

¿Son los roedores sinantrópicos una amenaza para la salud pública de Yucatán?

Marco Antonio Torres-Castro.

Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán.

RESUMEN

Los roedores sinantrópicos participan en el ciclo infeccioso de numerosas enfermedades zoonóticas de importancia a nivel mundial y nacional, ya sea como reservorios, hospederos intermediarios u hospederos de los ectoparásitos vectores que transmiten a los agentes etiológicos. En Yucatán, México, las especies más frecuentes son *Rattus rattus* y *Mus musculus*, los cuales han sido identificados en medios rurales, sub-urbanos y urbanos. En los últimos años en Yucatán, se han realizado distintos estudios epidemiológicos en los que se han descrito a estos roedores como positivos a diversos agentes zoonóticos de relevancia en salud pública y animal. El objetivo de la presente revisión es mencionar los agentes infecciosos reportados en estas investigaciones, para manifestar la importancia de los roedores sinantrópicos en la diseminación y/o control de algunas enfermedades endémicas en la región.

Palabras Clave: Roedores sinantrópicos, estudios epidemiológicos, salud pública, Yucatán, México

ABSTRACT

Synanthropic rodents, threat to health?

Synanthropic rodents are involved in the infectious cycle of numerous zoonotic diseases of global and national importance, as reservoirs, intermediate hosts, or hosts of the ectoparasites vectors that transmit the etiological agents. In Yucatan, Mexico, the most frequent species are *Rattus rattus* and *Mus musculus*, which have been identified in rural, suburban and urban environments. In recent years in Yucatan, several epidemiological studies have been carried out in which these rodents have been described as positive to various zoonotic agents of relevance in public and animal health. The aim of this review is to mention the infectious agents reported in these investigations, to demonstrate the importance of the synanthropic rodents in the dissemination and/or control of some endemic diseases in the region.

Keywords: Synanthropic rodents, epidemiological studies, public health, Yucatan, Mexico

Autor para correspondencia: Marco Antonio Torres Castro, Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán Avenida Itzáes # 490 C.P 97000, Mérida, México. **E-mail:** mrc.torresc@gmail.com

Recibido: el 31 de marzo de 2017 **Aceptado para publicación:** el 14 de agosto de 2017

Copyright © 2017 por autores (s) y Revista Biomédica.

Este trabajo está licenciado bajo las atribuciones de la Creative Commons (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Fecha de publicación: 1 de septiembre de 2017

Este documento está disponible en <http://www.revistabiomedica.mx>

INTRODUCCIÓN

Los roedores figuran en el orden de mamíferos más numeroso del reino animal, alrededor de 43% de las especies conocidas; además, son definitivamente los más distribuidos ya que, prácticamente, se encuentran en todos los continentes e islas, a excepción de la Antártica (1). El orden de los roedores contiene, aproximadamente, 2,000 especies de diversos tamaños, formas y comportamientos, aunque, la mayoría de ellos son relativamente pequeños, de cuerpo compacto y extremidades cortas (2). De todas estas especies, únicamente, 5% es considerado como plaga o fauna nociva en diversas regiones del mundo (3).

El término ‘roedor’ proviene del vocablo latín “*rodere*”, dicho vocablo fue acuñado debido a la característica que poseen estos animales de presentar un par de dientes incisivos en forma de cincel y con raíces abiertas que emplean para

roer prácticamente cualquier material y alimento, incluidos insectos con exoesqueleto (3).

Los roedores sinantrópicos o comensales, son considerados los más relevantes en el ámbito de la salud pública. Se denomina como sinantropía aquella habilidad que posee un organismo, vegetal o animal, terrestre o acuático, de adaptarse, desarrollarse y reproducirse, tanto en un entorno silvestre (sin efecto antropogénico), como en un ambiente con efecto antropogénico, o sea, habituado por el ser humano (4). Las especies de roedores sinantrópicos más importantes a nivel mundial son, *Rattus norvegicus*, conocida como “rata gris”, “rata marrón” o “rata noruega” y cuya presencia aún no ha sido documentada en Yucatán; *Rattus rattus*, conocida como “rata negra” o “rata de barco” (Figura 1) y *Mus musculus*, conocido como “ratón común” o “ratón doméstico” (Figura 2) (5,6). Estos dos últimos



Figura 1. Ejemplar adulto de *Rattus rattus* capturado en viviendas de la comunidad rural de Molas, Yucatán, México. La fotografía corresponde al manejo de los roedores en las instalaciones del laboratorio. La fotografía fue tomada por alguno de los estudiantes que participó en la captura de animales y recolección de muestras biológicas.

