



Review [Revisión]

PRINCIPALES APORTACIONES CIENTÍFICAS DE LA FMVZ-UADY EN LA EPIDEMIOLOGÍA LA LEPTOSPIROSIS, TOXOPLASMOSIS, TRIPANOSOMIASIS AMERICANA, Y DIROFILARIOSIS EN ANIMALES DOMÉSTICOS Y SINANTRÓPICOS †

[MAIN SCIENTIFIC CONTRIBUTIONS OF THE FMVZ-UADY IN THE EPIDEMIOLOGY OF LEPTOSPIROSIS, TOXOPLASMOSIS, AMERICAN TRYPANOSOMIASIS, AND DIROFILARIASIS IN DOMESTIC AND SYNANTHROPIC ANIMALS]

A. Ortega-Pacheco¹, A.J. Aguilar-Caballero¹, J.F.J. Torres-Acosta¹, E. Gutiérrez-Blanco¹, J.A. Rosado-Aguilar¹, R.I. Rodríguez-Vivas¹, E. Gutiérrez-Ruiz¹, M. Bolio-González¹ and M. Jiménez-Coello^{2*}

¹*Campus de Ciencias Biológicas y agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Mérida-Xmatkuil Km 15.5 Mérida Yucatán, México.*

Email: opacheco@correo.uady.mx; aguilarc@correo.uady.mx; tacosta@correo.uady.mx; gublan@correo.uady.mx;

ja.rosado@correo.uady.mx; rvivas@correo.uady.mx; gruiiz@correo.uady.mx; bgonza@correo.uady.mx

²*Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán. Av Itzaes No. 490 x 59, Mérida Yucatán, México.*

Email: mjcoello@correo.uady.mx

**Corresponding author*

SUMMARY

Background. In tropical and subtropical regions there are ideal conditions for the maintenance and proliferation of leptospirosis, toxoplasmosis, American trypanosomiasis, and heartworm disease, which affect the welfare and health of domestic and synanthropic animals and can cause zoonoses. **Objective.** To identify the main epidemiological findings of potentially zoonotic diseases such as leptospirosis, toxoplasmosis, American trypanosomiasis, and heartworm disease in domestic animals, synanthropics, and humans in the Yucatan Peninsula. **Methodology.** The compilation of scientific articles from the studies carried out by the academic body of Animal Health in the first 50 years of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science of the Autonomous University of Yucatan was carried out. The review focused on four infectious agents with zoonotic potential (*Leptospira* spp, *Toxoplasma gondii*, *Trypanosoma cruzi*, and *Dirofilaria immitis*) that affect animals in the Yucatan peninsula. **Results.** The studies have shown a wide distribution of animals affected by these agents and described various aspects of epidemiology in animals and humans. **Implications.** Epidemiological monitoring of these agents and the study of their impact on health is essential for decision-making when it comes to implementing official control and prevention measures in both animals and humans. **Conclusions.** The infectious agents described (bacteria, protozoa and nematode) have a wide distribution in various species of domestic and synanthropic animals of the Yucatan peninsula, and have an impact on the human population in this region of Mexico. The epidemiological conditions described in this region should serve to prevent and control these diseases.

Key words: UADY; leptospirosis; American trypanosomiasis; toxoplasmosis; dirofilariosis; sub-tropic.

RESUMEN

Antecedentes. En las regiones tropicales y subtropicales existen las condiciones ideales para el mantenimiento y proliferación de leptospirosis, toxoplasmosis, tripanosomiasis americana, y dirofilariosis que afectan el bienestar y la salud de animales domésticos y sinantrópicos y pueden ocasionar zoonosis. **Objetivo.** Identificar los principales hallazgos epidemiológicos de enfermedades potencialmente zoonóticas como leptospirosis,

† Submitted September 2, 2020 – Accepted November 24, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License. ISSN: 1870-0462.

toxoplasmosis, tripanosomiasis americana, y dirofilariosis en animales domésticos, sinantrópicos y en humanos de la península de Yucatán. **Metodología.** Se realizó la recopilación de artículos científicos de los estudios realizados por el cuerpo académico de salud animal en los primeros 50 años de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. La revisión se centró en cuatro agentes infecciosos con potencial zoonótico (*Leptospira* spp, *Toxoplasma gondii*, *Trypanosoma cruzi*, y *Dirofilaria immitis*) que afectan a los animales en la península de Yucatán. **Resultados.** Las investigaciones han demostrado una amplia distribución de animales afectados por estos agentes y describen diversos aspectos de la epidemiología en animales y humanos. **Implicaciones.** El monitoreo epidemiológico de estos agentes y el estudio de su impacto en la salud es fundamental para la toma de decisiones cuando se trata de implementar medidas oficiales de control y prevención tanto en animales como en humanos. **Conclusiones.** Los agentes infecciosos descritos (bacteria, protozoarios y nematodo) tienen amplia distribución en diversas especies de animales domésticos y sinantrópicos de la península de Yucatán, y tienen impacto sobre la población humana en esta región de México. Las condiciones epidemiológicas descritas en esta región deben servir para prevenir y controlar dichas enfermedades.

