



Review [Revisión]

**PARÁSITOS ZONÓTICOS Y MICROMAMÍFEROS EN LA
PENÍNSULA DE YUCATÁN, MÉXICO: CONTRIBUCIONES DEL
CCBA-UADY †**

**[ZOO NOTIC PARASITES AND MICROMAMMALS IN THE
YUCATAN PENINSULA, MEXICO: CONTRIBUTIONS OF THE
CCBA-UADY]**

**Jesús Alonso Panti-May^{1,2}, Marco Antonio Torres-Castro²
and Silvia F. Hernández-Betancourt^{1*}**

¹ *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias
Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera
Mérida-Xmatkuil km. 15.5, C.P. 97315, Mérida, México.*

² *Centro de Investigaciones Regionales 'Dr. Hideyo Noguchi', Universidad
Autónoma de Yucatán, Av. Itzáes, Centro, C.P. 97000, Mérida, México.
Email: hbetanc@correo.uady.mx*

**Corresponding author*

SUMMARY

Background. Micromammals are reservoirs of zoonotic parasites such as viruses, bacteria, protozoans and helminths. **Objective.** To present a review of the published literature on the study of zoonotic (or potential zoonotic) parasites of micromammals in the Yucatan Peninsula (PYU), Mexico, conducted by research groups of the Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) of the Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). **Main findings.** Thirty-two scientific contributions published from January 2002 to May 2020 were identified. Parasites such as viruses (*Flavivirus* spp.), bacteria (*Rickettsia* spp., *Leptospira* spp.), protozoans (*Trypanosoma cruzi*, *Toxoplasma gondii*) and helminths (*Hymenolepis* spp., *Hydatigera taeniaeformis*), were studied. These parasites were identified in 15 micromammal species, including rodents *Mus musculus*, *Rattus rattus* (Muridae), *Heteromys gaumeri* (Heteromyidae), *Peromyscus yucatanicus*, *Sigmodon toltecus*, *Otodylomys phyllotis* and *Mesocricetus auratus* (Cricetidae), *Sciurus yucatanensis* (Sciuridae), the marsupial *Didelphis virginiana* (Didelphidae), the coati *Nasua narica* (Procyonidae), the grison *Galictis vittata* (Mustelidae), and the bats *Artibeus jamaicensis*, *Chiroderma villosus*, *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae) and *Pteronotus mesoamericanus* (Mormoopidae). **Implications.** Micromammals from the PYU harbor several zoonotic parasites which represent a public health risk. **Conclusion.** Thirty-two studies have been published by researchers of the CCBA-UADY that have increased the knowledge of the eco-epidemiology of zoonotic parasites of micromammals in the PYU.

Keywords: Zoonoses; Viruses; Bacteria; Protozoans; Helminths; Yucatan Peninsula.

RESUMEN

Antecedentes. Los micromamíferos son reservorios de parásitos zoonóticos como virus, bacterias, protozoarios y helmintos. **Objetivo.** Presentar una revisión de literatura publicada sobre el estudio de parásitos zoonóticos (o potencialmente zoonóticos) de los micromamíferos en la Península de Yucatán (PYU), México, realizadas por grupos de investigación del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). **Hallazgos principales.** Se identificaron 32 contribuciones científicas publicadas desde el enero 2002 hasta mayo 2020. Se abordaron parásitos como virus (*Flavivirus*), bacterias (*Rickettsia* spp., *Leptospira* spp.), protozoarios (*Trypanosoma cruzi*, *Toxoplasma gondii*) y helmintos (*Hymenolepis* spp., *Hydatigera taeniaeformis*). Éstos fueron identificados en 15 especies de micromamíferos, incluyendo roedores *Mus musculus*, *Rattus rattus* (Muridae), *Heteromys gaumeri* (Heteromyidae), *Peromyscus yucatanicus*, *Sigmodon toltecus*, *Otodylomys phyllotis* y *Mesocricetus auratus* (Cricetidae), *Sciurus yucatanensis* (Sciuridae), el marsupial *Didelphis virginiana* (Didelphidae), el coati *Nasua narica* (Procyonidae), el grisón *Galictis vittata* (Mustelidae), y los murciélagos *Artibeus jamaicensis*, *Chiroderma*

† Submitted June 8, 2020 – Accepted November 27, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

villosum, *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae) y *Pteronotus mesoamericanus* (Mormoopidae). **Implicaciones.** Los micromamíferos de la PYU albergan varios parásitos zoonóticos que representan un riesgo para la salud pública. **Conclusión.** Treinta y dos estudios han sido publicados por investigadores del CCBA-UADY que han incrementado el conocimiento eco-epidemiológico sobre parásitos zoonóticos presentes en los micromamíferos en la PYU.

Palabras clave: Zoonosis; Virus; Bacterias; Protozoarios; Helmintos; Península de Yucatán.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, los animales domésticos y silvestres han sido una fuente importante de parásitos que pueden ser transmitidos a los humanos y ocasionar enfermedades, es decir zoonosis o enfermedades zoonóticas. Actualmente, las zoonosis constituyen el mayor riesgo para la salud pública a nivel mundial. De hecho, se estima que aproximadamente el 75 % de las enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes a nivel mundial son zoonóticas (Chomel *et al.*, 2007). En particular, en las últimas décadas se ha observado un incremento en el número y la proporción de enfermedades zoonóticas con origen en un animal silvestre (Pavlin *et al.*, 2009). Esta tendencia y los recientes brotes/epidemias/pandemias de enfermedades infecciosas con origen en animales silvestres (e.g., síndrome de la inmunodeficiencia adquirida, hantavirus, influenza aviar A H5N1, la enfermedad del virus del Ebola, y la nueva COVID-19), sugieren que los esfuerzos deben ser enfocados al estudio de los factores que propician el contacto entre los humanos y los animales silvestres (e.g., cambio de uso de suelo, comercio ilegal y consumo de fauna silvestre, cambio climático, pérdida de la biodiversidad) así como en el desarrollo de programas de monitoreo en la interfase humano-fauna doméstica-fauna silvestre para evaluar el riesgo e impedir o minimizar la transmisión de parásitos zoonóticos a las poblaciones humanas (Daszak *et al.*, 2000; Chomel *et al.*, 2007; Pavlin *et al.*, 2009).

