

Prevalencia de *Giardia* spp en roedores (*Rattus* spp) de un zoológico de Lima Metropolitana

Prevalence of *Giardia* spp in rodents (*Rattus* spp) of a zoo in Metropolitan Lima

Cynthia Casana P.¹, Amanda Chávez V.^{1,2}, Deisy Abad-Amerí¹, Rosa Pinedo V.¹

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de *Giardia* spp en roedores (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*) capturados en un zoológico de Lima Metropolitana, así como la posible asociación entre la presencia del parásito con las variables especie, sexo y edad de las ratas. Se capturaron 127 roedores (*Rattus* spp) entre febrero de 2013 y agosto de 2016 mediante el uso de trampas de captura viva «Tomahawk». La manipulación de los roedores y la recolección de las muestras cumplieron con los estándares de bioseguridad y normas de procesamiento de acuerdo con los protocolos del Centro de Enfermedades Infecciosas y Prevención de Atlanta (CDC). Muestras del intestino delgado y tracto digestivo posterior (ciego, colon y recto) fueron colectadas y conservadas con formol al 10%. Se utilizó la técnica de Ritchie modificado, considerándose como muestra positiva la presencia de alguna forma parasitaria de *Giardia* spp (trofozoito o quiste). La prevalencia de *Giardia* spp en los roedores fue $5.5 \pm 0.04\%$ (7/127), siendo de 2.1% en *R. rattus* (1/48) y 7.6% en *R. norvegicus* (6/79). No se encontró asociación significativa entre la frecuencia de *Giardia* spp y las variables especie, sexo y edad. Se reporta una baja prevalencia de *Giardia* spp en roedores capturados en el zoológico; sin embargo, podría existir un riesgo potencial de infección parasitaria para los concurrentes, principalmente niños y ancianos, así como animales y trabajadores de la institución.

Palabras clave: *Giardia* spp; roedores; zoológico; zoonosis

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the prevalence of *Giardia* spp in rodents (*Rattus rattus* and *Rattus norvegicus*) captured in a zoo in Metropolitan Lima, as well as the possible association between the presence of the parasite with the species, sex and

¹ Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

² E-mail: achavezv@unmsm.edu.pe

Recibido: 29 de noviembre de 2018

Aceptado para publicación: 26 de junio de 2019

age of the rats. A total of 127 rodents (*Rattus* spp) were captured between February 2013 and August 2016 by using live capture traps «Tomahawk». The handling of the rodents and the collection of the samples complied with biosafety standards and processing standards in accordance with the protocols of the Center for Infectious Diseases and Prevention of Atlanta (CDC). Samples of the small intestine and posterior digestive tract (caecum, colon and rectum) were collected and preserved with 10% formaldehyde. The modified Ritchie technique was used, considering as a positive sample the presence of some parasitic form of *Giardia* spp (trophozoite or cyst). The prevalence of *Giardia* spp in rodents was $5.5 \pm 0.04\%$ (7/127), being 2.1% in *R. rattus* (1/48) and 7.6% in *R. norvegicus* (6/79). No significant association was found between the frequency of *Giardia* spp and the species, sex and age. A low prevalence of *Giardia* spp is reported in rodents captured at the zoo; however, there could be a potential risk of parasitic infection for those attending, mainly children and the elderly, as well as animals and workers of the institution.

Key words: *Giardia* spp; rodents; zoo; zoonose

INTRODUCCIÓN

El protozoo flagelado *Giardia* spp se aloja de forma oportunista en el tracto intestinal de una amplia gama de hospedadores, tales como los animales domésticos, silvestres y el hombre. Este parásito ocasiona la giardiasis, enfermedad considerada como una zoonosis por la Organización Mundial de la Salud (Adam, 2001).