Palabras clave: UADY; leptospirosis; tripanosomiasis americana; toxoplasmosis; dirofilariosis; sub-trópico.

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales con climas cálidos y húmedos o subhúmedos, la proliferación y mantenimiento de agentes infecciosos en el ambiente es muy exitosa. Bajo estas condiciones, las distintas especies animales domésticas y silvestres habitantes de estas zonas, se encuentran en amplio contacto con diversos agentes infecciosos pudiendo producirles cuadros clínicos de enfermedad y/o volverse reservorios de algunos agentes, manteniendo así el estatus endémico de las enfermedades. Debido a que la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMVZ-UADY) se localiza en una zona con clima cálido subhúmedo, los investigadores de esta Dependencia han estudiado diversos agentes etiológicos que se presentan en estas condiciones, buscando explicar la epidemiología de dichos agentes y las condiciones en las que ocasionan las enfermedades, de tal manera que puedan plantear estrategias para su control y prevención.

Con motivo del 50 aniversario de la fundación de la FMVZ-UADY, el objetivo de la presente revisión es sintetizar las principales investigaciones científicas que el departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva (SAMP) a lo largo de 50 años ha realizado en la epidemiología y control de las enfermedades infecciosas de animales domésticos y sinantrópicos.

Dentro de la gran diversidad de agentes infecciosos presentes en las poblaciones de animales de la península de Yucatán, dado al efecto negativo en su salud y su capacidad zoonótica, muchos trabajos se han abocado al estudio de la leptospirosis, la toxoplasmosis, la tripanosomiasis americana y la dirofilariosis.

Leptospirosis. Esta es una enfermedad producida por la bacteria espiroqueta de la especie *Leptospira interrogans* sensu lato, con más de 240 serovariedades circulantes en diversas latitudes del mundo. Aunque existen hospederos específicos por especie, hoy en día hay diversas serovariedades circulando en una gran diversidad de hospederos. Los primeros reportes de leptospirosis en México se inician en el estado de Yucatán en 1920 cuando el Dr. Hideyo Noguchi logró aislar la bacteria de un paciente humano (Noguchi y Klieger, 1920). Los primeros estudios en animales domésticos en la región se remontan a 1984 cuando Zavala-Velázquez *et al.* (1984) reportaron 8.8% de prevalencia en bovinos y 6.4 % en cerdos, encontrándose predominantemente los serotipos *Pomona*, *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola* y *Gryppotiphosa*. Fue hasta el 2002 cuando nuevamente se reportaron datos epidemiológicos de la leptospirosis en animales domésticos, encontrándose un 19 % en perros con las serovares *Gryppotiphosa*, *Pomona*, *Canicola* y *Pyrogenes* (Vado-Solís *et al.*, 2002). Debido a la endemicidad de la leptospirosis, el riesgo zoonótico que representa y la alta prevalencia reportada en perros, el departamento de SAMP realizó estudios más robustos dirigidos hacia esta especie. En el 2008, en un extenso muestreo realizado poco después del Huracán Isidoro se encontró una seroprevalencia en perros callejeros del 35%, siendo las serovares *Canicola* (65 %) e *Icterohaemorrhagiae* (11.3 %) las más frecuentes, con titulaciones de hasta 1:25,600 (Jiménez-Coello *et al.*; 2008a). En este mismo estudio se demostró que la prueba de ELISA tiene una alta sensibilidad para la detección serológica de *L. interrogans*. Asimismo, se demostró que perros seropositivos a *L. Canicola*, y *L. Icterohaemorrhagiae* mostraban lesiones glomerulares mesangioproliferativas con o sin nefritis intersticial (Ortega-Pacheco *et al.*, 2008), lo cual demuestra la alta virulencia de las