Los micromamíferos, adoptando la clasificación de animales silvestres menores a 5 kg, son los animales más abundantes y el mayor componente de la dieta de muchos depredadores. Además, los micromamíferos desarrollan importantes funciones en los ecosistemas naturales como la dispersión de semillas y la regeneración de bosques y selvas (Morand *et al.*, 2006). Éstos también son hospedadores de micro-(i.e., virus, bacterias, protozoarios) y macroparásitos (i.e., helmintos y ectoparásitos artrópodos). Estos parásitos son parte de la biodiversidad del planeta y cumplen funciones ecológicas como la regulación de las poblaciones de sus hospedadores a través de infecciones letales o subletales que pueden afectar su conducta, reproducción, condición corporal y

respuesta inmune (Morand *et al.*, 2006) y con ello modifican su distribución y diversidad (Tompkins *et al.*, 2011). Sin embargo, algunos parásitos pueden causar zoonosis con tasas de mortalidad y/o morbilidad significativas alrededor del mundo, como el hantavirus, la leptospirosis, la rabia y el Ebola, entre otros.

Los parásitos zoonóticos que albergan los micromamíferos pueden ser especies nativas, es decir, que circulan de manera natural en los ambientes silvestres y que eventualmente infectan a los humanos, o bien, pueden ser especies originadas en animales comensales/sinantrópicos que pueden transmitirse directamente a los humanos o a través de los micromamíferos silvestres. Esta transmisión puede ser de manera directa o indirecta (Meerburg *et al.*, 2009). La forma directa es a través de mordidas, excreciones como la orina o heces, o por consumo de alimentos contaminados con dichas excretas que contienen las formas infectantes de los parásitos. También, las personas pueden adquirir los parásitos a través del contacto de la piel con superficies contaminadas o contacto de las mucosas con partículas finas de las excretas. En la forma indirecta los parásitos son transmitidos por medio de vectores artrópodos como ectoparásitos (e.g., pulgas, garrapatas, ácaros), insectos hematófagos (e.g., triatominos, mosquitos) o insectos coprófagos (e.g., escarabajos).

Los micromamíferos pueden ser clasificados como i) silvestres, aquellas especies no introducidas que viven en áreas naturales, pero que en ciertas circunstancias pueden entrar en contacto con las personas, ii) comensales, como los roedores exóticos introducidos, los cuales se benefician activamente de la actividad humana que provee fuentes importantes de alimento y refugio, iii) sinantrópicos, como las zarigüeyas, que viven en hábitats humanos, pero no dependen de alimentos derivados de la actividad humana, y iv) domésticos, como los hámsteres y jerbos, que son introducidos y vendidos como mascotas.

Con motivo del 50 aniversario de la creación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), la presente revisión de literatura tiene como objetivo

mostrar las contribuciones científicas sobre el estudio de los parásitos zoonóticos (o potencialmente zoonóticos) de los micromamíferos en la Península de Yucatán (PYU), México, realizadas por grupos de investigación (formados por profesores investigadores y estudiantes de licenciatura y posgrado) del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA) de la UADY.

Publicaciones relacionadas con patógenos zoonóticos en micromamíferos de la PYUC

Esta revisión de literatura incluye 32 artículos publicados desde enero de 2002 hasta mayo de 2020. La mayoría de los trabajos (96.9 %) se publicaron después de 2011, año en que comenzaron los estudios sistemáticos en micromamíferos por parte de los grupos de investigación del CCBA. El 9.4 % de los estudios se publicaron en revistas nacionales y el 90.6 % en revistas extranjeras. Los artículos originales fueron las contribuciones más frecuentes (81.3 %) y la temática más abordada fue la detección de parásitos zoonóticos (78.1 %). La mayoría de los artículos están enfocados hacia helmintos (33.3 %) y protozoarios (33.3 %). Los roedores, en especial los comensales, son los micromamíferos que más se han estudiado en las publicaciones (78.1 %). La tabla 1 muestra las principales características de los artículos incluidos en la presente revisión.

En las publicaciones seleccionadas se identificaron parásitos zoonóticos o potencialmente zoonóticos en 15 especies de micromamíferos. Éstos incluyen roedores no nativos o comensales *Mus musculus* y *Rattus rattus* (Muridae), roedores silvestres *Heteromys gaumeri* (Heteromyidae), *Peromyscus yucatanicus*, *Sigmodon toltecus*, *Ototylomys phyllotis* (Cricetidae), *Sciurus yucatanensis* (Sciuridae), el marsupial *Didelphis virginiana* (Didelphidae), el coatí *Nasua narica* (Procyonidae), el grisón *Galictis vittata* (Mustelidae), y los murciélagos *Artibeus jamaicensis*, *Chiroderma villosus*, *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae) y *Pteronotus mesoamericanus* (Mormoopidae). También, se han identificado parásitos en micromamíferos mascota como *Mesocricetus auratus* (Cricetidae) y *M. musculus*. Este número de micromamíferos, sin incluir las especies exóticas, representa el 9.8 % de las 123 especies de mamíferos registradas en la PYU (Sosa-Escalante *et al.*, 2013), lo cual muestra la falta de estudios epidemiológicos en la fauna nativa de la región.

Tabla 1. Características generales de las publicaciones sobre parásitos zoonóticos o potencialmente zoonóticos en micromamíferos de la Península de Yucatán, realizadas por investigadores del CCBA-UADY.

