



## Review [Revisión]

# ACTUALIZACIÓN SOBRE ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DE LA RICKETTSIOSIS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO †

## [AN UPDATE OF EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS OF RICKETTSIOSIS IN THE MEXICAN TROPIC]

Marco Torres-Castro<sup>1\*</sup>, Enrique Reyes-Novelo<sup>1</sup>, Abigail Arroyo-Ramírez<sup>1,2</sup>,  
César Lugo-Caballero<sup>2</sup>, Jesús Alonso Panti-May<sup>1</sup>  
and Roger I. Rodríguez-Vivas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Laboratorio de Zoonosis y otras Enfermedades Transmitidas por Vector. Avenida Itzáes, No. 490 x Calle 59, Col. Centro, C.P. 97000, Mérida, Yucatán, México. Email: [antonio.torres@correo.uady.mx](mailto:antonio.torres@correo.uady.mx), [enrique.reyes@correo.uady.mx](mailto:enrique.reyes@correo.uady.mx), [arroyoabigail7@gmail.com](mailto:arroyoabigail7@gmail.com), [alonso.panti@correo.uady.mx](mailto:alonso.panti@correo.uady.mx)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Laboratorio de Enfermedades Emergentes y Reemergentes. Avenida Itzáes, No. 490 x Calle 59, Col. Centro, C.P. 97000, Mérida, Yucatán, México. Email: [cesar.lugo@correo.uady.mx](mailto:cesar.lugo@correo.uady.mx),

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva. Carretera Mérida-X'matkuil Km. 15.5. C.P. 97315, Mérida, Yucatán, México. Email: [rvivas@correo.uady.mx](mailto:rvivas@correo.uady.mx)

\*Corresponding author

### SUMMARY

**Background:** Rickettsioses are diseases caused by *Rickettsia* bacteria, transmitted through tick or mite bites, or through contact with feces from lice or fleas. In Mexico, these diseases are a major public health concern, particularly in the tropical states where they appear to be responsible for most cases and the highest mortality rates. In the epidemiology of rickettsiosis, domiciled dogs and rodents play a significant role in maintaining of biological vectors in the vicinity of dwellings and in domestic and companion animals that people live with. It has been determined that some characteristics of households in localities with some degree of social-economic marginalization increase the risk of occurrence of *Rickettsia* spp. in the occupants. **Objective:** To present a literature review on the epidemiology of rickettsiosis, delving into studies about the characteristics of the peridomestic space and the most common animals that live there involved in the occurrence of rickettsiosis in localities of the Mexican tropic. **Methodology:** Using keywords related to the objective, a search between November 2022 and April 2023 was carried out on digital sources of information from various types of scientific references. The search results were classified according to eligibility criteria. **Results:** The information generated in the Mexican tropic on the epidemiology of rickettsiosis involving synanthropic and domestic animals, as well as the characteristics of the peridomestic space, is more extensive and numerous than in other regions of the country. **Implications:** The present review includes part of the epidemiological panorama of endemic rickettsiosis in the Mexican tropics, which is not necessarily attributable to other regions where environmental and socioeconomic conditions can modify the behavior of these diseases. **Conclusions:** It has been documented that the transmission of zoonoses such as rickettsiosis is influenced by ecological or environmental conditions and the characteristics of anthropized environments such as the peridomestic, which represent factors related to the occurrence of these diseases in the households' occupants of localities in the Mexican tropics. Several pathogenic species of *Rickettsia* are found in

† Submitted May 9, 2023 – Accepted January 29, 2024. <https://doi.org/10.56369/tsaes.4942>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Marco Torres-Castro: <http://orcid.org/0000-0002-8295-0100>, Enrique Reyes-Novelo: <http://orcid.org/0000-0001-9526-5033>, Abigail Arroyo-Ramírez: <http://orcid.org/0000-0003-0129-7849>, César Lugo-Caballero: <http://orcid.org/0000-0003-2437-320X>, Jesús Alonso Panti-May <http://orcid.org/0000-0003-1669-5727>, Roger I. Rodríguez-Vivas: <http://orcid.org/0000-0002-3340-8059>

domesticated dogs and some species of wild and synanthropic rodents, indicating their significant epidemiological role in the tropical regions of Mexico.

**Key words:** bacteria; fleas; lice; *Rickettsia*; ticks

## RESUMEN

**Antecedentes:** Las rickettsiosis son zoonosis ocasionadas por bacterias patógenas del género *Rickettsia* que se transmiten por la picadura de garrapatas y ácaros hematófagos, o por la inoculación en la piel o las mucosas de heces contaminadas con las bacterias de piojos o pulgas. En México, estas enfermedades son un problema de salud pública, principalmente en los estados del trópico donde aparentemente ocasionan la mayoría de los casos y la tasa de mortalidad más elevada. En la epidemiología de las rickettsiosis, los perros domiciliados y los roedores tienen un papel determinante debido a que acercan y mantienen poblaciones de vectores biológicos en las inmediaciones de las viviendas y en los animales domésticos y de compañía con los que conviven las personas. Se ha determinado que algunas características de las viviendas de localidades con algún grado de marginación económico social incrementan el riesgo de ocurrencia de *Rickettsia* spp. en los ocupantes. **Objetivo:** Presentar una revisión de literatura sobre la epidemiología de las rickettsiosis, profundizando en los estudios sobre las características del espacio peridomiciliar y los animales más comunes que ahí habitan involucradas en la ocurrencia de rickettsiosis en localidades del trópico de México. **Metodología:** Con palabras clave relacionadas con el objetivo, se realizó una búsqueda, entre noviembre de 2022 a abril de 2023, en fuentes digitales de información de diversos tipos de referencias científicas. Los resultados de la búsqueda se clasificaron según criterios de elegibilidad. **Resultados:** La información generada en el trópico de México sobre la epidemiología de las rickettsiosis involucrando animales sinantrópicos y domésticos, así como las características del espacio peridomiciliar es más extensa y numerosa que en otras regiones del país. **Implicaciones:** La presente revisión incluye parte del panorama epidemiológico de las rickettsiosis endémicas en el trópico mexicano, lo cual, no necesariamente es atribuible a otras regiones del país donde las condiciones medioambientales y socioeconómicas pueden modificar el comportamiento de estas enfermedades. **Conclusiones:** Se ha documentado que la transmisión de las zoonosis como las rickettsiosis, está influenciada por las condiciones ecológicas o medioambientales y las características de los entornos antropizados como el peridomicilio, que llegan a representar factores relacionados con la ocurrencia de estas enfermedades en los ocupantes de las viviendas de localidades del trópico de México. Los perros domiciliados y algunas especies de roedores silvestres y sinantrópicos muestran ser hospederos activos de varias especies patógenas de *Rickettsia* lo que sugiere un importante papel epidemiológico en su ocurrencia y permanencia en las regiones tropicales de México.

**Palabras clave:** bacterias; garrapatas; pulgas; piojos; *Rickettsia*

## INTRODUCCIÓN

En México, las enfermedades transmitidas por vector (ETV) tienen una extensa distribución en todas las regiones del país. Estas enfermedades se presentan en forma de brotes de severidad variable, por lo que son consideradas problemas de salud pública. Asimismo, muchas de ellas forman parte de la lista de enfermedades olvidadas o desatendidas debido a que afectan a poblaciones con algún grado de marginación económico o social (Torres-Castro *et al.*, 2020a; Manrique-Saide, 2023). Las rickettsiosis son un conjunto de ETV que son ocasionadas por bacterias patógenas del género *Rickettsia* transmitidas por ectoparásitos hematófagos como garrapatas, pulgas, piojos y ácaros (Premaratna, 2022).