serovariedades circulantes en la zona. Otros estudios epidemiológicos de la leptospirosis en perros de otras zonas cálidas, húmedas del sureste de México demuestran la presencia de la espiroqueta en perros de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, pero en una menor proporción (4.9 %) siendo las serovariedades *Pyrogenes* y *Tarassovi* las de mayor circulación (Jiménez-Coello *et al.*, 2010a). En la búsqueda de mejores y más rápidas pruebas diagnósticas para la leptospirosis, se diseñó una prueba de diagnóstico rápida y confiable de ELISA la cual ofrece un pronto diagnóstico para zonas remotas con escaso acceso a laboratorios especializados (Abdoel *et al.*, 2011). Estudios epidemiológicos más recientes en zonas rurales de alta marginación de Yucatán revelan seroprevalencias de 45.2 % y 15.2 % en perros y gatos, respectivamente, incluyendo los serovares *Canicola*, *Australis* y *Bratislava* fueron las de mayor circulación (Ortega-Pacheco *et al.*, 2017). Un posterior estudio epidemiológico en gatos de la ciudad de Mérida, Yucatán, demostró una seroprevalencia del 17% en los cuales la serovariedad *Australis* fue la más predominante (54.3 %) seguida de la *Pyrogenes* (15.3 %) y *Gryppotyphosa* (13.0 %) (Ortega-Pacheco *et al.*, 2020). Aunque los gatos aparentemente son más resistentes a padecer cuadros clínicos de la enfermedad, este trabajo demostró su capacidad de ser importantes reservorios. Como conclusiones de los trabajos realizados, se puede observar que el patrón de distribución de las diversas serovariedades de *Leptospira* spp. y su seroprevalencia en animales de compañía es muy variable debido muy probablemente a diversos fenómenos climáticos y la interacción entre los diversos hospederos en la región.

Un estudio reciente de Torres-Castro *et al.* (2018) demostró la presencia de *Leptospira* spp. en tejido renal de siete especies de roedores capturados en Yucatán, México. La prueba de reacción en cadena de polimerasa (PCR) arrojó 5.4 % de prevalencia. El análisis del alineamiento de los aislamientos de los roedores infectados demostró 100 % de cobertura e identidad con la especie *Leptospira interrogans*.

En este momento el departamento de SAMP se encuentra estudiando el papel de la Leptospirosis y su asociación en casos de insuficiencia renal aguda y crónica en perros.

Toxoplasmosis. La toxoplasmosis es una enfermedad infecciosa causada por el parásito protozoario *Toxoplasma gondii* el cual se encuentra presente en casi todos los ecosistemas a nivel

mundial. El ciclo de vida se completa en los hospederos definitivos que son los felinos domésticos y silvestres en donde el parásito se reproduce sexualmente y los hospederos eliminan miles de ooquistes infectantes durante aproximadamente 14 días en su primoinfección. Los ooquistes son resistentes a las condiciones ambientales. Estudios epidemiológicos en felinos domésticos de Mérida, Yucatán, demuestran alta seroprevalencia y prevalencia de infección como lo demuestran la presencia de anticuerpos IgG (91.8 %) y pruebas moleculares (79.0 %) indicando no solo su presencia, pero una reinfección continua (Castillo-Morales *et al.*, 2012). De igual manera, se demostró que los felinos silvestres mantenidos en zoológicos, no solo se encuentran la gran mayoría infectados, posiblemente por el consumo de carne cruda en su dieta, sino que también tienen nuevos períodos de eliminación de ooquistes después de la primoinfección, periodo en el que se vuelven infectantes nuevamente (Gomez-Rios *et al.*, 2019). Los ooquistes infectantes tienen una alta resistencia a las condiciones ambientales y pueden permanecer viables por años, de tal manera que llegan a contaminar fuentes alimenticias y de agua en las distintas especies domésticas destinadas para el consumo humano. En Yucatán, México, más del 90 % de los cerdos de engorda de granjas tecnificadas destinados para consumo humano muestran anticuerpos contra este parásito, lo que sugieren que fueron infectados en algún momento de su vida (Ortega-Pacheco *et al.*, 2013). Es probable que la infección de los cerdos haya sido ocasionada por la contaminación con heces felinas conteniendo ooquistes infectantes en el alimento o agua de bebida de los cerdos (Ortega-Pacheco *et al.*, 2011). Esto se hace más evidente al demostrar la presencia del genoma del parásito en los distintos tejidos de los cerdos (Dzib-Paredes *et al.*, 2016; Hernandez-Cortazar *et al.*, 2016). De igual manera, entre el 35 y 75% de los cerdos de traspatio criados en Yucatán, mostraron anticuerpos específicos contra *T. gondii* mientras que 100 % de los gatos con los que conviven los cerdos presentaron anticuerpos contra el parásito (Jiménez-Coello *et al.*, 2013a; Dzib-Paredes *et al.*, 2016). En humanos, los estudios realizados en Yucatán demuestran que aún las personas sin contacto con gatos están expuestas a *T. gondii*. Esto pudiera deberse al consumo de carne infectada mal cocida o cruda (Jimenez-Coello *et al.*, 2011) o tal vez por el consumo de agua potable, ya que se ha demostrado la presencia del parásito en plantas potabilizadoras (Hernandez-Cortazar *et al.*, 2017). Otra potencial fuente de contagio con *T. gondii*, en particular para los niños, serían los areneros públicos en donde se ha encontrado la presencia del parásito, posiblemente

debido a que los felinos usan los areneros de parques públicos para defecar (Pacheco-Ortega *et al.*, 2019). En cuanto a la infección en humanos de Yucatán, se han reportado casos de abortos en mujeres asociados con *T. gondii* (Hernandez-Cortazar, *et al.*, 2016), ya que los biotipos circulantes en la región son altamente virulentos (Cubas-Atienzar *et al.*, 2019).

