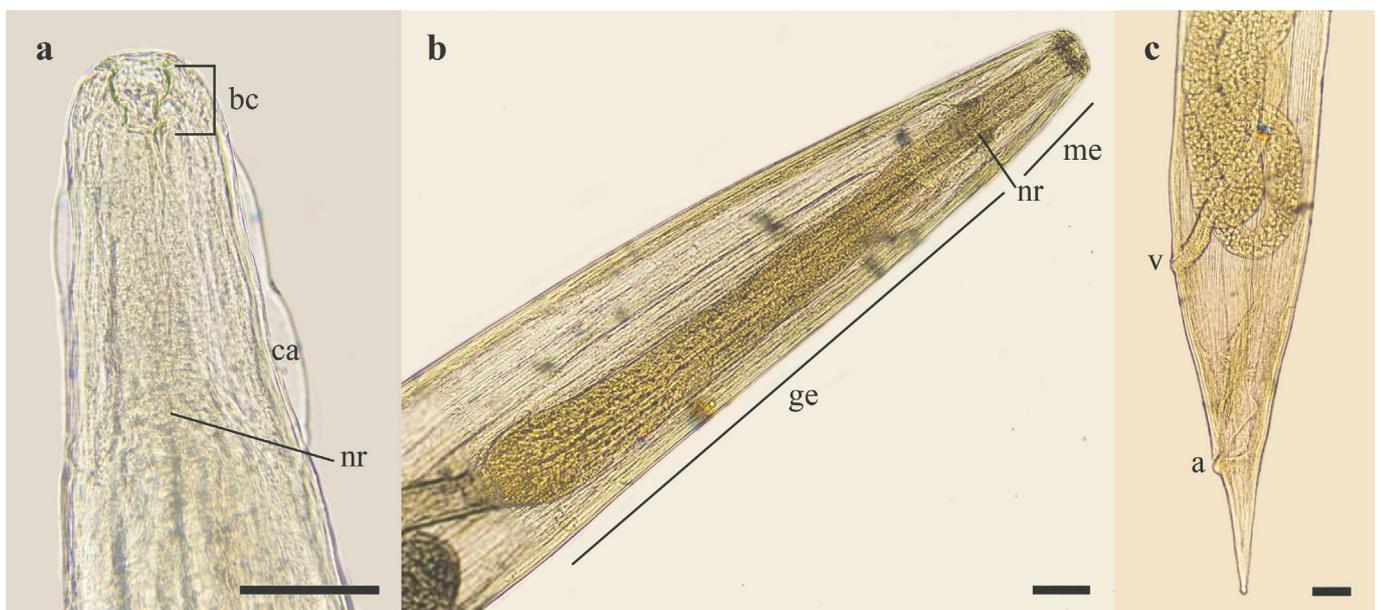


Figure 1. Female of *Oxyspirura octopapillata*. a) Dorsal view of anterior end showing buccal capsule (bc), nervous ring (nr) and cervical alae (ca). b) Lateral view of anterior end showing muscular esophagus (me) and glandular esophagus (ge). c) Lateral view of posterior end showing vulva (v) and anus (a). Scale bars 100 μ .

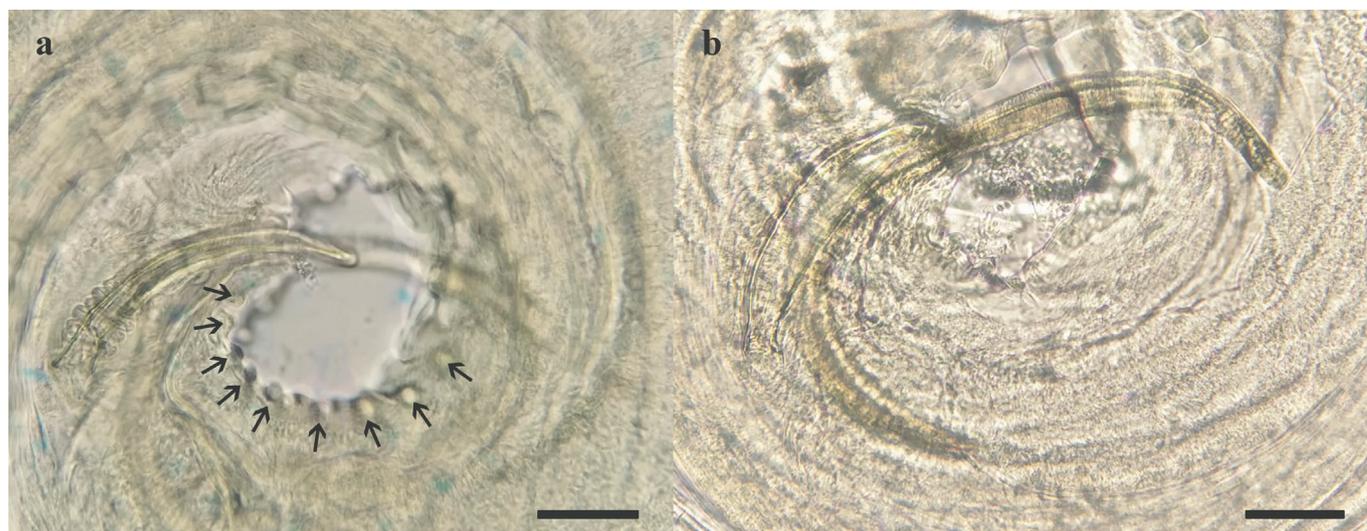


Figure 2. Posterior end of *Oxyspirura octopapillata* male. a) Right spicule and precloacal papillae. The arrows indicate the precloacal papillae. b) Left spicule. Scale bars 50 μ .

