

Evaluación rápida del conocimiento sobre las zoonosis en el contexto “Una Salud” en la región Selva Maya

Diciembre 2021



Publicado por:



Implementada por:



Agradecimientos

Agradecemos el apoyo de las instituciones e investigadores que aportaron información actualizada a este trabajo a través de entrevistas, particularmente al Dr. Gerardo Suzán Azpiri (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia -UNAM, México), al Dr. Carlos Ibarra Cerdeña (CINVESTAV-Mérida, México) y al Maestro Luis Fernando Guerra Corado (WCS, Guatemala).

Publicado por

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la empresa
Bonn y Eschborn, Alemania

Friedrich-Ebert-Alle 32 + 36
53113 Bonn
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjold-Weg 1 – 5
65760 Eschborn
T +49 6196 79-0
F +49 6196 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de/en

Programa Selva Maya
5ta. Avenida 17-49, Zona 14
01014 Ciudad de Guatemala, Guatemala
T +502 23 15 82 00
giz.selvamaya@giz.de
<https://selvamaya.info/es/selva-maya/>

Autora: Andrea Rasche
Encargado de la Publicación: Klaus Peter Schnellbach, Director del Programa Selva Maya, GIZ
Revisores: Jorge Uribe, Juan Jose Ramírez
Coordinación Editorial: Gabriel Berríos
Diseño: Gabriela Sánchez
Fotografía: ©Aleksander Kaczmarek/ Istock

Financiado en el marco de los proyectos “Fortalecimiento de la Cooperación Estratégica y Operativa para la Protección de la Selva Maya” del Programa Selva Maya y “Diálogo sobre la Pandemia” apoyado por el Laboratorio de Epidemiología Viral, Instituto de Virología, Charité.

Por encargo del
Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania

Primera Edición
México. Diciembre, 2021

Impresión
Compañía Tipográfica Yucateca SD de CV
Calle 60 No 521 Col. Centro, Mérida, Yucatán, México

Contenido

Introducción	6
El impacto de las zoonosis	6
El concepto de “Una Salud”	7
“Una Salud” en la Selva Maya	8
Objetivos del estudio del arte	9
Estudio del arte - Riesgos de zoonosis en la región Selva Maya	10
Zoonosis en América Central	10
Bacterias	11
Virus	11
Parásitos	12
Zoonosis en la región Selva Maya y sus alrededores	12
Estudios urbanos/rurales	13
Vida silvestre	14
Estudios de vectores	15
Impactos antropogénicos en la salud de la fauna silvestre	16
Factores de riesgo de las zoonosis	17
Estrategias para reducir el riesgo de zoonosis	19
Discusión	21
Evaluación del conocimiento sobre zoonosis y enfermedades infecciosas en animales silvestres de la región Selva Maya	21
Posibles futuros estudios y nuevos enfoques	22
Bibliografía	26

En los últimos años, la comunidad global humana ha empezado a entender lo que científicos y activistas ambientales habían apuntado desde hace varias décadas: Que los daños que estamos causando a ecosistemas a un nivel global ponen en riesgo nuestra propia base de vida. Estamos comenzando a sentir las consecuencias del cambio climático con fenómenos meteorológicos cada vez más extremos y destructivos, y en el contexto de la presente pandemia de COVID, periódicos y noticieros se refieren de manera más seguida a la vinculación entre la destrucción de ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y emergencias sanitarias por epidemias y pandemias de enfermedades infecciosas. Con la comprensión de que la vida y la salud humana dependen de la salud del planeta, de ecosistemas, plantas y animales, también está creciendo el entendimiento que ya no es suficiente tratar de solucionar problemas ambientales de forma aislada con soluciones tecnológicas. Se necesitan enfoques que respeten esa interdependencia, y que transformen de manera fundamental nuestra relación con estas bases de la vida.

Para lograr esto, hace falta actuar de forma mucho más holística e interdisciplinaria. Las instituciones encargadas de conservación no pueden proteger hábitats y biodiversidad sin cambios en la agricultura y el comercio, ni tampoco pueden los médicos proteger nuestra salud sin cooperar con actores de otros sectores. El concepto de One Health (Una Salud) toma en cuenta la interdependencia entre salud de ecosistemas, animales y humanos. El enfoque depende de una colaboración intersectorial entre actores relacionados con salud humana, salud animal, conservación, agricultura, economía y comercio, sociedad civil, sector privado y académico y otros más, para buscar y poner en práctica soluciones y cambios sostenibles que protejan y restauren la salud ecosistémica, animal y humana al mismo tiempo.

La Selva Maya es el bosque tropical más grande de Mesoamérica, compartida entre Belice, Guatemala y México. Alberga una alta biodiversidad en varios ecosistemas que enfrentan grandes amenazas, y por lo tanto también es uno de los lugares en que podrían originarse futuras epidemias o pandemias. Por tal razón, con el apoyo del proyecto “Fortalecimiento de la cooperación estratégica y operativa regional para la protección de la Selva Maya” financiado por el Ministerio de Cooperación de Alemania y ejecutado por la GIZ, hoy en día se está construyendo una cooperación multisectorial para establecer el enfoque Una Salud en esta región. Actividades bajo este enfoque incluirán el establecimiento de una plataforma intersectorial basada en la cooperación regional que ya existe en el sector de conservación, el monitoreo de riesgos mejor integrado entre las diferentes esferas, la reducción de esos riesgos y la activación de procesos de sensibilización y comunicación hacia la población local y actores de los diferentes sectores.

Aparte de la voluntad de cooperar con los más variados sectores y buscar el entendimiento general de las interrelaciones que se dan entre ellos, el enfoque Una Salud en la Selva Maya necesita información sobre los riesgos concretos que existen en la región. Por lo tanto, en el proyecto estamos apoyando en la ejecución de propuestas de investigación científica para ampliar los conocimientos, sobre todo en el área de zoonosis.

Como primera base para planificar este apoyo, se ha elaborado la presente evaluación rápida del conocimiento sobre riesgos de zoonosis en la región Selva Maya, que describe y analiza lo que se sabe actualmente sobre zoonosis existentes y sobre riesgos de zoonosis todavía

desconocidos en la región. Hoy, estamos muy contentos de poder compartir el resultado de esa evaluación. Cabe mencionar que – como el nombre lo dice – se trata de un análisis rápido preparado para brindar una orientación a un proyecto, y no de una revisión sistemática científica. Sin embargo, estamos convencidos que será muy útil para el programa Selva Maya de la Cooperación Alemana, así como para las instituciones y organizaciones regionales y nacionales que participarán en el enfoque One Health (Una Salud) en la región.

Finalmente, quiero agradecer a la autora Andrea Rasche y al equipo del Programa Selva Maya por el trabajo hecho, así como al proyecto “Diálogo sobre la Pandemia” financiado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Alemania con el apoyo del Laboratorio de Epidemiología Viral del Instituto de Virología de la Charité. A todas y todos quienes están contribuyendo a un enfoque One Health en la región Selva Maya o en otros lugares, les deseo mucho éxito en generar el cambio transformativo que significa este enfoque.

Klaus Peter Schnellbach,
Director Programa Selva Maya,
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Introducción

El impacto de las zoonosis

Una zoonosis es una enfermedad que puede transmitirse de los animales a los seres humanos, o viceversa, de los seres humanos a los animales. Entre los causantes de las mismas se encuentran los virus, las bacterias, los parásitos, así como los priones y los hongos. En términos de salud global de los seres humanos, las zoonosis representan un aspecto importante de las enfermedades infecciosas. Más del 60% de las enfermedades infecciosas emergentes (EIE) son zoonosis, la mayoría de las cuales (más del 75%) se originan en la fauna silvestre (Jones, Patel et al. 2008). La tendencia de las nuevas enfermedades infecciosas es claramente creciente y se ha triplicado cada década desde 1980 (Smith, Goldberg et al. 2014). Algunos ejemplos son el virus del Ébola, el virus del Zika, el virus de la inmunodeficiencia humana, la influenza, enfermedad de Lyme, ehrlichiosis, y, como ejemplo más destacado y actual, el SARS-CoV-2. También existe una proporción importante de zoonosis endémicas, que suponen un riesgo constante para la población de las zonas afectadas. Las zoonosis endémicas se transmiten repetidamente entre los animales (huésped) y las personas, pero generalmente no se transmiten de persona a persona. Ejemplos incluyen la toxoplasmosis, la enfermedad de Chagas, la leishmaniasis, la rabia.

¿Qué son las zoonosis y cuál es su prevalencia?

Las zoonosis son enfermedades transmitidas entre animales y humanos



Incluyen:

60%
de todas las
enfermedades infecciosas
en humanos

75%
de las enfermedades
infecciosas emergentes

Relevancia de las zoonosis para la salud humana.

Los efectos negativos causados por las zoonosis son de gran alcance. Además de una gran morbilidad y la mortalidad en los seres humanos y los animales, puede haber importantes repercusiones económicas, por ejemplo, por la pérdida de productividad laboral, la disminución de los viajes y el turismo, o las repercusiones en el ganado y sus productos, así como en el comercio internacional (PAHO 2003).

Las zoonosis se transmiten por diferentes vías. Entre ellas se encuentran la transmisión por contacto directo entre animales y personas, el contacto indirecto a través de zonas contaminadas compartidas por personas y animales, la transmisión vectorial, por ejemplo, a través de garrapatas o insectos, y la transmisión a través de alimentos o agua contaminada.

“ Debido a nuestra estrecha interacción con la fauna, el riesgo de que se produzcan episodios zoonóticos aumenta considerablemente por el comportamiento invasivo y la destrucción de los hábitats naturales. ”

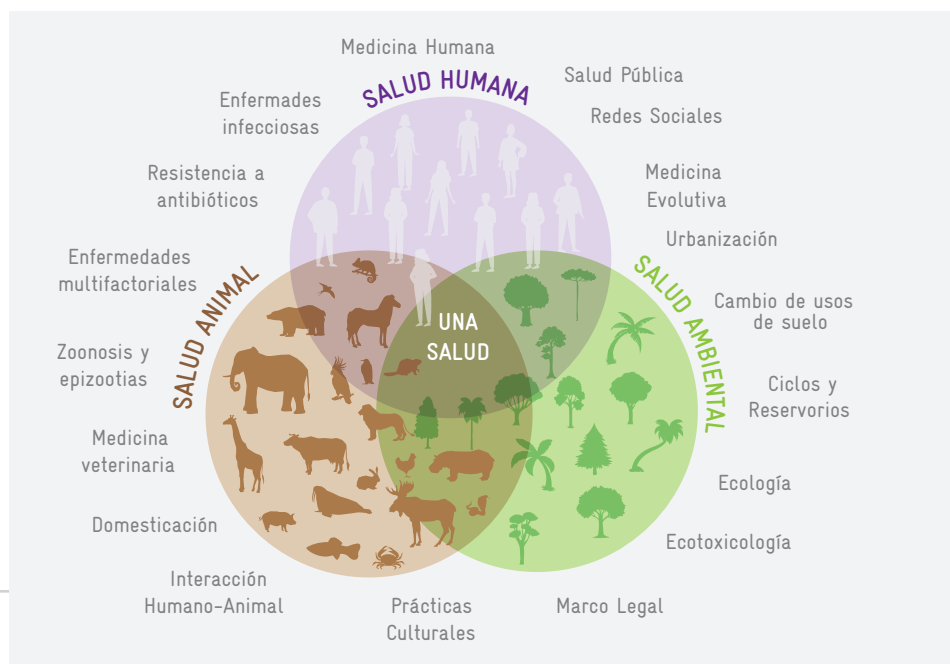
La globalización, incluidos los viajes y el comercio, permiten que una enfermedad zoonótica emergente se propague con extrema rapidez, como demuestra la actual pandemia (Cordoba-Aguilar, Ibarra-Cerdena et al. 2021).

El concepto de “Una Salud”

El aumento de las enfermedades infecciosas emergentes (EIE) ya ha llevado a la introducción del concepto de “Una Salud” a principios del siglo XXI.

“ Una Salud” (en inglés “*One Health*”) representa una estrategia global para incorporar un enfoque transdisciplinario al considerar la salud humana, animal y de los ecosistemas. ”

Estos tres enfoques están inevitablemente interrelacionados y se influyen mutuamente. Por ejemplo, el ser humano está invadiendo cada vez más los hábitats naturales de la fauna, incluyendo las áreas naturales protegidas. Por un lado, esto tiene un impacto negativo en la salud de los ecosistemas y de la fauna silvestre, mientras que al mismo tiempo conduce a un aumento de las amenazas para la salud humana, por ejemplo, de las enfermedades zoonóticas, como se ha explicado anteriormente. El estudio de los factores de Una Salud es interdisciplinario e incluye no solo la ecología, la medicina humana y veterinaria, la epidemiología, sino también por ejemplo la sociología y la etnología. Sin embargo, en los últimos años, la investigación en el ámbito de “Una Salud” se ha centrado en gran medida en el área de las zoonosis emergentes procedentes de animales domésticos o silvestres (Destoumieux-Garzon, Mavingui et al. 2018).