Tripanosomiasis Americana (TA). La TA (Enfermedad de Chagas), es una zoonosis infecciosa producida por el protozoario *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*), que se encuentra presente desde el sur de Estados Unidos y en una gran parte de Latinoamérica. Estudios epidemiológicos en perros aparentemente sanos realizados en la ciudad de Mérida y de zonas rurales de Yucatán, México, señalan seroprevalencias de 9.8 y 14.0 %, respectivamente, lo cual indica la gran capacidad de adaptación del vector (triatomino) en ambos ambientes (Jimenez-Coello *et al.*, 2008b). Sin embargo, en zonas periféricas de la ciudad de Mérida, caracterizadas por un menor desarrollo económico, la seroprevalencia en perros domiciliados llega hasta 34 %, mientras que en sus propietarios el 8% mostró títulos específicos contra el *T. cruzi*. (Jimenez-Coello *et al.*, 2010b). En un estudio posterior igual con perros domiciliados y clínicamente sanos, de la ciudad de Mérida se halló una prevalencia del 12.2 % y con mayor frecuencia en las zonas periféricas del sur de la ciudad (Jiménez-Coello *et al.*, 2015). Por otro lado, un estudio realizado por López-Cespedes *et al.* (2013) en 630 perros de siete localidades de la península de Yucatán (Mérida, Molas, Playa del Carmen, Akumal, Xcalacoop, Xcalac y Xahuachol), usando las pruebas de ELISA-Fe-SOD y Western blot para el diagnóstico serológico de *T. cruzi*, se encontró una seroprevalencia global para la península de 14.76%, con 10.74 % en el estado de Yucatán y 21.34 % en el estado de Quintana Roo.

Un estudio longitudinal realizado por Reyes-Novelo *et al.* (2013) describió la abundancia de *T. dimidiata* y su infección con *T. cruzi* en una comunidad rural de Yucatán. Se encontró que el 21.9 % de la población de *T. dimidiata* era positiva a *T. cruzi*. Asimismo, se encontró que de abril a junio existe la mayor infestación del insecto en los domicilios muestreados (63.7 % de los triatominos colectados).

En gatos domésticos de la ciudad de Mérida se ha demostrado la presencia de anticuerpos específicos contra *T. cruzi* (8.6 %) y del genoma del parásito (34 %), lo cual demuestra el papel importante de

esta especie como reservorio del agente y su potencial papel en la transmisión del parásito dentro del ciclo peridoméstico. Sin embargo, la patogénesis de la enfermedad producida en gatos no ha sido muy estudiada. Además, el mecanismo por el cual los gatos se infectan permanece desconocido, aunque es probable que por los hábitos nocturnos y de cacería de esta especie, la vía oral sea la vía probable. Al igual que en los perros, el control del vector debe ser considerado en las viviendas en donde su presencia ha sido detectada (Jimenez-Coello *et al.*, 2012a). Se demostró también que incluso los cerdos de granjas comerciales del Estado de Yucatán son importantes reservorios de *T. cruzi*. Aunque los cerdos son animales destinados para el consumo humano, el riesgo de transmisión zoonótica no se considera importante a menos de que la carne se consuma o manipule cruda cuando la enfermedad en estos animales este en la etapa aguda, que es cuando los tripomastigotes se encuentran circulando en sangre. De todas maneras, el control vectorial de triatominos debe de ser considerado también en las granjas comerciales de cerdos para prevenir la exposición (Jiménez-Coello *et al.*, 2012b). Los habitantes de zonas rurales con presencia de reservorios sinantrópicos presentan una seroprevalencia del 16.6 % de personas con anticuerpos contra *T. cruzi* en el 71% de las pruebas moleculares (PCR) realizadas. El 31 % de las personas seropositivas presentó alteraciones electrocardiográficas probablemente asociados al parásito. El 20 % de los perros fueron seropositivos y 68.5% positivos por PCR. En las zarigüeyas capturadas en la zona, 29.1 % y 72.9 %, resultaron ser positivos a pruebas serológicas y moleculares respectivamente. Los índices de infección e infestación de las chinches fueron 52.4 % y 60.8 % respectivamente. Este estudio demostró que la enfermedad ocasionada por este parásito está desatendida en poblaciones humanas con cuadros clínicos severos y además mostró que el agente se mantiene en reservorios sinantrópicos de la región (Guzmán-Marin *et al.*, 2016). Otro estudio en mamíferos sinantrópicos y roedores silvestres de Yucatán, México, demostró que la infección crónica y activa con *T. cruzi* en estas especies contribuye a mantener el estatus endémico del parásito en la región (Hernández-Cortazar *et al.*, 2018). Se han revisado diversas alternativas para el tratamiento de la TA en sus etapas indeterminada y crónica, incluyendo el uso de diversas concentraciones de extractos de semillas de papaya y ácidos grasos como antiprotozoario en modelos murinos. Ambos tratamientos demostraron buena actividad reduciendo el número de nidos de amastigotes formados en el corazón (Jiménez-

Coello *et al.*, 2014). Los extractos de semilla de papaya también pueden reducir significativamente el número de tripomastigotes sanguíneos (Jiménez-Coello *et al.*, 2013b).