La fiebre manchada de las montañas rocosas (FMMR, ocasionada por *R. rickettsii*), el tifo murino (ocasionada por *R. typhi*) y el tifo exantémico epidémico (ocasionada por *R. prowazekii*) son las rickettsiosis más relevantes y de notificación obligatoria en México (Rodríguez-Muñoz y Solórzano-Santos, 2022). Sin embargo, en años recientes, se han descrito los primeros casos de rickettsiosis ocasionada por *R. parkeri* por lo que tiene un carácter emergente en el país (Torres-Castro

*et al.*, 2023). De estas rickettsiosis, la FMMR tiene mayor importancia por sus complicaciones clínicas y la elevada de mortalidad que genera, sobre todo, en habitantes de los estados del sureste y norte (Dirección General de Epidemiología, 2021; Estrada-Mendizabal *et al.*, 2023; Rodríguez-Muñoz *et al.*, 2023).

Específicamente en el sureste de México, que tiene una amplia región con clima tropical y cuenta con un complejo paisaje biológico-ecológico-epidemiológico-socioeconómico en donde durante todo el año ocurren numerosas interacciones epidemiológicas entre hospederos susceptibles, reservorios naturales y vectores biológicos (Manrique-Saide, 2023), se han documentado personas infectadas con *R. rickettsii* (Torres-Castro *et al.*, 2022a), *R. felis* (Zavala-Velázquez *et al.*, 2000), *R. parkeri* (Torres-Castro *et al.*, 2022b) y *R. typhi* (Torres-Castro *et al.*, 2022a). Todas estas especies de *Rickettsia* también se han encontrado en hospederos mamíferos como perros domiciliados (Martínez-Ortiz *et al.*, 2016; Arroyo-Ramírez *et al.*, 2023) y/o roedores de especies sinantrópicas y silvestres (Panti-May *et al.*, 2015; Peniche-Lara *et al.*, 2015; Torres-Castro *et al.*, 2018; Arroyo-Ramírez *et al.*, 2023). Estos registros han servido para involucrar a estos

animales como portadores u hospederos accidentales en los ciclos epidemiológicos de las especies patógenas de *Rickettsia* endémicas en el sureste de México.

Por otra parte, algunos estudios epidemiológicos descriptivos transversales (de acuerdo con Hernández, 2017) han determinado que la circulación de perros y roedores en los peridomicilios de viviendas, donde cohabitan con personas y otras animales, incluidos mascotas, representa un factor de riesgo para la ocurrencia de rickettsiosis en los ocupantes de las viviendas, principalmente de localidades con algún grado de marginación económica o social (Torres-Castro *et al.*, 2020b; Dzul-Rosado *et al.*, 2022), debido a que los perros y roedores mantienen y dispersan en el entorno urbanizado a distintas especies de artrópodos hematófagos vectores como la garrapata café del perro *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2023) y la pulga del gato *Ctenocephalides felis* (Peniche-Lara *et al.*, 2015). Asimismo, investigaciones recientes realizadas en el estado de Yucatán, han concluido que algunas características del peridomicilio como la ausencia de piso de concreto o sólido, la presencia de letrinas exteriores, la presencia de ectoparásitos en vida libre (fuera de un hospedero mamífero) y el tipo de vegetación, aumentan el riesgo de infección con *Rickettsia* spp. en los ocupantes de las viviendas (Torres-Castro *et al.*, 2020b; Dzul-Rosado *et al.*, 2021, 2022). Estos hallazgos representan un significativo avance hacia la comprensión de la epidemiología de las rickettsiosis endémicas en la región tropical de México.

El objetivo de este trabajo es presentar una revisión de literatura (de acuerdo con Grant y Booth, 2009) sobre la epidemiología de las rickettsiosis profundizando en los estudios sobre las características del espacio peridomiciliar y los animales más comunes que ahí habitan, involucradas en la ocurrencia de rickettsiosis en localidades del trópico de México.

## METODOLOGÍA

La presente revisión de literatura se realizó empleando los criterios de Grant y Booth (2009) partiendo de una búsqueda bibliográfica, entre noviembre de 2022 a abril de 2023, de distintos tipos de información científica o formal en repositorios digitales de información científica (SciELO y PubMed), bases de datos (Redalyc y Scopus), motores de búsqueda (Google Académico) y una red social de corte académico (ResearchGate).

Para la búsqueda se emplearon combinaciones de las siguientes palabras clave (en español e inglés): “rickettsiosis”, “*Rickettsia*”, “perro” (“dog”),

“roedor” (“rodent”), “mamífero” (“mammal”), “tropical” (“tropical”), “México” (“Mexico”), “hospedador” (“host”), “peridomicilio” (“peridomicile”) y “epidemiología” (“epidemiology”). Estas palabras fueron acompañadas de los conectores para búsqueda “AND” y “OR”.

De los resultados de las búsquedas, se hizo una clasificación eliminando duplicados y errores, luego mediante la revisión de los títulos y los resúmenes se obtuvo una primera selección de 176 artículos que se ubicaron correctamente dentro del objetivo y la temática de esta revisión. Posteriormente, se capturaron y clasificaron en una base de datos usando el programa Excel® (Microsoft®, E.U.A.) de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: a) artículos arbitrados, b) tipo de hospedero animal de *Rickettsia* (perros, roedores, otros mamíferos), c) prueba diagnóstica de *Rickettsia* (reacción en cadena de la polimerasa [PCR por sus siglas en inglés], inmunofluorescencia indirecta [IFI], propagación de bacterias en células Vero, etc.), d) especie y grupo de *Rickettsia*, e) zona geográfica en la que se realizó el estudio, f) fecha de publicación (preferentemente de 2015 a 2023).

Se incluyeron las referencias de Zavala-Velázquez *et al.* (2000) y Zavala-Castro *et al.* (2009) por contener información histórica. La referencia Sosa-Gutiérrez *et al.* (2014) se incluyó por su metodología y valor informativo. Aquellos documentos que no estuvieran disponibles para consulta en texto completo o que no cumplieran los criterios descritos, fueron descartados del análisis. La búsqueda, captura, clasificación, inclusión y exclusión de las referencias bibliográficas fueron validadas por todos los autores de este trabajo.

## RESULTADOS

Se utilizaron en total 50 referencias científicas que cumplieron con los criterios de inclusión que se repartieron en artículos científicos (43), artículos de divulgación científica arbitrada (5), datos oficiales gubernamentales de la Dirección General de Epidemiología del Gobierno de México (1) y capítulos de libro (1).

En la etapa de captura y clasificación de las referencias bibliográficas arrojadas por la búsqueda con las palabras clave se observó que la información generada en el trópico de México, relacionada con la epidemiología de las rickettsiosis, los hospederos mamíferos como roedores y perros domiciliados, especies y grupos de *Rickettsia*, así como los estudios epidemiológicos para conocer las características de los entornos antropizados (peridomicilios) que representan un riesgo para la ocurrencia de estas enfermedades en sus ocupantes, es más extensa y

numerosa que en otras regiones del país. Este hallazgo concuerda con lo mencionado por Sánchez-Montes *et al.* (2021) quienes concluyen que, en la región del trópico de México, se han llevado a cabo la mayor parte de las investigaciones con esta temática de estudio.

### ASPECTOS GENERALES DE LAS RICKETTSIOSIS

Las rickettsiosis son zoonosis con carácter emergente o reemergente debido, entre otros aspectos, a la influencia de varios elementos medioambientales o ecológicos (p.ej. elevada humedad, precipitación pluvial, abundancia y diversidad de hospederos susceptibles y reservorios naturales, vectores biológicos, etc.) y sociodemográficos (p.ej. malas condiciones de higiene, hacinamiento, manejo ineficiente de residuos en las viviendas, etc.) que interactúan entre sí para generar morbilidad y mortalidad con frecuencias y severidad variables (Kamath *et al.*, 2020; Manrique-Saide, 2023).