Intersección y conjunto de disciplinas asociadas a una salud.

“Una Salud” en la Selva Maya

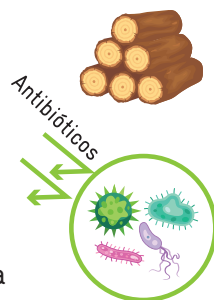
En el contexto de “Una Salud”, la conservación de los ecosistemas reviste especial importancia. Los cambios en el paisaje debido al uso antropogénico de la tierra (deforestación, agricultura e introducción de ganado) tienen consecuencias negativas de gran alcance en el contexto de “Una Salud”. Puede tener consecuencias negativas para la salud de los ecosistemas y la biodiversidad al provocar contaminación, cambios en las redes alimentarias, alteración de las propiedades de los ecosistemas o introducción de especies no autóctonas. También puede haber cambios en las interacciones entre el huésped y el patógeno, cambios en el comportamiento de los animales o efectos en el sistema inmunitario. La propagación de los vectores (los animales que transmiten una enfermedad o un parásito de un animal a otro, como los insectos que pican o una garrapata) también se ve alterada por las influencias antropogénicas (Gottdenker, Streicker et al. 2014).

“ El riesgo de EI es particularmente elevado en las regiones tropicales boscosas que experimentan cambios en el uso de la tierra y que tienen una alta biodiversidad de vida silvestre (Allen, Murray et al. 2017). ”

Desde este punto de vista, la protección de los ecosistemas adquiere un nuevo significado. Mesoamérica es un “*hotspot*” de biodiversidad, al ser reconocida globalmente como una de las regiones más biodiversas del mundo (Myers, Mittermeier et al. 2000), pero también una de las más amenazadas; por ejemplo aproximadamente el 80% de la vegetación de la región se ha convertido en agricultura, amenazando con ello la biodiversidad. Con más de 10 millones de hectáreas de bosque, la región de la Selva Maya comprende las selvas tropicales continuas más extensas de América Central e incluye a los países de México, Guatemala y Belice. La zona incluye 4 millones de hectáreas de áreas protegidas con diferentes estatus de protección (Parques Nacionales, Reservas Forestales y Reservas de la Biosfera) (<https://selvamaya.info>). Sin embargo, la región se enfrenta a diversas amenazas, como los incendios forestales, la tala y extracción ilegal de flora y fauna, el cambio de uso del suelo y la aplicación de pesticidas (<https://selvamaya.info>). La degradación de hábitats, el aumento del contacto con la vida silvestre y el consumo de carne silvestre suponen un riesgo de eventos zoonóticos en la región.

¿Qué factores aumentan el surgimiento de las zoonosis? (Enfermedades transmitidas entre animales y humanos)

Deforestación y cambios en el uso de suelo



Resistencia antimicrobiana



Agricultura y ganadería intensivas



Comercio ilegal o poco regulado de vida silvestre



Cambio climático

Factores asociados con la transmisión de enfermedades de animales a humanos.

Evaluar en qué medida los cambios en los ecosistemas afectan a la salud humana y animal es un gran reto. Un aspecto importante es la observación y predicción del intercambio de patógenos entre animales y humanos, es decir, la investigación de las zoonosis.

“ Para enfrentar los riesgos de zoonosis es importante promover un diálogo intersectorial, así como informar y sensibilizar a la población sobre los posibles impactos a la salud asociados a la influencia humana en los ecosistemas y el contacto con la fauna silvestre. ”

Objetivos del estudio del arte

Este documento pretende ofrecer una visión general del conocimiento sobre riesgos de posibles zoonosis futuras y las ya conocidas en la región de la Selva Maya y sus alrededores. Para ello, se consultaron artículos científicos que tratan el tema de las zoonosis y las enfermedades de la fauna silvestre, y a partir de ello se resumieron y evaluaron los conocimientos sobre el tema en la región, identificando las lagunas de conocimiento y brindando sugerencias para futuros estudios. Adicionalmente se consultaron tres expertos del tema de las zoonosis en la región.

Estudio del arte- Riesgos de zoonosis en la región Selva Maya

Zoonosis en América Central

En general, existe una gran variedad de patógenos zoonóticos en América Central, aunque no se dispone de grandes estudios epidemiológicos para la mayoría de ellos. Los patógenos zoonóticos suelen incluir bacterias, virus y parásitos, menos comúnmente hongos y priones. Como se ha mencionado anteriormente, hay una gran proporción de zoonosis endémicas, que se transmiten repetidamente a los seres humanos. También hay zoonosis pandémicas que no se originan necesariamente en América Central, pero que circulan ahí (por ejemplo, el SARS-CoV-2, el virus del Zika). Además, hay enfermedades que se originaron en los animales pero que llevan mucho tiempo circulando en los humanos, como el VIH o la malaria, que no forman parte del presente trabajo. Además, existen posibles patógenos zoonóticos futuros. En este caso, los peligros no están claros y no se pueden asignar a un patógeno en particular. Sin embargo, al analizar los patógenos que ocurren en especies relacionados en el reino animal, se puede evaluar el riesgo de transmisión entre especies hospedadores e identificar especies hospedadoras de patógenos hasta ahora desconocidas. Estudios de este tipo han llevado, por ejemplo, a la detección de diversos coronavirus en murciélagos alrededor del mundo, haciendo temer una pandemia de coronavirus incluso antes de la aparición del SARS-CoV-2. Otros ejemplos son la detección de nuevos virus de la gripe A en murciélagos de Guatemala y otros países latinoamericanos, cuyo potencial zoonótico aún no está claro (Tong, Li et al. 2012), o la detección de virus similares a los de la hepatitis B potencialmente zoonóticos en murciélagos de Panamá (Drexler, Geipel et al. 2013). Sin embargo, el hecho de que pueda producirse realmente una transmisión entre los seres humanos y los animales y que este cambio de huésped pueda dar lugar a una infección en los seres humanos depende de una serie de factores, en el caso de los virus, por ejemplo, la entrada en la célula a través de un receptor, la respuesta inmunitaria específica del huésped, la replicación intracelular y los mecanismos de producción. Por lo tanto, la detección de diversos patógenos en las especies huéspedes no puede predecir directamente el riesgo de zoonosis. Sin embargo, es una contribución importante a la vigilancia de los patógenos, especialmente en las zonas con mayor incidencia de zoonosis, y puede ayudar a identificar las zonas de riesgo de posibles zoonosis futuras.

A continuación, se presenta un panorama general de las zoonosis causadas por bacterias, virus y parásitos en América Central. También existen zoonosis de otro origen, como los hongos, que pueden causar esporotricosis, por ejemplo. Sin embargo, como la gran mayoría de las zoonosis están causadas por bacterias, virus y parásitos, aquí sólo se consideran estos grupos. Para un resumen más detallado, se encuentra más información sobre los patógenos en el documento “Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre a los animales” publicado por la PAHO (*Pan American Health Organisation*) (ISBN 92 75 31991 X; 2003). Una revisión sobre las zoonosis en Yucatán se puede encontrar aquí: (Reyes-Novelo, Ruíz-Piña et al. 2011), y un trabajo sobre estudios multidisciplinarios de las enfermedades zoonóticas se puede encontrar aquí: (Pacheco Castor, Lugo Pérez et al. 2013).

“ La transmisión efectiva de infecciones entre animales depende de varios factores: la entrada a la célula a través de receptores, la respuesta inmune, los procesos de replicación de la célula, la probabilidad de contacto y la presencia del patógeno en las poblaciones. ”

Bacterias

Las bacterias zoonóticas en América Central se transmiten en parte directamente de los animales, otras a través de vectores o también a través de alimentos contaminados.

Las especies del género *Leptospira* son típicamente transmitidas por roedores, pero también animales domésticos, como animales de granja o perros. Los humanos se infectan a través de la orina de los reservorios infectados o indirectamente a través del contacto con el ambiente contaminado. Síntomas pueden ir de ninguno a leves (dolores de cabeza, musculares y fiebre) a graves (hemorragias pulmonares o meningitis) (enfermedad de Weil) (Soo, Khan et al. 2020). Las especies de los géneros *Rickettsia*, *Borrelia*, *Bartonella*, y *Ehrlichia* se transmiten a través de vectores. *Rickettsia spp.* puede ser transmitido por piojos (causando tifus clásico), pulgas (causando tifus murino) o garrapatas (causando la fiebre de las Montañas Rocosas) (Parola, Davoust et al. 2005). *Borrelia spp.* se transmite a través de garrapatas y puede causar fiebres recurrentes y la enfermedad de Lyme (Colunga-Salas, Sanchez-Montes et al. 2020). Las *Bartonella spp.* también se transmiten a través de vectores, como pulgas, moscas de la arena, mosquitos o garrapatas. Se presentan en diferentes huéspedes mamíferos, incluyendo carnívoros, rumiantes, roedores y murciélagos. Las especies de *Bartonella* que causan enfermedad en los seres humanos se presentan con un amplio espectro de síntomas clínicos, incluyendo la endocarditis con cultivo negativo y la fiebre prolongada de origen desconocido (Stuckey, Chomel et al. 2017). *Ehrlichia spp.* se transmite a través de garrapatas y causa la ehrlichiosis, una enfermedad febril que puede involucrar complicaciones sistémicas que pueden ser mortales (Alcantara-Rodríguez, Sanchez-Montes et al. 2020).

La brucelosis, una de las zoonosis más comunes en el mundo, está causada por bacterias del género *Brucella*. Esta enfermedad se transmite por contacto directo con animales (normalmente animales de granja) o con alimentos contaminados. La enfermedad provoca manifestaciones clínicas inespecíficas que afectan a diversas partes del cuerpo, suele ir acompañada de fiebre y puede evolucionar hacia una infección crónica si no se trata (Guzmán-Hernández, Contreras-Rodríguez et al. 2016). Otro ejemplo importante es la tuberculosis bovina, que puede transmitirse por el aire, a través de los alimentos o directamente de los animales (Gutierrez Reyes, Garcia Casanova et al. 2012). Otras zoonosis transmitidas por los alimentos incluyen *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.* o *Streptococcus spp.* que pueden causar enfermedades gastrointestinales.

Virus

Una gran proporción de las zoonosis que se reportan en América Central son arbovirus (transmitidos por un vector artrópodo). Algunos ejemplos son el virus del dengue, el virus del zika, el virus de la fiebre amarilla, el Cache valley Orthobunyavirus, el virus Mayaro, el virus del Nilo Occidental, el virus de la encefalitis de San Luis, Madariaga virus, virus de la encefalitis equina venezolana, el virus de la fiebre de Oropouche (Kopp, Gillespie et al. 2013, Fauci and Morens 2016, Sakkas, Bozidis et al. 2018, Palermo, De la Mora-Co-

varrubias et al. 2019, Waddell, Pachal et al. 2019, Carrera, Cucunuba et al. 2020, Ganjian and Riviere-Cinnamond 2020). Estos virus pertenecen a las familias *Peribunyaviridae*, *Togaviridae* y *Flaviviridae*. Aparte de los arbovirus, está el del virus zoonótico de la influenza A (familia *Orthomyxoviridae*) con el ejemplo de la pandemia de gripe A (H1N1) de 2009-2010 (Chowell, Echevarria-Zuno et al. 2011). Además, la infección por el virus de la rabia (familia *Rhabdoviridae*) puede producirse a través de la fauna silvestre y de los animales domésticos, aunque el riesgo de infección en los animales domésticos se ha reducido en gran medida gracias a las amplias campañas de vacunación (Belotto, Leanes et al. 2005). Los roedores pueden transmitir miembros de la familia *Hantaviridae* que pueden causar enfermedades graves en los humanos, como el síndrome pulmonar por hantavirus (SPHV) (Vigueras-Galvan, Lopez-Perez et al. 2019). Algunos genotipos del virus de la hepatitis E (familia *Hepeviridae*) también son zoonóticos y se transmiten, por ejemplo, a través de la carne de cerdo (Fierro, Realpe et al. 2016). Hay reportes ocasionales de Rotavirus A (familia *Reoviridae*) de origen animal, el potencial zoonótico de este virus, sin embargo, no está bien descrito todavía (Doro, Farkas et al. 2015).