Un estudio demostró la gran adaptación de los triatomíneos a las condiciones urbanas de la península de Yucatán. El *T. dimidiata* es el principal triatomíneo presente en el sureste de México, siendo la transmisión vectorial el modo de contagio más frecuente en humanos y animales. Además, se ha demostrado que el *T. dimidiata* influye en la modulación de la virulencia de las distintas cepas de *T. cruzi* en la región (Guzmán-Marín *et al.*, 2012).

Dirofilariosis. El nematodo *Dirofilaria immitis* es un parásito que se encuentra en los vasos sanguíneos de perros y gatos, y también requiere de un insecto vector (moscos de diferentes especies) en los que ocurre el cambio de la fase de L1 a L2 y L3. Esta última es la fase infectante. La infección del nematodo *D. immitis* en caninos en el estado de Yucatán depende de factores climáticos que afectan la biología de los mosquitos transmisores. Rodríguez-Vivas *et al.* (1996) encontraron en perros callejeros de la ciudad de Mérida, Yucatán, una frecuencia de 6.54 % y 7.47 %, para *D. immitis* y *Dipetalonema reconditum* respectivamente. En otro estudio en Mérida, Yucatán, se encontró en la sangre de perros callejeros una microfilaremia de 7 % (gota gruesa), de 8.3 % (técnica de Knott) y en la revisión por necropsia en 52 perros se encontró a este hemoparásito en su estado adulto (Bolio-González *et al.*, 2007; Bolio-González *et al.*, 2011). En relación a los vectores para *D. immitis*, en 2008 fue incriminado por primera vez como probable vector en perros de la costa de Yucatán el insecto *Ochlerotatus taeniorhynchus* (Manrique-Saide *et al.*, 2008; Bolio-González *et al.*, 2011) y en 2010, se confirmó al *Aedes taeniorhynchus* fue confirmado como el vector principal de *D. immitis* en los perros de estas zonas de Yucatán (Manrique-Saide *et al.*, 2010; Bolio-González *et al.*, 2011). En 2011, se realizó un estudio de prevalencia para *D. immitis* en perros de la zona costera de Yucatán y mediante PCR se obtuvo una frecuencia de 59.8 % (Caro-González *et al.*, 2011; Bolio-González *et al.*, 2011). La edad de los perros (>2 años) fue un factor de riesgo para la infección. En gatos los casos clínicos de dirofilariosis son escasos y con 80-90 % de menos casos comparado con perros. En un estudio realizado en gatos domésticos de la ciudad de Mérida, se encontró un 0 % de prevalencia contra *D. immitis* usando kits comerciales de ELISA (Ortega-Pacheco *et al.*, 2014). Sin embargo, esto no significa que no haya ningún gato

infectado, ya que la prueba detecta antígenos de hembras adultas y la infección en gatos con nematodos adultos es baja.

A través de los años, el departamento de SAMP-UADY ha generado conocimiento científico en el campo de las principales enfermedades infecciosas que afectan a los animales de compañía y sinantrópicos en la zona sureste de México. Esta información ha servido para entender la epidemiología y patogénesis de los agentes involucrados. La epidemiología de estas enfermedades y la amenaza continua de otros nuevos agentes infecciosos que pueden llegar a México, hacen que la labor de investigación y de vigilancia epidemiológica sean un compromiso constante del SAMP para prevenir enfermedades y mantener la salud animal y pública.

CONCLUSIÓN

En las condiciones del trópico sub-húmedo de la Península de Yucatán existe una gran diversidad de agentes infecciosos que afectan la salud de las distintas especies domésticas y silvestres de la región. Debido a su alta distribución y prevalencia, y sobre todo por su alto potencial zoonótico, se hace importante su estudio y vigilancia epidemiológica de leptospirosis, toxoplasmosis, tripanosomiasis americana y dirofilariosis para plantear mejores estrategias de control y de prevención. El Departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva del CCBA-UADY, consciente de esta situación, ha realizado durante más de 30 años diversos estudios epidemiológicos de los agentes infecciosos antes señalados, los cuales han generado nuevos avances en el conocimiento de estos agentes.

Agradecimientos

A todos los estudiantes, técnicos y autoridades municipales que nos apoyaron con estos estudios y también a los pacientes y dueños de animales que nos permitieron realizar los muestreos necesarios para los diversos estudios.