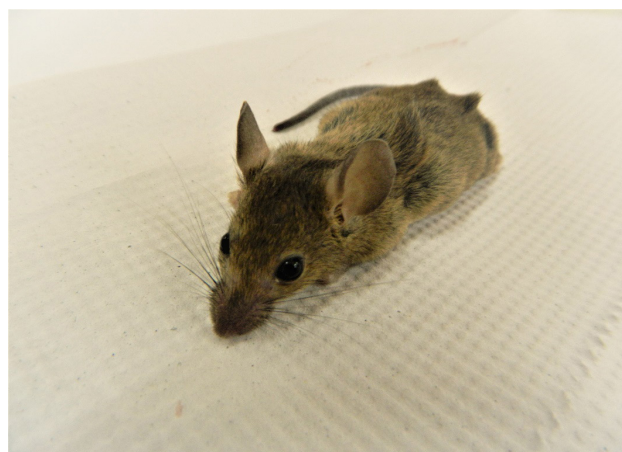


Figura 2. Ejemplar adulto de *Mus musculus*, capturado en viviendas de la localidad de Molas, Yucatán, México. La fotografía corresponde al manejo de los roedores en las instalaciones del laboratorio. La fotografía fue tomada por alguno de los estudiantes que participó en la captura de animales y recolección de muestras biológicas.

son frecuentes en ambientes rurales, urbanos y sub-urbanos de Yucatán, México (7,8).

El objetivo de la presente revisión es mencionar a los agentes infecciosos reportados en las investigaciones realizadas en roedores sinantrópicos de Yucatán, para manifestar su importancia en los ciclos infecciosos y el posible control de algunas enfermedades endémicas de la región.

Los roedores *Rattus rattus* y *Mus musculus*. Entre los factores que contribuyen al establecimiento de las poblaciones de roedores comensales en los medios rurales y urbanos de Yucatán, y que han sido determinados en estudios epidemiológicos y poblacionales se encuentran los numerosos lugares de resguardo y reproducción, las altas cantidades de desperdicios orgánicos que funcionan como fuentes de alimentación; la reducida cantidad de depredadores y el mal estado de los materiales de construcción precarios de las viviendas, sobre todo en medios rurales (7,8).

Particularmente, *Rattus rattus* (*R. rattus*) y *Mus musculus* (*M. musculus*) son responsables de grandes pérdidas económicas y productivas, sobre todo en países desarrollados y sub-desarrollados, debido a la contaminación y/o consumo de grandes cantidades de granos, cereales y comida bajo resguardo (9); aunado a la destrucción de cosechas y el alto costo económico, necesario para controlar sus poblaciones. Asimismo, su capacidad depredadora y alta tasa reproductiva, representan una seria amenaza ecológica para algunas especies de flora y fauna endémicas en amplias regiones del mundo (6). Estimaciones hechas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1982, concluyen que las poblaciones de roedores son responsables de la destrucción de más de 42 millones de toneladas anuales de alimento alrededor del mundo, lo que equivale a una pérdida económica de más de 30 billones de dólares (10).

En las cuestiones de salud pública, *R. rattus* y *M. musculus* participan en el ciclo de infección de numerosas enfermedades zoonóticas, como reservorios naturales, hospederos intermediarios e, incluso, como hospederos de los ectoparásitos vectores transmisores de patógenos (6). Los agentes etiológicos se transmiten de estos animales a los seres humanos mediante dos vías, directa que es cuando la infección es consecuencia de mordidas o ingesta de alimentos contaminados con desechos (heces u orina) de individuos infectados, por ejemplo leptospirosis e indirecta, que es cuando la infección se realiza por contacto o manipulación de superficies, fómites, alimentos contaminados o por la inhalación de microorganismos presentes en las heces fecales como en el caso de los Hantavirus (5).