La transmisión se realiza por la vía oral-fecal, mediante contacto directo, ingestión de agua o alimentos contaminados con heces humanas o de animales infectados con el parásito (DuPont, 2013). La aparición de signos clínicos como diarrea, dolor abdominal y pérdida de peso dependerá de la edad, estado inmune, cantidad de quistes transmitidos y el genotipo del parásito (Molina *et al.*, 2008). Así mismo, la tasa de infección se encuentra directamente proporcional a los malos hábitos y condiciones de higiene, siendo su presencia mucho mayor en los países menos desarrollados (Baker, 2007). Se ha podido identificar, según el hospedador, seis especies de *Giardia*: *G. duodenalis* en mamíferos, *G. agilis* en anfibios, *G. muris* en roedores, *G. ardeae* y *G. psittaci* en aves y *G. microti* en ratas almizcleras y ratones (Feng y Xiao, 2011).

Con el avance de la biología molecular se ha identificado que *G. duodenalis* tiene potencial zoonótico (Wielinga y Thompson, 2007), habiendo sido subdividido en ocho genotipos (A-H) de acuerdo con la especie, el hospedador y su morfología, siendo los genotipos A y B responsables del 99.2% de giardiasis en humanos (Thompson y Monis, 2004; Sprong *et al.*, 2012). Por otro lado, el genotipo G es propio de roedores (Thompson y Monis, 2004); sin embargo, estudios realizados por Feng y Xiao (2011) y Fernández-Álvarez *et al.* (2013) encontraron que ratas del género *Rattus* pueden ser portadores de *G. duodenalis* genotipo B.

Diversos estudios reportan que, dentro de la familia de roedores, el género *Rattus* es la especie con más alta tasa de prevalencia de giardiasis (Ayulo y Dammert, 1947; Franjola *et al.*, 1995; Hancke *et al.*, 2011; Zhao *et al.*, 2015). Estos roedores tienen amplia distribución y gran capacidad de adaptación a diversos medioambientes, por lo que su presencia aumenta el riesgo de infección para el hombre (Paramasvaran *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2010).

Son pocos los estudios en el Perú que han evaluado el parasitismo de *Giardia* spp en roedores, así como su rol como potencial reservorio de este parásito en lugares de es-

parcimiento público; por ejemplo, en zoológicos, que son áreas de gran afluencia de población vulnerable, como niños y ancianos. La escasez de estos estudios es debido a su baja importancia en términos económicos, la elevada demanda de logística y la dificultad que se tiene para realizar su captura (Perec *et al.*, 2015). Por estas razones, el objetivo del estudio fue determinar la prevalencia de *Giardia* spp en roedores (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*) capturados en una área de fauna silvestre en cautiverio de Lima Metropolitana, así como correlacionar la presencia del parásito con las variables especie, sexo y edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio y Animales

El estudio se realizó en el zoológico Patronato del Parque de las Leyendas, ubicado en el distrito de San Miguel, provincia de Lima, Perú, entre febrero de 2013 y agosto de 2016. Se capturaron 127 roedores (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*) usando trampas de captura viva «Tomahawk» con ayuda de cebos no tóxicos (choclo, pepa de zapallo, carne molida, esencia de vainilla, fruta y tomate). Las trampas fueron colocadas en las diversas áreas del zoológico (costa, sierra, selva y hospital veterinario).

Luego de la captura, se determinó el sexo y se identificó el género y especie mediante el registro de parámetros morfométricos de peso y longitudes de cola, patas, orejas y corporal total (Bonino, 1999; Jarbas *et al.*, 2002). Se consideraron dos grupos etarios: juvenil-subadulto y adulto, donde *R. rattus* fueron considerados como adultos cuando mostraron pesos mayores de 130 g, mientras que para *R. norvegicus* cuando presentaban pesos mayores de 200 g (Kataranovski *et al.*, 1994). Así mismo, se emplearon indicadores característicos de madurez sexual, tales como presencia de testículo escrotal en machos y útero grávido o desarrollado en hembras (Franssen *et al.*, 2016).