Parásitos

Los parásitos zoonóticos incluyen algunos protozoos, como *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania spp.*, *Toxoplasma gondii* o *Plasmodium spp.* *T. cruzi* se encuentra en varios mamíferos y puede transmitirse a través de los triatomíneos; en los seres humanos provoca la enfermedad de Chagas (PAHO 2003). Se presenta en dos fases, la fase aguda, que puede variar desde cursos asintomáticos o leves hasta cursos raros y graves. Si no se trata, puede dar lugar a una fase crónica y a complicaciones cardíacas o gastrointestinales (<https://www.cdc.gov/parasites/chagas/>, acceso 22.04.21). *Leishmania spp.* se transmite a través de flebótomos y pueden causar a una leishmaniasis cutánea, o a una forma visceral (forma grave pero poco frecuente) o mucocutánea de la enfermedad. También se encuentran en diversos mamíferos (WHO 2009). Tanto *Trypanosoma spp.* como *Leishmania spp.* pertenecen al orden de los tripanosomatídeos (Trypanosomatida), caracterizados por tener un solo flagelo. *T. gondii* y *Plasmodium spp.* pertenecen a un filo distinto, llamado Apicomplexa, y son parásitos intracelulares. Los huéspedes definitivos de *T. gondii* son gatos y otros felinos, los huéspedes intermediarios pueden ser humanos u otros animales. La transmisión a los humanos suele producirse a través de los alimentos (carne, verduras o lechugas mal lavadas), el agua contaminada o el contacto con las heces de los gatos. La toxoplasmosis suele ser una enfermedad leve en el ser humano, pero puede suponer un riesgo para el feto si se infecta durante el embarazo. Además, puede causar enfermedades graves si hay inmunosupresión. *Plasmodium spp.* es transmitido por mosquitos del género *Anopheles* y puede causar la malaria. Además, existen zoonosis de parásitos multicelulares como enfermedades causadas por gusanos, por ejemplo, de las clases Nematoda (causando filariasis, triquinelosis o gnathostomiasis) o Cestoda (causando himenolepsis, teniasis, cisticercosis o echinococcosis) (PAHO 2003).

Zoonosis en la región Selva Maya y sus alrededores

Para obtener una visión general de las zoonosis e infecciones de la fauna silvestre que se producen en la región de la Selva Maya, se buscaron artículos científicos utilizando una base de datos internacional (ncbi pubmed, acceso en febrero 2021). Para la búsqueda se combinaron los términos “zoonosis” o “wildlife diseases” con las regiones, por un lado con

los países “México”, “Guatemala” y “Belice”, y por otro con las regiones “Selva Maya”, “Biosfera Maya”, “Yucatán”, “Campeche”, “Quintana Roo”, “Calakmul”, “Laguna del Tigre”, “Río Bravo” y “Montes Azules”. Además, se utilizaron motores de búsqueda comunes (por ejemplo, Google) para localizar literatura en español. Adicionalmente, se consultó a tres expertos en el tema de las zoonosis en la región de la Selva Maya y se les interrogó sobre el estado de la investigación en este ámbito y sobre las recomendaciones bibliográficas. Cabe señalar que este trabajo no tiene el alcance de un artículo de revisión sistemática. La investigación realizada aquí se hizo con el objetivo de obtener una visión general de los estudios existentes, y para seguir iluminando y evaluando esta primera impresión. En la tabla al final del documento se encuentra un resumen de los patógenos zoonóticos encontrados en las publicaciones.

Estudios urbanos/rurales

Una gran parte de los estudios encontrados se refieren a las zoonosis en zonas urbanas y rurales, centrándose en los animales domésticos. Casi todos estos estudios corresponden a México. Muchos estudios reportan patógenos zoonóticos en los gatos y perros. Por ejemplo, un estudio serológico encontró parásitos zoonóticos (*Toxoplasma gondii* y *nematodos*) en perros y humanos de zonas rurales de Yucatán, México (Ortega-Pacheco, Torres-Acosta et al. 2015). Además, la infestación de parásitos intestinales en la misma zona se correlacionó con algunos factores de riesgo de zoonosis, como la edad y el estado corporal de los perros (Rodríguez-Vivas, Gutierrez-Ruiz et al. 2011). De forma similar, se encontraron huevos de nematodos intestinos zoonóticos en heces de perros en parques públicos de Mérida, Yucatán (Medina-Pinto, Rodríguez-Vivas et al. 2018). Se encontraron anticuerpos contra varios patógenos (*Trypanosoma cruzi*, *T. gondii* y *Leptospira interrogans*) en perros y gatos domésticos en libertad en una comunidad rural (Mayapan) del estado de Yucatán (Ortega-Pacheco, Guzman-Marin et al. 2017) y se identificaron gatos domésticos como reservorios importantes para *T. cruzi* en Yucatán (Jimenez-Coello, Acosta-Viana et al. 2012). También se encontraron pruebas serológicas y moleculares de *T. gondii* en perros de Yucatán (Valenzuela-Moreno, Rico-Torres et al. 2020) y una gran diversidad de diferentes líneas de *T. gondii* en gatos de Quintana Roo (Valenzuela-Moreno, Rico-Torres et al. 2019). Además, se ha detectado *Rickettsia typhi* por pruebas moleculares (PCR) en perros de Yucatán (Martínez-Ortiz, Torres-Castro et al. 2016).

En resumen, los perros y los gatos suponen un riesgo de zoonosis endémicas causadas por parásitos y bacterias. Hay menos estudios de otros animales domésticos, como los animales de granja. Un estudio identificó que los cerdos de Yucatán son un reservorio importante de *T. cruzi* (Jimenez-Coello, Acosta-Viana et al. 2012). Anticuerpos contra *L. interrogans* se han encontrados en bovinos y cerdos en comunidades rurales en Yucatán, México (Cárdenas-Marrufo, Vado-Solís et al. 2011).

“ Perros, gatos (así como otros animales domésticos) suponen un riesgo de zoonosis endémicas causada por la transmisión de parásitos y bacterias. ”

Aparte de los animales domésticos, se han realizado algunos estudios sobre roedores en zonas urbanas y rurales. Debido al comportamiento invasivo de algunos roedores en la proximidad de los seres humanos, se facilita el intercambio de patógenos entre especies

sinantrópicos (especies que conviven con humanos). En Mérida, por ejemplo, se han detectado *T. cruzi*, *Hymenolepis diminuta* y *L. interrogans* en ratón común (*Mus musculus*) y rata negra (*Rattus rattus*) (Panti-May, RRC et al. 2017). También hay evidencia molecular de *L. interrogans* en *R. rattus*, *M. musculus*, así como de una especie de roedor endémico, *Heteromys gaumeri* en una comunidad rural en Yucatán (Torres-Castro, Cruz-Camargo et al. 2018). En las zonas rurales de Yucatán, también se han detectado tres especies diferentes de cestodos himenolepídidos en niños y *M. musculus* y *R. rattus* sinantrópicos (Panti-May, Servian et al. 2020). Además, se ha aislado una nueva especie de *Bartonella* del ciervo ratón de Yucatán (*Peromyscus yucatanicus*) en áreas rurales cerca de Mérida (Schulte Fishedick, Stuckey et al. 2016). Aparte de los roedores, casi no se han realizado estudios sobre otros animales silvestres en las zonas urbanas. Sólo se encontró un estudio serológico en murciélagos que detectó anticuerpos contra Flavivirus en Mérida, Yucatán (Machain-Williams, Lopez-Uribe et al. 2013).

Aparte de los estudios en animales domésticos y roedores o murciélagos sinantrópicos, hay reportes de patógenos zoonóticos en humanos. Por ejemplo, se estudiaron las bacterias zoonóticas transmitidas por los alimentos (*Salmonella spp.* y *Campylobacter spp.*) en seres humanos de una zona rural de Yucatán, combinado con la vigilancia alimentaria (animales y carne) de ambos patógenos. En general, a pesar de los altos niveles de contaminación de los alimentos en esta comunidad, el impacto de la salud fue bajo, presumiblemente debido a la adecuada preparación de los alimentos y al acceso al agua y a la atención médica (Zaidi, Campos et al. 2012). Por el contrario, hubo un impacto de salud relativamente grande de la leishmaniasis cutánea en las zonas rurales de la zona de Calakmul, Campeche, con una prevalencia de hasta el 12,3% de la población en un período de dos años (Hernandez-Rivera, Hernandez-Montes et al. 2015).

Además, hay informes clínicos de eventos zoonóticos únicos (“*case reports*”) con una fuente de infección poco clara. Por ejemplo, dos reportes describen casos de *Lagochilascaris minor* en tres pacientes en Campeche, Yucatán (Barrera-Perez, Manrique-Saide et al. 2012) y una persona en Quintana Roo (Gonzalez-Solis, Elias-Gutierrez et al. 2019). *Rickettsia typhi* fue detectado en un paciente en Campeche y en dos pacientes en Yucatán (Dzul-Rosado, Gonzalez-Martinez et al. 2013, Blum-Dominguez, Sanchez-Montes et al. 2019). Además, en Guatemala se detectó un rotavirus zoonótico del grupo A (cepa G8P[14]), durante la vigilancia rutinaria del rotavirus (Gautam, Mijatovic-Rustempasic et al. 2015).

De Yucatán se reporta que no hay más casos de rabia por animales domésticos debido a las campañas de vacunación desde 1998. Sin embargo, hay algunas descripciones de casos de rabia transmitido por animales silvestres. En el año 2001 se detectó un caso de rabia transmitido a una niña por la mordedura de un zorrillo (Ortega-Pacheco and Jiménez-Coello 2017) y en el año 2006 una niña infectada probablemente a través de un murciélago hematófago (Gómez-Carro, L. Ortiz-Alcaraz et al. 2006).

En resumen, se encontraron estudios sobre animales domésticos (la mayoría en perros y gatos), animales silvestres sinantrópicos (la mayoría en roedores) y reportes directamente de casos en la población humana. La mayoría de los patógenos zoonóticos reportados de animales son zoonosis endémicas causados por parásitos y bacterias (*T. cruzi*, *T. gondii*, *L. interrogans*).

Vida silvestre

En comparación con los estudios urbanos/rurales, se encontraron relativamente pocos estudios sobre zoonosis en la fauna silvestre. Predominantemente, los estudios se realizaron

en murciélagos y roedores. Los estudios en murciélagos incluyeron estudios bacterianos que detectaron *Mycoplasma spp.* hemotrópicos (por ejemplo, hemoplasmas) y *Bartonella spp.* en Belice (Reserva Arqueológica y Ka'Kabish) (Becker, Bergner et al. 2018, Becker, Speer et al. 2020). Estudios virológicos mostraron evidencias moleculares del virus del dengue en murciélagos de Campeche y Chiapas, y una gran variedad de coronavirus en Campeche (Anthony, Ojeda-Flores et al. 2013, Sotomayor-Bonilla, Chaves et al. 2014).

Ejemplos de zoonosis de roedores incluye la detección molecular de *Leptospira sp.* en zonas silvestres de Yucatán (Torres-Castro, Cruz-Camargo et al. 2018). Otro estudio de anticuerpos en roedores silvestres capturados cerca de La Libertad, Campeche, indica la ocurrencia de leishmaniasis en los animales (Canto-Lara, Van Wynsberghe et al. 1999).

“ A diferencia de los estudios realizados en entornos urbanos y rurales existen pocas publicaciones sobre zoonosis en fauna silvestre. ”

Se ha encontrado evidencia de ADN de *T. cruzi* en murciélagos, roedores y marsupiales, que muestra cómo *T. cruzi* se mantiene en el ciclo silvestre (Lopez-Cancino, Tun-Ku et al. 2015). Pruebas moleculares también encontraron el virus de la encefalitis equina venezolana (VEEV) en murciélagos y roedores en Calakmul y Montes Azules, México (Sotomayor-Bonilla, Abella-Medrano et al. 2017).

Aparte de los estudios sobre murciélagos y roedores, hay estudios individuales sobre otros animales silvestres. Por ejemplo, se encontraron anticuerpos contra *L. interrogans* en cocodrilos de Quintana Roo (Perez-Flores, Charruau et al. 2017). El virus de la influenza A fue encontrado molecularmente en cerdos asilvestrados (*Sus scrofa*) en Campeche en bosque fragmentado (Maya-Badillo, Ojeda-Flores et al. 2020).

En resumen, se encontraron diversos patógenos en animales silvestres, aunque los estudios realizados en el área son pocos. Los enfoques están en roedores y murciélagos, los cuales son reservorios naturales de una gran variedad de patógenos (Luis, Hayman et al. 2013).

Estudios de vectores

Los estudios de vigilancia de los vectores también pueden ser una herramienta importante para estimar el riesgo zoonótico en una zona determinada.

El estudio mencionado sobre el VEEV, por ejemplo, mostró no sólo la detección del virus en los huéspedes, sino también la presencia de ciertas especies de mosquitos en la misma región (Calakmul y Montes Azules), que pueden servir de vectores (Sotomayor-Bonilla, Abella-Medrano et al. 2017). Además, es importante la observación de especies previamente desconocidas, como la detección de una nueva especie de *Anopheles* en Quintana Roo (*Anopheles veruslanei*) que pueden servir como potenciales vectores (Chan-Chable, Martínez-Arce et al. 2018).