Estudios epidemiológicos y los roedores de Yucatán. En los últimos años en Yucatán, se ha observado un incremento en el número de investigaciones epidemiológicas realizadas para determinar la participación de los roedores sinantrópicos en los ciclos de transmisión de diversos agentes zoonóticos de importancia, no únicamente en salud pública, sino también, en salud animal. Estos estudios han sido elaborados principalmente por grupos académicos pertenecientes al Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA), liderados por la Dra. Silvia Hernández-Betancourt y el M. en C. Alonso Panti-May, considerados como pioneros de la materia y al Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi” (CIR), ambos de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

Estas investigaciones han permitido determinar la presencia de agentes infecciosos tan variados como relevantes en municipios rurales de Yucatán y en colonias del centro y sur de la ciudad de Mérida. Los microorganismos reportados más relevantes son:

Bacterias

Espiroquetas. *Leptospira interrogans* y *Leptospira kirschneri*, son dos de las especies patógenas pertenecientes al género *Leptospira* que pueden ocasionar leptospirosis, la cual es presumiblemente la enfermedad zoonótica más diseminada a nivel mundial, endémica en la mayor parte del territorio nacional (11). Estas especies fueron localizadas por medio de técnicas moleculares en tejido renal de *R. rattus* y *M. musculus* capturados en una comunidad rural del sur de Yucatán (12,13). Además, Vado-Solís y colaboradores (14), reportaron 15% de seropositividad para las serovares icterohaemorrhagiae, wolffi y bratislava, incluidas en la especie *Leptospira interrogans*, en 60 roedores capturados en varias granjas y ranchos de Yucatán. Las especies patógenas del género *Leptospira* se transmiten, principalmente, por la orina de roedores infectados que contaminan fuentes de agua, alimentos y superficies (11). Del mismo modo, se ha determinado que la presencia de roedores en ambientes urbanos o rurales representa un factor de riesgo fundamental para la presentación de casos de leptospirosis grave en seres humanos y otros animales susceptibles (15).

Borrelia burgdorferi sensu lato, agente etiológico de la enfermedad de Lyme, padecimiento de importancia mundial que ocasiona signos clínicos nerviosos severos, ha sido identificado por medio de técnicas moleculares por Solís-Hernández y colaboradores (16), en *R. rattus* (17.2%) y *M. musculus* (42.5%), capturados en los municipios rurales de Opichén y Tixméhuac, hallazgo que indica que los roedores y sus ectoparásitos podrían tener participación en el inicio de la diseminación de esta bacteria entre los habitantes de la región, principalmente, en las comunidades rurales.

Rickettsia. Las rickettsiosis o enfermedades rickettsiales son enfermedades ocasionadas por bacterias patógenas del género *Rickettsia* y *Orientia*, pertenecientes a la familia

Rickettsiaceae y transmitidas por artrópodos vectores (17). Específicamente, *Rickettsia typhi* (*R. typhi*), especie perteneciente al grupo tifo, es agente causal del denominado Tifus murino, el cual ha sido identificado en pacientes de Yucatán (18). Por su parte, *Rickettsia felis*, especie perteneciente al grupo transicional, ocasiona otra entidad clínica endémica de importancia en nuestra región, cuyos síntomas pueden llegar a ser severos y fatales (19).

Rickettsia felis y *R. typhi*, son agentes etiológicos zoonóticos transmitidos por pulgas y garrapatas que infestan, entre otros animales, a los roedores, perros, gatos y, eventualmente, al ser humano. Estas bacterias han sido detectadas por medio de técnicas de diagnóstico molecular y serológicas en *M. musculus* y *R. rattus* capturados en Mérida (20,21) y el municipio de Bolmay (22), donde se reportó, en los meses de mayo y junio de 2010, un brote de rickettsiosis en seres humanos (SSA, datos no mostrados). De igual forma, *R. felis* ha sido identificada en ectoparásitos (pulgas) recolectados de roedores capturados en Mérida (21).

Bartonella. Las bacterias del género *Bartonella* son responsables de un amplio grupo de enfermedades infecciosas emergentes o reemergentes. Las manifestaciones clínicas varían dependiendo de la especie involucrada en la infección y de la situación inmunológica del paciente (23). En el estudio de Schuelde-Fischedick y colaboradores (24), se demostró por primera vez la circulación de *Bartonella* spp. en roedores capturados en los poblados de Peto, Bokobá y San José Pibituch; no obstante, la infección no se presentó en *M. musculus* o *R. rattus*, sino en *Peromyscus yucatanicus*, especie considerada silvestre, pero que ha sido capturado en estudios conducidos en ambientes peri-urbanos (20).