Muestras y Evaluación Coproparasitológica

La manipulación de los animales y la colección de muestras se realizó en áreas aisladas, especialmente dispuestas por el zoológico y la Facultad de Medicina Veterinaria (FMV) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), en cumplimiento con los estándares de bioseguridad y normas de procesamiento conforme a los protocolos del Centro de Enfermedades Infecciosas y Prevención de Atlanta (Mills *et al.*, 1998). Todos los procedimientos del presente estudio contemplaron los lineamientos de las buenas prácticas clínicas y de ética en investigación biomédica, en cumplimiento con las normas reglamentadas por el Comité de Ética para el Uso de Animales de Experimentación de la FMV-UNMSM (Expediente 2014-002).

Para la toma de las muestras, los roedores fueron anestesiados mediante inhalación de cloroformo y posterior inyección de ketamina (7.5 mg/kg). Luego fueron sacrificados con sobredosis de pentobarbital sódico (Mills *et al.*, 1998). Durante la necropsia se recolectaron muestras de contenido de la última porción del tracto digestivo, que fueron conservadas en tubos falcón de 15 ml conteniendo formol al 10%. Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Parasitología de la FMV-UNMSM, mediante la técnica de Ritchie modificado. Esta es una técnica de concentración por sedimentación que permite la identificación de huevos de helmintos gastrointestinales y protozoos. En esta técnica se utilizó gasolina en lugar de éter para liberar las formas parasitarias de las grasas. La técnica posee una sensibilidad que entre 60.8 y 85.7% y una especificidad del 100% (Restrepo *et al.*, 2013; Giraldo y Guatibonza, 2017). Este método permite concentrar las formas parasitarias sin causar alteraciones en su morfología, además de ser económica y rápida.

Cuadro 1. Prevalencia (porcentaje \pm intervalo de confianza) de *Giardia* spp y su relación con las variables especie, sexo y edad en ratas (*Rattus* spp) en un zoológico de Lima, Perú (2017)

		Muestreados	Positivos	
		(n)	n	% \pm IC
Especie	<i>Rattus rattus</i>	48	1	2.1
	<i>Rattus norvegicus</i>	79	6	7.6
Sexo	Hembra	58	1	1.7
	Macho	69	6	8.7
Edad	Juvenil subadulto	97	6	6.2
	Adulto	30	1	3.3
Total		127	7	5.5 \pm 0.04

Análisis Estadístico

La prevalencia de *Giardia* spp se expresó en forma porcentual con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (Daniel, 2002). La posible asociación entre las variables especie, sexo y edad de las ratas con el parasitismo se analizó mediante la prueba de Chi cuadrado utilizando el paquete estadístico Stata v. 12.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prevalencia de *Giardia* spp en roedores del género *Rattus* procedentes de un área de fauna silvestre en cautiverio de Lima Metropolitana fue de 5.5 \pm 0.04% (IC 95%). Así mismo, la prevalencia de *Giardia* spp para *R. rattus* fue de 2.1% y para *R. norvegicus* de 7.6% (Cuadro 1). No se encontró asociación significativa entre la frecuencia de *Giardia* spp y las variables en estudio (especie, sexo y edad).

De los numerosos estudios coproparasitológicos realizados en roedores, los estudios en protozoos son los menos reportados. En el país solo se cuenta con el estudio de Ayulo y Dammert (1947) en *R. norvegicus*,

quienes reportaron 46.5% de prevalencia total de protozoarios intestinales y 6.2% de prevalencia de *Giardia* spp. Así mismo, las investigaciones de Hancke *et al.* (2011) en *R. norvegicus* en los suburbios de Buenos Aires, Argentina y de Zhao *et al.* (2015) en granjas y sus zonas aledañas en China, determinaron prevalencias para *Giardia* spp de 7.5 y 7.1%, respectivamente; resultados similares con los obtenidos en este estudio.