La distribución de las rickettsiosis es universal, pero la endemidad de un tipo particular depende de la circulación de los vectores biológicos específicos, los hospederos naturales y las características climáticas que permiten la circulación de los artrópodos vectores (Abdad *et al.*, 2018; Piotrowski y Rymaszewska, 2020). En casi todos los ciclos epidemiológicos de las especies patógenas de *Rickettsia*, el ser humano es un hospedero accidental y final (a excepción de *R. prowazekii* en el cual es el principal reservorio natural), por lo que existen incontables casos clínicos en todos los continentes, a excepción de la Antártida, donde la presencia de hospederos susceptibles y ectoparásitos vectores es casi nula (Jiang *et al.*, 2021).

Las rickettsiosis son difíciles de diagnosticar y su desenlace es fatal sin el tratamiento antimicrobiano específico (doxiciclina) (Moreno-Trujillo *et al.*, 2020; Rodríguez-Muñoz *et al.*, 2023). Las pruebas serológicas, como la IFI (“prueba oro”), que permiten la detección de anticuerpos (inmunoglobulinas G y M) contra grupos patógenos de *Rickettsia*, son los métodos más utilizados para el apoyo al diagnóstico en laboratorios de países donde estas enfermedades son endémicas. Otros métodos serológicos son la prueba de reacción de Weil-Felix y el ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA por sus siglas en inglés). En décadas recientes, se ha empleado la PCR por su elevada sensibilidad y especificidad, principalmente en sus variantes anidada y tiempo real. Los marcadores genéticos más utilizados para el diagnóstico de *Rickettsia* son los genes *gltA*, *ompA* y *ompB* (Piotrowski y Rymaszewska, 2020).

El cuadro clínico de las rickettsiosis, que se presenta después de un periodo de incubación de seis a 21 días, es de severidad variable dependiendo de la especie infectante, siendo *R. rickettsii*, la especie más patógena y virulenta para el ser humano (Kamath *et al.*, 2020). La mayor parte de las rickettsiosis (hasta el 70% de los casos) se caracterizan por la “tríada clásica”: fiebre (100% de los casos), cefalea y exantema (Moreno-Trujillo *et al.*, 2020), aunque también se desarrolla malestar general y alteraciones en el endotelio vascular. Otros síntomas inespecíficos reportados son dolor abdominal, taquicardia, escalofríos, sudoración, mialgias, artralgias, anorexia, inapetencia, náuseas, vómitos y afecciones al sistema tegumentario que resultan por la vasculitis originada por la destrucción endotelial causada por la multiplicación de las rickettsias, a excepción de *R. akari*, en las células de los vasos sanguíneos (Adem, 2019; Estrada-Mendizabal *et al.*, 2023). Esta vasculitis, junto con el historial de picadura de garrapata y de contacto con perros y gatos ferales, suelen ser los datos clínicos que orientan el diagnóstico definitivo (Estrada-Mendizabal *et al.*, 2023; Rodríguez-Muñoz *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2023).

En las pruebas de laboratorio se pueden encontrar anomalías como trombocitopenia, leucopenia, leucocitosis e incremento de transaminasas hepáticas y de proteína C reactiva. Sin embargo, es probable que no existan alteraciones bioquímicas o hematológicas específicas en los pacientes (Rodríguez-Muñoz *et al.*, 2023), por lo que estos indicadores deben tomarse con precaución y utilizarse para complementar la exploración e historia clínicas para el diagnóstico definitivo, con especial interés en la exposición (evidencia de picaduras o escaras) o presencia de ectoparásitos en el paciente (Moreno-Trujillo *et al.*, 2020).

### GÉNERO *Rickettsia*: CARACTERÍSTICAS GENERALES Y MOLECULARES

El género *Rickettsia* (familia Rickettsiaceae, orden Rickettsiales, subdivisión Alpha [ $\alpha$ ] de las Proteobacterias) está integrado por bacterias, coloquialmente conocidas como rickettsias, de doble membrana, pleomorfas e intracelulares obligadas que viven y se reproducen en el citoplasma y/o el núcleo de diversas células eucariotas. Son pequeñas (0.3-0.5  $\mu\text{m}$  por 0.8-2.0  $\mu\text{m}$ ) con envoltura de una bacteria Gram negativa y se dividen por fisión binaria (Kamath *et al.*, 2020), por lo que, para su identificación formal, los métodos tradicionales usados en bacteriología no pueden ser aplicados por su baja sensibilidad (Parija, 2023). Se visualizan usando Giemsa (tiñen de rojo), coloración de Macchiavello o tinción de Giménez y utilizando

técnicas de tinción directa de anticuerpos fluorescentes (Kamath *et al.*, 2020).

Las especies patógenas de *Rickettsia* tienen limitada viabilidad fuera del organismo del hospedero mamífero o el reservorio artrópodo. No crecen en los medios habituales de cultivo, por lo que es necesario inocularlas experimentalmente en animales de laboratorio (roedores o cobayos), huevos embrionados, o propagarlas en líneas celulares como Vero, HEL, L-929, o derivadas de artrópodos (Kamath *et al.*, 2020; Danchenko *et al.*, 2022). Poseen diferentes proteínas mayores de superficie, entre las que destacan la OmpA, presente exclusivamente en los miembros del grupo de las fiebres manchadas (SFG por sus siglas en inglés) y la OmpB que se encuentra en todas las especies del género (Kamath *et al.*, 2020).

Actualmente, las 33 especies validadas del género *Rickettsia* se dividen en cuatro grupos: 1) grupo tifo (TG por sus siglas en inglés), integrado por *R. prowazekii* y *R. typhi*, 2) SFG, integrado por más de 20 especies, entre ellas *R. rickettsii*, *R. parkeri* y *R. conorii*, 3) grupo transicional (TRG por sus siglas en inglés), en el que se encuentran *R. felis* y *R. akari*; y 4) grupo ancestral (AG por sus siglas en inglés), compuesto por *R. bellii* y *R. canadensis* (anteriormente *R. canada*) (Tabla 1). Todas las especies patógenas contenidas en los SFG, TG y TRG están asociadas invariablemente a un artrópodo vector, destacándose las garrapatas y pulgas (El Karkouri *et al.*, 2022). El AG no contiene especies patógenas para el ser humano, el TG consta de especies con características compartidas con las especies del SFG, y los SFG y TG son los clados característicos del género *Rickettsia* (Blanton, 2019).

Por otro lado, se sabe que las rickettsias han evolucionado en la reducción del tamaño de su genoma (que varía de 1.1 a 1.5 Mpb y codifica para 800 a 1,300 proteínas) conforme se han adaptado al parasitismo intracelular en el organismo de los vectores artrópodos (Kamath *et al.*, 2020; Kim, 2022). Esta modificación parece estar relacionada con el incremento de su capacidad de transmisión, su virulencia y patogenicidad en los organismos no artrópodos como el ser humano (Adem, 2019).

**VÍAS, MECANISMOS Y CICLO DE TRANSMISIÓN DE *Rickettsia***

Los miembros patógenos de *Rickettsia* se transmiten a los mamíferos por la vía vectorial. Los mecanismos de transmisión son las secreciones salivales infecciosas que son inoculadas con la picadura (garrapatas y ácaros hematófagos), o la inoculación de las heces con la bacteria que son depositadas en la piel, pelaje o mucosas del hospedero susceptible

durante la alimentación (piojos y pulgas) (Adem, 2019; Kim, 2022). Estos mecanismos son posibles porque las rickettsias se multiplican en las glándulas salivales y el epitelio intestinal de los artrópodos, donde se acumulan en saliva y heces, respectivamente (Laukaitis y Macaluso, 2021). La transmisión natural de persona a persona no es posible, a excepción de infecciones accidentales por transfusiones sanguíneas o trasplante de órganos (Kamath *et al.*, 2020).