Parásitos

Protozoarios. *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*), es un parásito de distribución cosmopolita, que

ocasiona la toxoplasmosis, enfermedad endémica en todo el territorio nacional con frecuencias de prevalencia e incidencia muy variables entre regiones, pero con mayor circulación, particularmente, en los Estados cercanos a las costas del Golfo de México y el Océano Pacífico. En Yucatán, *T. gondii* ha sido reportado tanto en seres humanos como en animales domésticos y silvestres (25). Este parásito zoonótico ha sido identificado por medio de técnicas moleculares en tejido renal de *M. musculus* y *R. rattus* capturados en la comunidad de Molas, al sur de la ciudad de Mérida (26) y, aunque los roedores no son capaces de excretar los estadios infectantes de *T. gondii*, participan en el ciclo de transmisión al ser presas de felinos domésticos y silvestres, hospederos finales de *T. gondii*.

La enfermedad de Chagas o Tripanosomiasis Americana, es probablemente la zoonosis más estudiada en la Península de Yucatán. Este padecimiento es ocasionado por el parásito *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*), el cual tiene la notable capacidad de invadir las fibras cardíacas de los organismos infectados, ocasionando un amplio abanico de signos clínicos (27). El primer reporte de la circulación de *T. cruzi* en roedores de Yucatán, fue realizado por Zavala-Velázquez y colaboradores (28), quienes describieron una seropositividad de 47% en *R. rattus* y de 37.5% en *M. musculus* capturados en ocho municipios. Otro hallazgo significativo, pero en los roedores silvestres *Oryzomys melanotis*, *Heteromys gaumeri* y *P. yucatanicus*, es el expuesto por Ruiz-Piña y Van-Wynsberghe (29), quienes encontraron amastigotes de *T. cruzi*. Asimismo, Torres-Castro y colaboradores (30) y Ucán-Euán (31), realizaron estudios histopatológicos en corazones de *R. rattus* y *M. musculus* naturalmente infectados con *T. cruzi*.

Existen distintos trabajos en los cuales se ha detectado la infección natural de *T. cruzi* en *R. rattus* y *M. musculus*, a través del empleo de herramientas moleculares, algunos de estos

estudios son Sulú-Meza (32) y Sodá-Tamayo (33), quienes reportaron la circulación de *T. cruzi* en roedores capturados en las colonias del sur de la ciudad de Mérida, San José Tecoh y Plan de Ayala sur, respectivamente; por su parte, Herrera-Meza (34) y Panti-May (35), describieron hallazgos similares, pero en animales provenientes de la comunidad de Molas.

Los estudios de Rodríguez-Vivas y colaboradores (36) y Panti-May y colaboradores (37), han evidenciado la circulación de *Cysticercus fasciolaris*, estado larval del cestodo *Taenia taeniaeformis*, helminto con potencial zoonótico, parasitando roedores sinantrópicos capturados en diversas localidades de Yucatán. Dicho parásito, no únicamente tiene la habilidad de afectar de modo accidental al ser humano, sino también a otros animales domésticos como perros y gatos, los cuales viven en cercanía con las poblaciones humanas. Numerosas investigaciones alrededor del mundo han evidenciado que la helminto-fauna presente en los roedores comensales representa un riesgo para la salud pública (38).

Virus

Los agentes virales son los menos explorados en las poblaciones de roedores comensales de Yucatán. En los estudios realizados por Machain-Williams (39), Cigarroa-Toledo y colaboradores (40) y Torres-Castro y colaboradores (41), se detectó la circulación de virus pertenecientes al género *Flavivirus* en muestras séricas de *M. musculus* o *R. rattus*, ya sea con la aplicación de técnicas serológicas o moleculares.

El género *Flavivirus*, el cual pertenece a la familia *Flaviviridae*, engloba a un conjunto de virus que comparten un genoma ARN lineal de cadena sencilla y polaridad positiva, con una longitud de 9.5 a 12.3 kilobases. Este género contiene más de 40 virus patógenos, a los cuales se asocian miles de centenas de muertes en seres humanos y animales a nivel mundial. Estos virus se transmiten principalmente por la picadura de mosquitos vectores. Dentro los más importantes

se encuentran el virus Dengue (DENV) y el virus Zika (ZIKV), ambos considerados serios problemas de salud pública (42).