Prevalencias más altas de *Giardia* spp en roedores han sido reportadas en otros ecosistemas; así, Franjola *et al.* (1995) determinaron la presencia de *G. muris* (36.8%) en *Mus musculus* y *R. rattus* en Valdivia, Chile; Marino y Brown (1992) hallaron *G. intestinalis* en *R. rattus* (61%) y *M. musculus* (25.3%) en Nueva Zelanda; así mismo, Al-Bashan y Sabra (2012) trabajando con *R. rattus* y *R. norvegicus* en Taif, Arabia Saudita y Al-Hindi y Abu-Haddaf (2013) con *R. rattus* en la Franja de Gaza, Palestina, reportaron prevalencia similares (14.2-14.6%) de *G. intestinalis*; Backhans *et al.* (2013) hallaron 6% en *M. musculus* y 28% en *R. norvegicus* en roedores de granjas porcinas, avícolas y áreas no agrícolas de Suecia, y Fernández-Álvarez *et al.* (2013) reportaron la presencia de ooquistes en el 25.4%

de roedores (*R. rattus*, *R. norvegicus* y *M. musculus domesticus*) de áreas suburbanas y rurales de las Islas Canarias, España.

La gran variabilidad de prevalencias reportadas demuestra la existencia de factores diversos implicados para la presentación, infección y transmisión de *Giardia* spp en roedores. En ese sentido, se conoce que las comunidades parasitarias se ven afectadas por el medio ambiente y la historia filogenética del hospedador, así como de su especificidad; además de parámetros biológicos como el tamaño de la población, el hábitat, la dieta, la dispersión, la edad, el sexo y el sistema inmunológico del hospedador (Poulin y Morand, 2004); aspectos que en algunos casos no fueron significativos en el presente estudio.

Las altas prevalencias reportadas, en comparación al presente estudio, pudieron deberse a los ambientes donde fueron realizados que ofrecían mejores condiciones para el desarrollo de roedores sinantrópicos (*Rattus* spp y *Mus musculus*), tales como ambientes suburbanos y rurales (Fernández-Álvarez *et al.*, 2013), con medidas sanitarias mínimas, escasez de agua y potabilidad mínima o nula (Neghme y Silva, 1971); así como en granjas (Backhans *et al.*, 2013), donde hay mayor contacto con animales y desechos orgánicos e inorgánicos (Neghme y Silva, 1971)

Si bien, en el presente estudio, no se encontró asociación entre la frecuencia de *Giardia* spp y las variables especie, sexo y edad; *R. norvegicus* fue la especie más representada en las capturas (79/127). Esto se debe a que esta especie se caracteriza por ser más abundante, dadas sus estrategias de sobrevivencia que han permitido su adaptación a diferentes ecosistemas, principalmente en entornos urbanos. Así mismo, su presencia se correlaciona directamente con la eliminación inadecuada de residuos antropogénicos (Traweger *et al.*, 2006).

La influencia del sexo sobre el parasitismo en roedores no está del todo determinado. Se dispone de evidencia que indica cier-

ta predisposición sexual a la presentación de enfermedades parasitarias asociado a diferencias inmunológicas, vinculado a esteroides sexuales, donde los machos son más susceptibles a las infecciones (Klein, 2004). Del mismo modo, se indica que los animales jóvenes suelen ser más susceptibles a infecciones parasitarias al poseer un sistema inmunológico poco desarrollado (Klein, 2004).

Diversos estudios han demostrado que los roedores están implicados en la transmisión de *Giardia* spp, habiéndose aislado las especies *G. microti*, *G. muris* y *G. duodenalis* de roedores naturalmente infectados (ratas, ratones, topos, castores y gerbos) (Bemrick y Erlandsen, 1988; Lebbad *et al.*, 2010; Backhans *et al.*, 2013), siendo *G. muris* específica de roedores (ratones, ratas, hámster y roedores silvestres) (Baker, 2007) y *G. duodenalis* la única que puede infectar al hombre, pero que además posee la capacidad de infectar animales domésticos y silvestres (Wielinga y Thompson, 2007).