**Tabla 1. Especies válidas de *Rickettsia*.**

Grupos	Especies
Fiebres manchadas	<i>R. africae</i>
	<i>R. amblyommatidis</i>
	<i>R. conorii</i>
	<i>R. furnierii</i>
	<i>R. heilongjiangensis</i>
	<i>R. honei</i>
	<i>R. japonica</i>
	<i>R. rickettsii</i>
	<i>R. sibirica</i>
	<i>R. slovacica</i>
	<i>R. parkeri</i>
	<i>R. peacockii</i>
	<i>R. aeschlimannii</i>
	<i>R. gravesii</i>
	<i>R. massiliae</i>
	<i>R. montanensis</i>
	<i>R. raoultii</i>
	<i>R. rhipicephali</i>
	<i>R. buchneri</i>
	<i>R. asiatica</i>
Transicional	<i>R. helvetica</i>
	<i>R. tamurae</i>
	<i>R. akari</i>
	<i>R. asemboensis</i>
	<i>R. australis</i>
	<i>R. felis</i>
	<i>R. hoogstraalii</i>
	<i>R. monacensis</i>
Tifo	<i>R. tillamookensis</i>
	<i>R. prowazekii</i>
Ancestral	<i>R. typhi</i>
	<i>R. canadensis</i>
	<i>R. bellii</i>

Fuente: <https://lpsn.dsmz.de/genus/rickettsia>

Los ciclos de transmisión de *Rickettsia* spp. son complejos y se componen por hospederos mamíferos (generalmente roedores y fauna doméstica) y sus ectoparásitos con los cuales las bacterias tienen una relación de comensalismo, viviendo a expensas de estos sin causarles daños graves (Laukaitis y Macaluso, 2021). La relación entre *Pediculus humanus corporis* (piojo del cuerpo) y *R. prowazekii*

es la excepción a este fenómeno, ya que este artrópodo no funciona como reservorio natural y muere poco después de ser infectado (Adem, 2019; Blanton, 2019).

En los artrópodos vectores ocurre la transmisión horizontal cuando se alimentan de algún hospedero mamífero con bacteriemia. En algunas especies como *R. rickettsii*, los hospederos susceptibles no son necesarios, debido a que el ciclo de vida se completa por las garrapatas adultas que transfieren la infección de manera vertical a su progenie (transmisión transovárica) y también de forma transestadial (larva-ninfa-adulto), por lo que la infección, una vez adquirida, dura toda la vida de las garrapatas (Adem, 2019; Laukaitis y Macaluso, 2021).

Se conoce que las especies del TG son transmitidas principalmente por pulgas, y rara vez por garrapatas; mientras que, las especies del SFG tienen como principales vectores a las garrapatas (Blanton, 2019). En distintos países de América, incluido México, varias especies de garrapatas, pulgas, ácaros hematófagos y piojos han sido asociadas con alguna especie de *Rickettsia* (Adem, 2019; Blanton, 2019; Sánchez-Montes *et al.*, 2021; Kim, 2022) (Tabla 2).

Los principales hospederos de los artrópodos vectores, que muchas veces representan el nexo entre los ciclos de transmisión enzoótico y zoonótico, son los roedores, el ganado bovino y equino (Blanton, 2019). Los animales de compañía, especialmente los perros, tienen un papel fundamental en los ciclos de transmisión de *Rickettsia* spp., al acercar y mantener poblaciones de garrapatas y pulgas a las poblaciones de seres humanos (Torres-Chablé *et al.*, 2020). En el trópico de México, se han identificado como hospederos accidentales de *Rickettsia* spp. a varios mamíferos como perros domiciliados (Martínez-Ortiz *et al.*, 2016), roedores (Panti-May *et al.*, 2015), murciélagos (Lugo-Caballero *et al.*, 2021) y zarigüeyas *Didelphis* sp. (Panti-May *et al.*, 2015), mostrando el enlace entre los ciclos de transmisión enzoótico y zoonótico de *Rickettsia* spp. en esta región del país (Torres-Castro *et al.*, 2020b).

**ESTUDIOS EN PERROS DOMICILIADOS Y ROEDORES DEL TRÓPICO DE MÉXICO**

En el trópico de México se han realizado varias investigaciones en perros domiciliados y roedores para detectar el contacto con *Rickettsia* spp. o para aislar o evidenciar las bacterias. Estas investigaciones han empleado métodos de laboratorio directos e indirectos, para revelar la infección activa en sangre, tejidos u órganos, o la presencia de anticuerpos en suero sanguíneo contra grupos de *Rickettsia* (Sánchez-Montes *et al.*, 2021; Arroyo-Ramírez *et al.*, 2023) (Tabla 3).

**Tabla 2. Especies de *Rickettsia* y su asociación con diferentes artrópodos.**

Especie	Vector	Tipo
<i>Rickettsia rickettsii</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma imitator</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma cajennense</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma americanum</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma sculptum</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma mixtum</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma patinoi</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma tonelliae</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma aureolatum</i>	Garrapata
	<i>Dermacentor variabilis</i>	Garrapata
	<i>Dermacentor andersoni</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma mixtum</i>	Garrapata
	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Garrapata
	<i>Xenopsylla cheopis</i>	Pulga
<i>Rickettsia typhi</i>	<i>Ctenocephalides felis</i>	Pulga
		Pulga
<i>Rickettsia akari</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Garrapata
	<i>Liponyssoides sanguineus</i>	Ácaro
<i>Rickettsia parkeri</i>	<i>Amblyomma maculatum</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma triste</i>	Garrapata
	<i>Amblyomma tigrinum</i>	Garrapata
<i>Rickettsia felis</i>	<i>Ctenocephalides felis</i>	Pulga
	<i>Liponyssoides sanguineus</i>	Ácaro
<i>Rickettsia prowazekii</i>	<i>Amblyomma</i> sp.	Garrapata
	<i>Pediculus humanus corporis</i>	Piojo

Fuentes: Adem, 2019; Blanton, 2019; Sánchez-Montes *et al.*, 2021; Kim, 2022

Gran parte de los trabajos han utilizado perros domiciliados debido a su cercanía y convivencia con personas. Estos animales han sido epidemiológicamente asociados con casos de rickettsiosis activa en los dueños (Foley *et al.*, 2019). Por su parte, los roedores son estudiados debido a su fácil captura, su circulación en el interior o los alrededores de las viviendas, el acceso a muestras biológicas (órganos, tejidos, sangre, ectoparásitos) y por ser significativos en la epidemiológica de varias

especies de *Rickettsia* (Torres-Castro *et al.*, 2018; Dzul-Rosado *et al.*, 2021).

Los estudios realizados en perros domiciliados del trópico de México han reportado la infección con especies de *Rickettsia* con importancia para la salud pública (Arroyo-Ramírez *et al.*, 2022). Algunas de las especies halladas en estos animales, coinciden con especies registradas en casos de rickettsiosis humana. Zavala-Castro *et al.* (2009) identificaron, con apoyo de PCR, secuenciación y análisis bioinformático de fragmentos de dos genes específicos (*17-kDa* y *gltA*), la infección con *R. akari* en un perro de Yucatán con signos clínicos de rickettsiosis canina. Asimismo,

Martínez-Ortiz *et al.* (2016) identificaron con esta misma técnica molecular, pero con la amplificación de un fragmento del gen *sca5*, la presencia de *R. typhi* en perros de la localidad rural de Bolmay, Yucatán, en la cual se registró previamente un brote de tifo murino en sus habitantes, sugiriendo la intervención de estos animales en el ciclo de transmisión presente en dicho lugar. Hallazgos y conclusiones similares obtuvieron Dzul-Rosado *et al.* (2017) en perros con síntomas de rickettsiosis canina de la localidad rural de Teabo, Yucatán. Por su parte, Ojeda-Chi *et al.* (2019), utilizando PCR anidada, secuenciación, análisis bioinformático y filogenético de un