Características	No. artículos	%
Periodo de publicación		
2001–2010	1	3.1
2011–2020	31	96.9
Tipo de revista		
Nacional	3	9.4
Extranjera	29	90.6
Tipo de contribución		
Comunicación corta	5	15.6
Artículo original	26	81.3
Artículo de revisión	1	3.1
Temática		
Detección	25	78.1
Detección y factores asociados	3	9.4
Estudio histológico	3	9.4
Revisión de casos humanos	1	3.1
Parásitos estudiados		
Virus	2	6.2
Bacterias	9	28.1
Protozoarios	10	31.3
Helmintos	10	31.3
Virus, bacterias y helmintos	1	3.1
Micromamíferos estudiados		
Roedores	25	78.1
Murciélagos	2	6.3
Zarigüeyas	2	6.3
Zarigüeyas y roedores	2	6.3
Roedor, prociénido, mustélido	1	3.1

Virus

Flavivirus

El género *Flavivirus* (Flaviviridae) incluye virus causantes de enfermedades importantes para los humanos como el virus del dengue, el virus de la fiebre amarilla, el virus del oeste del Nilo, el virus Zika o el virus de la encefalitis causada por garrapatas. Éstos son transmitidos por artrópodos hematófagos (e.g., mosquitos, garrapatas) y tienen a una amplia variedad de hospederos mamíferos, incluyendo a los humanos. En este sentido, los estudios realizados por investigadores del CCBA, han identificado con técnicas moleculares el género

Flavivirus en sueros de la rata *R. rattus* en la ciudad de Mérida y en los municipios de Opichén y Tixméhuac (Torres-Castro *et al.*, 2017). En otro estudio conducido para identificar *Flavivirus* presentes en roedores comensales en la ciudad de Mérida, Cigarroa-Toledo *et al.* (2016) reportaron en *R. rattus* anticuerpos neutralizantes contra el virus Modoc o un virus similar a éste (tabla 2). Este virus originalmente aislado en el roedor

Peromyscus maniculatus en 1958, no tiene vector conocido y se cree que es transmitido entre roedores a través de la orina (Adams *et al.*, 2013). Estos hallazgos evidencian la circulación de *Flavivirus* en poblaciones de roedores comensales en Yucatán y la necesidad de implementar programas de vigilancia epidemiológica en la región.

Tabla 2. Patógenos zoonóticos o potencialmente zoonóticos reportados en micromamíferos de la Península de Yucatán, México, en publicaciones realizadas por investigadores del CCBA-UADY.

Patógeno	Enfermedad	Hospedador	Municipio	Estado	Referencia
Virus					
Virus Modoc o virus similar	Meningitis	<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Cigarroa-Toledo <i>et al.</i> , 2016
<i>Flavivirus</i>	No determinada	<i>Rattus rattus</i>	Mérida, Tixmehuach, Opichén	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2017
Bacteria					
<i>Leptospira interrogans</i>	Leptospirosis	<i>Didelphis virginiana</i> , <i>Rattus rattus</i> <i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i> <i>Rattus rattus</i>	ND Mérida Mérida	Yucatán Yucatán Yucatán	Vado-Solís <i>et al.</i> , 2002 Torres-Castro <i>et al.</i> , 2014 Panti-May <i>et al.</i> , 2017b
<i>L. borgpetersenii</i>		<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i> , <i>Heteromys gaumeri</i>	Cenotillo	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2018b
<i>L. kirschneri</i>		<i>Pteronotus mesoamericanus</i> , <i>Chiroderma villosum</i>	Hampolol, Panabá	Campeche Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2020
<i>L. kirschneri</i>		<i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2014
<i>L. noguchii</i>		<i>Chiroderma villosum</i>	Panabá	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2020
<i>L. santarosai</i>		<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	Hampolol	Campeche	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2020
<i>L. wolffii</i>		<i>Didelphis virginiana</i> , <i>Rattus rattus</i>	ND	Yucatán	Vado-Solís <i>et al.</i> , 2002
<i>Rickettsia felis</i>	Fiebre manchada transmitida por pulga	<i>Mus musculus</i> , <i>Peromyscus yucatanicus</i> , <i>Otodylomys phyllotis</i> , <i>Heteromys gaumeri</i> , <i>Sigmodon toltecus</i> , <i>Didelphis virginiana</i>	Mérida, Tzucacab	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2015a
<i>R. typhi</i>	Tifo murino	<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Valladolid	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2018a
<i>Borrelia garinii</i>	Enfermedad de Lyme	<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Tixmehuac, Opichén	Yucatán	Solís-Hernández <i>et al.</i> , 2016

Patógeno	Enfermedad	Hospedador	Municipio	Estado	Referencia
Protozoario					
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Enfermedad de Chagas	<i>Didephis virginiana</i>	Mérida	Yucatán	Parada-López <i>et al.</i> , 2013
		<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2016c
		<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2017b
		<i>Rattus rattus</i> , <i>Ototylomys phyllotis</i> , <i>Peromyscus yucatanicus</i>	Cenotillo	Yucatán	Hernández-Cortazar <i>et al.</i> , 2018
<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmosis	<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2016b
		<i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Cubas-Atienzar <i>et al.</i> , 2018
		<i>Didelphis virginiana</i>	Mérida, Tixmehuac	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2016a
		<i>Sciurus yucatanensis</i> , <i>Nasua narica</i> , <i>Galictis vittata</i>	ND	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2019b
		<i>Artibeus jamaicensis</i> , <i>Glossophaga soricina</i> , <i>Chiroderma villosum</i>	Mérida, Panabá	Yucatán	Torres-Castro <i>et al.</i> , 2019a
Helminto					
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Hymenolepiasis	<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida, Opichén	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2017b
		<i>Rattus rattus</i>	Chankom	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2018
<i>H. nana</i>		<i>Mus musculus</i> , <i>Mesocricetus auratus</i>	Mérida	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2017c
<i>H. microstoma</i>		<i>Mus musculus</i>	Maxcanú	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2018
<i>Hydatigera taeniaeformis</i>	No determinada	<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Rodríguez-Vivas <i>et al.</i> , 2011
		<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2015b
		<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i>	Mérida, Opichén	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2017a
		<i>Rattus rattus</i>	Cenotillo	Yucatán	Medina-Pinto <i>et al.</i> , 2019
		<i>Mus musculus</i> , <i>Rattus rattus</i> , <i>Sigmodon toltecus</i>	Chankom, Maxcanú	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2018
		<i>Sciurus yucatanensis</i>	Valladolid	Yucatán	Panti-May <i>et al.</i> , 2019

Bacterias

Leptospira spp.