Financiamiento. No existe fuente de financiamiento

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Cumplimiento con los estándares de ética. Debido a la naturaleza del trabajo, esto no aplica

Disponibilidad de datos. No aplica

REFERENCIAS

- Abdoel T.H., Houwers D.J., Van Dongen A.M., Adesiyun A.A., Jiménez-Coello M., Cardoso L., Suepaul S.M., Ortega-Pacheco A., Smits H.L. 2011. Rapid test for the serodiagnosis of acute canine leptospirosis. *Veterinary Microbiology*, 150(1-2):211-213. DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.01.015
- Bolio-Gonzalez M.E., Rodríguez-Vivas R.I., Sauri-Arceo C.H., Gutierrez-Blanco E., Ortega-Pacheco A., Colin-Flores R.F. 2007. Prevalence of the *Dirofilaria immitis* infection in dogs from Yucatan, México. *Veterinary Parasitology*, 148:166-169. DOI: 10.1016/j.vetpar.2007.05.019
- Bolio-González M.E., Rodríguez Vivas R.I., Sauri Arceo C.H. 2011. Filariosis canina. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Pp:1-148.
- Caro-González J.A., Bolio-González M.E., Escobedo-Ortegón F.J., Manrique-Saide P., Rodríguez-Vivas R.I., Rodríguez-Buenfil J.C., Sauri-Arceo C.H. 2011. Prevalence of *Dirofilaria immitis* infection in dogs from Celestun, Mexico using Polymerase Chain Reaction test. *Vector-Borne Zoonotic Diseases*, 11(2):193-196. DOI:10.1089/vbz.2009.0171
- Castillo-Morales V.J., Acosta Viana K.Y., Guzmán-Marín E., Jiménez-Coello M., Segura-Correa J.C., Aguilar-Caballero A.J., Ortega-Pacheco A. 2012. Prevalence and risk factors of *Toxoplasma gondii* infection in domestic cats from the tropics of Mexico using serological and molecular tests. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, Article ID 529108. DOI: 10.1155/2012/529108
- 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.
- Dzib-Paredes G.F., Rosado-Aguilar J.A., Acosta-Viana K.Y., Ortega-Pacheco A., Hernández-Cortázar I.B., Guzman-Marín E., Jiménez-Coello M. 2016. Seroprevalence and parasite load of *Toxoplasma gondii* in Mexican hairless pig (*Sus scrofa*) tissues from the Southeast of Mexico. *Veterinary Parasitology*, 229: 45-49. DOI: 10.1016/j.vetpar.2016.09.016.
- Gómez-Rios A., Ortega-Pacheco A., Gutierrez-Blanco E., Acosta-Viana K.Y., Guzman-Marín E., Guiris-Andrade M.D., Hernández-Cortazar I.B., López-Alonso R., Cruz-Aldán E., Jiménez-Coello M. 2019. *Toxoplasma gondii* in captive wild felids of Mexico: Its frequency and capability to eliminate oocysts. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 19(8):619-624. DOI: 10.1089/vbz.2018.2385.
- Guzman-Marín E., Jimenez-Coello M., Puerto-Solis M., Ortega-Pacheco A., Acosta-Viana K.Y. 2012. Influence of *Triatoma dimidiata* in modulating the virulence of *Trypanosoma cruzi* Mexican strains. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, Article ID: 328091. DOI: 10.1155/2012/328091.
- Guzman-Marín E., Acosta-Viana K.Y., Puerto-Solis M., Ortega-Pacheco A., Jimenez-Coello M. 2016. Intra-Domiciliary transmission of Chagas' disease in rural areas of Yucatan Mexico. *Open Journal of Epidemiology*, 06, Article ID:72226. DOI: 10.4236/ojepi.2016.64024.
- Hernández-Cortazar I.B., Acosta-Viana K.Y., Guzmán-Marín E., Ortega-Pacheco A., Torres-Acosta J.F.J., Jimenez-Coello M. 2016. Presence of *Toxoplasma gondii* in pork intended for human consumption in tropical Southern Mexico. *Foodborne Pathogens and Disease*, 13(12): 695-699. DOI: 10.1089/fpd.2016.2165.
- Hernández-Cortazar I.B., Acosta-Viana K.Y., Guzman-Marín E., Segura-Correa J.C., Ortega-Pacheco A., Carrillo-Martínez J.R., González-Losa M.R., Conde-Ferraz L., Jimenez-Coello M. 2016. *Toxoplasma gondii* in women with recent abortion from Southern Mexico. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 6(3):196-198. DOI: 10.1016/S2222-1808(15)61012-X.
- Hernandez-Cortazar I.B., Acosta-Viana K.B., Guzman-Marín E., Ortega-Pacheco A., Segura-Correa J.C., Jimenez-Coello M. 2017. Presence of *Toxoplasma gondii* in Drinking Water from an Endemic Region