No obstante la baja prevalencia de *Giardia* spp (5.5%) reportada en este estudio en roedores capturados de un zoológico de Lima, su presencia tiene gran importancia sanitaria, si se considera que la giardiasis es una de las enfermedades parasitarias más comunes en el medio en animales domésticos (14-35%) y en humanos (60%) (Lujan, 2006); pudiendo existir un riesgo potencial de infección parasitaria para los concurrentes al zoológico, principalmente niños, ancianos y personas inmunosuprimidas (McMillian *et al.*, 2007; Wesse *et al.*, 2007; Erdozain *et al.*, 2013). Es importante indicar que en un estudio en profesionales que laboran en zoológicos y zoocriaderos de Lima, Perú, se encontró que el 14.4% de los encuestados contrajo en algún momento enfermedades zoonóticas, siendo un 66.6% ocasionadas por parasitosis (giardiasis, acarosis y toxoplasmosis) (Lecaros *et al.*, 2010).

En estado silvestre, los animales poseen cierta resistencia natural que les permite controlar las enfermedades parasitarias, existiendo

un estado de equilibrio entre el parásito y el anfitrión, que rara vez conducen a un cuadro severo a menos que ocurran eventos de estrés (Stancheva, 2013). Sin embargo, estos animales en cautiverio pueden llegar a sucumbir a las infecciones parasitarias debido al estrés ambiental, el cambio en las condiciones de vida y las limitaciones de espacio (Mir *et al.*, 2016). Estudios sobre la presentación de *Giardia* spp en animales silvestres criados en zoológicos reportan diversas prevalencias. Así, a nivel de América del Sur, Varela y Rojas (2013) hallaron un 37.8% en el Zoológico de Matecaña, Colombia, Fajardo *et al.* (2014) reportaron 12.7% en el Zoológico de Cali, Colombia, y Figueiroa *et al.* (2001) hallaron un 6.9% en el Parque Dois Irmãos, Brasil. Por otro lado, en Europa, se encontró una prevalencia de 29% en el zoológico de Zagreb, Croacia (Beck *et al.*, 2011), de 8.9% en el zoológico de Amberes, Bélgica (Geurden *et al.*, 2009) y en Asia, en un zoológico de Japón, se encontró en un nivel de 1% (Matsubayashi *et al.*, 2005). Con relación al Perú, Aranda *et al.* (2013) reportaron la presencia de *Giardia* spp en 11.1% de los félidos de cuatro zoológicos, y Acosta *et al.* (2015) encontró este parásito en *Panthera tigris* en el zoológico Patronato del Parque de las Leyendas.

CONCLUSIONES

- La prevalencia de *Giardia* spp en roedores (*Rattus rattus* y *Rattus norvegicus*) capturados en un zoológico de Lima fue $5.5 \pm 0.04\%$ (7/127).
- No se encontró asociación significativa entre la presencia de *Giardia* spp y las variables especie, sexo y edad de los roedores.