**Tabla 3. Estudios realizados con roedores y perros domiciliados del trópico de México.**

Hospedero	Especie identificada de <i>Rickettsia</i>	Prueba de laboratorio	Sitio de estudio
<b>Perro (<i>Canis lupus familiaris</i>)</b>	<i>R. akari</i>	PCR <sup>1</sup>	Yucatán
	<i>R. typhi</i>	PCR	Bolmay, Yucatán
	<i>R. typhi</i>	PCR	Teabo, Yucatán
	<i>R. parkeri</i>	PCR	Yucatán
	<i>R. parkeri</i>	PCR	Ucú, Yucatán
	<i>Rickettsia</i> TG <sup>2</sup>	PCR	Maxcanú, Yucatán
<b>Perro (<i>Canis lupus familiaris</i>)</b>	<i>Rickettsia</i> spp.	IFI <sup>3</sup>	Mérida, Yucatán
<b>Roedores</b>			
<i>Peromyscus maniculatus</i>	<i>R. rickettsii</i>	PCR	Varios estados de México <sup>4</sup>
<i>Peromyscus megalops</i>			
<i>Peromyscus beata</i>			
<i>Peromyscus leucopus</i>			
<i>Microtus mexicanus</i>			
<i>Neotomodon alstoni</i>			
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>			
<i>Rattus rattus</i>	<i>R. typhi</i>	PCR	Oxkutzcab, Yucatán
<i>Mus musculus</i>	<i>R. felis</i>	PCR	Mérida, Yucatán
<i>Peromyscus yucatanicus</i>			Río Lagartos, Yucatán
<i>Heteromys gauderi</i>			Tzucacab, Yucatán
<i>Otodylomys phyllotis</i>			
<i>Sigmodon hispidus</i>			
<i>Oligoryzomys</i> sp.			
<i>Mus musculus</i>	<i>R. typhi</i>	PCR	Bolmay, Yucatán
<i>Rattus rattus</i>			
<i>Mus musculus</i>	<i>R. parkeri</i>	PCR	Ucú, Yucatán
<i>Mus musculus</i>	<i>Rickettsia</i> TG	IFI	Mérida, Yucatán
	<i>Rickettsia</i> spp.		

<sup>1</sup>Reacción en cadena de la polimerasa. <sup>2</sup>*Rickettsia* del grupo tifo. <sup>3</sup>Inmunofluorescencia indirecta. <sup>4</sup>No se especifica dónde se recolectaron los especímenes positivos

Fuentes: Zavala-Castro *et al.* (2009); Sosa-Gutiérrez *et al.* (2014); Panti-May *et al.* (2015); Peniche-Lara *et al.* (2015); Martínez-Ortiz *et al.* (2016); Dzul-Rosado *et al.* (2017); Torres-Castro *et al.* (2018); Ojeda-Chi *et al.* (2019); Torres-Castro *et al.* (2022c); Dzul-Rosado *et al.* (2021); Arroyo-Ramírez *et al.* (2023).

fragmento del gen *sca5*, describieron la primera infección con *R. parkeri* en perros de Yucatán. Recientemente, Torres-Castro *et al.* (2022c) reportaron ADN de *Rickettsia* TG en perros de la localidad de Maxcanú, Yucatán. Finalmente, Arroyo-Ramírez *et al.* (2023) reportaron, por segunda ocasión, la circulación de *R. parkeri* en perros de Ucu, Yucatán. Adicionalmente, Dzúl-Rosado *et al.* (2021) identificaron anticuerpos contra *Rickettsia* spp. en perros de la ciudad de Mérida (capital del estado de Yucatán). Este hallazgo es relevante para la epidemiología de las rickettsiosis endémicas porque todos los perros estudiados tenían dueño y acceso al interior de las viviendas.

Con relación a los estudios sobre la interacción de roedores del trópico de México con *Rickettsia* spp., se ha visto que son hospederos temporales de varios artrópodos, garrapatas *Amblyomma* en sus formas inmaduras y pulgas, que eventualmente infestan a animales domésticos y al ser humano (Peniche-Lara *et al.*, 2015; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2016, 2022). Entre los ejemplos más notables está el trabajo realizado por Sosa-Gutiérrez *et al.* (2014) con roedores silvestres capturados en distintos estados de México, en el que, con ayuda de PCR y análisis bioinformáticos, identificaron *R. rickettsii* en *Peromyscus maniculatus*, *P. magalops*, *P. beata*, *P. leucopus*, *Microtus mexicanus*, *Neotomodon alstoni* y *Reithrodontomys fulvescens*. En roedores sinantrópicos *Rattus rattus* de la localidad de Oxtutzab, Yucatán, Peniche-Lara *et al.* (2015) identificaron a *R. typhi*. Con roedores capturados en Mérida, Río Lagartos y Tzucacab, todos en Yucatán, Panti-May *et al.* (2015) registraron, con el uso de polimorfismos longitudinales de fragmentos de restricción (RFLP por sus siglas en inglés), *R. felis* en *Mus musculus*, *P. yucatanicus*, *Heteromys gaumeri*, *Ototylomys phyllotis*, *Sigmodon hispidus* y *Oligoryzomys* sp. En este estudio, también se identificaron anticuerpos contra *Rickettsia* spp. en otro mamífero sinantrópico como *Didelphis virginiana*. Torres-Castro *et al.* (2018) identificaron, por segunda ocasión, la infección con *R. typhi* en *M. musculus* y *R. rattus* capturados en la localidad de Bolmay, Yucatán, donde previamente, se reportó un brote de tifo murino en los habitantes. Por último, Arroyo-Ramírez *et al.* (2023) reportaron la circulación de *R. parkeri* en *M. musculus* capturados en la localidad de Ucu, ubicada en la zona periurbana de la ciudad de Mérida. Este registro es el primero para esta *Rickettsia* infectando roedores en México. Adicionalmente, Dzúl-Rosado *et al.* (2021) registraron la presencia de anticuerpos contra *Rickettsia* TG y *Rickettsia* spp. en *M. musculus* capturados en viviendas de Mérida.

Las evidencias serológicas o de infecciones activas con *Rickettsia* spp. en fauna sinantrópica, silvestre

(roedores) o doméstica (perros domiciliados) son significativas para la salud pública, debido a que los hallazgos epidemiológicos apuntan a que estos hospederos animales y sus ectoparásitos ayudan al establecimiento de los ciclos enzoóticos de estas bacterias (Torres-Castro *et al.*, 2020b; Dzúl-Rosado *et al.*, 2022).

### CARACTERÍSTICAS DEL PERIDOMICILIO QUE INFLUYEN EN LA OCURRENCIA DE RICKETTSIOSIS EN EL TRÓPICO DE MÉXICO

Se conoce que para la aparición, transmisión y expansión de las zoonosis es necesaria la interacción de varios componentes presentes en las áreas endémicas como las condiciones ambientales y las características sociales, demográficas e, incluso, económicas (Richard *et al.*, 2020). Asociado con esto, se ha puntualizado que los cambios ocasionados por las actividades antropogénicas, sobre todo ganadería y urbanización, en los entornos selváticos o nichos ecológicos, propician la emergencia y reemergencia de las zoonosis (incluidas las ETV) por la participación accidental de los seres humanos (hospederos susceptibles) en los ciclos enzoóticos. Estos cambios también generan una mayor circulación y tasa de adaptación de los artrópodos vectores y de la fauna sinantrópica portadora en los entornos antropizados, incluida el área peridomiciliar (Reyes-Novelo *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2023).

La península de Yucatán es una región sometida a severos cambios antropogénicos en sus áreas naturales, generando escenarios de transmisión de microorganismos patógenos transmitidos por vector (Canché-Pool *et al.*, 2022). Dichos escenarios necesitan ser abordados y estudiados desde una perspectiva multi e interdisciplinaria para determinar y caracterizar los componentes de los entornos antropizados que influyen en el riesgo de transmisión de los microorganismos zoonóticos endémicos, entre ellos *Rickettsia* spp. El peridomicilio de las viviendas, sobre todo de localidades rurales, tiene un papel determinante en la epidemiología de las rickettsiosis porque ofrece refugio y comida a animales de compañía, domésticos y sinantrópicos, y eventualmente silvestres, que habitan o transitan en dicho espacio (Torres-Castro *et al.*, 2020b; Reyes-Novelo *et al.*, 2022).