- in Southern Mexico. *Foodborne Pathogens and Disease*, 14(5):288-292. DOI: 10.1089/fpd.2016.2224.
- 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*. Article ID: 8059613. DOI: 10.1155/2018/8059613
- Jimenez-Coello M., Vado-Solis I., Cárdenas-Marrufo M.F., Rodríguez-Buenfil J.C., Ortega-Pacheco A. 2008a. Serological survey of canine leptospirosis in the tropics of Yucatan Mexico using two different tests. *Acta Tropica*, 106:22-26. DOI: 10.1016/j.actatropica.2007.12.011 .
- Jimenez-Coello M., Poot-Cob M., Ortega-Pacheco A., Guzman-Marín E., Ramos-Ligonio A. Sauri-Arce C.H., Acosta-Viana K.Y. 2008b. American Trypanosomiasis in Dogs from an Urban and Rural Area of Yucatan, Mexico. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 8(6):755-762. DOI: 10.1089/vbz.2007.0224.
- Jimenez-Coello M., Ortega-Pacheco A., Guzman-Marín E., Guiris-Andrade D.M., Martínez-Figueroa L., Acosta-Viana, K.Y. 2010a. Stray dogs as reservoirs of the zoonotic agents *Leptospira interrogans*, *Trypanosoma cruzi*, and *Aspergillus* spp. in an urban area of Chiapas in Southern Mexico. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 10(2): 135-141. DOI: 10.1089/vbz.2008.0170.
- Jiménez-Coello M., Guzmán-Marín E., Ortega-Pacheco A., Acosta-Viana K.Y. 2010b. Serological survey of American trypanosomiasis in dogs and their owners from an urban area of Merida Yucatan, Mexico. *Transboundary and Emerging Diseases*, 57(1-2):33-36. DOI: 10.1111/j.1865-1682.2010.01130.x.
- Jiménez-Coello M., Guzmán-Marín E., Ortega-Pacheco A., Acosta-Viana K.Y. 2011. Immunological status against *Toxoplasma gondii* in non-cat owners from an endemic region of México. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 11(8): 1057-1061. DOI: 10.1089/vbz.2010.0111.
- Jimenez-Coello M., Acosta-Viana K.Y., Guzman-Marín E., Gutierrez-Ruiz E.J., Rodríguez-Vivas R.I., Bolio-Gonzalez M.E., Ortega-Pacheco A. 2013a. The occurrence of *Toxoplasma gondii* antibodies in backyard pigs and cats from an endemic tropical area of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(1):89-92. <https://www.revista.coba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1294>.
- Jiménez-Coello M., Guzman-Marín E., Ortega-Pacheco A., Perez-Gutiérrez S., Acosta-Viana K.Y. 2013b. Assessment of the anti-protozoal activity of crude *Carica papaya* seed extract against *Trypanosoma cruzi*. *Molecules*, 18:12621-12632. DOI: 10.3390/molecules181012621.
- Jiménez-Coello M., Acosta-Viana K.Y., Guzman-Marín E., Gomez-Rios A., Ortega-Pacheco A. 2012a. Epidemiological Survey of *Trypanosoma cruzi* Infection in domestic owned cats from the tropical Southeast of Mexico. *Zoonoses and Public Health*, 59:102-109.
- Jiménez-Coello M., Acosta-Viana K.Y., Guzman-Marín E., Ortega-Pacheco A. 2012b. American Trypanosomiasis infection in fattening pigs from the South-East of Mexico. *Zoonoses and Public Health*, 52: 166-169. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2012.01463.x.
- Jimenez-Coello M., Acosta-Viana K.Y., Ortega-Pacheco A., Perez-Gutierrez S., Guzman-Marín E. 2014. In vivo antiprotozoal activity of the chloroform extract from *Carica papaya* seeds against amastigote stage of *trypanosoma cruzi* during indeterminate and chronic phase of infection. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Volume 2014, Article ID 458263. DOI: 10.1155/2014/458263.
- Jiménez-Coello M., Acosta-Viana K.Y., Guzmán-Marín E., Bárcenas-Irabién A., Ortega-Pacheco A. 2015. American trypanosomiasis and associated risk factors in owned dogs from the major city of Yucatan, Mexico. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 21:37. DOI: 10.1186/s40409-015-0039-2.