Oxyspirura tanasijtchuki has a spicular ratio similar to specimens here studied (1: 2.4), but possesses five precloacal papillae (2 symmetrical pairs and one fifth isolated papilla) and seven postcloacal caudal papillae (1 symmetrical pair and 5 asymmetrical papillae) (Cram, 1927). *Oxyspirura mansonii* possesses a spicular ratio of 1: 15, four precloacal pairs, one adcloacal pair, and four postcloacal pairs of caudal papillae (Guerrero, 1969, Oliveira-Rodrigues, 1978).

The specimens here studied have a similar spicular ratio and number of caudal papillae that the eighth species, *O. octopapillata*. Also, the specimens recovered from *S. parvula* possess morphological and morphometric characters similar to those described

by Caballero (1942), Ybarra (1948), and Baruš (1969) for this species (Tables 1-2).

Eyeworms belonging to the genus *Oxyspirura* are heteroxenous nematodes found in a wide variety of wild and domestic birds. These nematodes are usually found on the eye surface, under the nictitating membrane, as well as in the lacrimal ducts and other eye glands. The adults of *Oxyspirura* spp. deposit the eggs, which together with lacrimal secretions follow the tear ducts to the mouth where they are swallowed and eliminated through the feces. The eggs are ingested by cockroaches, crickets or grasshoppers that act as intermediate hosts (Anderson, 2000; Kalyanasundaram et al., 2019).

Table 1. Comparative morphometric data for females of *Oxyspirura octopapillata* in different hosts and localities. Measurements in mm, unless otherwise stated.

| Source | Present study | Caballero (1942) | Ybarra (1948) | Baruš (1969) |
|--------------------------------|--|--|--|---|
| Country | Argentina | Mexico | Mexico | Cuba |
| Hosts | <i>Setopagis parvula</i> (Gould) (Caprimulgidae) | <i>Caracara plancus cheriway</i> (Jacquin) (Falconidae)* | <i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin) (Caprimulgidae) | <i>Caracara plancus audubonii</i> (Cassin) (Falconidae)** |
| Body length | 15.1-18 | 18.9 | 17.5-18 | 14.77 |
| Body width | 0.400-0.484 | 0.520 | 0.380 | 0.480 |
| Buccal capsule depth | 0.040-0.053 | 0.041 | 0.045 | 0.039 |
| Buccal capsule width | 0.038-0.042 | 0.037 | 0.038 | 0.035 |
| Nerve ring (d _{fae}) | 0.22-0.37 | 0.266 | 0.220 | 0.269 |
| Esophagus total length | 1.2-1.375 | 1.36 | 1.4 | 1.35 |
| Muscular esophagus width | 0.048-0.067 | 0.049 | 0.046 | 0.058 |
| Glandular esophagus width | 0.100-0.154 | 0.072 | 0.165 | 0.160 |
| Vulva (d _{fpe}) | 0.532-0.992 | 1.140 | 0.980 | 0.949 |
| Anus (d _{fpe}) | 0.107-0.410 | 0.440 | 0.460 | 0.409 |
| Eggs (μ) | 40-58 x 20-33 | 53-57 x 29-33 | 49-53 x 30-32 | 40-46 x 25-27 |

*cited as *Polyborus cheriway*, **cited as *Polyborus cheriway audubonii*. Abbreviations: d_{fae}- distance from anterior end; d_{fpe}- distance from posterior end.

Table 2. Comparative morphometric data for males of *Oxyspirura octopapillata* in different hosts and localities. Measurements in mm.

| Source | Present study | Caballero (1942) | Ybarra (1948) |
|--------------------------------|--|--|---|
| Country | Argentina | Mexico | Mexico |
| Hosts | <i>Setopagis parvula</i> (Gould) (Caprimulgidae) | <i>Caracara plancus cheriway</i> (Jacquin) (Falconidae)* | <i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin) (Caprimulgidae) |
| Body length | 11.7-13.6 | 13.54 | 15.8-16.5 |
| Body width | 0.330-0.420 | 0.400 | 0.300-0.340 |
| Buccal capsule depth | 0.036-0.048 | 0.037** | 0.045 |
| Buccal capsule width | 0.028-0.052 | 0.029 | 0.035 |
| Nerve ring (d _{fae}) | 0.100-0.257 | 0.217 | 0.250-0.260 |
| Esophagus total length | 0.970-1.15 | 1.266 | 1.35 |
| Muscular esophagus width | 0.043-0.055 | 0.053 | 0.057 |
| Glandular esophagus width | 0.106-0.120 | 0.164 | 0.180-0.190 |
| Left spicule length | 0.310-0.490 | 0.462 | 0.418 |
| Right spicule length | 0.110-0.190 | 0.195 | 0.205 |
| Spicular length ratio | 1: 2.30-1: 2.90 | 1: 2.75 | 1: 2.04 |
| Caudal papillae | 9 pairs precloacal 8 pairs postcloacal | 9 pairs precloacal 8 pairs postcloacal | 9 pairs precloacal 1 pair adcloacal 7 pairs postcloacal |

*cited as *Polyborus cheriway*. **erroneously reported as 0.37 mm. Abbreviations: d_{fae}- distance from anterior end.

Eyeworms, such as *O. petrowi*, negatively impact ocular tissues by causing inflammation of the lacrimal ducts, keratitis and lesions on the Harderian glands. In time, the adenitis would likely result in gland atrophy and fibrosis. These conditions cause a deficiency in tear production called keratoconjunctivitis sicca, which is commonly known as “dry eye”. This condition could cause corneal lacerations, reduced vision and decreased survival (Dunham *et al.*, 2016).

This is the first report of the genus *Oxyspirura* in Argentina, and the first parasitological study of *S. parvula* in Argentina.