En términos generales, se sabe que la transmisión de *Rickettsia* spp. a los seres humanos ocurre por distintos factores de riesgo como transitar playas, presencia de vegetación de matorral, realizar deportes al aire libre como senderismo y ciclismo de montaña, y habitar cerca de parches de selva tropical o vegetación conservada. De igual manera, el riesgo de transmisión aumenta con la exposición a los



artrópodos vectores que está asociada con trabajar en granjas, jardinería, crianza de animales domésticos, etc. (Kamath *et al.*, 2020).

En el trópico de México son escasos los estudios que han tratado de determinar los factores asociados con el riesgo de ocurrencia de *Rickettsia* spp. en los habitantes. En la investigación realizada por Torres-Castro *et al.* (2020b) en viviendas de la localidad de Maxcanú, Yucatán, se identificó mayor riesgo de exposición a *Rickettsia* spp. en niños en edad escolar (< 12 años), dado que permanecen mayor tiempo en la vivienda y sus alrededores en los que circulan animales de compañía y sus artrópodos vectores. Además, los niños tienen contacto estrecho con mascotas (perros y gatos) y otros animales domésticos que también son portadores de ectoparásitos vectores. De igual manera, la tenencia de huertos familiares peridomésticos se relacionó con un mayor riesgo de infección con SFG en los ocupantes de las viviendas estudiadas.

Otra investigación en la que se analizaron las características de las viviendas asociadas con el riesgo de transmisión de *Rickettsia* spp., es la realizada por Dzul-Rosado *et al.* (2021), la cual concluyó que mantener el piso de tierra (sin concreto), la presencia de árboles frutales o huertos familiares, la acumulación de residuos para reciclaje y la presencia de sitios cercanos con fauna sinantrópica que tiene eventual contacto con animales domésticos y mascotas, representan factores asociados con el riesgo de transmisión de *Rickettsia* spp.

Finalmente, Dzul-Rosado *et al.* (2022) asociaron el riesgo de transmisión de *R. typhi* con dos características del peridomicilio: 1) el incremento en el número de perros domiciliados resultó directamente proporcional al incremento del riesgo de exposición a esta especie de *Rickettsia*, y 2) la cobertura de la vegetación, ya que las personas con vegetación arbustiva en sus peridomicilios mostraron un aumento en la probabilidad de exposición contra *R. typhi* que aquellas personas cuyos peridomicilios tenían únicamente vegetación herbácea.

## CONCLUSIONES

Las rickettsiosis son endémicas en el trópico de México y ocasionadas por distintas especies de los SFG y TG. Esta variedad de patógenos ha mostrado una asociación epidemiológica directa con la presencia de animales domésticos (perros) y sinantrópicos (roedores) en el área peridoméstica de las viviendas. Las evidencias actuales muestran que estos animales comparten diferentes especies de ectoparásitos, apuntando a ser el eslabón que conecta el ciclo de transmisión enzoótico con el zoonótico.

La ocurrencia de mamíferos y sus ectoparásitos infectados con *Rickettsia* spp. señala que el ciclo de transmisión es primordialmente peridomiciliar, por lo que las estrategias de prevención de estas enfermedades deben tener un enfoque que incluya el control estricto de los ectoparásitos en animales domésticos, así como la modificación de los factores del peridomicilio, como son el manejo de residuos y la vegetación, entre otros, para reducir la probabilidad de que los ectoparásitos y fauna interactúen y generen focos de transmisión.

Uno de los enfoques que se emplea en la actualidad para una mejor comprensión de este tipo de enfermedades zoonóticas, y en consecuencia generar acciones de intervención, es el enfoque “Una Salud”, el cual ha permitido entender que la salud de las personas, animales y el medioambiente, son interdependientes y se relacionan en los diferentes entornos donde coexisten (Torres-Castro y Rivero Juárez, 2023).

Las zoonosis como la rickettsiosis se pueden analizar desde este enfoque, el cual incluye el estudio inter y multidisciplinario de estos patógenos y con ello, mejorar las acciones de prevención y control contra brotes en los habitantes de la región del trópico de México desde la perspectiva biomédica, integrando las aristas de acción social y económica involucradas en el mantenimiento y diseminación de estos patógenos zoonóticos.

**Funding.** This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Compliance with ethical standards.** Not applicable due to the nature of the study (bibliographic review).

**Data Availability.** Not applicable to this article as no datasets were generated or analyzed during the current study.

**Author contribution statement (CRediT).** **M. Torres-Castro:** conceptualization, methodology, software, investigation, resources, data curation, writing - original draft, writing - review & editing and project administration. **E. Reyes-Novelo:** validation, investigation, resources, data curation, writing - original draft, writing - review & editing and project administration. **A. Arroyo-Ramírez:** methodology, investigation, writing - original draft and writing - review & editing. **C. Lugo-Caballero:** validation, visualization and writing - review & editing. **J.A. Panti-May:** validation, investigation, visualization and writing - review & editing. **R.I. Rodríguez-**

**Vivas:** validation, visualization and writing - review & editing.

## REFERENCIAS

- Abdad, M.Y., Abou Abdallah, R., Fournier, P.E., Stenos, J., and Vasoo S., 2018. A concise review of the epidemiology and Diagnostics of rickettsioses: *Rickettsia* and *Orientia* spp. *Journal of Clinical Microbiology*, 56 pp., e01717. <https://doi.org/10.1128/JCM.01728-17>
- Arroyo-Ramírez, A., Lugo-Caballero, C., Bolio-González, M., Rodríguez-Vivas, R.I., Reyes-Novelo, E., Panti-May, J.A. and Torres-Castro M.A., 2022. El género *Rickettsia* y reportes de infección en perros de Yucatán, México. *Bioagrociencias*, 15, pp. 65-76. <https://doi.org/10.56369/BAC.4266>
- Arroyo-Ramírez, A., Lugo-Caballero, C., Panti-May, J.A., Reyes-Novelo, E., Rodríguez-Vivas, R.I., Noh-Pech, H., Suárez-Galaz, A., Osorio-Primo, T., Puerto, F.I., Dzúl-Rosado, K. and Torres-Castro, M., 2023. An unusual identification of *Rickettsia parkeri* in synanthropic rodents and domiciliated dogs of a rural community from Yucatán, Mexico. *Zoonoses and Public Health*, 70, pp. 594-603. <https://doi.org/10.1111/zph.13068>
- Adem, P.V., 2019. Emerging and re-emerging rickettsial infections. *Seminars in Diagnostic Pathology*, 36, pp. 146-151. <https://doi.org/10.1053/j.semdp.2019.04.005>
- Blanton, L.S., 2019. The rickettsioses: a practical update. *Infectious Disease Clinics of North America*, 33, pp. 213-229. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2018.10.010>
- Canché-Pool, E.B., Panti-May, J.A., Ruiz-Piña, H.A., Torres-Castro, M., Escobedo-Ortegón, F.J., Tamay-Segovia, P., Blum-Domínguez, S., Torres-Castro, J.R. and Reyes-Novelo, E., 2022. Cutaneous leishmaniasis emergence in Southeastern Mexico: The case of the State of Yucatan. *Tropical Medicine and Infectious Diseases*, 7, pp. 444-453. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7120444>
- Danchenko, M., Benada, O., Škultéty, E. and Sekeyová, Z., 2022. Culture isolate of *Rickettsia felis* from a tick. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, pp. 4321-4339. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074321>
- Dirección General de Epidemiología (2021) Manual de procedimientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmitidas por vector. [http://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/manuales/36\\_Manual\\_ETV.pdf](http://epidemiologia.salud.gob.mx/gobmx/salud/documentos/manuales/36_Manual_ETV.pdf). Fecha de consulta: 22 de marzo de 2023
- Dzul-Rosado, K., Lugo-Caballero, C., Tello-Martín, R., López-Ávila, K. and Zavala-Castro, J., 2017. Direct evidence of *Rickettsia typhi* infection in *Rhipicephalus sanguineus* ticks and their canine hosts. *Open Veterinary Journal*, 7, pp. 165-169. <https://doi.org/10.4314/ovj.v7i2.14>
- Dzul-Rosado, K.R., Reyes-Novelo, E., Lugo-Caballero, C., Cuxim-Koyoc, A.D., Collí-Padrón, F., Tello-Martín, R., López-Ávila, K., Palma-Chan, A., Peniche-Lara, G. and Ruiz-Piña, H.A., 2021. Urban ecology of hosts and vectors of *Rickettsia* in a rickettsiosis-endemic city of the Yucatan peninsula, Mexico. *Acta Tropica*, 216, p. 105832. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.105832>
- Dzul-Rosado, K., Cámara-Herrera, R., Miranda-Schaeubinger, M., Arias-León, J., Peniche-Lara, G., Gilman-Robert, H., Mercado-Saavedra, B.N., Lugo-Caballero, C., López-Ávila, K., Tello-Martín, R. and Omodior, O., 2022. Socio-ecological determinants of rickettsial seroprevalence in a rural community of Yucatán, Mexico. *Infection, Genetics and Evolution*, 102, p. 105291. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2022.105291>
- Estrada-Mendizabal, R.J., Tamez-Rivera, O., Vela, E.H., Blanco-Murillo, P., Alanís-Garza, C., Flores-Gouyonnet, J., Garza, J.S.S., Medina, G.Y.C., García-Rodríguez, L.E. and Escamilla, A.R.M., 2023. Rickettsial disease outbreak, Mexico, 2022. *Emerging Infectious Diseases*, 29, pp. 1944-1947. <https://doi.org/10.3201/eid2909.230344>
- El Karkouri, K., Ghigo, E., Raoult, D. and Fournier, P.E., 2022. Genomic evolution and adaptation of arthropod-associated *Rickettsia*. *Scientific Reports*, 12, p. 3807. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07725-z>
- Foley, J., Tinoco-Gracia, L., Rodríguez-Lomelí, M., Estrada-Guzmán, J., Fierro, M., Mattar-Lopez, E., Peterson, A., Pascoe, E., Gonzalez, Y., Hori-Oshima, A., Armstrong, P.A., Lopez, G., Jacome-Ibarra, M., Paddock, C.D. and Zazueta, O.E., 2019. Unbiased assessment of