La leptospirosis es una enfermedad tropical desatendida en gran parte de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Esta zoonosis es causada por espiroquetas patógenas del género *Leptospira* (Leptospiraceae), las cuales son transmitidas principalmente a los humanos a través del contacto de la piel o las mucosas con leptospirosis excretadas en la orina de mamíferos infectados. Los roedores comensales son considerados los principales reservorios en hábitats humanos debido a que en ellos la excreción de leptospirosis en la orina se prolonga por muchos meses y por la abundancia alta que pueden alcanzar en algunas comunidades. La enfermedad ha emergido en algunas áreas socioeconómicamente carentes, como una patología asociada a un síndrome hemorrágico pulmonar y a un daño renal agudo (Costa *et al.*, 2015). Los estudios conducidos por investigadores del CCBA-UADY han identificado seis especies patógenas en diversos micromamíferos de Yucatán y Campeche (ver tabla 2). En roedores capturados en ambientes urbanos y rurales de Yucatán se detectaron por medio de técnicas serológicas o moleculares tres especies de *Leptospira*: *L. interrogans* en *M. musculus*, *R. rattus* y *H. gaumeri*, y *L. kirschneri* y *L. wolffii* en *R. rattus* (Vado-Solís *et al.*, 2002; Torres-Castro *et al.*, 2014; Panti-May *et al.*, 2017b; Torres-Castro *et al.*, 2018b). También, se han identificado anticuerpos contra las especies *L. interrogans* y *L. wolffii* en la zarigüeya *D. virginiana* en Yucatán (Vado-Solís *et al.*, 2002), y ADN de las especies *L. borgpetersenii* y *L. noguchii* en el murciélago *C. villosus* en Yucatán (Torres-Castro *et al.*, 2020), y *L. borgpetersenii* y *L. santarosai* en el murciélago *P. mesoamericanus* en Campeche (Torres-Castro *et al.*, 2020). La prevalencia reportada de *Leptospira* spp. en roedores es baja y varía de 0.9 % a 5.4 % (Torres-Castro *et al.*, 2014; Panti-May *et al.*, 2017b; Torres-Castro *et al.*, 2018b), mientras que en murciélagos es 21.7 % (Torres-Castro *et al.*, 2020). Estos trabajos muestran una prevalencia baja de leptospirosis patógenas en roedores; no obstante, es importante realizar estudios eco-epidemiológicos para analizar las variaciones en la prevalencia de *Leptospira* spp. a lo largo de ciclos anuales, considerando características micro-ambientales y de los hospederos, así como el papel de otros micromamíferos en el ciclo de transmisión de *Leptospira* en la región.

Rickettsia spp.

El género *Rickettsia* (Rickettsiaceae) engloba al menos 17 especies capaces de ocasionar enfermedades en animales y en los humanos. Tradicionalmente, las especies patógenas se dividen en dos grupos bien caracterizados, las especies del grupo tifo (GT) y las especies del grupo las fiebres manchadas (GFM), ambos transmitidos por vectores artrópodos (i.e., garrapatas, ácaros, pulgas, piojos) o por contacto con sus excretas, dependiendo de la especie del parásito. En los humanos, las especies patógenas causan sintomatología inespecífica y similar a enfermedades como la fiebre del dengue o la leptospirosis, incluyendo dolor de cabeza, fiebre, exantemas y dolor muscular, entre otros (Bermúdez y Troyo, 2018). Los roedores y sus ectoparásitos se asocian con la distribución mundial de estas bacterias, en particular con *R. typhi*. Dos especies de *Rickettsia* fueron identificadas en micromamíferos de Yucatán usando pruebas serológicas y moleculares, *R. felis* (GFM) y *R. typhi* (GT). La primera especie ha sido identificada en los roedores *M. musculus*, *H. gaumeri*, *P. yucatanicus*, *O. phyllotis*, *H. gaumeri*, *S. toltecus* y la zarigüeya *D. virginiana*. La segunda especie se identificó en los roedores *M. musculus* y *R. rattus*. La prevalencia de *R. felis* en roedores y zarigüeyas fue 43.5 % y 57.1 %, respectivamente (Panti-May *et al.*, 2015a). Por otro lado, la prevalencia de *R. typhi* en roedores fue 27 % (Torres-Castro *et al.*, 2018a). Los resultados muestran un amplio número de especies de micromamíferos que pueden actuar como reservorios de *Rickettsia* y que pueden estar asociados con la transmisión a las poblaciones humanas de la región.

Borrelia garinii

La enfermedad de Lyme o borreliosis, causada por *Borrelia burgdorferi* sensu lato (Spirochaetaceae), es transmitida indirectamente a los mamíferos a través de garrapatas. La enfermedad cursa generalmente como un resfriado (casos leves), pero en alrededor del 15 % de los casos desarrolla a la neuroborreliosis (casos severos) (Bontemps-Gallo *et al.*, 2018). Por su distribución y movimientos, los roedores juegan un papel importante en la dispersión de la espiroqueta por ser hospederos de los ectoparásitos. En áreas rurales de Yucatán se identificó una de las especies heterogéneas del complejo *B. burgdorferi* s.l., *B. garinii*, en roedores comensales *M. musculus* y *R. rattus* con una prevalencia de 17 % (Solís-Hernández *et al.*, 2016). Aunque este es el único reporte de una especie del complejo *B. burgdorferi* s.l. en la región, es

necesario realizar futuros estudios para incrementar el conocimiento sobre esta zoonosis.