The authors express their gratitude to Francisco and Carlos Montoya during their stay in Formosa Province. We also thank Agustín Abba and Luis Pagano for their assistance in collecting the host.

This work was supported by Universidad Nacional de La Plata (11/N979).

LITERATURE CITED

Anderson, R. C. (2000). Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission. 2nd Edition. Wallingford, Oxford, United Kingdom: CAB International.

Baruš, V. (1968). Parasitic nematodes of birds of the family Icteridae (Passeriformes) in Cuba. Folia Parasitologica, 15, 131-146.

Baruš, V. (1969). Nematodes Parasitic in birds of Cuba. Acta societatis zoologicae Bohemoslovaca, 33, 193-210.

Caballero y C., E. (1936). Contribución al conocimiento de los nematodos de las aves de México III. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, 7, 469-475.

Caballero y C. E. (1942). Nematodos de las aves de México IX. Descripción de una nueva especie del género *Oxyspirura* y consideraciones acerca de las especies mexicanas ya conocidas. Anales del Instituto de Biología, Serie Zoológica, 13, 527-532.

Cram, E. B. (1927). Bird parasites of the nematode suborders Strongylata, Ascaridata and Spirurata. Bulletin United States National Museum, 140, 1-465.

Chabaud A. G. (1975). Keys to genera of the order Spirurida. Part. I. Camallanoidea, Dracunculoidea, Gnathostomatoidea, Physalopteroidea, Rictularioidea and Thelazioidea. In: R. C. Anderson, A. G. Chabaud, and S. Willmott (Eds.). CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates (334-360). Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux.

Díaz-Ungría, C. (1963). Nematodes parásitos colectados por la misión Chauvancy en Guyana Francesa. Bulletin du Muséum National d’Histoire Naturelle, 2° Série, 4, 441-453.

Dunham, N. R., Reed, S., Rollins, D. and Kendall, R. J. (2016). *Oxyspirura petrowi* infection leads to pathological consequences in Northern bobwhite (*Colinus virginianus*). International Journal for

- Parasitology: Parasites and Wildlife, 5, 273-276.
- Georgiev, B. B. and Vaucher, C. (2003). Revision of the Metadilepididae (Cestoda: Cyclophyllidea) from Caprimulgiformes (Aves). *Revue Suisse de Zoologie* 110 (3): 491-532.
- Guerrero, R. (1969). Contribución al conocimiento del género *Oxyspirura* Drasche in Stossich, 1897, con descripción de dos especies nuevas (Nematoda, Spirurida, Thelaziidae). *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 29 (82), 84-101.
- Jairapuri, D. S. and Siddiqi, A. H. (1967). A Review of the Genus *Oxyspirura* Drasche in Stossich, 1879 (Nematoda: Thelaziidae) with descriptions of fourteen new species. *Journal of Helminthology*, 4, 337-363.
- Kalyanasundaram, A., Brym, M. Z., Blanchard, K. R., Henry, C., Skinner, K., Henry, B. J., Herzog, J., Hay, A. and Kendall, R. J. (2019). Life-cycle of *Oxyspirura petrowi* (Spirurida: Thelaziidae), an eyeworm of the northern bobwhite quail (*Colinus virginianus*). *Parasites & Vectors*, 12, 555.
- Oliveira-Rodrigues, H. (1978). Estudo das espécies da subfamilia Oxyspirurinae Yamaguti, 1961 referidas para o Brasil (Nematoda, Spiruroidea) (Tese de Mestrado). UFRJ.
- Vicente, J. J., Oliveira Rodrigues, H., Corrêa Gomes, D. and Magalhães Pinto, R. (1995). Nematóides do Brasil. Parte IV: Nematóides de Aves. *Revista Brasileira de Zoologia* 12 (Supl. 1), 1-273.
- Ybarra, G. A. (1948). Estudio monográfico de nematodos parásitos de las aves de México (Tesis). Universidad Nacional Autónoma de México.

Recibido: 29 de Agosto de 2024

Aceptado: 30 de septiembre de 2024



PRIMERA REUNIÓN ACADÉMICA SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS PARASITOSIS INTESTINALES

Desafíos y compromisos para abordar las parasitosis intestinales en Argentina

Durante los días miércoles 14 y jueves 15 de agosto de 2024 se llevó a cabo la “Primera Reunión Académica sobre la Situación Actual de las Parasitosis Intestinales”, en el Salón Auditorio del Instituto Nacional de Parasitología “Dr. Mario Fatała Chaben” (INP), ubicado en el 4to. piso de la histórica y prestigiosa institución de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Se trató de una iniciativa conjunta entre el Instituto Nacional de Parasitología “Dr. Mario Fatała Chaben” y la oficina de la OPS/OMS en Argentina, que surgió con el propósito de abordar de manera integral la problemática de los geohelminths y otros parásitos intestinales en el ámbito nacional. La modalidad del encuentro fue diseñada y ejecutada en colaboración con el Laboratorio de Inmunoparasitología (LAINPA-FCV-UNLP). Se convocó a especialistas y referentes de diversas provincias, tanto de la salud pública como del área académico-científica. El objetivo fue establecer acuerdos sobre la sistematización, actualización y circulación de la información existente de estas enfermedades, aportando así al diseño de estrategias de intervención que permitan reducir el impacto de estas infecciones en nuestro país.