- abundance of *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato ticks, canine exposure to spotted fever group *Rickettsia*, and risk factors in Mexicali, México. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 101, pp. 22-32. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0878>
- Grant, M.J., and Booth, A. 2009. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26, pp. 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Hernández, V., 2017. Estudios epidemiológicos: tipos, diseño e interpretación. *Enfermedad Inflamatoria Intestinal al Día*, 16, pp. 98-105. <https://doi.org/10.1016/j.eii.2017.03.001>
- Jiang, J., Farris, C.M., Yeh, K.B. and Richards, A.L., 2021. International *Rickettsia* disease surveillance: an example of cooperative research to increase laboratory capability and capacity for risk assessment of rickettsial outbreaks worldwide. *Frontiers in Medicine*, 8, p. 622015. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.622015>
- Kamath, V., Shreyashi, G., Bhatia, J.K. and Himabindu, R., 2020. Rickettsial infections: past and present perspectives. *APIK Journal of Internal Medicine*, 8, pp. 4-10. [https://doi.org/10.4103/AJIM.AJIM\\_22\\_19](https://doi.org/10.4103/AJIM.AJIM_22_19)
- Kim, H.K., 2022. *Rickettsia*-host-tick interactions: knowledge advances and gaps. *Infection and Immunity*, 90, p. e0062121. <https://doi.org/10.1128/iai.00621-21>
- Laukaitis, H.J. and Macaluso, K.R., 2021. Unpacking the intricacies of *Rickettsia*-vector interactions. *Trends in Parasitology*, 37, pp. 734-746. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.05.008>
- Lugo-Caballero, C., Torres-Castro, M., López-Ávila, K., Hernández-Betancourt, S., Noh-Pech, H., Tello-Martín, R., Puerto-Manzano, F. and Dzúl-Rosado, K., 2021. Molecular identification of zoonotic *Rickettsia* species closely related to *R. typhi*, *R. felis*, & *R. rickettsii* in bats from Mexico. *Indian Journal of Medical Research*, 154, pp. 536-538. [https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR\\_1083\\_19](https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1083_19)
- Manrique-Saide, P., 2023. Hacia el abordaje integral de las enfermedades transmitidas por vectores en el sur de México. *Salud Pública de México*, 65, pp. 109-111. <https://doi.org/10.21149/14706>
- Martínez-Ortiz, D., Torres-Castro, M., Koyoc-Cardena, E., López, K., Panti-May, A., Rodríguez-Vivas, I., Puc, A., Dzúl, K., Zavala-Castro, J., Medina-Barreiro, A., Chablé-Santos, J. and Manrique Saide, P., 2016. Detección molecular de *Rickettsia typhi* en perros de una comunidad rural de Yucatán, México. *Biomédica*, 36, pp. 45-50. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v36i2.2913>
- Moreno-Trujillo, M., Orendain-Jaime, E.N., Castro-Luque, E., Sotelo-Barajas, B. and Monay-Gallardo, G., 2020. Rickettsiosis vs síndrome de HELLP. Informe de caso clínico. *Revista de Ginecología y Obstetricia de México*, 88, pp. 477-483.
- Ojeda-Chi, M.M., Rodríguez-Vivas, R.I., Esteve-Gasent, M.D., Pérez de León, A.A., Modarelli, J.J. and Villegas-Perez, S.L., 2019. *Ehrlichia canis* in dogs of Mexico: prevalence, incidence, co-infection and factors associated. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 67, p. 101351. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.101351>
- Panti-May, J.A., Torres-Castro, M., Hernández-Betancourt, S., Dzúl-Rosado, K., Zavala-Castro, J., López-Ávila, K. and Tello-Martín, R., 2015. Detection of *Rickettsia felis* in wild mammals from three municipalities in Yucatan, Mexico. *Ecohealth*, 12, pp. 523-527. <https://doi.org/10.1007/s10393-014-1003-2>
- Parija, S.C., 2023. *Rickettsia*, *Orientia*, *Ehrlichia* and *Coxiella*. In: Subhash Chandra Parija (ed) Textbook of Microbiology and Immunology. Springer. Singapore. pp. 641-652. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-3315-8\\_44](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3315-8_44)
- Peniche-Lara, G., Dzúl-Rosado, K., Pérez-Osorio, C. and Zavala-Castro, J., 2015. *Rickettsia typhi* in rodents and *R. felis* in fleas in Yucatán as a possible causal agent of undefined febrile cases. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 57, pp. 129-132. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652015000200005>
- Piotrowski, M. and Rymaszewska, A., 2020. Expansion of tick-borne rickettsioses in the world. *Microorganisms*, 8, p. 1906. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8121906>
- Premaratna, R., 2022. Rickettsial illnesses, a leading cause of acute febrile illness. *Journal of Clinical Medicine*, 22, pp. 2-5. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2021-0790>