LITERATURA CITADA

1. **Acosta ZM, Tantaleán VM, Serrano ME. 2015.** Identificación de parásitos gastrointestinales por coproscopía en carnívoros silvestres del zoológico Parque de las Leyendas, Lima, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 26: 282-290. doi: 10.15381/rivep.v26i2.11000
2. **Adam RD. 2001.** Biology of *Giardia lamblia*. *Clin Microbiol Rev* 14: 447-475. doi: 10.1128/CMR.14.3.447-475.2001
3. **Al-Bashan MM, Sabra SM. 2012.** Prevalence of some enteric parasites in rats at Taif governorate with special reference to associated pathogenic bacteria. *Afr J Microbiol Res* 6: 3431-3439. doi: 10.5897/AJMR11.1356
4. **Al-Hindi AI, Abu-Haddaf E. 2013.** Gastrointestinal parasites and ectoparasites biodiversity of *Rattus rattus* trapped from Khan Younis and Jabalia in Gaza strip, Palestine. *J Egyptian Soc Parasitol* 43: 259-268. doi: 10.12816/0006382
5. **Aranda C, Serrano-Martínez E, Tantaleán M, Quispe M, Casas G. 2013.** Identificación y frecuencia de parásitos gastrointestinales en félidos silvestres en cautiverio en el Perú. *Rev Inv Vet Perú* 24: 360-368. doi: 10.15381/rivep.v24i3.2585
6. **Ayulo V, Dammert O. 1947.** Survey del parasitismo intestinal de las ratas grises (*Mus norvegicus*) en la ciudad de Lima. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* 6: 1-4.
7. **Baker D. 2007.** Flynn's parasites of laboratory animals. 2nd ed. Iowa: Blackwell Publishing. 830 p.
8. **Backhans A, Jacobson M, Hansson I, Lebbad M, Lambert ST, Gamemellgard E, Saager M, et al. 2013.** Occurrence of pathogens in wild rodents caught on Swedish pig and chicken farms. *Epidemiol Infect* 141: 1885-1891. doi: 10.1017/S0950268812002609
9. **Beck R, Sprong H, Bata I, Lucinger S, Pozio E, Caccio SM. 2011.** Prevalence and molecular typing of *Giardia* spp in captive mammals at the zoo of Zagreb, Croatia. *Vet Parasitol* 175: 40-46. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.09.026.
10. **Bemrick J, Erlandsen L. 1988.** Giardiasis - is it really a zoonosis? *Parasitol Today* 4: 69-71. doi: 10.1016/0169-4758(88)90198-6

11. **Bonino N. 1999.** Manual para el control de roedores en el ámbito domiciliario. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. 13 p. [Internet]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-control_de_roedores.pdf
12. **Daniel W. 2002.** Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4° ed. México: Limusa Wiley. 755 p.
13. **DuPont HL. 2013.** Giardia: both a harmless commensal and a devastating pathogen. *J Clin Invest* 123: 2352-2354. doi: 10.1172/JCI69932
14. **Erdozain G, KuKanich K, Chapman B. 2013.** Observation of public health risk behaviours, risk communication and hand hygiene at Kansas and Missouri petting zoos 2010-2011. *Zoonoses Public Hlth* 60: 304-310. doi:10.1111/j.1863-2378.2012.01531.x
15. **Fajardo SJ, Lasso NA, Mera EC, Peña SJ, Zapata VJ, Rojas CC. 2014.** Enteroparásitos con potencial zoonótico en animales en cautiverio del Zoológico de Cali, Colombia. *Neotrop Helminthol* 8: 279-290.
16. **Feng Y, Xiao L. 2011.** Zoonotic potential and molecular epidemiology of *Giardia* species and giardiasis. *Clin Microbiol Rev* 24: 110-140. doi: 10.1128/CMR.00033-10
17. **Fernández-Álvarez A, Martín A, Abreu N, Feliu C, Hugot JP, Valladares B, Foronda P. 2013.** Identification of a novel assemblage G subgenotype and a zoonotic assemblage B in rodent isolates of *Giardia duodenalis* in the Canary Islands, Spain. *Parasitology* 141: 206-215. doi: 10.1017/S00311820-1300139X
18. **Figueiroa M, Bianque J, Dowell M, Alves R, Evencio A. 2001.** Perfil coproparasitológico de mamíferos silvestres en cautiverio en el estado de Pernambuco, Brasil. *Parasitol Dia* 25: 121-125. doi: 10.4067/S0716-0720200-1000300009
19. **Franjola R, Soto G, Montefusco A. 1995.** Prevalence of protozoa infections in synantropic rodents in Valdivia City. *Bol Chil Parasitol* 50: 66-72.
20. **Franssen F, Swart A, Van Knapen F, Van der Giessen J. 2016.** Helminth parasites in black rats (*Rattus rattus*) and brown rats (*Rattus norvegicus*) from different environments in the Netherlands. *Infect Ecol Epidemiol* 6: 31413. doi: 10.3402/iee.v6.31413
21. **Geurden T, Goossens E, Levecke B, Vercammen F, Vercruyse J, Claerebout E. 2009.** Occurrence and molecular characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* in captive wild ruminants in Belgium. *J Zoo Wildlife Med* 40: 126-130. doi: 10.1638/2008-0152.1
22. **Giraldo J, Guatibonza A. 2017.** Comparación de sensibilidad y especificidad de dos técnicas de diagnóstico directo: Kato-Katz-Saf y Ritchie-Frick (formol-gasolina) en examen coproparasitológico para la identificación de estadios infectivos de geohelminintos en población infantil en edad preescolar y escolar. *Rev Fac Med* 25: 22-41. doi: <https://doi.org/10.18359/rmed.3088>
23. **Hancke D, Navone G, Suarez O. 2011.** Endoparasite community of *Rattus norvegicus* captured in a shantytown of Buenos Aires City, Argentina. *Helminthologia* 48: 167-173. doi: 10.2478/s11687-011-0025-3
24. **Jarbas B, Urbiratan P, Sadi C. 2002.** Manual de control de roedores. Brazilia: Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. 66 p.
25. **Kataranovski D, Kataranovski M, Savæ IR, Soldatoviæ B, Matiae R. 1994.** Morphometric and biochemical parameters as the age indicators in the Norway rat (*Rattus norvegicus* Berk, 1769). *Acta Vet* 44: 371-378. doi:10.1051/parasite/2011182189
26. **Klein SL. 2004.** Hormonal and immunological mechanisms mediating sex differences in parasite infection. *Parasite Immunol* 26: 247-264. doi: 10.1111/j.0141-9838.2004.00710.x