Con la apertura formal a cargo de autoridades de OPS, del Ministerio de Salud de Nación y del INP, se dio inicio al encuentro. La metodología empleada consistió



en la organización de Mesas de trabajo, donde se realizaron discusiones en grupos sobre los siguientes ejes temáticos: ‘Estado de Situación de las Parasitosis Intestinales’, ‘Gestión y Comunicación de Resultados’, y ‘Trabajo Interinstitucional’. Para cada eje se trabajó en el estado actual de la problemática, las dificultades encontradas y las posibles soluciones. El intercambio fue dinámico, ágil y enriquecedor para los participantes, quienes contaron con la asistencia de un moderador y un encargado de anotar las conclusiones por mesa de trabajo. Los asistentes aportaron sus experiencias, conocimientos y reflexiones, que se volcaron en mapas conceptuales sobre soporte papel. La información





elaborada fue expuesta y discutida en una reunión plenaria, de la cual surgieron los contenidos, que fueron utilizados como insumo para la elaboración de un acta de compromisos (ver código QR), que refleja los acuerdos y objetivos a cumplir por los y las especialistas convocados y signatarios del acuerdo.

El encuentro fue dinámico, cómodo, ameno y enriquecedor. Como corolario del mismo, los y las participantes de la Reunión se constituyeron en el Consejo Argentino de Parasitosis Intestinales (CAPI), que llevará a cabo este tipo de encuentros periódicamente para evaluar avances y dificultades en el plan propuesto. Se planea realizar la próxima reunión en Iguazú, Misiones, en mayo de 2025 durante el X Congreso Argentino de Parasitología. Creando acuerdos y estableciendo estrategias se sentaron las bases para una colaboración sostenida en la lucha contra las infecciones intestinales en la Argentina. Celebramos este tipo de iniciativas ya que entendemos que la comunicación y el abordaje multidisciplinario e interinstitucional son claves para encontrar soluciones que puedan sostenerse en el tiempo.

Sergio Bontti

Laboratorio de Referencia de Enfermedades Transmisibles, Ministerio de Salud Mendoza; INBIOMED-UM, Facultad de Ciencias Médicas Universidad de Mendoza, Argentina.
sergio.bontti@um.edu.ar

Gustavo Viozzi

Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente INIBIOMA (CONICET-UNCo), Argentina.
gviozzi@gmail.com

María Soledad Santini

Instituto Nacional de Parasitología "Dr. Mario Fatala Chaben" (INP) ANLIS-Malbrán; CONICET, Argentina.
mariasoledadsantini@gmail.com

Andrea Servián

Instituto Nacional de Parasitología "Dr. Mario Fatala Chaben" (INP) ANLIS-Malbrán, Argentina.
servianandrea3@gmail.com

Acta de compromisos:



Nematodes Trichostrongylina parásitos de roedores sigmodontinos de la Cuenca del Plata argentina: aspectos taxonómicos, ecológicos y patrones de distribución parásito-hospedador

Paula Carolina Serrano (pserrano@fcnym.unlp.edu.ar)

Título obtenido: Doctora en Ciencias Naturales

Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

Fecha de defensa: 11 de julio de 2024

Directora de Tesis: Dra. María Celina Digiani

Miembros del Tribunal Evaluador: Dra. Juliana Notarnicola, Dr. Rubén D. Tanzola y Dra. Graciela T. Navone.

RESUMEN: El objetivo de la Tesis fue abordar de manera integral el estudio de los nematodos Trichostrongylina que parasitan a los roedores Sigmodontinae (Rodentia: Cricetidae) de la Cuenca del Plata argentina, priorizando los estudios taxonómicos y de diversidad, que junto al enfoque ecológico contribuyan a interpretar los factores que influyen en su distribución geográfica y hospedatoria. El área de estudio forma parte de la Cuenca del Plata y abarcó 31 localidades de siete provincias y siete ecorregiones. Se trabajó con infracomunidades de Trichostrongylina provenientes de 654 roedores sigmodontinos pertenecientes a 13 especies de las tribus Akodontini, Oryzomyini y Phyllotini colectados entre los años 1999 y 2021 en el marco de distintos proyectos de investigación.

En total, se contabilizaron 27.114 nematodos y se identificaron 18 especies pertenecientes a la subfamilia Nippostrongylinae (Heligmosomoidea, Heligmonellidae) de los géneros *Guerrerostrongylus* (*G. ulysi*, *G. zeta*), *Hassalstrongylus* (*H. argentinus*, *H. dollfusi*, *H. hoineffae*, *H. mazzai*, *Hassalstrongylus* n. sp.), *Mazzanema* (*M. fortuita*, *Mazzanema* n. sp.), *Stilestrongylus* (*S. aculeata*, *S. azarai*, *S. flavescens*, *S. freitasi*, *S. kaaguyporai*, *S. lanfrediae*, *S. stilesi*), *Suttonema* (*Su. delta*) y *Trichofreitasia* (*T. lenti*). Para cada taxón se proporcionó una descripción morfológica, tabla de medidas estándares, mapa de distribución geográfica y hospedatoria, registros de coparasitismo y un análisis estadístico de variables morfométricas. Además, se aportó la primera caracterización molecular e hipótesis filogenéticas para *G. zeta*, *S. aculeata*, *S. azarai*, *S. flavescens*, *S. lanfrediae* y *S. stilesi*.

Todas las especies hospedadoras albergaron al menos una especie de Trichostrongylina. La prevalencia total fue de 71% y la intensidad media total de 57. Las especies de la tribu Oryzomyini presentaron los mayores valores de riqueza específica parasitaria y diversidad, independientemente de la amplitud de su distribución geográfica. Además, mostraron una marcada predisposición al poliparasitismo. Las ecorregiones Chaco Húmedo y Delta e islas del Paraná presentaron la mayor diversidad y riqueza de especies parásitas, posiblemente impulsadas por la abundancia de especies hospedadoras presentes, mientras que Esteros del Iberá y Espinal se distinguen por su baja diversidad y por la ausencia de especies de nippostrongilinos compartidas entre las distintas especies hospedadoras.