Protozoarios

Trypanosoma cruzi

La tripanosomiasis americana o enfermedad de Chagas (en el humano) es causada por *Trypanosoma cruzi* (Trypanosomatidae) que infecta indirectamente a más de 100 mamíferos domésticos y silvestres a través de insectos himenópteros (Reduviidae) en Latinoamérica. En los humanos, la enfermedad en su fase aguda usualmente es asintomática, pero en la fase crónica diferentes formas clínicas son observadas como la forma cardíaca o digestiva asociadas a mortalidades que van desde <10 % a >80 %, dependiendo del nivel de daño en los tejidos afectados (World Health Organization, 2015). Usando pruebas moleculares se ha identificado ADN de *T. cruzi* en sangre y/o tejido cardíaco de *D. virginiana*, *M. musculus*, *R. rattus*, *O. phyllotis* y *P. yucatanicus* en Yucatán (Parada-López et al., 2013; Panti-May et al., 2017b; Hernández-Cortazar et al., 2018). La prevalencia de *T. cruzi* en zarigüeyas fue de 55 % (Parada-López et al., 2013) y en roedores varió de 4.9 % a 10.3 % (Panti-May et al., 2017b; Hernández-Cortazar et al., 2018). También, se han caracterizado las lesiones histopatológicas en corazones de *M. musculus* y *R. rattus* naturalmente infectados con *T. cruzi* (Torres-Castro et al., 2016c; Ucan-Euan et al., 2019). Esta zoonosis es endémica en la PYU y el parásito ha sido identificado en animales domésticos, comensales y sinantrópicos, por ello, es necesario investigar las variaciones en la prevalencia a nivel temporal y geográfico así como en los distintos reservorios para poder entender la dinámica de transmisión del parásito.

Toxoplasma gondii

La toxoplasmosis, causada por *Toxoplasma gondii* (Sarcocystidae), es una zoonosis con distribución mundial que puede alcanzar prevalencias mayores al 50 % en muchas regiones, incluyendo México. La infección en los humanos ocurre al consumir alimentos poco cocidos que contienen quistes de *T. gondii* o al consumir agua o alimentos contaminados con ooquistes del parásito excretados en las heces fecales de gatos infectados (hospedero definitivo). Aunque la mayoría de las infecciones en humanos son asintomáticas, en ocasiones pueden presentarse varios síndromes que incluyen encefalitis, coriorretinitis y mortalidad neonatal (Weiss y Dubey, 2009). Los roedores

comensales son considerados los principales hospederos intermediarios a través de los cuales los gatos adquieren la infección al depredarlos, aunque hay registros en más de 350 hospederos incluyendo aves y mamíferos. En este sentido, en Yucatán se ha identificado molecularmente al parásito en los roedores *M. musculus*, *R. rattus* y *S. yucatanensis*, el coati *N. narica*, el grisón *G. vittata*, la zarigüeya *D. virginiana*, y los murciélagos *A. jamaicensis*, *G. soricina* y *C. villosus* (Torres-Castro et al., 2016a; b, Cubas-Atienzar et al., 2018; Torres-Castro et al., 2019a; b). La prevalencia de *T. gondii* en roedores comensales, zarigüeyas y murciélagos fue 5.3 % (Torres-Castro et al., 2016b), 76.9 % (Torres-Castro et al., 2016a) y 11.6 % (Torres-Castro et al., 2019a), respectivamente. Estos estudios muestran que una gran variedad de hospederos intermediarios participa en el ciclo de transmisión de *T. gondii* en la región; sin embargo, es necesario identificar la relevancia de cada uno de ellos en los distintos ciclos de transmisión del parásito.

Helmintos

Hymenolepis spp.

La hymenolepiasis humana es una enfermedad intestinal causada por cestodos del género *Hymenolepis* (Hymenolepididae) que parasitan principalmente roedores (hospederos definitivos). La infección en el humano es causada por la ingestión accidental de alimentos contaminados con huevos infectantes o ingestión voluntaria o involuntaria de insectos infectados (hospederos intermediarios). En los humanos la infección por lo general es asintomática, pero puede ocasionar síntomas como diarrea, dolor abdominal y fiebre, principalmente en niños (Panti-May et al., 2020b). La especie *H. diminuta*, cuyo ciclo de vida es indirecto, ha sido identificada en los roedores *R. rattus* y *M. musculus* tanto en áreas urbanas como rurales de Yucatán (Panti-May et al., 2017a, 2018). Otra especie de *Hymenolepis* de los roedores es *H. nana*, un parásito que presenta tanto un ciclo de vida directo como indirecto, siendo la más prevalente en humanos a nivel mundial. Esta especie ha sido colectada en ratones *M. musculus* y hámsteres *M. auratus* mascotas en la ciudad de Mérida (Panti-May et al., 2017c). Otro cestodo de ciclo indirecto que parasita roedores que se ha identificado en humanos es *H. microstoma*, lo que ha sugerido su potencial zoonótico. Esta especie se ha identificado y caracterizado molecularmente con aislados de *M. musculus* capturados en Maxcanú, Yucatán (Panti-May et al., 2020c). En general, la prevalencia de *Hymenolepis* reportada en roedores varía de 1.9 % al 31 %. La presencia de

estos cestodos en roedores de la región pone en evidencia la necesidad de monitorear las poblaciones de roedores para poder identificar fuentes de infección de hymenolepiasis humana en comunidades vulnerables.