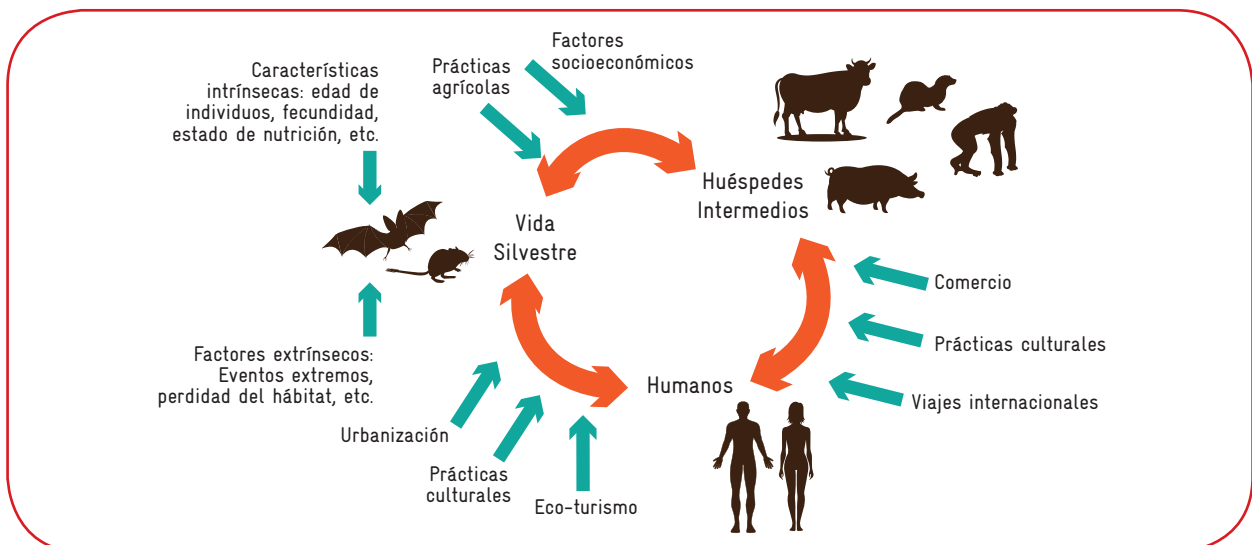
Además de los insectos, las garrapatas también sirven de vectores. En Yucatán se realizó un estudio sobre la diversidad de especies de garrapatas en los seres humanos, la fauna silvestre y los animales domésticos (Rodríguez-Vivas, Apanaskevich et al. 2016). Un estudio sobre las garrapatas en los cocodrilos de Quintana Roo demostró que éstas no son una amenaza importante para los cocodrilos, pero la fragmentación del paisaje y la expansión del ganado podrían aumentar el parasitismo de las garrapatas (y tal vez provocar más enfermedades) (Charruau, Perez-Flores et al. 2016).

Ejemplos de los parásitos transmitidos por vectores son *Leishmania spp.* y *Trypanosoma spp.*. Dos estudios de Calakmul evaluaron la importancia de diferentes especies de flebótomos como vectores potenciales para transmitir los parásitos de la leishmaniasis (Pech-May, Escobedo-Ortegon et al. 2010, Pech-May, Peraza-Herrera et al. 2016). Un estudio en Guatemala y Belice sobre *T. cruzi* demostró que la alimentación de *Triatoma dimidiata*, un importante vector de este parásito que habita en las cuevas, estaba relacionada con las actividades humanas y el uso de las cuevas (Stevens, Monroy et al. 2014). Un estudio de Guatemala investigó la infestación de *T. dimidiata* en diferentes regiones rurales y mostró una tasa de colonización muy alta en una zona de bosque seco tropical muy deforestada (Penados, Pineda et al. 2020).

En general, todavía no hay muchos estudios sobre los vectores en la región; futuros estudios de gran alcance podrían proporcionar importantes conocimientos sobre la investigación de las zoonosis en el concepto “Una Salud”.

Impactos antropogénicos en la salud de la fauna silvestre

La fauna silvestre puede verse amenazada por enfermedades infecciosas transmitidas por el hombre (zoonosis) o por otros animales (transmisión no zoonótica entre especies). Un ejemplo de zoonosis es la transmisión del parásito *Giardia duodenalis* del hombre al mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en Belice (Vitazkova and Wade 2006). En vista de la invasión humana de los hábitats de la fauna silvestre, la transmisión desde los animales domésticos también puede ser muy preocupante. Un ejemplo es la Anemia Infecciosa Equina (AIE) (Lentivirus de la familia *Retroviridae*), una enfermedad en caballos, que se considera puede causar declinaciones en las poblaciones de las dantas (*Tapirus bairdii*). Un análisis de anticuerpos sobre AIE en caballos de la Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala encontró un 40% de caballos seropositivos a AIE (Lepe-López, García-Anleu et al. 2018). Junto con la observación del uso de caballos dentro de la reserva, esto resulta en una amenaza potencial para las poblaciones de dantas (Lepe-López, García-Anleu et al. 2018). Otro ejemplo existe en las especies carnívoros: Por ejemplo, se han encontrado pruebas de transmisión bidireccional entre especies de carnívoros domésticos y silvestres para el protoparvovirus 1 de los



Representación esquemática de vías de transmisión de enfermedades zoonóticas y factores que influyen en la propagación de ellas.

carnívoros en la Reserva de la Biosfera de Janos, México (Lopez-Perez, Moreno et al. 2019). Si no se trata, este virus puede provocar enfermedades graves con altas tasas de mortalidad.

“ Otro ejemplo de transmisión de animales silvestres a animales domésticos es el virus de la rabia, que se transmite de los murciélagos vampiros a los animales domésticos, sobre todo a las vacas (Ellison, Gilbert et al. 2014). ”

Por supuesto, las especies animales amenazadas también pueden verse afectadas por las zoonosis y amenazar potencialmente sus poblaciones. Por ejemplo, un estudio serológico en Belice sobre los manatíes antillanos (*Trichechus manatus manatus*), en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, identificó anticuerpos contra varios agentes patógenos potencialmente zoonóticos, como parásitos, bacterias y virus (*Leptospira spp.*, *Toxoplasma gondii*, virus del género Morbillivirus) encontrados en los animales estudiados (Sulzner, Kreuder Johnson et al. 2012).

Los impactos antropogénicos también pueden afectar a la dieta de la fauna silvestre y, por tanto, alterar la carga de patógenos de los animales. Por ejemplo, un estudio sobre los murciélagos vampiros en Belice demostró que la fragmentación del hábitat cambió su dieta. Los murciélagos vampiros de los hábitats fragmentados tenían una dieta más simplista en comparación con los animales de los hábitats intactos, predominantemente a través de la sangre de los animales del ganado y esto probablemente condujo a una variabilidad microbiótica alterada (Ingala, Becker et al. 2019).

Otro ejemplo de amenaza para la vida silvestre es la gran mortalidad de anfibios causada por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) y el Ranavirus (RV) (Duffus, Waltzek et al. 2015, Scheele, Pasmans et al. 2019). Se sospecha que la influencia antropogénica aumenta el riesgo de infecciones, a través de las modificaciones del hábitat, por ejemplo, el aumento de la temperatura del agua. El comercio mundial y los anfibios en cautividad también pueden aumentar el peligro (Brunner, Storfer et al. 2015). Un estudio de México investigó la interacción de Bd y RV con el microparásito niguas (Acariformes) en anfibios mexicanos y no encontró un aumento de la tasa de Bd y RV por las niguas (Jacinto-Maldonado, Garcia-Pena et al. 2020). Sin embargo, se desconoce el papel de otros parásitos en la infección por Bd y RV. Como lo resumen los autores, existen muchos reportes sobre Bd en México, pero aún no se ha reportado el RV en animales silvestres, sino en una rana en cautiverio. El comercio y la interacción entre especies autóctonas y exóticas podrían aumentar el riesgo de propagación dentro de las especies silvestres (resumido en (Jacinto-Maldonado, Garcia-Pena et al. 2020)).

En resumen, la amenaza de las enfermedades infecciosas para la fauna silvestre es compleja y está influenciada por el ser humano de varias maneras, como la transmisión directa de patógenos, los animales domésticos, la modificación del hábitat o la introducción de especies exóticas en el ecosistema, como ilustran algunos ejemplos de la región de la Selva Maya y sus alrededores.

Factores de riesgo de las zoonosis

El riesgo de un evento zoonótico está influenciado por varios factores, tal y como se describe en el concepto “Una Salud”. Algunos factores de riesgo se describen en estudios de la región

de la Selva Maya. Como ejemplos de factores culturales, se pueden mencionar los estudios sobre la transmisión de la Leishmaniasis. Un estudio realizado en Yucatán demostró que los roedores y las moscas de la arena se encuentran infectados entre noviembre y marzo, cuando los hombres realizan sus actividades de campo y están expuestos. Así, hubo un aumento de la infección de los recolectores de chicle y de los trabajadores agrícolas que se encontraban a menos de 10 km de los pueblos, mientras que el riesgo de infección en los pueblos era relativamente bajo (Andrade-Narvaez, Canto Lara et al. 2003). Otro ejemplo es el mayor riesgo de infección por *T. cruzi* por parte del vector de las cuevas (*Triatoma dimidiata*) debido a prácticas culturales como la natación, la caza y el culto (Stevens, Monroy et al. 2014). En parte, el género y las estructuras sociales también pueden ser un factor de riesgo, como se muestra en un estudio sobre el conocimiento del tripanosoma y los triatominos, las mujeres de la región de Calakmul tenían un menor nivel de conocimiento sobre el vector y los riesgos de la enfermedad (Valdez-Tah, Huicochea-Gomez et al. 2015). Los factores domésticos también pueden influir el riesgo, como se muestra, por ejemplo, en un estudio sobre la dinámica de infestación de *T. dimidiata* en Guatemala. Por ejemplo, el estado de las paredes y los interiores (las grietas en las paredes pueden ser utilizadas por los vectores como refugio) o los suelos intradomiciliarios o sucios pueden aumentar el riesgo de infestación por *T. dimidiata* (Penados, Pineda et al. 2020).

“Algunos estudios evidencian que el género y las estructuras sociales pueden ser un factor de riesgo de zoonosis, por ejemplo: las mujeres de algunas comunidades tienen menor nivel de conocimiento sobre el vector y la propagación de la enfermedad.”

Con respecto a las infecciones por rickettsias, se demostró que malas condiciones de saneamiento en las zonas compartidas por los humanos y los huéspedes de las rickettsias puede aumentar el riesgo de transmisión. Por ejemplo, los vertederos y los patios sucios pueden atraer a animales como roedores y zarigüeyas, que a su vez participan en el ciclo de infección de *R. typhi* (Dzul-Rosado, Gonzalez-Martinez et al. 2013). En áreas urbanas (Maxcanú, Yucatán), la presencia de huertos y la presencia de ectoparásitos en la casa eran factores de riesgo de infecciones de rickettsia (Torres-Castro, Reyes-Novelo et al. 2020). También en este caso, los aspectos socioeconómicos desempeñan un papel importante, por ejemplo, las comunidades marginadas, la cría de animales, la educación, el nivel de pobreza y el acceso al sistema de salud (Dzul-Rosado, Gonzalez-Martinez et al. 2013).

Además, el abuso ilegal de la fauna silvestre, como la caza, puede aumentar el riesgo de zoonosis. Un estudio de epidemiología participativa en la región de la Selva Maya muestra que las actividades de caza se vieron potenciadas por la pobreza y la falta de empleo. La caza se dirigía sobre todo a las especies grandes, como los ciervos y los pecaríes, pero ocasionalmente se cazaban otras especies, como el armadillo, los tepezcuintles y las aves (por ejemplo, el paujil y la pava de monte) (Merida Ruiz, Guerra Centeno et al. 2016). En este sentido, sería especialmente interesante examinar el riesgo de zoonosis en las especies que se cazan típicamente.

La fragmentación del hábitat también puede influir en la infestación de patógenos, como se demuestra, por ejemplo, en el estudio mencionado anteriormente sobre los murciélagos vampiros y la estructura de la dieta asociada a la variabilidad de la microbiota (Ingala, Becker et al. 2019). La fragmentación de los bosques también puede cambiar los comportamientos de los animales silvestres, por ejemplo, los primates descienden al suelo para desplazarse, y eso puede aumentar el riesgo de infección de los animales, como se propone para los quistes

de *Giardia sp.* (Vitazkova and Wade 2006). Otro factor de riesgo es el contacto directo con los animales, por ejemplo, la alimentación a mano, como se ha observado en el caso de los monos aulladores negros en el santuario de Babbon, Belice (Vitazkova and Wade 2006).

“ El abuso ilegal de la fauna silvestre, como la cacería puede aumentar el riesgo de zoonosis, esto aunado a factores socioeconómicos. Un estudio de epidemiología participativa en la Selva Maya muestra que las actividades de caza se vieron potenciadas por la pobreza y la falta de empleo. ”

Además, la educación de la población es de gran importancia. Por ejemplo, una encuesta sobre la rabia mostró que el reconocimiento del potencial de los murciélagos para transmitir la rabia era bajo, a pesar de que los habitantes de la zona estudiada estaban expuestos a un contacto frecuente con los murciélagos (Moran, Juliao et al. 2015). Otro ejemplo es una encuesta sobre *T. dimidiata*, vector de la enfermedad de Chagas. El estudio mostró que el conocimiento de la población sobre el peligro potencial de *T. dimidiata* era muy bajo. Este tipo de estudios puede revelar importantes lagunas en los conocimientos de la población y servir de base para las campañas de información (Pacheco Castor, Lugo Pérez et al. 2013).