Se registraron nippostrongilinos por primera vez en *Holochilus vulpinus*, *Oligoryzomys fornesi*, *Calomys callidus* y *Necromys obscurus*, y 17 nuevos registros hospedatorios: seis en *O. fornesi*, tres en *H. vulpinus*, dos en *Oligoryzomys flavescens* y *Oligoryzomys nigripes* y uno en *C. callidus*, *Calomys callosus*, *Necromys lasiurus* y *N. obscurus*. El análisis de datos morfométricos demostró la heterogeneidad intraespecífica de estos caracteres, sobre todo los de estructuras blandas del extremo anterior (por ejemplo, la posición del anillo nervioso, del poro excretor y de los deiridos). Para la mayoría de las especies estudiadas, no hubo asociación de la heterogeneidad morfométrica con variaciones en la morfología. En el caso de *S. stilesi*, en cambio, se describieron cuatro morfotipos, cada uno asociado a una especie hospedadora que presentaron diferencias en caracteres diagnóstico-específicos, requiriendo del aporte de otro tipo de evidencia para clarificar el estatus de los mismos.

El registro de la variabilidad morfológica y morfométrica de las especies estudiadas llevó a proponer la revisión del estatus taxonómico de *Hassalstrongylus puntanus* (posible sinónimo junior subjetivo de *H. hoineffae*), *Stilestrongylus franciscanus* (= *S. flavescens*), *Stilestrongylus oryzomyi* (= *S. azarai*), *Stilestrongylus rolandoi* (= *S. kaaguyporai*) y *Guerrerostrongylus uruguayensis* (= *G. zeta*).

Los análisis filogenéticos recuperan en un clado monofilético a los nippostrongilinos argentinos en general y al género *Stilestrongylus* en particular. También se sumó evidencia para la reubicación del género *Vexillata* dentro de la familia Heligmonellidae.

Para todos los nippostrongilinos que se encontraron parasitando a más de una especie hospedadora, se reconoció la existencia de hospedadores principales y auxiliares teniendo en cuenta la magnitud relativa de los valores de prevalencia, intensidad y proporción de individuos. Queda demostrado que el coparasitismo entre especies de nippostrongilinos es algo habitual, destacándose la coocurrencia significativa de especies en la comunidad de *H. chacarius* (*H. argentinus*, *H. mazzai*, *M. fortuita*, *S. stilesi* morfotipo 1), en las de *O. nigripes* y *O. flavescens* entre dos de sus especies dominantes (*G. zeta*, *S. flavescens*) y en la de *A. montensis* (*T. lenti*, *S. aculeata*). Se elaboraron mapas de distribución geográfica del parásito junto a la de sus hospedadores principales que permitieron identificar la existencia de restricciones ambientales en las distribuciones de algunos de ellos.

Los resultados de este trabajo demuestran que la distribución geográfica de las especies de nippostrongilinos está determinada no solo por la presencia y abundancia de los hospedadores principales, sino que además se encuentra restringida a áreas geográficas con condiciones ambientales propicias para el desarrollo del ciclo de vida de estos parásitos. Además, permitieron relacionar a los ambientes más alterados con una menor diversidad de helmintos y con una menor estabilidad de la red parásito-hospedador lo que dificultaría la transmisión de las especies de helmintos entre hospedadores.

Este estudio proporciona un entendimiento más completo de los Trichostrongylina que parasitan a los roedores Sigmodontinae, al mismo tiempo que destaca la importancia de ampliar la recolección de muestras, tanto en términos de especies hospedadoras como de áreas geográficas, para lograr una caracterización más exhaustiva de su diversidad y

El Equipo Editorial de la Revista Argentina de Parasitología expresa su agradecimiento a los expertos que actuaron como revisores de manuscritos en los últimos dos números de la revista. Muchas gracias por su generosa contribución a la calidad científica de los artículos.

Alejandra Concepción Gutiérrez. Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Ana Laura Carbajal. Centro Nacional de Diagnóstico e Investigación en Endemo-epidemias, Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud "Dr. Carlos G. Malbran", Buenos Aires, Argentina.

Andrea Dellarupe. Laboratorio de Inmunoparasitología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata.

Catalina Muñoz San Martín. Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Bernardo O'Higgins, Chile.

Cynthia González. Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Elisa Helman. Laboratorio de Inmunoparasitología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata.

Ezequiel Palumbo. Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Juliana Notarnicola. Instituto de Biología Subtropical, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Misiones, Argentina

María Federica Sagües. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

María Virginia Fernández. Centro de Ecología Aplicada del Litoral, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

Pablo Oyarzún Ruiz. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción, Chile.

Silvana Scarcella. Centro de Investigación Veterinaria de Tandil, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Sofía Capasso. Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, España.

Del mismo modo, el equipo editorial agradece a todos los autores por considerar a la Revista Argentina de Parasitología como vehículo para sus publicaciones.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

REVISTA ARGENTINA DE PARASITOLOGÍA

(Órgano de difusión científica de la Asociación Parasitológica Argentina)

ISSN 2313-9862

La *Asociación Parasitológica Argentina (APA)* es una Institución Científica sin fines de lucro con Personería Jurídica (Folio de Inscripción 24264, Resolución DPPJ: 0113) y es Miembro de la World Federation of Parasitologists (WFP) y de la Federación Latinoamericana de Parasitología (FLAP). Su objetivo es reunir a la comunidad científica interesada en el estudio y en el desarrollo de la Parasitología en las distintas disciplinas que estudian a los parásitos tales como Medicina, Bioquímica, Veterinaria y Biología, propiciando su permanente contacto y comunicación y promocionando reuniones periódicas, conferencias, foros de discusión, cursos, simposios y talleres.