27. **Lebbad M, Mattsson JG, Christensson B, Ljungström B, Backhans A, Andersson JO, Svärd SG. 2010.** From mouse to moose: multilocus genotyping of *Giardia* isolates from various animal species. *Vet Parasitol* 168: 231-239. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.11.003
28. **Lecaros CA, Falcón PN, Elías PR. 2010.** Accidentes ocupacionales y zoonosis en profesionales que laboran en zoológicos y zocriaderos de Lima, Perú. *Salud Tecnol Vet* 2: 27-42.
29. **Luján HD. 2006.** *Giardia* y giardiasis. *Medicina* 66: 70-74.
30. **Marino MR, Brown TJ. 1992.** *Giardia intestinalis* in North Island possums, house mice and ship rats. *New Zeal Vet J* 40: 24-27. doi: 10.1080/00480169-1992.35693
31. **Matsubayashi M, Takami K, Kimata I, Nakanishi T, Tani H, Sasai K, Baba E. 2005.** Survey of *Cryptosporidium* spp and *Giardia* spp infections in various animals at a zoo in Japan. *J Zoo Wildlife Med* 36: 331-335. doi: 10.1638/04-032.1
32. **McMillian M, Dunn JR, Keen JE, Brady KL, Jones TF. 2007.** Risk behaviors for disease transmission among petting zoo attendees. *J Am Vet Med Assoc* 23: 1036-1038. doi: 10.2460/javma.231.7.1036
33. **Mills J, Childs J, Ksiazek T, Peters CJ, Velleca WM. 1998.** Métodos para trapeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudio virológico. Organización Panamericana de la Salud, Washington, USA. 64 p. [Internet]. Disponible en: http://www1.paho.org/Spanish/HCP/HCT/hct-98_104.htm
34. **Mir AQ, Dua K, Singla LD, Sharma S, Singh MP. 2016.** Prevalence of parasitic infection in captive wild animals in Bir Moti Bagh mini zoo (Deer Park), Patiala, Punjab. *Vet World* 9: 540-543. doi: 10.14202/vetworld.2016.540-543
35. **Molina N, Basualdo J, Minvielle M. 2008.** Genotipo zoonótico de *Giardia lamblia* en Atalaya, provincia de Buenos Aires. Argentina. En: III Congreso Latinoamericano de Zoonosis. Buenos Aires, Argentina.
36. **Neghme A, Silva R. 1971.** Ecology of parasitism in man. *Bol Ofic Sanit Panam* 70: 313-329.
37. **Paramasvaran S, Sani RA, Hassan L, Hanjeet K, Krishnasamy M, John J, Santhana R. 2009.** Endoparasite fauna of rodents caught in five wet markets in Kuala Lumpur and its potential zoonotic implications. *Trop Biomed* 26: 67-72.
38. **Panayotova-Pencheva MS. 2013.** Parasites in captive animals: a review of studies in some european zoos. *Der Zoologische Garten* 82: 60-71. doi: 10.1016/j.zoolgart.2013.04.005
39. **Perec-Matysiak A, Buñkowska-Gawlik K, Zaleceny G, Hildebrand J. 2015.** Small rodents as reservoirs of *Cryptosporidium* spp and *Giardia* spp in south western Poland. *Ann Agr Env Med* doi: 10.5604/12321966.1141359
40. **Poulin R, Morand S. 2004.** Parasite biodiversity. Washington DC, USA: Smithsonian Institution Scholarly Press. 216 p.
41. **Restrepo I, Mazo L, Salazar M, Montoya M, Botero J. 2013.** Evaluación de tres técnicas coproparasi-toscópicas para el diagnóstico de geohelminthos intestinales. *Iatreia* 26(1): 15-24.
42. **Rodríguez NF, Tejedor-Junco MT, Hernández-Trujillo Y, González M, Gutiérrez C. 2010.** The role of wild rodents in the transmission of *Trypanosoma evansi* infection in an endemic area of the Canary Islands (Spain). *Vet Parasitol* 174: 323-327. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.09.001
43. **Sprong H, Caccio SM, Van der Giessen JW. 2012.** Identification of zoonotic genotypes of *Giardia duodenalis*. *Plos Neglect Trop D* 3: e558. doi: 10.1371/journal.pntd.0000558