- Reyes-Novelo, E., Ruíz-Piña, H., Canché-Pool, E.B., Panti-May, J.A. and Escobedo-Ortegón, F.J., 2022. El peridomicilio y las zoonosis en Yucatán. Hacia la búsqueda de una salud. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 25, pp. #011. <http://doi.org/10.56369/tsaes.3907>
- Richard, L., Aenishaenslin, C. and Zinszer, K., 2020. Zoonoses and social determinants of health: A consultation of Canadian experts. *One Health*, 12, pp. 100199. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2020.100199>
- Rodríguez-Muñoz, L. and Solórzano-Santos, F., 2022. Rickettsiosis. Se requiere extender su vigilancia en México. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 42, p. 151.
- Rodríguez-Muñoz, L., Barrera-Salinas, R., Sánchez-García, C., Solórzano-Santos, F., Vaquera-Aparicio, D.N. and López-Castillo, D., 2023. Rickettsiosis de fiebre manchada. Estudio de casos notificados en un hospital pediátrico de segundo nivel en el noreste de México, 2012-2022. *Gaceta Médica de México*, 159, pp. 138-144. <https://doi.org/10.24875/gmm.22000354>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Apanaskevich, D.A., Ojeda-Chi, M.M., Trinidad-Martínez, I., Reyes-Novelo, E., Esteve-Gassent, M.D. and Pérez de León, A.A., 2016. Ticks collected from humans, domestic animals, and wildlife in Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology*, 215, pp. 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.11.010>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Ojeda-Chi, M.M., Sánchez-Montes, S. and Torres-Castro, M.A., 2022. La garrapata *Amblyomma ovale*: otro potencial vector de agentes patógenos para animales y humanos. *Bioagrociencias*, 15, pp. 28-38. <https://doi.org/10.56369/BAC.4242>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Flota-Burgos, G.J., Bolio-González, M.E., Rosado-Aguilar J.A., Gutiérrez-Ruiz, E.J., Torres-Castro, M., Panti-May, J.A. and Reyes-Novelo, E., 2023. La garrapata café del perro, *Rhipicephalus sanguineus*: Biología y control. *Vanguardia Veterinaria*, 116, pp. 10-16.
- Sánchez-Montes, S., Colunga-Salas, P., Lozano-Sardaneta, Y.N., Zazueta-Islas, H.M., Ballados-González, G.G., Salceda-Sánchez, B., Huerta-Jiménez, H., Torres-Castro, M., Panti-May, J.A., Peniche-Lara, G., Muñoz-García, C.I., Rendón-Franco, E., Ojeda-Chi, M.M., Rodríguez-Vivas, R.I., Zavala-Castro, J., Dzúl-Rosado, K., Lugo-Caballero, C., Alcántara-Rodríguez, V.E., Delgado-de la Mora, J., Licona-Enríquez, J.D., Delgado-de la Mora, D., López-Pérez, A.M., Álvarez-Hernández, G., Tinoco-Gracia, L., Rodríguez-Lomelí, M., Ulloa-García, A., Blum-Domínguez, S., Tamay-Segovia, P., Aguilar-Tipacamú, G., Cruz-Romero, A., Romero-Salas, D., Martínez-Medina, M.A. and Becker, I., 2021. The genus *Rickettsia* in Mexico: Current knowledge and perspectives. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 12, p. 101633. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101633>
- Sosa-Gutiérrez, C.G., Vargas, M., Torres, J. and Gordillo-Pérez, G., 2014. Tick-borne rickettsial pathogens in rodents from Mexico. *Journal of Biomedical Science and Engineering*, 7, pp. 884-889. <https://doi.org/10.4236/jbise.2014.711087>
- Torres-Castro, M., Martínez-Ortiz, D., Panti-May, A., Koyoc-Cardena, E., López-Ávila, K., Dzúl-Rosado, K., Zavala-Castro, J., Chablé-Santos, J. and Manrique-Saide, P., 2018. *Rickettsia typhi* en roedores de una comunidad con antecedentes de tifo murino, de Yucatán, México. *Revista MVZ Córdoba*, 23, pp. 6974-6980. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1420>
- Torres-Castro, M.A., Noh-Pech, H.R., Lugo-Caballero, C.I., Dzúl-Rosado, K.R., and Puerto, F.I., 2020a. Las enfermedades transmitidas por vector: importancia y aspectos epidemiológicos. *Bioagrociencias*, 13, pp. 31-41. <http://doi.org/10.56369/BAC.3446>
- Torres-Castro, M., Reyes-Novelo, E., Noh-Pech, H., Tello-Martín, R., Lugo-Caballero, C., Dzúl-Rosado, K., Puerto-Manzano, F. and Rodríguez-Vivas, R.I., 2020b. Personal and household factors involved in recent *Rickettsia* exposure in a rural population from Yucatán, Mexico. *Zoonoses and Public Health*, 67, pp. 506-515. <https://doi.org/10.1111/zph.12714>
- Torres-Castro, M., Reyes-Novelo, E., Noh-Pech, H., Sánchez-Montes, S., Colunga-Salas, P., Lugo-Caballero, C. and Rodríguez-Vivas, R.I., 2022a. *Rickettsia rickettsii* and *Rickettsia typhi* in inhabitants from a rural community of southeast Mexico. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 39, pp. 124-125. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2022.391.10519>

- Torres-Castro, M., Sánchez-Montes, S., Colunga-Salas, P., Noh-Pech, H., Reyes-Novelo, E. and Rodríguez-Vivas, R.I., 2022b. Molecular confirmation of *Rickettsia parkeri* in humans from southern Mexico. *Zoonoses and Public Health*, 69, pp. 382-386. <https://doi.org/10.1111/zph.12927>
- Torres-Castro, M., Reyes-Novelo, E., Bolio-González, M., Lugo-Caballero, C., Dzúl-Rosado, K., Colunga-Salas, P., Sánchez-Montes, S., Noh-Pech, H., Puerto, F.I., and Rodríguez-Vivas, R.I., 2022c. Epidemiological study of the occurrence of typhus group *Rickettsia* natural infection in domiciliated dogs from a rural community in south-eastern Mexico. *Animals*, 12, p. 2885. <https://doi.org/10.3390/ani12202885>
- Torres-Castro, M.A., Suárez-Galaz, A.R., Carrillo-Chan, C.F., Chan-Chan, L.R., Suárez-Galaz, M.A., Moguel-Chin, W.I., Panti-May, J.A., Reyes-Novelo, E., and Rodríguez-Vivas, R.I., 2023. Emergencia de las rickettsiosis en México: el caso de *Rickettsia parkeri*. *Bioagrociencias*, 16, pp. 30-40. <http://doi.org/10.56369/BAC.5>
- Torres-Castro, M.A. and Rivero-Juárez, A. 2023. Antecedentes, definiciones y desafíos sobre el enfoque “Una Salud” en Medicina Veterinaria. *Bioagrociencias*, 16, pp. 16-28. <https://doi.org/10.56369/BAC.5149>
- Torres-Chablé, O.M., Jimenez-Delgadillo, B.G., Alvarado-Kantún, Y.N., Zaragoza-Vera, C.V., Arjona-Jimenez, G., Zaragoza-Vera, M., Baak-Baak, C.M., Cigarroa-Toledo, N., Brito-Argaez, L.G., Machain-Williams, C. and Garcia-Rejon, J.E., 2020. *Rickettsia parkeri* (Rickettsiales: Rickettsiaceae) detected in *Amblyomma maculatum* ticks collected on dogs in Tabasco, Mexico. *Experimental and Applied Acarology*, 82, pp. 431-440. <https://doi.org/10.1007/s10493-020-00524-z>
- Zavala-Velázquez, J.E., Ruiz-Sosa, J.A., Sánchez-Elias, R.A., Becerra-Carmona, G. and Walker, D.H., 2000. *Rickettsia felis* rickettsiosis in Yucatán. *Lancet*, 356, pp. 1079-1080. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02735-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02735-5)
- Zavala-Castro, J.E., Zavala-Velázquez, J.E., del Rosario-García, M., León, J.J. and Dzúl-Rosado, K.R., 2009. A dog naturally infected with *Rickettsia akari* in Yucatán, México. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 9, pp. 345-347. <https://doi.org/10.1089/vbz.2008.0189>
- Zhang, Y.Y., Sun, Y.Q., Chen, J.J., Teng, A.Y., Wang, T., Li, H., Hay, S.I., Fang, L.Q., Yang, Y. and Liu, W., 2023. Mapping the global distribution of spotted fever group rickettsiae: a systematic review with modelling analysis. *Lancet Digital Health*, 5, pp. e5-e15. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(22\)00212-6](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(22)00212-6)