La *Revista Argentina de Parasitología (RAP- abreviatura Rev. Arg. Parasitol.)*, órgano oficial de difusión científica de la Asociación Parasitológica Argentina, tiene el objetivo de difundir trabajos científicos relacionados con la Parasitología en todas sus Áreas. Procura de este modo, generar un espacio donde se den a conocer los avances de las diferentes líneas de investigación a nivel nacional e internacional, y se propicien los intercambios de experiencias de trabajo. De esta manera contribuye a la promoción, la difusión y el asesoramiento referidos a aspectos de su competencia: *propiciar un enfoque multidisciplinario de la Parasitología en nuestro país y para todo el mundo.*

Se reciben artículos científicos en todos los campos teóricos y aplicados de la Parasitología. Los manuscritos, en español o inglés, son sometidos a evaluación de pares con la modalidad doble ciego, participando un sistema de Editores Asociados y revisores especialistas de reconocida trayectoria nacional e internacional en la temática pertinente.

La revista es semestral, de publicación gratuita, de acceso abierto y se descarga a través de la página: www.revargparasitologia.com.ar o bien de la web de la APA: www.apaargentina.org.ar

La Revista Argentina de Parasitología se sostiene con fondos de la APA, los cuales provienen principalmente del pago de cuotas societarias. De este modo, si bien no es condición para publicar, invitamos a todos los autores a formar parte de la Asociación.

1. CONTENIDO

34 La Revista Argentina de Parasitología considera

cuatro tipos principales de manuscritos: artículos originales, artículos de revisión, notas cortas y casos clínicos/reportes de casos. También publica, en la medida de la disponibilidad, otras contribuciones como reseñas de libros y/o eventos científicos, resúmenes de tesis y cartas al editor.

2. ASPECTOS GENERALES

El texto deberá ser escrito en formato Word, en letra Times New Roman, tamaño 12, interlineado doble, hoja A4, márgenes de 2,5 cm, sin justificar, incorporando números de líneas en forma continua y números de página en el margen inferior derecho en forma consecutiva. Los párrafos deben comenzar con tabulaciones de un centímetro.

Los nombres científicos de géneros y especies deben escribirse en cursiva. Las especies se escriben como binomio completo solamente la primera vez que se usan en cada sección, luego se abreviará el nombre genérico. El autor y el año de cada taxón parásito (sólo autor en el caso de los hospedadores) deben ser escritos únicamente la primera vez que se mencionan y se deberán incluir los nombres vulgares de los hospedadores.

En el texto, figuras y tablas se debe utilizar el sistema métrico decimal para la indicación de las medidas y grados Celsius para las temperaturas. Los números entre uno y nueve deben escribirse en letras. El tiempo de reloj se designará en el sistema de 24 horas. Para los puntos cardinales se utilizarán las iniciales N, S, E, O y sus combinaciones. Las coordenadas geográficas se emplearán de acuerdo al sistema sexagesimal.

Las diferentes expresiones latinas, (por ejemplo *et al.*, *sensu*) se escribirán en cursiva.

No se aceptarán notas al pie de página.

3. ESTRUCTURA DE LOS MANUSCRITOS

Primera página

Deberá contener:

Título: se escribirá alineado a la izquierda sin justificar, en minúscula con negrita. Se recomienda incluir entre paréntesis la filiación taxonómica de la o las especies estudiadas.

Título en inglés: se escribirá saltando un renglón alineado a la izquierda sin justificar, en minúscula con negrita.

Título abreviado: se incluirá salteando un renglón con una extensión no mayor de 50 caracteres.

Título abreviado en inglés: se incluirá salteando un renglón.

Autores: dejando un renglón, se escribirán apellido seguido de nombres completos de los autores indicando con superíndice numérico, la filiación y dirección laboral. El nombre del autor para correspondencia deberá estar indicado además con asterisco como superíndice.

Filiación y dirección laboral del autor para correspondencia: se escribirá dejando un renglón y debe incluir la sección o departamento de la institución, nombre completo de la institución, dirección postal, localidad, país y correo electrónico.

Segunda página y siguientes:

-RESUMEN/ABSTRACT

Los manuscritos en español o inglés deben incluir un RESUMEN (en español) y un ABSTRACT (en inglés), seguido cada uno de ellos de Palabras Clave (en español) y Keywords (en inglés).

El resumen/abstract no sobrepasará las 300 palabras. Debe especificar claramente los objetivos, materiales y métodos, los resultados sobresalientes y las principales conclusiones.

Las palabras clave/key words, separadas por comas, no deben ser más de cinco por idioma, y deben ser indicativas del contenido del manuscrito (preferentemente palabras que no estén en el título ni en el resumen).

-Cuerpo del texto

Los artículos originales no deberán superar las 12000 palabras, los artículos de revisión las 15000 palabras, mientras que las notas cortas y casos clínicos/reportes de casos, las 3000 palabras.

Artículos originales

El manuscrito se dividirá en las siguientes secciones: INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSIÓN, AGRADECIMIENTOS (si corresponde) y LITERATURA CITADA. Estos títulos se escribirán en mayúsculas y en negrita. Pueden emplearse subtítulos en minúscula y negrita, sin punto final y deberá escribirse en el renglón siguiente.

Artículos de revisión

Las revisiones corresponden a actualizaciones o consensos de grupos de trabajo acerca de temas de interés parasitológico en el ámbito regional o internacional. Sus autores deben ser especialistas en la temática y el texto debe incluir una revisión bibliográfica amplia y actualizada. No podrán exceder las 15000 palabras, y podrán incluir hasta 8 tablas o figuras y no más de 100 citas bibliográficas.