En general, los ejemplos regionales corroboran la complejidad de los factores de riesgo para la salud humana y animal. La interacción con diversos componentes ilustra las ganancias del enfoque de “Una Salud”.

Estrategias para reducir el riesgo de zoonosis

En algunos de los estudios regionales se han identificado estrategias de reducción de riesgos. Un ejemplo es un programa de vigilancia comunitaria de los virus de la influenza en las zonas rurales de Guatemala (Ceron, Ortiz et al. 2016). Se han identificado algunos retos para este tipo de vigilancia de patógenos (por ejemplo, las lagunas de conocimiento y de lenguaje entre los actores científicos y locales). Si se puede establecer una base común mediante la concienciación y la educación, este tipo de vigilancia tiene un gran potencial para detectar enfermedades zoonóticas en una fase temprana.

En cuanto al control de vectores, un estudio sobre *T. dimidiata* en Guatemala ha demostrado que las pruebas moleculares de las fuentes de la alimentación de los vectores pueden ser un indicador temprano para entender cuáles métodos de control de vectores disminuyen eficientemente la alimentación en humanos (Pellecer, Dorn et al. 2013).

Un estudio de vigilancia de vectores en Belice y México muestra que el “*barcoding*”, es decir, la secuenciación de segmentos específicos del genoma, puede utilizarse para la identificación de vectores. Por ejemplo, la diversidad de mosquitos de la familia Culicidae en Belice/México se investigó utilizando este método (Chan-Chable, Martinez-Arce et al. 2019), el cual puede ayudar a investigar la presencia y distribución de especies de vectores, o a identificar nuevos vectores de ciertos patógenos

“ Las campañas de vacunación pueden ayudar a reducir las transmisiones zoonóticas desde los animales domésticos. ”

Las campañas de vacunación pueden ayudar a reducir las transmisiones zoonóticas desde los animales domésticos, un ejemplo es la propuesta de vacunar a los principales vectores de la leptospirosis (como el ganado, los cerdos y los perros) (Soo, Khan et al. 2020). También son concebibles estrategias de vacunación para animales silvestres; por ejemplo, se están investigando enfoques para la vacunación contra la rabia en murciélagos vampiros sudamericanos. Son concebibles las vacunas con vectores virales que se propagan de forma autónoma a través de las poblaciones de murciélagos (Griffiths, Bergner et al. 2020).

Además, los estudios de vigilancia de patógenos en animales silvestres o domésticos pueden ayudar a evaluar el riesgo de zoonosis. Un ejemplo regional de vigilancia de animales silvestres es un estudio sobre la prevalencia de la rabia en los murciélagos vampiros de Guatemala (Ellison, Gilbert et al. 2014). Los animales domésticos en libertad, por ejemplo, perros, gatos, caballos, ganado vacuno y porcino, pueden ser fuentes de patógenos para los seres humanos y la fauna silvestre y requieren una atención especial. Ya existen varios estudios al respecto, como se ha mencionado anteriormente, pero por lo general se trata de estudios aislados y locales con un número pequeño de muestras.

En resumen, hay muchas estrategias para reducir el riesgo de zoonosis, como la vigilancia de los patógenos en las poblaciones humanas y animales, el control de los vectores, las campañas de vacunación y la difusión de información en la población. Sin embargo, todavía hay pocos enfoques para aplicar estas estrategias en la región Selva Maya.

Evaluación del conocimiento sobre zoonosis y enfermedades infecciosas en animales silvestres de la región Selva Maya

Los estudios presentados aquí muestran algunas de las investigaciones sobre enfermedades zoonóticas y enfermedades infecciosas en la fauna silvestre en la región de la Selva Maya. Con base en la investigación realizada aquí, se encontró un número alto de estudios procedentes de México, en comparación con Guatemala y Belice. El enfoque se centró en las zoonosis endémicas, especialmente las enfermedades humanas como la enfermedad de Chagas, leishmaniasis, leptospirosis, rickettsiosis, y sus vectores. Estas enfermedades suponen una amenaza a la salud humana continua para la población de la región pero, en general, este tipo de estudios no está diseñado para identificar nuevas zoonosis o patógenos que puedan causar futuras pandemias. Los estudios virológicos son en general menos numerosos, y solamente se abordan algunos de los virus presentes en América Central. Muy pocos estudios se ocupan de las posibles zoonosis futuras, por ejemplo, la investigación de nuevos patógenos encontrados en la fauna silvestre.

La mayoría de los estudios se han realizado en animales domésticos y aquí principalmente de zonas pobladas. De nuevo, hay un impacto directo en la población humana, que puede verse afectada por las enfermedades zoonóticas de los animales domésticos. Al mismo tiempo, estos estudios permiten conocer los riesgos potenciales para los animales silvestres que pueden entrar en contacto con animales domésticos. Son menos los estudios que se ocupan de la investigación directa en animales silvestre, como la detección de nuevos patógenos o la diversidad de patógenos en animales silvestres.

“ Si bien los estudios en animales domésticos ayudan a conocer los riesgos de la fauna silvestre que entra en contacto con organismos relacionados con el ser humano, es necesario realizar más investigación directamente en animales silvestres, para conocer riesgos futuros como la presencia y diversidad de nuevos patógenos. ”

La mayoría de los estudios son relativamente pequeños y con un tamaño de muestra pequeño. Además, la mayoría de los estudios se enfocan en la presencia de anticuerpos contra un patógeno concreto, es decir, estudios serológicos. El objetivo de estos estudios es, en gran medida, estimar la prevalencia con la que un patógeno infecta a una cohorte concreta de animales o personas (seroprevalencia). Una ventaja es que la detección de anticuerpos también puede utilizarse para detectar infecciones anteriores. Sin embargo, en principio, estos estudios no son adecuados para identificar patógenos desconocidos, lo cual es posible mediante el análisis del material genético de los patógenos. Sin embargo, para obtener información sobre la secuencia, se requieren estudios más complejos en general, para los

cuales la toma de muestras, el transporte, el trabajo de laboratorio y también la evaluación y el análisis son más costosos. Ejemplos de este tipo de estudios en la región son la detección de un nuevo virus de la gripe A en el murciélago *Sturnia illium* en el sur de Guatemala en 2012 (Tong, Li et al. 2012), la detección de genotipos nuevos y atípicos de *T. gondii* (Valenzuela-Moreno, Rico-Torres et al. 2019, Valenzuela-Moreno, Rico-Torres et al. 2020), análisis genéticos de *T. cruzi* en diversos huéspedes mamíferos (Lopez-Cancino, Tun-Ku et al. 2015) o también la detección de una nueva especie de *Bartonella* en roedores (Schulte Fishedick, Stuckey et al. 2016).

Según la revisión de artículos realizada aquí, no hay estudios a gran escala que analicen el tema de “Una Salud” en la región. Sin embargo, unos pocos estudios tratan el tema a pequeña escala. Por ejemplo, algunos estudios de vectores analizaron el impacto antropogénico en la incidencia de enfermedades zoonóticas o los posibles factores de riesgo, como los factores culturales. Algunos de estos estudios e ideas pueden seguir desarrollándose y podrían intensificarse mediante la colaboración entre diferentes campos de investigación.

En general, se encontraron pocos estudios que abordaran el riesgo de zoonosis para los animales silvestres (“*spillback*”), o el riesgo de infecciones por animales introducidos por el hombre, como los animales domésticos o las especies exóticas.

Debe tenerse en cuenta que es necesario seguir investigando para obtener una visión completa de la investigación sobre zoonosis en la región. Si se realizan búsquedas más exhaustivas, por ejemplo, sobre patógenos o grupos de patógenos específicos, seguramente se podrán identificar estudios adicionales. El presente trabajo se enfoca principalmente en las zoonosis y el impacto en la población. Para ampliar el conocimiento sobre el tema “Una Salud” en el área de la Selva Maya, podrían investigarse con más detalle otros aspectos en el ámbito de la influencia antropogénica en la salud animal, por ejemplo, a través de las especies invasivas y la consiguiente expansión de enfermedades infecciosas, o la influencia del estrés a través de los cambios en el ecosistema en la salud animal. Además, se puede ampliar el conocimiento a través de estudios conducidos en otros países de Centroamérica, o estudios en ecosistemas similares en otras partes del mundo. El análisis de éstos puede contribuir a comprender los cambios ecológicos y antropogénicos y su influencia en el sistema “Una Salud”. Algunos temas, como el calentamiento global y el efecto en las zoonosis en América Central, así como la influencia de la fragmentación del hábitat o los proyectos de construcción, también pueden estudiarse en detalle. Además de la investigación bibliográfica, se podría consultar a diferentes actores, por ejemplo, instituciones gubernamentales, ONGs, guardaparques o la población de las zonas marginales en torno a las reservas naturales.

Posibles futuros estudios y nuevos enfoques

Como se ha descrito anteriormente, faltan estudios a gran escala sobre patógenos desconocidos en la fauna silvestre de la región, especialmente en los animales que se consideran huéspedes importantes de las zoonosis, como los mamíferos pequeños (sobre todo los murciélagos y los roedores), y los primates. Sin embargo, estos estudios requieren mucho esfuerzo y recursos. Por un lado, la captura de animales silvestres puede ser muy costosa y, por otro, los métodos de investigación del laboratorio pueden serlo también (por ejemplo la PCR) o muy intensos en su análisis (por ejemplo la secuenciación masiva). Por eso, para ahorrar los recursos, es muy importante la cooperación con diferentes instituciones y ramas de la investigación. Por ejemplo, se pueden tomar muestras de animales capturados para trabajos ecológicos. Además, es útil tomar diferentes muestras (por ejemplo, sangre, hisopos, heces)

“ Es muy importante la cooperación con diferentes instituciones y ramas de la investigación, particularmente en procesos relacionados con captura y muestreo de animales silvestres y sus patógenos. ”

para poder investigar diferentes patógenos. Adicionalmente, resulta útil la integración de otras ramas de investigación, como por ejemplo la inclusión de estudios sobre vectores en las respectivas regiones.

Para investigar más a fondo los posibles riesgos para el ser humano, se debe hacer un monitoreo de los grupos de personas que tienen contacto directo con los animales silvestres (por ejemplo, los cazadores, veterinarios, guardaparques o vigilantes comunitarios de las áreas naturales protegidas) o un contacto frecuente con diferentes animales (por ejemplo, los veterinarios). En relación con la caza de subsistencia, que es un problema importante en la región, un estudio piloto multidisciplinar investigó qué animales se cazaban y cómo se preparaba la carne (Merida Ruiz, Guerra Centeno et al. 2016). El objetivo fue identificar las posibles fuentes de infección. Una ampliación de estos estudios a los patógenos encontrados en los animales cazados, por ejemplo, sería un complemento útil.

También el seguimiento de cohortes de pacientes, como los febriles de etiología desconocida o los pacientes con diarrea pueden detectar nuevos agentes patógenos en los seres humanos en una fase temprana (por ejemplo, la detección de un rotavirus zoonótico en Guatemala mediante la vigilancia rutinaria (Gautam, Mijatovic-Rustempasic et al. 2015)).

El monitoreo de los animales domésticos, peridomésticos o sinantrópicos, como presentado en varios estudios de la región, es también de gran importancia, ya que estos animales pueden favorecer los intercambios entre la fauna y el hombre. En este sentido, se pueden identificar amenazas tanto para la fauna como para el ser humano.

Los animales sujetos a un estatus de protección especial también deben ser monitorizados para evitar posibles amenazas a estos animales en una fase temprana. En los estudios regionales, hay algunos enfoques para investigar la influencia antropogénica (por ejemplo, la fragmentación del hábitat) en la salud de la fauna silvestre. Esta importante rama puede ser investigada en diferentes niveles (aparición de patógenos, ecología de patógenos, vectores). En relación con las influencias antropogénicas y el aspecto de “Una Salud”, la investigación puede extenderse también a las amenazas no infecciosas para la salud de animales silvestre, como la contaminación ambiental. Un ejemplo local son los murciélagos vampiros de Belice: los animales que se alimentan de animales domésticos tenían mayores niveles de mercurio (Becker, Chumchal et al. 2017). A veces existen mecanismos muy complejos para evitar los riesgos de infección; por ejemplo, los monos aulladores negros de Belice corren un mayor riesgo de infectarse con un parásito, un tremátodo (*Controrchis spp.*), cuando se alimentan de trompetas (*Cecropia peltata*). *C. peltata* es una especie arbórea pionera que suele encontrarse en bosques alterados, lo que pone de relieve el vínculo entre la alteración del hábitat y el parasitismo en un mamífero silvestre (Kowalzik, Pavelka et al. 2010).