Hydatigera taeniaeformis

El cestodo *H. taeniaeformis* (Taeniidae) es la especie más común que parasita al gato doméstico y otros félidos (hospederos definitivos). Los roedores actúan como hospederos intermediarios, alojando la fase larval en sus órganos o cavidades corporales. La infección en humanos es rara, pero puede presentar una sintomatología similar a otras parasitosis intestinales (Sterba *et al.*, 1977). La prevalencia de este cestodo en roedores comensales (*M. musculus* y *R. rattus*) ha sido notada en diversos estudios en Yucatán, oscilando entre 3.6 % y 28.8 % (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2011; Panti-May *et al.*, 2015b, 2017a; Medina-Pinto *et al.*, 2019; Panti-May *et al.*, 2020a). También, se ha identificado la infección en roedores nativos como *S. toltecus* y *S. yucatanensis*, en los cuales la intensidad de la infección (número de quistes larvales) es mayor debido a que no son hospederos naturales y pudieran tener una pobre respuesta inmune contra el parásito (Panti-May *et al.*, 2018, 2019). La ocurrencia y prevalencia de este cestodo en roedores comensales sugiere que es un parásito común en el gato doméstico, lo cual es de interés para la medicina veterinaria. También, muestra el impacto potencial que podría ocasionar en las poblaciones de roedores endémicos así como en personas inmunocomprometidas.

CONCLUSIÓN

Treinta y dos publicaciones científicas sobre parásitos zoonóticos o potencialmente zoonóticos asociados a los micromamíferos del sureste de México han sido generadas por investigadores asociados al CCBA-UADY. Estas contribuciones han identificado virus como *Flavivirus*, bacterias como *Leptospira* spp., *Rickettsia* spp. y *B. garinii*, protozoarios como *T. cruzi* y *T. gondii*, y helmintos como *Hymenolepis* spp. e *H. taeniaeformis* en la PYU. Estos parásitos han sido identificados en 15 especies de micromamíferos, incluyendo varias especies de roedores y murciélagos, así como registros en la zarigüeya, el coati y el grisón. La ocurrencia y prevalencia de estos patógenos en micromamíferos varían ampliamente entre las distintas áreas de la PYU. Estas publicaciones han incrementado el conocimiento eco-epidemiológico sobre parásitos zoonóticos o potencialmente zoonóticos presentes en los micromamíferos de la

región. Futuros estudios son requeridos para incrementar el entendimiento de la dinámica de transmisión de parásitos zoonóticos en las distintas poblaciones de hospederos y sus implicaciones en la transmisión potencial hacia los humanos.

Agradecimiento

Agradecemos a Alejandra Duarte Jiménez por sus comentarios enriquecedores en la primera versión del manuscrito.

Financiamiento. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de posdoctorado (Estancias Posdoctorales por México 2020) otorgada a JAP-M.

Conflicto de interés. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses relacionados con esta publicación.

Cumplimiento de normas éticas. No aplica.

Disponibilidad de datos. No aplica.

REFERENCIAS

- Adams, A.P., Travassos da Rosa, A.P.A., Nunes, M.R., Xiao, S.-Y., Tesh, R.B. 2013. Pathogenesis of Modoc virus (Flaviviridae; *Flavivirus*) in persistently infected hamsters. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 88:455–460. DOI: 10.4269/ajtmh.12-0110
- Bermúdez, S., Troyo, A. 2018. A review of the genus *Rickettsia* in Central America. *Research and Reports in Tropical Medicine*. 9:103–112. DOI: 10.2147/RRTM.S160951
- Bontemps-Gallo, S., Lawrence, K.A., Richards, C.L., Gherardini, F.C. 2018. Genomic and phenotypic characterization of *Borrelia afzelii* BO23 and *Borrelia garinii* CIP 103362. *PLoS ONE*. 13:e0199641. DOI: 10.1371/journal.pone.0199641
- Chomel, B.B., Belotto, A., Meslin, F.-X. 2007. Wildlife, exotic pets, and emerging zoonoses. *Emerging Infectious Diseases*. 13:6–11.
- Cigarroa-Toledo, N., Talavera-Aguilar, L.G., Baak-Baak, C.M., García-Rejón, J.E., Hernández-Betancourt, S., Blitvich, B.J., Machain-Williams, C. 2016. Serologic evidence of *Flavivirus* infections in peridomestic rodents in Merida, Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*. 52:168–172. DOI: 10.7589/2015-05-116