CONCLUSIONES

El estudio de los reservorios sinantrópicos en Yucatán está en continuo desarrollo, tanto es así, que actualmente se conducen muestreos más extensos, en los cuales se emplean técnicas de captura y toma de muestras que se utilizan en otros países. Asimismo, es seguro que, como consecuencia de las evidencias ya redactadas, la localización de agentes etiológicos de importancia en salud pública se diversifique.

Las investigaciones descritas ponen de manifiesto la importancia de los roedores sinantrópicos en la diseminación de enfermedades zoonóticas en la región, por lo que además representan serias amenazas para la salud de mascotas y otras especies productivas.

REFERENCIAS

1. Huchon D, Madsen O, Sibbald MJJB, Ament K, Stanhope MJ, Catzeffis F, et al. Rodent phylogeny and a timescale for the evolution of Glires: evidence from an extensive taxon sampling using three nuclear genes. *Mol Biol Evol.* 2002 Jul; 19(7): 1053-1065.
2. Kay EH & Hoekstra HE. Rodents. *Curr Biol.* 2008 May; 18(10): R406-410. doi: 10.1016/j.cub.2008.03.019.
3. Mac Donald D. The new encyclopedia of mammals, 2nd edition: Oxford (UK): Andromeda; 2011.
4. Abramova L. 2010. Main regularities in synanthropization of different vegetation types in the Republic of Bashkortostan. *Russ J Ecol.* 2010 May; 41(3): 206-10. doi:10.1134/S1067413610030021.
5. Firth C, Bhat M, Firth M, Williams A, Frye M, Simmonds P, et al. Detection of zoonotic pathogens and characterization of novel viruses carried by commensal *Rattus norvegicus* in New York City. *MBio.* 2014 Oct; 5(5): e01933-14. doi:10.1128/mBio.01933-14.
6. Meerburg BG, Singleton GR, Kijlstra A. Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Crit Rev Microbiol.* 2009 Apr; 35(3): 221-70. doi: 10.1080/10408410902989837.
7. Panti-May JA, Hernández-Betancourt SF, Torres-Castro MA, Machain-Williams C, Cigarroa-Toledo N, Sodá L, et al. Population characteristics of human-commensal rodents present in households from Mérida, Yucatán, México. *Manter J Parasit Biodivers.* 2016 Sept; Paper 5. doi:10.13014/K2VD6WCX.
8. Panti-May JA, Hernández-Betancourt S, Ruiz-Piña H, Medina-Peralta S. Abundance and population parameters of commensal rodents present in rural households in Yucatan, Mexico. *Int Biodeterior Biodegradation.* 2012 Jan; 66(1): 77-81. doi: doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.10.006.
9. Clapperton BK. A review of the current knowledge of rodent behavior in relation to control devices. *Sci Conserv.* 2006; 263: 1–55. ESTE ES UN LIBRO NO ARTÍCULO
10. Almeida A, Corrigan R, Sarno R. The economic impact of commensal rodents on small businesses in Manhattan's Chinatown: trends and possible causes. *Sub Sust.* 2013; 1(1). Article 2. doi: 10.5038/2164-0866.1.1.2.
11. Torres-Castro M, Hernández-Betancourt S, Agudelo-Flórez P, Arroyave-Sierra E, Zavala-Castro J, Fernando I. Puerto. Revisión actual de la epidemiología de la leptospirosis. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2016 Sept-Oct; 54(5): 620-625.
12. Torres-Castro MA, Gutiérrez-Ruiz E, Hernández-Betancourt S, Peláez-Sánchez R, Agudelo-Flórez P, Guillermo-Cordero L, et al. First molecular evidence of *Leptospira* spp. in synanthropic rodents captured in Yucatan, Mexico. *Revue Méd Vét.* 2014; 165(7-8): 213-218. http://www.revmedvet.com/2014/RMV165_213_218.pdf
13. Torres-Castro M, Guillermo-Cordero L, Hernández-Betancourt S, Gutiérrez-Ruiz E, Agudelo-Flórez P, Peláez-Sánchez R, et al. First histopathological study in kidneys of rodents naturally infected with *Leptospira* pathogenic species from Yucatan, Mexico. *Asian Pac J Trop Med.* 2016 Feb; 9(2): 145-147. doi: 10.1016/j.apjtm.2016.01.018.
14. Vado-Solís I, Cárdenas-Marrufo MF, Jiménez-Delgadillo B, Alzina-López A, Laviada-Molina H, Suarez-Solís V, et al. Clinical-epidemiological study of leptospirosis in humans and reservoirs in Yucatán, México. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2002 Nov-Dec; 44(6): 335-340.
15. Yusti D, Arboleda M, Agudelo-Flórez P. Factores de riesgo sociales y ambientales relacionados con casos de leptospirosis de manejo ambulatorio y hospitalario, Turbo, Colom. *Biomed.* 2013; 33(Supl.1): 117-129. doi: doi.org/10.7705/biomedica.v33i0.1457.
16. Solís-Hernández A, Rodríguez-Vivas I, Esteve-Gassent MD, Villegas-Pérez SL. Prevalencia de *Borrelia burgdorferi* sensu lato en roedores