Los estudios de la ecología del vector-hospedador también pueden indicar si los patógenos cambian frecuentemente de especie, como se ha hecho en el caso de *T. cruzi* en diferentes poblaciones de hospedadores y vectores en Guatemala: los análisis genéticos muestran una clara evidencia de cambio de hospedador del parásito (Pennington, Messenger et al. 2015). Los análisis genéticos de los agentes patógenos también pueden proporcionar indicios de cambios pasados de los huéspedes, como el análisis evolutivo-biológico de los virus (por

ejemplo, los rotavirus de Costa Rica, entre otros) (Simsek, Corman et al. 2021). En general, es de enorme importancia conocer la diversidad de patógenos en la fauna silvestre, ya que esto permite una rápida identificación de posibles fuentes zoonóticas en patógenos emergentes. Por ejemplo, mucho antes del inicio de la actual pandemia causada por el SARS-CoV-2, se sabía que los murciélagos albergan una gran diversidad de coronavirus potencialmente zoonóticos. Así, se identificó rápidamente el origen del virus (Lu, Zhao et al. 2020). Al identificar las posibles fuentes zoonóticas, se puede reducir el riesgo de futuras pandemias.

Además, el aspecto de “Una Salud” no se ha estudiado muy intensamente hasta la fecha.

“ En el futuro podrán desarrollarse estudios interdisciplinarios que examinen más de cerca la interacción entre la ecología, la salud animal y la salud humana. Unos ejemplos son la investigación de los cambios en los ecosistemas y sus efectos sobre la interacción entre los patógenos y sus huéspedes, identificar y estudiar cambios de huéspedes de los patógenos e investigar los factores que lo promueven, o la investigación de posibles vectores de enfermedades infecciosas y la influencia de los factores ambientales en su distribución. ”

Además, sería importante incluir factores sociales, por ejemplo, investigar el estado del conocimiento de las zoonosis en la población, especialmente entre las personas con mayor contacto con animales silvestres.

En resumen, es de gran valor para la región de la Selva Maya llevar a cabo estudios amplios e interdisciplinarios, centrados en nuevas zoonosis potenciales, y en las amenazas a la vida silvestre. En este sentido, es necesario destacar la importancia de la protección y el manejo sostenible de las reservas naturales integrando el concepto de “Una Salud”. La interacción entre el medio ambiente, los animales y la salud humana debería ser investigada en mayor profundidad. Además de investigar y comprender las interrelaciones, educar a la sociedad en el tema de “Una Salud” es de gran importancia para comunicar los riesgos del contacto con la fauna silvestre, pero también las posibles consecuencias de interferir en los ecosistemas.

Tabla 1: Patógenos zoonóticos detectados en animales domésticos/silvestres en el área Selva Maya (incluidos en el presente estudio)

	Patógeno	Región	Animal	Modo de detección
Bacterias	<i>Leptospira sp.</i>	Yucatán, Quintana Roo, México;	Perros, gatos, bovinos, cerdos, roedores, cocodrilos	Serología, detección directa (immunofluorescent imprints), detección molecular
	<i>Rickettsia typhi</i>	Yucatán, Campeche, México	Perros	Detección molecular, reportes de casos humanos
	<i>Bartonella sp.</i>	Yucatán, México; Belice	Roedores, murciélagos	Detección molecular
	<i>Mycoplasma spp.</i>	Belice	Murciélagos	Detección molecular
	<i>Salmonella spp.</i>	Yucatán, México	Desconocido	Reportes de casos humanos
	<i>Campylobacter spp.</i>	Yucatán, México	Desconocido	Reportes de casos humanos
Parásitos	<i>Toxoplasma gondii</i>	Yucatán, Quintana Roo, México	Perros, gatos	Serología, detección molecular
	<i>Leishmania spp.</i>	Campeche, México	Roedores	Serología, reportes de casos humanos, estudio de vectores
	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Yucatán, México, Guatemala, Belice	Perros, gatos, cerdos, roedores, murciélagos, marsupiales	Serología, detección molecular, estudio de vectores
	<i>Lagochilascaris minor</i>	Campeche, Quintana Roo, México	Desconocido	Reportes de casos humanos
	Nematodos	Yucatán, México	Perros	Detección directa (huevos)
	<i>Hymenolepis spp.</i>	Yucatán, México	Roedores	Detección directa (huevos), detección molecular
Virus	Flavivirus	Yucatán, México	Murciélagos	Serología
	<i>Virus de la Rabia</i>	Yucatán, México	Murciélagos, zorillos	Reportes de casos humanos
	<i>Virus del dengue</i>	Campeche, Chiapas, México	Murciélagos	Detección molecular
	Coronavirus	Campeche, México	Murciélagos	Detección molecular
	<i>Virus de la encefalitis equina venezolana</i>	Campeche, México	Murciélagos, roedores	Detección molecular
	<i>Influenzavirus A</i>	Campeche, México	Cerdos silvestres	Detección molecular
	<i>Rotavirus del grupo A</i>	Guatemala	Desconocido	Reportes de casos humanos

Bibliografía

- Alcantara-Rodriguez, V. E., S. Sanchez-Montes, H. Contreras, P. Colunga-Salas, L. Fierro-Flores, S. Avalos, F. Rodriguez-Rangel, I. Becker and D. H. Walker (2020). "Human Monocytic Ehrlichiosis, Mexico City, Mexico." *Emerg Infect Dis* **26**(12): 3016-3019.
- Allen, T., K. A. Murray, C. Zambrana-Torrel, S. S. Morse, C. Rondinini, M. Di Marco, N. Breit, K. J. Olival and P. Daszak (2017). "Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases." *Nat Commun* **8**(1): 1124.
- Andrade-Narvaez, F. J., S. B. Canto Lara, N. R. Van Wynsberghe, E. A. Rebollar-Tellez, A. Vargas-Gonzalez and N. E. Albertos-Alpuche (2003). "Seasonal transmission of Leishmania (Leishmania) mexicana in the state of Campeche, Yucatan Peninsula, Mexico." *Mem Inst Oswaldo Cruz* **98**(8): 995-998.
- Anthony, S. J., R. Ojeda-Flores, O. Rico-Chavez, I. Navarrete-Macias, C. M. Zambrana-Torrel, M. K. Rostal, J. H. Epstein, T. Tipps, E. Liang, M. Sanchez-Leon, J. Sotomayor-Bonilla, A. A. Aguirre, R. Avila-Flores, R. A. Medellin, T. Goldstein, G. Suzan, P. Daszak and W. I. Lipkin (2013). "Coronaviruses in bats from Mexico." *J Gen Virol* **94**(Pt 5): 1028-1038.
- Barrera-Perez, M., P. Manrique-Saide, E. Reyes-Novelo, J. Escobedo-Ortegon, M. Sanchez-Moreno and C. Sanchez (2012). "Lagochilascaris minor Leiper, 1909 (Nematoda: Ascarididae) in Mexico: three clinical cases from the Peninsula of Yucatan." *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* **54**(6): 315-317.
- Becker, D. J., L. M. Bergner, A. B. Bentz, R. J. Orton, S. Altizer and D. G. Streicker (2018). "Genetic diversity, infection prevalence, and possible transmission routes of Bartonella spp. in vampire bats." *PLoS Negl Trop Dis* **12**(9): e0006786.
- Becker, D. J., M. M. Chumchal, A. B. Bentz, S. G. Platt, G. A. Czirkjak, T. R. Rainwater, S. Altizer and D. G. Streicker (2017). "Predictors and immunological correlates of sublethal mercury exposure in vampire bats." *R Soc Open Sci* **4**(4): 170073.
- Becker, D. J., K. A. Speer, A. M. Brown, M. B. Fenton, A. D. Washburne, S. Altizer, D. G. Streicker, R. K. Plowright, V. E. Chizhikov, N. B. Simmons and D. V. Volokhov (2020). "Ecological and evolutionary drivers of haemoplasma infection and bacterial genotype sharing in a Neotropical bat community." *Mol Ecol* **29**(8): 1534-1549.
- Belotto, A., L. F. Leanes, M. C. Schneider, H. Tamayo and E. Correa (2005). "Overview of rabies in the Americas." *Virus Res* **111**(1): 5-12.
- Blum-Dominguez, S., S. Sanchez-Montes, L. A. Nunez-Oreza, J. Mendoza-Zamudio, I. Becker, M. Berzunza-Cruz and P. Tamay-Segovia (2019). "First description of a clinical case of murine typhus in Campeche, Mexico." *Rev Soc Bras Med Trop* **52**: e20190009.
- Brunner, J. L., A. Storfer, M. J. Gray and J. T. Hoverman (2015). *Ranavirus Ecology and Evolution: From Epidemiology to Extinction. Ranaviruses: Lethal Pathogens of Ectothermic Vertebrates*. M. J. Gray and V. G. Chinchir. Cham, Springer International Publishing: 71-104.

- Canto-Lara, S. B., N. R. Van Wynsberghe, A. Vargas-Gonzalez, F. F. Ojeda-Farfan and F. J. Andrade-Narvaez (1999). "Use of monoclonal antibodies for the identification of *Leishmania* spp. isolated from humans and wild rodents in the State of Campeche, Mexico." Mem Inst Oswaldo Cruz **94**(3): 305-309.
- Cárdenas-Marrufo, M. F., I. Vado-Solís, C. E. Pérez-Osorio and J. C. Segura Correa (2011). "Seropositivity to leptospirosis in domestic reservoirs and detection of *Leptospira* spp. from water sources, in farms of Yucatan, Mexico " Tropical and Subtropical Agroecosystems **14**(1): 185-189.
- Carrera, J. P., Z. M. Cucunuba, K. Neira, B. Lambert, Y. Pitti, J. Liscano, J. L. Garzon, D. Beltran, L. Collado-Mariscal, L. Saenz, N. Sosa, L. D. Rodriguez-Guzman, P. Gonzalez, A. G. Lezcano, R. Pereyra-Elias, A. Valderrama, S. C. Weaver, A. Y. Vitor, B. Armien, J. M. Pascale and C. A. Donnelly (2020). "Endemic and Epidemic Human Alphavirus Infections in Eastern Panama: An Analysis of Population-Based Cross-Sectional Surveys." Am J Trop Med Hyg **103**(6): 2429-2437.
- Ceron, A., M. R. Ortiz, D. Alvarez, G. H. Palmer and C. Cordon-Rosales (2016). "Local disease concepts relevant to the design of a community-based surveillance program for influenza in rural Guatemala." Int J Equity Health **15**: 69.
- Chan-Chable, R. J., A. Martinez-Arce, P. C. Mis-Avila and A. I. Ortega-Morales (2018). "Confirmation of occurrence of *Anopheles (Anopheles) veruslanei* Vargas in Quintana Roo, Mexico using morphology and DNA barcodes." Acta Trop **188**: 138-141.
- Chan-Chable, R. J., A. Martinez-Arce, P. C. Mis-Avila and A. I. Ortega-Morales (2019). "DNA barcodes and evidence of cryptic diversity of anthropophagous mosquitoes in Quintana Roo, Mexico." Ecol Evol **9**(8): 4692-4705.
- Charruau, P., J. Perez-Flores, J. R. Cedeno-Vazquez, D. Gonzalez-Solis, G. A. Gonzalez-Desales, O. Monroy-Vilchis and M. A. Desales-Lara (2016). "Occurrence of *Amblyomma dissimile* on wild crocodylians in southern Mexico." Dis Aquat Organ **121**(2): 167-171.
- Chowell, G., S. Echevarria-Zuno, C. Viboud, L. Simonsen, J. Tamerius, M. A. Miller and V. H. Borja-Aburto (2011). "Characterizing the epidemiology of the 2009 influenza A/H1N1 pandemic in Mexico." PLoS Med **8**(5): e1000436.
- Colunga-Salas, P., S. Sanchez-Montes, P. Volkow, A. Ruiz-Remigio and I. Becker (2020). "Lyme disease and relapsing fever in Mexico: An overview of human and wildlife infections." PLoS One **15**(9): e0238496.
- Cordoba-Aguilar, A., C. N. Ibarra-Cerdena, I. Castro-Arellano and G. Suzan (2021). "Tackling zoonoses in a crowded world: Lessons to be learned from the COVID-19 pandemic." Acta Trop **214**: 105780.
- Destoumieux-Garzon, D., P. Mavingui, G. Boetsch, J. Boissier, F. Darriet, P. Duboz, C. Fritsch, P. Giraudoux, F. Le Roux, S. Morand, C. Paillard, D. Pontier, C. Sueur and Y. Voituron (2018). "The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead." Front Vet Sci **5**: 14.
- Doro, R., S. L. Farkas, V. Martella and K. Banyai (2015). "Zoonotic transmission of rotavirus: surveillance and control." Expert Rev Anti Infect Ther **13**(11): 1337-1350.