- Costa, F., Hagan, J.E., Calcagno, J., Kane, M., Torgerson, P., Martinez-Silveira, M.S., Stein, C., Abela-Ridder, B., Ko, A.I. 2015. Global morbidity and mortality of leptospirosis: a systematic review. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 9:e0003898. DOI: 10.1371/journal.pntd.0003898
- Cubas-Atienzar, A.I., Hide, G., Jiménez-Coello, M., Ortega-Pacheco, A., Smith, J.E. 2018. Genotyping of *Toxoplasma gondii* from pigs in Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 14:191–199. DOI: 10.1016/j.vprsr.2018.10.009
- Daszak, P., Cunningham, A.A., Hyatt, A.D. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. *Science*. 287:443–449. DOI: 10.1126/science.287.5452.443
- Hernández-Cortazar, I., Amaya Guardia, K.C., Torres-Castro, M., Acosta-Viana, K., Guzmán-Marín, E., Chan-Pérez, J.I., Ortega-Pacheco, A., Rodríguez-Vivas, R.I., Medina-Pinto, R., Jiménez-Coello, M. 2018. Frequency of *Trypanosoma cruzi* infection in synanthropic and wild rodents captured in a rural community in southeast of Mexico. *Veterinary Medicine International*. 2018:1–7. DOI: 10.1155/2018/8059613
- Medina-Pinto, R.A., Torres-Castro, M.A., Medina-Pinto, R.A., Bolio-González, M.E., Rodríguez-Vivas, R.I. 2019. Natural *Cysticercus fasciolaris* infection in rodents from a rural area in Yucatan, Mexico. *Veterinaria México OA*. 6:1–10. DOI: 10.22201/fmvz.24486760e.2019.2.590
- Meerburg, B.G., Singleton, G.R., Kijlstra, A. 2009. Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Critical Reviews in Microbiology*. 35:221–270. DOI: 10.1080/10408410902989837
- Morand, S., Krasnov, B.R., Poulin, R. 2006. *Micromammals and macroparasites: from evolutionary ecology to management*. Springer, Tokyo.
- Panti-May, J.A., Torres-Castro, M., Hernández-Betancourt, S., Dzul-Rosado, K., Zavala-Castro, J., López-Avila, K., Tello-Martín, R. 2015a. Detection of *Rickettsia felis* in wild mammals from three municipalities in Yucatan, Mexico. *Ecohealth*. 12:523–527. DOI: 10.1007/s10393-014-1003-2
- Panti-May, J.A., Hernández-Betancourt, S.F., Rodríguez-Vivas, R.I., Robles, M.R. 2015b. Infection levels of intestinal helminths in two commensal rodent species from rural households in Yucatan, Mexico. *Journal of Helminthology*. 89:42–48. DOI: 10.1017/S0022149X13000576
- Panti-May, J.A., Palomo-Arjona, E., Gurubel-González, Y., Torres-Castro, M.A., Vidal-Martínez, V.M., Machain-Williams, C., Hernández-Betancourt, S., Robles, M.R. 2017a. New host, geographical records, and factors affecting the prevalence of helminths infection from synanthropic rodents in Yucatán, Mexico. *Helminthologia*. 54:231–239. DOI: 10.1515/helm-2017-0030
- Panti-May, J.A., Andrade, R.R.C., Gurubel-González, Y., Palomo-Arjona, E., Sodá-Tamayo, L., Meza-Sulú, J., Ramírez-Sierra, M., Dumonteil, E., Vidal-Martínez, V.M., Machain-Williams, C., Oliveira, D., Reis, M.G., Torres-Castro, M.A., Robles, M.R., Hernández-Betancourt, S.F., Costa, F. 2017b. A survey of zoonotic pathogens carried by house mouse and black rat populations in Yucatan, Mexico. *Epidemiology and Infection*. 145:2287–2295. DOI: 10.1017/S0950268817001352
- Panti-May, J.A., Caraveo-Centeno, L., Hernández-Betancourt, S.F., Robles, M.R., Machain-Williams, C. 2017c. Survey of intestinal helminths collected from pet rodents in México. *Parasitology Research*. 116:3239–3242. DOI: 10.1007/s00436-017-5626-4
- Panti-May, J.A., Digiani, M.C., Palomo-Arjona, E.E., Gurubel-González, Y.M., Navone, G.T., Machain-Williams, C., Hernández-Betancourt, S.F., Robles, M.R. 2018. A checklist of the helminth parasites of sympatric rodents from two Mayan villages in Yucatán, México. *Zootaxa*. 4403:495–512. DOI: 10.11646/zootaxa.4403.3.4
- Panti-May, J.A., Hernández-Betancourt, S.F., García-Prieto, L. 2019. *Hydatigera taeniaeformis* (Cestoda: Taeniidae) in the Yucatán squirrel *Sciurus yucatanensis* (Rodentia: Sciuridae), Mexico. *Therya*. 10:179–182. DOI: 10.12933/therya-19-740
- Panti-May, J.A., Palomo-Arjona, E.E., Gurubel-González, Y.M., Barrientos-Medina, R.C., Digiani, M.C., Robles, M.R., Hernández-Betancourt, S.F., Machain-Williams, C. 2020a. Patterns of helminth infections in *Rattus rattus* and *Mus musculus* from two

- Mayan communities in Mexico. *Journal of Helminthology*. 94:e30. DOI: 10.1017/S0022149X19000063
- Panti-May, J.A., Rodríguez-Vivas, R.I., García-Prieto, L., Servián, A., Costa, F. 2020b. Worldwide overview of human infections with *Hymenolepis diminuta*. *Parasitology Research*. 1–8. DOI: 10.1007/s00436-020-06663-x
- Panti-May, J.A., Servián, A., Ferrari, W., Zonta, M.L., Hernández-Mena, D.I., Hernández-Betancourt, S.F., Robles, M.R., Machain-Williams, C. 2020c. Morphological and molecular identification of hymenolepidid cestodes in children and synanthropic rodents from rural Mexico. *Parasitology International*. 75:102042. DOI: 10.1016/j.parint.2019.102042
- Parada-López, J., Hernández-Betancourt, S.F., Ruiz-Piña, H.A., Escobedo-Ortegón, F.J., Medina-Peralta, S., Panti-May, J.A. 2013. *Trypanosoma cruzi* infection in *Didelphis virginiana* in relation to population parameters and variables associated with presence in rural community dwellings in Yucatan, Mexico. *EcoHealth*. 10:31–35.
- Pavlin, B.I., Schloegel, L.M., Daszak, P. 2009. Risk of importing zoonotic diseases through wildlife trade, United States. *Emerging Infectious Diseases*. 15:1721–1726. DOI: 10.3201/eid1511.090467
- Rodríguez-Vivas, R.I., Panti-May, J.A., Parada-López, J., Hernández-Betancourt, S.F., Ruiz-Piña, H. 2011. The occurrence of the larval cestode *Cysticercus fasciolaris* in rodent populations from the Cuxtal ecological reserve, Yucatan, Mexico. *Journal of Helminthology*. 85:458–461. DOI: 10.1017/S0022149X10000817
- Solís-Hernández, A., Rodríguez-Vivas, R.I., Esteve-Gassent, M.D., Villegas-Pérez, S.L. 2016. Prevalencia de *Borrelia burgdorferi* sensu lato en roedores sinantrópicos de dos comunidades rurales de Yucatán, México. *Biomédica*. 36:109–117. DOI: 10.7705/biomedica.v36i3.3139
- Sosa-Escalante, J.E., Pech-Canché, J.M., MacSwiney, M.C., Hernández-Betancourt, S. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84:1–21. DOI: 10.7550/rmb.33285
- Sterba, J., Blazer, K., Barus, V. 1977. Contribution to the pathology of Strobilocercosis (*Strobilocercus fasciolaris*) in the liver of man and some animals. *Folia Parasitologica*. 24:41–46.
- Tompkins, D.M., Dunn, A.M., Smith, M.J., Telfer, S. 2011. Wildlife diseases: from individuals to ecosystems. *Journal of Animal Ecology*. 80:19–38. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2010.01742.x
- Torres-Castro, M.A., Gutiérrez-Ruiz, E., Hernández-Betancourt, S.F., Peláez-Sánchez, R., Agudelo-Flórez, P., Guillermo-Cordero, L., Puerto, F.I. 2014. First molecular evidence of *Leptospira* spp. in synanthropic rodents captured in Yucatan, Mexico. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 7–8:213–218.
- Torres-Castro, M., Noh-Pech, H., Puerto-Hernández, R., Reyes-Hernández, B., Panti-May, A., Hernández-Betancourt, S., Yeh-Gorocica, A., González-Herrera, L., Zavala-Castro, J., Puerto, F.I. 2016a. First molecular evidence of *Toxoplasma gondii* in opossums (*Didelphis virginiana*) from Yucatan, Mexico. *Open Veterinary Journal*. 6:57–61. DOI: 10.4314/ovj.v6i1.8
- Torres-Castro, M.A., Medina-Espinosa, D.B., Panti-May, J.A., Hernández-Betancourt, S., Noh-Pech, H.R., Gorocica-Yeh, A.B., Gutiérrez-Ruiz, E.J., Zavala-Castro, J.E., Puerto, F.I. 2016b. First molecular evidence of *Toxoplasma gondii* in synanthropic rodents (*Mus musculus* and *Rattus rattus*) captured in Yucatan, Mexico. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 169:250–255.
- Torres-Castro, M., Hernández-Betancourt, S., Torres-León, M., Puerto, F.I. 2016c. Lesiones histológicas asociadas a la posible infección por *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) en corazones de roedores sinantrópicos capturados en Yucatán, México. *Anales de Biología*. 38:29–35. DOI: 10.6018/analesbio.38.03
- Torres-Castro, M., Poot-Pérez, M., Moguel-Lehmer, C., Reyes-Hernández, B., Panti-May, A., Noh-Pech, H., Hernández-Betancourt, S., Medina-Espinosa, N., Puerto, F.I. 2017. Detección molecular de *Flavivirus* en sueros sanguíneos de roedores capturados en Yucatán, México. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 28:431. DOI: 10.15381/rivep.v28i2.12053