- sinantrópicos de dos comunidades rurales de Yucatán, México. *Biomedica*. 2016 Mar; 36(Supl.1): 109-17. doi: 10.7705/biomedicav36i3.3139.
17. Renvoisé A & Raoult D. An update on rickettsiosis. *Med Mal Infect*. 2009 Feb; 39(2): 71-81. doi: 10.1016/j.medmal.2008.11.003.
 18. Zavala-Castro JE, Zavala-Velázquez JE, Sulú-Uicab JE. Murine typhus in child, Yucatan, Mexico. *Emerg Infect Dis*. 2009 Jun; 15(6): 972-974. doi: 10.3201/eid1506.081367.
 19. Zavala-Castro JE. *Rickettsia felis*: un patógeno emergente en Latinoamérica. *Acta Med Costarric*. 2013 (Supl. 1): 11-12. <http://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v55s1/art04.pdf>
 20. Panti-May JA, Torres-Castro M, Hernández-Betancourt S, Dzul-Rosado K, Zavala-Castro J, López-Ávila K, et al. Detection of *Rickettsia felis* in wild mammals from three municipalities in Yucatan, Mexico. *Ecohealth*. 2015 Sep; 12(3): 523-527. doi: 10.1007/s10393-014-1003-2.
 21. Peniche-Lara G, Dzul-Rosado K, Pérez-Osorio C, Zavala-Castro J. *Rickettsia typhi* and *R. felis* in Yucatán as a possible causal agent of undefined febrile cases. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2015 Mar-Apr; 57(2): 129-132. doi: 10.1590/S0036-46652015000200005.
 22. Ortiz-Martínez D. Frecuencia de infección de *Rickettsia typhi* en perros, roedores, y garrapatas de la localidad de Bolmay, Yucatán, México. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Mérida, México. 2016.
 23. Blanco JR & Raoult D. Enfermedades producidas por *Bartonella* spp. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2005; 23(5): 313-320. doi: 10.1157/13074971.
 24. Schulte-Fischedick FB, Stuckey MJ, Aguilar-Setién A, Moreno-Sandoval H, Galvez-Romero G, Salas-Rojas M, et al. Identification of *Bartonella* species isolated from rodents from Yucatan, Mexico, and isolation of *Bartonella vinsonii* subsp. *yucatanensis* subsp. nov. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2016 Oct; 16(10): 636-642. doi: 10.1089/vbz.2016.1981.
 25. Hernández-Cortazar I, Acosta-Viana KY, Ortega-Pacheco A, Guzmán-Marín E del S, Aguilar-Caballero AJ, Jiménez-Coello M. Toxoplasmosis in Mexico: epidemiological situation in humans and animals. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2015 Mar-Apr; 57(2): 93-103. doi: 10.1590/S0036-46652015000200001.
 26. Torres-Castro MA, Medina-Espinosa DN, Panti-May JA, Hernández-Betancourt SF, Noh-Pech HR, Yeh-Gorocica AB, et al. First molecular evidence of *Toxoplasma gondii* in synanthropic rodents (*Mus musculus* and *Rattus rattus*) captured in Yucatan, Mexico. *Revue Méd Vét*. 2016 Oct; 167(9-10): 250-255.
 27. Reyes-Novelo E, Ruiz-Piña H, Escobedo-Ortegón J, Rodríguez-Vivas I, Bolio-González M, Polanco-Rodríguez Á, et al. Situación actual y perspectivas para el estudio de las enfermedades zoonóticas emergentes, reemergentes y olvidadas en la Península de Yucatán, México. *Tropic Subtrop Agroecosyst*. 2011; 14: 35-54. <http://www.redalyc.org/pdf/939/93915703003.pdf>
 28. Zavala-Velázquez J, Barrera-Pérez M, Rodríguez-Félix ME, Guzmán-Marín E, Ruiz-Piña H. Infection by *Trypanosoma cruzi* in mammals in Yucatan, Mexico: a serological and parasitological study. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 1996 Jul-Aug; 38(4): 289-292.
 29. Ruiz-Piña H & Van-Wynsberghe NR. Infección natural con *Trypanosoma cruzi* en roedores silvestres de la Península de Yucatán. En: Libro de Memorias del VI Congreso Nacional de Mastozoología. Sociedad Mexicana de Mastozoología. Oaxaca, Oaxaca, México. https://www.researchgate.net/publication/314763019_Memorias_del_XII_Congreso_Nacional_de_Zoologia_2016
 30. Torres-Castro M, Hernández-Betancourt S, Torres-León M, Puerto FI. Lesiones histológicas asociadas a la posible infección por *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1990) en corazones de roedores sinantrópicos capturados en Yucatán, México. *Anal Biol*. 2016 abr; 38: 29-35. doi: 10.6018/analesbio.38.03.
 31. Ucán-Euán F. Lesiones histopatológicas observadas en corazones de *Mus musculus* y *Rattus rattus* positivos a *Trypanosoma cruzi* por PCR, capturados en dos colonias del sur de la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Biología. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Mérida, México. 2015.
 32. Sulú-Meza JR. Caracterización de las poblaciones de pequeños roedores y su relación con la presencia de *Trypanosoma cruzi*. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Biología. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Mérida, México. 2014.
 33. Sodá-Tamayo LA. Características poblacionales de *Rattus rattus* y *Mus musculus*, y su infección con *Trypanosoma cruzi* en una localidad urbana de Mérida, Yucatán, México. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Biología. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Mérida, México. 2016.
 34. Herera-Meza MC. Infección por *Trypanosoma cruzi* en pequeños roedores de una comunidad rural en Yucatán, México. Tesis para obtener el grado