44. **Stancheva M. 2013.** Parasites in captive animals: a review of studies in some European zoos. *Zool Gart* 82: 60-71. doi: 10.1016/j.zoolgart.2013.04.005
46. **Thompson RC, Monis PT. 2004.** Variation in *Giardia*: implications for taxonomy and epidemiology. *Ad Parasit* 58: 69-137. doi: 10.1016/S0065-308X-(04)58002-8
47. **Traweger D, Travnitzky R, Moser C, Walzer C, Bernatzky G. 2006.** Habitat preferences and distribution of the brown rat (*Rattus norvegicus* Berk.) in the city of Salzburg (Austria): implications for an urban rat management. *J Pest Sci* 79: 113-125. doi:10.1007/s10340-006-0123-z
48. **Varela NO, Rojas Z. 2013.** Estudio retrospectivo de la presencia de *Giardia* spp en animales de la colección del Zoológico Matecaña de Pereira, Colombia. En: XII Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y No Convencional. Colombia.
49. **Wesse SJ, McCarthy L, Mossop M, Martin H, Lefebvre S. 2007.** Observation of practices at petting zoos and the potential impact on zoonotic disease transmission. *Clin Infect Dis* 45: 10-15. doi: 10.1086/518572
50. **Wielinga CM, Thompson RC. 2007.** Comparative evaluation of *Giardia duodenalis* sequence data. *Parasitology* 134: 1795-1821. doi: 10.1017/S00311-82007003071
51. **Zhao Z, Wang R, Zhao W, Qi M, Zhao J, Zhang L, Li J, Liu A. 2015.** Genotyping and subtyping of *Giardia* and *Cryptosporidium* isolates from commensal rodents in China. *Parasitology* 142: 800-806. doi: 10.1017/S0031182014001929