- Torres-Castro, M., Martínez-Ortiz, D., Panti-May, A., Koyoc-Cardena, E., López-Ávila, K., Dzúl-Rosado, K., Zavala-Castro, J., Chablé-Santos, J., Manrique-Saide, P. 2018a. *Rickettsia typhi* en roedores de una comunidad con antecedentes de tifo murino, de Yucatán, México. *Revista MVZ Córdoba*. 23:6974–6980. DOI: 10.21897/rmvz.1420
- Torres-Castro, M., Cruz-Camargo, B., Medina-Pinto, R., Reyes-Hernández, B., Moguel-Lehmer, C., Medina, R., Ortiz-Esquivel, J., Arcila-Fuentes, W., López-Ávila, A., Noh-Pech, H., Panti-May, A., Rodríguez-Vivas, I., Puerto, F.I. 2018b. Detección molecular de leptospirosis patógenas en roedores sinantrópicos y silvestres capturados en Yucatán, México. *Biomédica*. 38:51–58. DOI: 10.7705/biomedica.v38i3.3938
- Torres-Castro, M., Muñoz-Dueñas, D., Hernández-Betancourt, S., Bolio-González, M., Noh-Pech, H., Peláez-Sánchez, R., Sosa-Escalante, J. 2019a. Infección con *Toxoplasma gondii* (Eucoccidiorida: Sarcocystidae) en murciélagos de Campeche y Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*. 67:633–642. DOI: 10.15517/RBT.V67I3.35147
- Torres-Castro, M.A., Medina-Pinto, R.A., Noh-Pech, H.R., Puerto, F.I., Rodríguez-Vivas, R.I. 2019b. Molecular identification of *Toxoplasma gondii* in roadkill wild animals in Yucatan, Mexico. *Veterinaria México OA*. 6:1–9. DOI: 10.22201/fmvz.24486760e.2019.1.511
- Torres-Castro, M., Febles-Solís, V., Hernández-Betancourt, S., Noh-Pech, H., Estrella, E., Peláez-Sánchez, R., Panti-May, A., Herrera-Flores, B., Reyes-Hernández, B., Sosa-Escalante, J. 2020. Pathogenic *Leptospira* in bats from Campeche and Yucatán, Mexico. *Revista MVZ Córdoba*. 25. DOI: 10.21897/rmvz.1815
- Ucan-Euan, F., Hernández-Betancourt, S., Arjona-Torres, M., Panti-May, A., Torres-Castro, M. 2019. Estudio histopatológico de tejido cardíaco de roedores infectados con *Trypanosoma cruzi* capturados en barrios suburbanos de Mérida, México. *Biomédica*. 39:32–43. DOI: 10.7705/biomedica.v39i3.4192
- Vado-Solís, I., Cárdenas-Marrufo, M.F., Jiménez-Delgadillo, B., Alzina-López, A., Laviada-Molina, H., Suarez-Solís, V., Zavala-Velázquez, J.E. 2002. Clinical-epidemiological study of leptospirosis in humans and reservoirs in Yucatán, México. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*. 44:335–340. DOI: 10.1590/S0036-46652002000600008
- Weiss, L.M., Dubey, J.P. 2009. Toxoplasmosis: a history of clinical observations. *International Journal for Parasitology*. 39:895–901. DOI: 10.1016/j.ijpara.2009.02.004
- World Health Organization. 2015. Chagas disease in Latin America: an epidemiological update based on 2010 estimates. *Weekly Epidemiological Record*. 90:33–44. DOI: 10.1186/1750-9378-2-15.Voir