- López-Cespedes A., Longoni, S.S., Sauri-Arceo, C.H., Rodríguez-Vivas, R.I., Villegas, N., Escobedo-Ortegón, J., Barrera-Pérez, M.A., Sánchez-Moreno, M., Bolio-González, M.E., Maríán, C. 2013. Seroprevalence of antibodies against the excreted antigen superoxide dismutase by *Trypanosoma cruzi* in dogs from the Yucatan Peninsula (Mexico). *Zoonosis and Public Health*. 60, 277–283. DOI: 10.1111/j.1863-2378.2012.01520.x
- Manrique Saide P., Bolio-Gonzalez M., Sauri-Arceo C., Dzib-Florez S., Zapata-Peniche A. 2008. *Ochlerotatus taeniorhynchus*: a probable vector of *Dirofilaria immitis* in coastal areas of Yucatan, Mexico. *Journal of Medical Entomology*, 45(1):169-171. DOI: 10.1603/0022-2585(2008)45[169:otapvo]2.0.co;2.
- Manrique-Saide P., Escobedo-Ortegon J., Bolio-Gonzalez M., Sauri-Arceo C., Dzib-Florez S., Guillermo-May G., Ceh-Pavia E., Lenhart A. 2010. Incrimination of the mosquito *Aedes taeniorhynchus* as the primary vector of heartworm *Dirofilaria immitis* in coastal Yucatan, Mexico. *Medical and Veterinary Entomology*, 24:456-460. DOI: 10.1111/j.1365-2915.2010.00884.x.
- Noguchi H., Klieger J. 1920. Immunoogical studies with a strain of *Leptospira* isolated from a case of yellow fever in Merida Yucatan. *J Exp Med.*, 32:627. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2128287/>
- Ortega-Pacheco A., Colin-Flores R.F., Jimenez-Coello M. 2008. Frequency and type of renal lesions in dogs naturally infected with *Leptospira* species. *Annals of the New York Academy of Sciences Animal Biodiversity and Emerging Diseases Prediction and Prevention*, 1149(1):270-274. DOI: 10.1196/annals.1428.088.
- Ortega-Pacheco A., Acosta-Viana K.Y., Guzman-Marin E., Uitzil-Álvarez B., Rodríguez-Buenfil J.C., Jimenez-Coello M. 2011. Infection dynamic of *Toxoplasma gondii* in two fattening pig farms exposed to high and low cat density in an endemic region. *Veterinary Parasitology*, 175(3-4): 367-371. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.10.018.
- Ortega-Pacheco A., Acosta-Viana K.Y., Guzmán-Marín E., Segura-Correa J.C., Alvarez-Fleites M., Jiménez-Coello M. 2013. Prevalence and risk factors of *Toxoplasma gondii* in fattening pigs farm from Yucatan, Mexico. *BioMed Research International*, Article ID: 231497. DOI: 10.1155/2013/231497.
- Ortega-Pacheco A., Aguilar-Caballero A.J., Colin-Flores R.F., Acosta-Viana K.Y., Guzman-Marin E., Jimenez-Coello M. 2014. Seroprevalence of feline leukemia virus, feline immunodeficiency virus and heartworm infection among owned cats in tropical Mexico. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 16: 460-464. DOI: 10.1177/1098612X13509995.
- Ortega-Pacheco A., Guzman-Marín E., Acosta-Viana K.Y., Vado-Solís I., Jiménez-Delgadillo B., Cárdenas-Marrufo M., Carlos Pérez-Osorio C, Puerto-Solís M., Jiménez-Coello M. 2017. Serological survey of *Leptospira interrogans*, *Toxoplasma gondii* and *Trypanosoma cruzi* in free roaming domestic dogs and cats from a marginated rural area of Yucatan Mexico. *Veterinary Medicine and Science*, 3:40-47. DOI: 10.1002/vms3.55.
- Ortega-Pacheco A., Gutiérrez-Blanco E., Cauich-Mendez W., Cárdenas-Marrufo M.F., Jiménez-Coello M. 2020. *Leptospira* spp in cats from tropical Mexico. *Journal of Zoonotic Diseases* 1:1-8. https://jzd.tabrizu.ac.ir/article_10583.html
- Pacheco-Ortega G.A., Chan-Pérez J.I., Ortega-Pacheco A., Guzmán-Marín E., Edwards M., Brown M.A., Jiménez-Coello M., Hernández-Cortazar I.B. 2019. Screening of zoonotic parasites in playground sandboxes of public parks from subtropical Mexico. *Journal of Parasitology Research*, Article ID: 7409076. 10.1155/2019/7409076.
- Rodríguez VR.I., Domínguez A.J.L., Solís R.F.A., Cob G.L. 1994. Prevalencia de *Dirofilaria immitis* en perros callejeros de la ciudad de Mérida, Yucatán, México *Veterinaria México* 25(2): 145-148. <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1994/vm942i.pdf>
- 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(6): 335-340. DOI: 10.1590/S0036-46652002000600008.
- Torres-Castro M., Cruz-Camargo B., Medina-Pinto, M., 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. 2018. Detección molecular de leptospiras patógenas en roedores sinantrópicos y silvestres capturados en Yucatán, México. *Biomédica* 38:51-58. DOI: 10.7705/biomedica.v38i3.3938
- Zavala-Velázquez J., Pinzón-Cantarell J., Flores-Castillo M., Damián-Centeno A.G. 1984. La leptospirosis en Yucatán. Estudio serológico en humanos y animales. *Salud Pública México* 26(3): 254-259. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/537?articlesBySimilarityPage=8>.