- de Licenciado en Biología. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Mérida, México. 2013.
35. Panti-May JA. Pequeños roedores como huéspedes de *Trypanosoma cruzi* en viviendas de la localidad de Molas, Yucatán, México. Tesis para obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Mérida, México. 2011.
 36. Rodríguez-Vivas RI, Panti-May JA, Parada-López J, Hernández-Betancourt SF, Ruiz-Piña HA. The occurrence of the larval cestode *Cysticercus fasciolaris* in rodent populations from the Cuxtal ecological reserve, Yucatan, Mexico. *J Helminthol*. 2011 Dec; 85(4): 458-461. doi: 10.1017/S0022149X10000817.
 37. Panti-May JA, Hernández-Betancourt SF, Rodríguez-Vivas RI, Robles MR. Infection levels of intestinal helminths in two commensal rodent species from rural households in Yucatan, Mexico. *J Helminthol*. 2013 Jan; 89(1): 42-48. doi: 10.1017/S0022149X13000576.
 38. Hancke D, Navone GT, Suarez OV. Endoparasite community of *Rattus norvegicus* captured in a shantytown of Buenos Aires City, Argentina. *Helminthologia*. 2011; 48: 167. doi:10.2478/s11687-011-0025-3.
 39. Machain-Williams CI. Isolations and characterization of arthropod-borne viruses rodents in Merida city, Mexico. *ISID NEWS*. 2015 March. Final Report: http://isid.org/publications/isid_news/ISIDnewsletter201503.pdf
 40. Cigarroa-Toledo N, Talavera-Aguilar LG, Baak-Baak CM, García-Rejón JE, Hernández-Betancourt S, Blitvich BJ, et al. Serologic Evidence of Flavivirus infections in peridomestic rodents in Merida, Mexico. *J Wildl Dis*. 2016 Jan; 52(1): 168-172. doi: 10.7589/2015-05-116.
 41. Torres-Castro M, Poot-Pérez M, Moguel-Lehmer C, Reyes-Hernández B, Panti-May A, Noh-Pech H, et al. Detección molecular de *Flavivirus* en sueros sanguíneos capturados en Yucatán, México. *Rev Inv Vet Perú*. En prensa.
 42. Yan-Jang SH, Higgs S, McElroy-Horne K, Vanlandingham DL. Flavivirus-mosquito interactions. *Viruses*. 2014 Nov; 6(11): 4703-4730. doi: 10.3390/v6114703.