Casos clínicos/reportes de casos

Corresponden a resultados diagnosticados en pacientes con enfermedades parasitarias inusuales, con hallazgos patológicos novedosos o con nuevas asociaciones en procesos de una enfermedad, entre otros. El RESUMEN no debe exceder las 250 palabras. Debe incluir una INTRODUCCIÓN, la descripción del CASO y DISCUSIÓN. El cuerpo del texto no podrá exceder las 3000 palabras y no deberá tener más de 15 referencias ni más de dos Tablas y dos Figuras.

Notas cortas

Corresponden a novedades taxonómicas, biogeográficas u hospedatorias. El RESUMEN no debe exceder las 250 palabras. Se conservará el mismo orden que para los artículos sin colocar los subtítulos. El cuerpo del texto no podrá exceder las 3000 palabras y no deberá tener más de 15 referencias ni más de dos Tablas y dos Figuras.

-AGRADECIMIENTOS

No deben figurar abreviaturas/títulos tales como Lic., Dr., Sr., Prof., Srta., etc.

-FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Los autores deberán proporcionar toda la información acerca de las fuentes de financiamiento que cubrieron los costos de la investigación.

-CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores deben declarar si existen o no conflictos de interés.

-LITERATURA CITADA

Todas las referencias deben estar citadas según normas APA (American Psychological Association, 6 ° Edición).

-En el texto:

Un autor: (Ostrowski de Nuñez, 1994)

Dos autores: (Price y Gram, 1997)

Tres o más autores: (Costamagna *et al.*, 2012)

Cuando se citen dos o más referencias realizadas por diferentes autores se ordenarán cronológicamente, siempre separadas por punto y coma (García *et al.*, 2010; Pérez y Williams, 2011; Rey, 2015).

Las citas de un mismo año se ordenarán alfabéticamente (Martínez, 1999; Ramírez *et al.*, 1999; Saúl y Arteg, 1999).

En el caso de haber dos o más referencias del mismo autor se separarán las citas por comas en orden cronológico (Gallo-Fernández, 2008, 2009, 2011).

No se deben citar trabajos no publicados tales como trabajos en prensa, resúmenes de congreso o tesis de grado.

-En las referencias bibliográficas:

Las citas bibliográficas deberán llevar sangría francesa, siempre se ordenarán alfabéticamente por el apellido del primer autor, se escribirán los apellidos completos de todos los autores y se colocarán al final del documento:

-Artículos:

Un autor: Stromberg Bert, E. (1997). Environmental factors influencing transmission. *Veterinary Parasitology*, 72, 247-264.

Dos autores: García, J. J. y Camino, N. B. (1987). Estudios preliminares sobre parásitos de anfípodos (Crustacea: Malacostraca) en la República Argentina. *Neotrópica*, 33, 57-64.

Tres autores o más: Messick, G. A., Overstreet, R. M., Nalepa, T. F. y Tyler, S. (2004). Prevalence of parasites in amphipods *Diporeia* spp. from Lakes Michigan and Huron, USA. *Diseases of Aquatic Organisms*, 59, 159-170.

Varias citas del mismo autor, primero se ordenarán en las que aparece como único autor y según el año de publicación. Si hubiere más de un autor se ordenarán alfabéticamente por el segundo autor y, si éste coincide, por el tercero y así sucesivamente. Si coinciden todos los autores, se ordenará por año de publicación en orden creciente.

-Libros:

Atkinson, C. T., Thomas, N. J. y Hunter, D. B. (2008). *Parasitic Diseases of Wild Birds*. New York: Wiley-Blackwell Publishing.

Capítulos de libros:

Cicchino, A. C., Castro, D. C. (1998). Amblycera. En J. J. Morrone, y S. Coscarón (Eds.). *Biodiversidad de artrópodos argentinos. Una perspectiva biotaxonomica* (84-103). La Plata: Ediciones Sur.

-Tesis:

Zonta, M. L. (2010). Crecimiento, estado nutricional y enteroparasitosis en poblaciones aborígenes y cosmopolitas: los Mbyá guaraní en el Valle del arroyo Cuña Pirú y poblaciones aledañas (Misiones) (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

-Páginas web:

Kern Jr., W. H. (2003). *Pseudolynchia canariensis* (Macquart) (Insecta: Hippoboscidae). Recuperado de http://creatures.ifas.ufl.edu/livestock/pigeon_fly.htm. Último acceso 15 abril 2012.

-TABLAS Y FIGURAS

Las tablas y las figuras deben indicarse en el texto, entre paréntesis, del siguiente modo (Fig.) o (Figs.) y (Tabla) o (Tablas), respectivamente. Las leyendas deben ser autoexplicativas. Todas deben estar numeradas en formato arábigo de manera consecutiva.

Tanto las leyendas de las figuras como la de las Tablas deben ser incluidas al final del cuerpo principal del manuscrito. Las abreviaturas o símbolos utilizados deben ser explicados en la leyenda correspondiente.

En las tablas no se deben usar líneas verticales, sólo horizontales y no se aceptarán palabras escritas en mayúscula ni en negrita. Los archivos deben enviarse separados en formato Word o Excel.

Las figuras pueden incluir fotos, dibujos, radiografías, gráficos y mapas. Deben ser numeradas en formato arábigo de manera consecutiva, y se sugiere, cuando corresponda, agrupar las figuras en láminas, en este último caso cada figura debe ser indicada con letras minúsculas. Si corresponde, las figuras deben ubicar la barra de la escala en la esquina inferior derecha. En el caso de los mapas deben tener indicados también las Coordenadas y el Norte geográfico. Las figuras deben enviarse en formato JPG o TIFF con una resolución no menor a 400 dpi. El ancho máximo no debe superar los 18 cm y el largo máximo, no debe superar los 24 cm.