- Drexler, J. F., A. Geipel, A. König, V. M. Corman, D. van Riel, L. M. Leijten, C. M. Bremer, A. Rasche, V. M. Cottontail, G. D. Maganga, M. Schlegel, M. A. Müller, A. Adam, S. M. Klose, A. J. Carneiro, A. Stocker, C. R. Franke, F. Gloza-Rausch, J. Geyer, A. Annan, Y. Adu-Sarkodie, S. Oppong, T. Binger, P. Vallo, M. Tschapka, R. G. Ulrich, W. H. Gerlich, E. Leroy, T. Kuiken, D. Glebe and C. Drosten (2013). "Bats carry pathogenic hepadnaviruses antigenically related to hepatitis B virus and capable of infecting human hepatocytes." *Proc Natl Acad Sci U S A* **110**(40): 16151-16156.
- Duffus, A. L. J., T. B. Waltzek, A. C. Stöhr, M. C. Allender, M. Gotesman, R. J. Whittington, P. Hick, M. K. Hines and R. E. Marschang (2015). Distribution and Host Range of Ranaviruses. *Ranaviruses: Lethal Pathogens of Ectothermic Vertebrates*. M. J. Gray and V. G. Chinchir. Cham, Springer International Publishing: 9-57.
- Dzul-Rosado, K., P. Gonzalez-Martinez, G. Peniche-Lara, J. Zavala-Velazquez and J. Zavala-Castro (2013). "Murine typhus in humans, Yucatan, Mexico." *Emerg Infect Dis* **19**(6): 1021-1022.
- Ellison, J. A., A. T. Gilbert, S. Recuenco, D. Moran, D. A. Alvarez, N. Kuzmina, D. L. Garcia, L. F. Peruski, M. T. Mendonca, K. A. Lindblade and C. E. Rupprecht (2014). "Bat rabies in Guatemala." *PLoS Negl Trop Dis* **8**(7): e3070.
- Fauci, A. S. and D. M. Morens (2016). "Zika Virus in the Americas--Yet Another Arbovirus Threat." *N Engl J Med* **374**(7): 601-604.
- Fierro, N. A., M. Realpe, T. Meraz-Medina, S. Roman and A. Panduro (2016). "Hepatitis E virus: An ancient hidden enemy in Latin America." *World J Gastroenterol* **22**(7): 2271-2283.
- Ganjan, N. and A. Riviere-Cinamond (2020). "Mayaro virus in Latin America and the Caribbean." *Rev Panam Salud Publica* **44**: e14.
- Gautam, R., S. Mijatovic-Rustempasic, S. Roy, M. D. Esona, B. Lopez, Y. Mencos, G. Rey-Benito and M. D. Bowen (2015). "Full genomic characterization and phylogenetic analysis of a zoonotic human G8P[14] rotavirus strain detected in a sample from Guatemala." *Infect Genet Evol* **33**: 206-211.
- Gómez-Carro, S., M. L. Ortiz-Alcaraz, E. Jiménez-Ríos, S. De Los Santos-Briones and E. Marín-Pech (2006). "Estudio de caso de rabia humana transmitida por murciélago hematófago en Yucatán, México." *REVISTA BIOMÉDICA* **17**(2): 5.
- Gonzalez-Solis, D., M. Elias-Gutierrez, J. A. Prado-Bernal and M. A. Garcia-de la Cruz (2019). "DNA Barcoding as a Diagnostic Tool of a Rare Human Parasitosis: The First Case of *Lagochilascaris minor* in Quintana Roo, Mexico." *J Parasitol* **105**(2): 351-358.
- Gottdenker, N. L., D. G. Streicker, C. L. Faust and C. R. Carroll (2014). "Anthropogenic land use change and infectious diseases: a review of the evidence." *Ecohealth* **11**(4): 619-632.
- Griffiths, M. E., L. M. Bergner, A. Broos, D. K. Meza, A. D. S. Filipe, A. Davison, C. Tello, D. J. Becker and D. G. Streicker (2020). "Epidemiology and biology of a herpesvirus in rabies endemic vampire bat populations." *Nat Commun* **11**(1): 5951.

- Gutierrez Reyes, J. A., L. Garcia Casanova, C. Romero Torres, S. L. Sosa Gallegos, G. J. Canto Alarcon, M. Mercado Pezzat, O. Pizano Martinez, C. Estrada Chavez and F. Milian Suazo (2012). "Population structure of Mycobacterium bovis isolates from cattle in Mexico." *Prev Vet Med* **106**(1): 1-8.
- Guzmán-Hernández, R. L., A. Contreras-Rodríguez, E. D. Ávila-Calderón and M. R. Morales-García (2016). "Brucellosis: zoonosis de importancia en México." *Revista chilena de infectología* **33**: 656-662.
- Hernandez-Rivera, M. P., O. Hernandez-Montes, A. Chinas-Perez, J. M. Batiza-Avelar, G. Sanchez-Tejeda, C. Wong-Ramirez and A. Monroy-Ostria (2015). "Study of cutaneous leishmaniasis in the State of Campeche (Yucatan Peninsula), Mexico, over a period of two years." *Salud Publica Mex* **57**(1): 58-65.
- Ingala, M. R., D. J. Becker, J. Bak Holm, K. Kristiansen and N. B. Simmons (2019). "Habitat fragmentation is associated with dietary shifts and microbiota variability in common vampire bats." *Ecol Evol* **9**(11): 6508-6523.
- Jacinto-Maldonado, M., G. E. Garcia-Pena, R. Paredes-Leon, B. Saucedo, R. E. Sarmiento-Silva, A. Garcia, D. Martinez-Gomez, M. Ojeda, E. Del Callejo and G. Suzan (2020). "Chiggers (Acariformes: Trombiculoidea) do not increase rates of infection by Batrachochytrium dendrobatidis fungus in the endemic Dwarf Mexican Treefrog Tlalocohyla smithii (Anura: Hylidae)." *Int J Parasitol Parasites Wildl* **11**: 163-173.
- Jimenez-Coello, M., K. Y. Acosta-Viana, E. Guzman-Marin, A. Gomez-Rios and A. Ortega-Pacheco (2012). "Epidemiological survey of Trypanosoma cruzi infection in domestic owned cats from the tropical southeast of Mexico." *Zoonoses Public Health* **59 Suppl 2**: 102-109.
- Jimenez-Coello, M., K. Y. Acosta-Viana, E. Guzman-Marin and A. Ortega-Pacheco (2012). "American trypanosomiasis infection in fattening pigs from the south-east of Mexico." *Zoonoses Public Health* **59 Suppl 2**: 166-169.
- Jones, K. E., N. G. Patel, M. A. Levy, A. Storeygard, D. Balk, J. L. Gittleman and P. Daszak (2008). "Global trends in emerging infectious diseases." *Nature* **451**(7181): 990-993.
- Kopp, A., T. R. Gillespie, D. Hobelsberger, A. Estrada, J. M. Harper, R. A. Miller, I. Ecklerle, M. A. Muller, L. Podsiadlowski, F. H. Leendertz, C. Drosten and S. Junglen (2013). "Provenance and geographic spread of St. Louis encephalitis virus." *mBio* **4**(3): e00322-00313.
- Kowalzik, B. K., M. S. Pavelka, S. J. Kutz and A. Behie (2010). "Parasites, primates, and ant-plants: clues to the life cycle of Controrchis spp. in black howler monkeys (Alouatta pigra) in southern Belize." *J Wildl Dis* **46**(4): 1330-1334.
- Lepe-López, M., R. García-Anleu, N. M. Fountain-Jones, G. Ponce, M. Gonzalez and L. E. Escobar (2018). "Domestic horses within the Maya biosphere reserve: A possible threat to the Central American tapir (Tapirus bairdii)." *Caldasia* **40**: 188-191.
- Lopez-Cancino, S. A., E. Tun-Ku, H. K. De la Cruz-Felix, C. N. Ibarra-Cerdena, A. Ize-ta-Alberdi, A. Pech-May, C. J. Mazariegos-Hidalgo, A. Valdez-Tah and J. M. Ramsey (2015). "Landscape ecology of Trypanosoma cruzi in the southern Yucatan Peninsula." *Acta Trop* **151**: 58-72.

- Lopez-Perez, A. M., K. Moreno, A. Chaves, C. N. Ibarra-Cerdena, A. Rubio, J. Foley, R. List, G. Suzan and R. E. Sarmiento (2019). "Carnivore Protoparvovirus 1 at the Wild-Domestic Carnivore Interface in Northwestern Mexico." *Ecohealth* **16**(3): 502-511.
- Lu, R., X. Zhao, J. Li, P. Niu, B. Yang, H. Wu, W. Wang, H. Song, B. Huang, N. Zhu, Y. Bi, X. Ma, F. Zhan, L. Wang, T. Hu, H. Zhou, Z. Hu, W. Zhou, L. Zhao, J. Chen, Y. Meng, J. Wang, Y. Lin, J. Yuan, Z. Xie, J. Ma, W. J. Liu, D. Wang, W. Xu, E. C. Holmes, G. F. Gao, G. Wu, W. Chen, W. Shi and W. Tan (2020). "Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding." *Lancet* **395**(10224): 565-574.
- Luis, A. D., D. T. Hayman, T. J. O'Shea, P. M. Cryan, A. T. Gilbert, J. R. Pulliam, J. N. Mills, M. E. Timonin, C. K. Willis, A. A. Cunningham, A. R. Fooks, C. E. Rupprecht, J. L. Wood and C. T. Webb (2013). "A comparison of bats and rodents as reservoirs of zoonotic viruses: are bats special?" *Proc Biol Sci* **280**(1756): 20122753.
- Machain-Williams, C., M. Lopez-Urbe, L. Talavera-Aguilar, J. Carrillo-Navarrete, L. Vera-Escalante, F. Puerto-Manzano, A. Ulloa, J. A. Farfan-Ale, J. Garcia-Rejon, B. J. Blitvich and M. A. Lorono-Pino (2013). "Serologic evidence of flavivirus infection in bats in the Yucatan Peninsula of Mexico." *J Wildl Dis* **49**(3): 684-689.
- Martínez-Ortiz, D., M. Torres-Castro, E. Koyoc-Cardena, K. López, A. Panti-May, I. Rodríguez-Vivas, A. Puc, K. Dzul, J. Zavala-Castro, A. Medina-Barreiro, J. Chablé-Santos and P. Manrique-Saide (2016). "Detección molecular de Rickettsia typhi en perros de una comunidad rural de Yucatán, México." *Biomédica* **36**(Sup1): 45-50.
- Maya-Badillo, B. A., R. Ojeda-Flores, A. Chaves, S. Reveles-Felix, G. Orta-Pineda, M. J. Martinez-Mercado, M. Saavedra-Montanez, R. Segura-Velazquez, M. Sanvicente and J. I. Sanchez-Betancourt (2020). "Eco-Epidemiological Evidence of the Transmission of Avian and Human Influenza A Viruses in Wild Pigs in Campeche, Mexico." *Viruses* **12**(5).
- Medina-Pinto, R. A., R. I. Rodriguez-Vivas and M. E. Bolio-Gonzalez (2018). "[Zoonotic intestinal nematodes in dogs from public parks in Yucatan, Mexico]." *Biomedica* **38**(1): 105-110.
- Merida Ruiz, S. A., D. S. Guerra Centeno, E. L. Bailey Leonardo, K. Rohn, S. Kusters and L. Kreienbrock (2016). "Participatory epidemiology at the neotropics: study of diseases of backyard livestock and description of hunting patterns in Uaxactun, Maya Reserve Biosphere, Guatemala." *BMC Res Notes* **9**: 207.
- Moran, D., P. Juliao, D. Alvarez, K. A. Lindblade, J. A. Ellison, A. T. Gilbert, B. Petersen, C. Rupprecht and S. Recuenco (2015). "Knowledge, attitudes and practices regarding rabies and exposure to bats in two rural communities in Guatemala." *BMC Res Notes* **8**: 955.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. da Fonseca and J. Kent (2000). "Biodiversity hotspots for conservation priorities." *Nature* **403**(6772): 853-858.
- Ortega-Pacheco, A., E. Guzman-Marin, K. Y. Acosta-Viana, I. Vado-Solis, B. Jimenez-Delgadillo, M. Cardenas-Marrufo, C. Perez-Osorio, M. Puerto-Solis and M. Jimenez-Coello (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." *Vet Med Sci* **3**(1): 40-47.