4. OTROS CONTENIDOS**Reseñas de libros y/o eventos científicos**

Estas reseñas corresponden a comentarios de libros y eventos científicos en el ámbito de la Parasitología que por su novedad y actualidad sean de interés para los lectores de la RAP. Se publicarán hasta dos reseñas de libros y/o de eventos científicos por número. Las mismas deberán tener entre 400 y 700 palabras debiéndose incluir foto de la tapa del libro o de algún aspecto de la reunión, respectivamente.

Resúmenes de Tesis

Los resúmenes de Tesis (Doctorales, de Especialización y Maestría), en español o en inglés, no deberán exceder las 800 palabras. Se deberá enviar la siguiente información:

Título de la Tesis (en español e inglés), Autor y correo electrónico, Título obtenido, Unidad Académica y Universidad, Fecha de defensa, Director/a/s de Tesis y Miembros del Tribunal Evaluador.

Cartas al Editor

Las cartas al editor estarán referidas preferentemente a comentarios sobre artículos publicados en la revista. No excederán las 800 palabras, hasta 5 referencias y una Tabla o Figura. Los comentarios deberán hacer mención del volumen y el número en que se publicó el artículo comentado, su título completo y el apellido del primer autor/a.

Otros tipos de manuscritos

Sólo serán publicados por invitación del/la Editor/a Responsable de la RAP y del Comité Editorial.

Editoriales

La oportunidad y las características de los Editoriales quedan exclusivamente a criterio del/la Editor/a Responsable de la RAP y del Comité Editorial.

5. EVALUACIÓN Y REVISIÓN

Los manuscritos son sometidos a evaluación de pares, con la modalidad doble ciego y mediante un sistema de Editores Asociados y revisores especialistas, de reconocida trayectoria nacional e internacional en la temática pertinente. El Editor Asociado asignado, enviará el manuscrito a dos revisores para su evaluación. En este marco, los autores deben sugerir por lo menos tres posibles evaluadores, con sus correspondientes correos electrónicos. El Cuerpo Editorial tomará en cuenta estas sugerencias, aunque puede elegir otros especialistas. El Editor Asociado informará a los autores las etapas de evaluación, en el caso de haber disenso en las mismas se enviará a un tercer evaluador.

La Revista se reserva el derecho de introducir, con conocimiento de los autores, cambios gramaticales, lingüísticos y editoriales que mejoren la calidad del manuscrito.

La decisión final sobre la publicación del artículo será tomada por el el/la Editor/a Responsable.

6. ENVÍO Y CONSULTAS SOBRE MANUSCRITOS

El envío y las consultas sobre manuscritos deben realizarse a: revargparasitologia@gmail.com

7. PUBLICACIÓN

La responsabilidad sobre el contenido de los artículos será de los autores, quienes deberán brindar el consentimiento para su publicación mediante nota firmada y dirigida al/la Editor/a Responsable de la Revista. En la misma deberá constar que el manuscrito no ha sido publicado previamente en ningún medio y que no será enviado a otra revista científica o a cualquier otra forma de publicación durante su evaluación, aclarando asimismo, que no existe conflicto de intereses.

Una vez publicado el número de la Revista en la Página WEB, cada autor tiene derecho a realizar un "auto-archivo" de los trabajos de su autoría en sus páginas personales o repositorios institucionales.

8. ASPECTOS ÉTICOS

En aquellas investigaciones que así lo requieran, deberá adjuntarse la aprobación por el Comité de Bioética y/o Comité de Ética de Investigación de la Institución o Dependencia donde fue realizado el estudio, respetando las normas éticas para el trabajo con animales de laboratorio y los Principios de la Declaración de Helsinki, promulgada por la Asociación Médica Mundial (WMA). La documentación, a la

que Argentina ha adherido y ha generado en temas de Bioética, puede obtenerse en LEGISALUD, área dependiente del Ministerio de Salud de la Nación Argentina: www.legisalud.gov.ar

En la presentación de casos clínicos/reportes de casos, los autores deben mencionar sobre el consentimiento informado del/la paciente/s para la publicación de la información, si ésta puede revelar la identidad de la/s persona/s (Ley de *Habeas Data*). Incluye lo relacionado con la historia clínica, las imágenes y cualquier otro tipo de información acerca del/la paciente.

En el caso de corresponder, deben figurar los permisos de captura y/o de manejo de animales, así como de ingreso de material al país. Asimismo, en los casos correspondientes, deben colocarse números de colección y repositorio de referencia, tanto de especímenes de comparación, como de los vouchers resultado del estudio.

- 4** Editorial
- 7** **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, Fajardo María Angélica, Mellado Ivana, Sosa Sabrina, Soto Agustín, Porello Camila
- 13** **Unidades Discretas de Tipificación de *Trypanosoma cruzi*: una revisión sobre lo que se conoce hasta el momento en Bolivia**
Discrete Typing Units of *Trypanosoma cruzi*: a review of what is known so far in Bolivia
Pérez-Cascales Esdenka y Tellería Jenny
- 25** **Eyes wide open: First record of eyeworms of genus *Oxyspirura* (Nematoda-Thelaziidae) in Argentina**
Con los ojos bien abiertos: Primer registro de gusanos oculares del género *Oxyspirura* (Nematoda-Thelaziidae) en Argentina
Drago Fabiana B., Amigo Martina, Podesta Taiel, Draghi Regina, Núñez Verónica
- 30** **Reseña de la Primera reunión académica sobre la situación actual de las parasitosis intestinales**
Bontti Sergio, Viozzi Gustavo, Santini María Soledad, Servián Andrea
- 32** **Resumen de tesis: Nematodes *Trichostrongylina* parásitos de roedores sigmodontinos de la Cuenca del Plata argentina: aspectos taxonómicos, ecológicos y patrones de distribución parásito-hospedador**
Paula Carolina Serrano
- 33** Agradecimientos
- 34** Instrucciones para los autores