- Ortega-Pacheco, A., J. F. J. Torres-Acosta, A. Alzina-López, E. Gutiérrez-Blanco, M. E. Bolio-González, A. J. Aguilar-Caballero, R. I. Rodríguez-Vivas, E. Gutiérrez-Ruiz, K. Y. Acosta-Viana, E. Guzmán-Marín, A. Rosado-Aguilar and M. Jiménez-Coello (2015). "Parasitic Zoonoses in Humans and Their Dogs from a Rural Community of Tropical Mexico." *Journal of Tropical Medicine* **2015**: 481086.
- Pacheco Castor, J., J. A. Lugo Pérez, L. Tzuc Canché and H. A. Ruíz Piña (2013). *Estudios multidisciplinares de las enfermedades zoonóticas y ETVs en Yucatán*. Mérida, Yucatán, México, Universidad Autónoma de Yucatán
- PAHO, O. p. d. l. s. (2003). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales* Washington, DC
- Palermo, P. M., A. De la Mora-Covarrubias, F. Jimenez-Vega and D. M. Watts (2019). "Serological Evidence of Dengue and West Nile Virus Human Infection in Juarez City, Mexico." *Vector Borne Zoonotic Dis* **19**(2): 134-141.
- Panti-May, J. A., D. E. A. RRC, Y. Gurubel-Gonzalez, E. Palomo-Arjona, L. Soda-Tamayo, J. Meza-Sulu, M. Ramirez-Sierra, E. Dumonteil, V. M. Vidal-Martinez, C. Machain-Williams, D. E. O. D, M. G. Reis, M. A. Torres-Castro, M. R. Robles, S. F. Hernandez-Betancourt and F. Costa (2017). "A survey of zoonotic pathogens carried by house mouse and black rat populations in Yucatan, Mexico." *Epidemiol Infect* **145**(11): 2287-2295.
- Panti-May, J. A., A. Servian, W. Ferrari, M. L. Zonta, D. I. Hernandez-Mena, S. F. Hernandez-Betancourt, M. D. R. Robles and C. Machain-Williams (2020). "Morphological and molecular identification of hymenolepidid cestodes in children and synanthropic rodents from rural Mexico." *Parasitol Int* **75**: 102042.
- Parola, P., B. Davoust and D. Raoult (2005). "Tick- and flea-borne rickettsial emerging zoonoses." *Vet Res* **36**(3): 469-492.
- Pech-May, A., F. J. Escobedo-Ortegon, M. Berzunza-Cruz and E. A. Rebollar-Tellez (2010). "Incrimination of four sandfly species previously unrecognized as vectors of Leishmania parasites in Mexico." *Med Vet Entomol* **24**(2): 150-161.
- Pech-May, A., G. Peraza-Herrera, D. A. Moo-Llanes, J. Escobedo-Ortegon, M. Berzunza-Cruz, I. Becker-Fausser, D. E. O.-A. A. C. Montes and E. A. Rebollar-Tellez (2016). "Assessing the importance of four sandfly species (Diptera: Psychodidae) as vectors of Leishmania mexicana in Campeche, Mexico." *Med Vet Entomol* **30**(3): 310-320.
- Pellecer, M. J., P. L. Dorn, D. M. Bustamante, A. Rodas and M. C. Monroy (2013). "Vector blood meals are an early indicator of the effectiveness of the Ecohealth approach in halting Chagas transmission in Guatemala." *Am J Trop Med Hyg* **88**(4): 638-644.
- Penados, D., J. Pineda, M. Catalan, M. Avila, L. Stevens, E. Agreda and C. Monroy (2020). "Infestation dynamics of Triatoma dimidiata in highly deforested tropical dry forest regions of Guatemala." *Mem Inst Oswaldo Cruz* **115**: e200203.
- Pennington, P. M., L. A. Messenger, J. Reina, J. G. Juarez, G. G. Lawrence, E. M. Dotson, M. S. Llewellyn and C. Cordon-Rosales (2015). "The Chagas disease domestic transmission cycle in Guatemala: Parasite-vector switches and lack of mitochondrial co-diversification between Triatoma dimidiata and Trypanosoma cruzi subpopulations suggest non-vectorial parasite dispersal across the Motagua valley." *Acta Trop* **151**: 80-87.

- Perez-Flores, J., P. Charruau, R. Cedeno-Vazquez and D. Atilano (2017). "Evidence for Wild Crocodiles as a Risk for Human Leptospirosis, Mexico." *Ecohealth* **14**(1): 58-68.
- Reyes-Novelo, E., H. Ruíz-Piña, J. Escobedo-Ortegón, I. Rodríguez-Vivas, M. Bolio-González, Á. Polanco-Rodríguez and P. Manrique-Saide (2011). "Situación actual y perspectivas para el estudio de las enfermedades zoonóticas emergentes, reemergentes y olvidadas en la península de yucatán, Mexico" *Tropical and Subtropical Agroecosystems* **14**(1): 35-54.
- Rodriguez-Vivas, R. I., D. A. Apanaskevich, M. M. Ojeda-Chi, I. Trinidad-Martinez, E. Reyes-Novelo, M. D. Esteve-Gassent and A. A. Perez de Leon (2016). "Ticks collected from humans, domestic animals, and wildlife in Yucatan, Mexico." *Vet Parasitol* **215**: 106-113.
- Rodriguez-Vivas, R. I., E. Gutierrez-Ruiz, M. E. Bolio-Gonzalez, H. Ruiz-Pina, A. Ortega-Pacheco, E. Reyes-Novelo, P. Manrique-Saide, F. Aranda-Cirerol and J. A. Lugo-Perez (2011). "An epidemiological study of intestinal parasites of dogs from Yucatan, Mexico, and their risk to public health." *Vector Borne Zoonotic Dis* **11**(8): 1141-1144.
- Sakkas, H., P. Bozidis, A. Franks and C. Papadopoulou (2018). "Oropouche Fever: A Review." *Viruses* **10**(4).
- Scheele, B. C., F. Pasmans, L. F. Skerratt, L. Berger, A. Martel, W. Beukema, A. A. Acevedo, P. A. Burrowes, T. Carvalho, A. Catenazzi, I. De la Riva, M. C. Fisher, S. V. Flechas, C. N. Foster, P. Frias-Alvarez, T. W. J. Garner, B. Gratwicke, J. M. Guayasamin, M. Hirschfeld, J. E. Kolby, T. A. Kosch, E. La Marca, D. B. Lindenmayer, K. R. Lips, A. V. Longo, R. Maneyro, C. A. McDonald, J. Mendelson, 3rd, P. Palacios-Rodriguez, G. Parra-Olea, C. L. Richards-Zawacki, M. O. Rodel, S. M. Rovito, C. Soto-Azat, L. F. Toledo, J. Voyles, C. Weldon, S. M. Whitfield, M. Wilkinson, K. R. Zamudio and S. Canessa (2019). "Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity." *Science* **363**(6434): 1459-1463.
- Schulte Fishedick, F. B., M. J. Stuckey, A. Aguilar-Setien, H. Moreno-Sandoval, G. Galvez-Romero, M. Salas-Rojas, N. Arechiga-Ceballos, P. A. Overgaauw, R. W. Kasten and B. B. Chomel (2016). "Identification of Bartonella Species Isolated from Rodents from Yucatan, Mexico, and Isolation of Bartonella vinsonii subsp. yucatanensis subsp. nov." *Vector Borne Zoonotic Dis* **16**(10): 636-642.
- Simsek, C., V. M. Corman, H. U. Everling, A. N. Lukashev, A. Rasche, G. D. Maganga, T. Binger, D. Jansen, L. Beller, W. Deboutte, F. Gloza-Rausch, A. Seebens-Hoyer, S. Yordanov, A. Sylverken, S. Oppong, Y. A. Sarkodie, P. Vallo, E. M. Leroy, M. Bourgarel, K. C. Yinda, M. Van Ranst, C. Drosten, J. F. Drexler and J. Matthijnssens (2021). "At Least Seven Distinct Rotavirus Genotype Constellations in Bats with Evidence of Reassortment and Zoonotic Transmissions." *mBio* **12**(1).
- Smith, K. F., M. Goldberg, S. Rosenthal, L. Carlson, J. Chen, C. Chen and S. Ramachandran (2014). "Global rise in human infectious disease outbreaks." *J R Soc Interface* **11**(101): 20140950.
- Soo, Z. M. P., N. A. Khan and R. Siddiqui (2020). "Leptospirosis: Increasing importance in developing countries." *Acta Trop* **201**: 105183.

- Sotomayor-Bonilla, J., C. A. Abella-Medrano, A. Chaves, P. Alvarez-Mendizabal, O. Rico-Chavez, S. Ibanez-Bernal, M. K. Rostal, R. Ojeda-Flores, A. Barbachano-Guerrero, G. Gutierrez-Espeleta, A. A. Aguirre, P. Daszak and G. Suzan (2017). "Potential Sympatric Vectors and Mammalian Hosts of Venezuelan Equine Encephalitis Virus in Southern Mexico." *J Wildl Dis* **53**(3): 657-661.
- Sotomayor-Bonilla, J., A. Chaves, O. Rico-Chavez, M. K. Rostal, R. Ojeda-Flores, M. Salas-Rojas, A. Aguilar-Setien, S. Ibanez-Bernal, A. Barbachano-Guerrero, G. Gutierrez-Espeleta, J. L. Aguilar-Faisal, A. A. Aguirre, P. Daszak and G. Suzan (2014). "Dengue virus in bats from southeastern Mexico." *Am J Trop Med Hyg* **91**(1): 129-131.
- Stevens, L., M. C. Monroy, A. G. Rodas and P. L. Dorn (2014). "Hunting, swimming, and worshipping: human cultural practices illuminate the blood meal sources of cave dwelling Chagas vectors (*Triatoma dimidiata*) in Guatemala and Belize." *PLoS Negl Trop Dis* **8**(9): e3047.
- Stuckey, M. J., B. B. Chomel, G. Galvez-Romero, J. I. Olave-Leyva, C. Obregon-Morales, H. Moreno-Sandoval, N. Arechiga-Ceballos, M. Salas-Rojas and A. Aguilar-Setien (2017). "Bartonella Infection in Hematophagous, Insectivorous, and Phytophagous Bat Populations of Central Mexico and the Yucatan Peninsula." *Am J Trop Med Hyg* **97**(2): 413-422.
- Sulzner, K., C. Kreuder Johnson, R. K. Bonde, N. Auil Gomez, J. Powell, K. Nielsen, M. P. Luttrell, A. D. Osterhaus and A. A. Aguirre (2012). "Health assessment and seroepidemiologic survey of potential pathogens in wild Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*)." *PLoS One* **7**(9): e44517.
- Tong, S., Y. Li, P. Rivaller, C. Conrardy, D. A. Castillo, L. M. Chen, S. Recuenco, J. A. Ellison, C. T. Davis, I. A. York, A. S. Turmelle, D. Moran, S. Rogers, M. Shi, Y. Tao, M. R. Weil, K. Tang, L. A. Rowe, S. Sammons, X. Xu, M. Frace, K. A. Lindblade, N. J. Cox, L. J. Anderson, C. E. Rupprecht and R. O. Donis (2012). "A distinct lineage of influenza A virus from bats." *Proc Natl Acad Sci U S A* **109**(11): 4269-4274.
- Torres-Castro, M., B. Cruz-Camargo, R. Medina-Pinto, B. Reyes-Hernández, C. Moguel-Lehmer, R. Medina, J. Ortiz-Esquivel, W. Arcila-Fuentes, A. López-Ávila, H. No-Pech, A. Panti-May, I. Rodríguez-Vivas and F. I. Puerto (2018). "Detección molecular de leptospirosis patógenas en roedores sinantrópicos y silvestres capturados en Yucatán, México." *Biomédica* **38**(Sup2): 51-58.
- Torres-Castro, M., E. Reyes-Novelo, H. Noh-Pech, R. Tello-Martin, C. Lugo-Caballero, K. Dzul-Rosado, F. Puerto-Manzano and R. I. Rodriguez-Vivas (2020). "Personal and household factors involved in recent Rickettsia exposure in a rural population from Yucatan, Mexico." *Zoonoses Public Health* **67**(5): 506-515.
- Valdez-Tah, A., L. Huicochea-Gomez, J. Ortega-Canto, A. Nazar-Beutelspacher and J. M. Ramsey (2015). "Social Representations and Practices Towards Triatomines and Chagas Disease in Calakmul, Mexico." *PLoS One* **10**(7): e0132830.
- Valenzuela-Moreno, L. F., C. P. Rico-Torres, C. Cedillo-Pelaez, H. Luna-Pasten, S. T. Mendez-Cruz, G. Lara-Martinez, D. Correa and H. Caballero-Ortega (2019). "Mixed *Toxoplasma gondii* infection and new genotypes in feral cats of Quintana Roo, Mexico." *Acta Trop* **193**: 199-205.

- Valenzuela-Moreno, L. F., C. P. Rico-Torres, C. Cedillo-Pelaez, H. Luna-Pasten, S. T. Mendez-Cruz, M. E. Reyes-Garcia, D. Correa, B. F. Alves, H. F. J. Pena and H. Caballero-Ortega (2020). "Stray dogs in the tropical state of Chiapas, Mexico, harbour atypical and novel genotypes of *Toxoplasma gondii*." Int J Parasitol **50**(1): 85-90.
- Vitazkova, S. K. and S. E. Wade (2006). "Parasites of free-ranging black howler monkeys (*Alouatta pigra*) from Belize and Mexico." Am J Primatol **68**(11): 1089-1097.
- Waddell, L., N. Pachal, M. Mascarenhas, J. Greig, S. Harding, I. Young and B. Wilhelm (2019). "Cache Valley virus: A scoping review of the global evidence." Zoonoses Public Health **66**(7): 739-758.
- WHO (2009). Leptospirosis : Fact Sheet, New Delhi, WHO Regional Office for South-East Asia.
- Zaidi, M. B., F. D. Campos, T. Estrada-Garcia, F. Gutierrez, M. Leon, R. Chim and J. J. Calva (2012). "Burden and transmission of zoonotic foodborne disease in a rural community in Mexico." Clin Infect Dis **55**(1): 51-60.



Implementada por:

