

## El género *Rickettsia* y reportes de infección en perros de Yucatán, México

Abigaíl Arroyo-Ramírez<sup>1,4</sup>, César Lugo-Caballero<sup>1</sup>, Manuel Bolio-González<sup>2</sup>, Roger Iván Rodríguez-Vivas<sup>2</sup>, Enrique Reyes-Novelo<sup>3</sup>, Jesús Alonso Panti-May<sup>3</sup>, Marco Antonio Torres-Castro<sup>1\*</sup>

### Introducción

Las rickettsiosis, o enfermedades rickettsiales, son zoonosis en las cuales bacterias patógenas del género *Rickettsia* son transmitidas por artrópodos ectoparásitos, como garrapatas, piojos, pulgas y ácaros, hacia el humano. Por tanto, las rickettsiosis son parte del grupo de las enfermedades transmitidas por vector (Torres-Castro et al. 2020a). Las bacterias *Rickettsia*, que circulan de manera continua en personas y animales en México con distintas tasas de prevalencia e incidencia (Sánchez-Montes et al. 2021), tienen la particularidad de que parte de su ciclo vital lo pasan en un artrópodo que puede servir de reservorio o como vector biológico (Oteo et al. 2014).

Los perros participan en el ciclo de transmisión de algunas especies de *Rickettsia* debido a que son portadores de ectoparásitos que, eventualmente, pueden infestar a personas con las que conviven y transmitir las bacterias patógenas (Martínez-Ortiz et al. 2016). Además, existe la rickettsiosis canina que afecta a estos animales de compañía. En Yucatán, existen algunos reportes de la infección por *Rickettsia* en perros (Zavala-Castro et al. 2009; Martínez-Ortiz et al. 2016). Sin embargo, su diagnóstico y control no han sido ampliamente descritos. El objetivo de este trabajo es describir las características generales del género *Rickettsia*, los reportes de infección en perros en Yucatán, las pruebas de laboratorio empleadas para su diagnóstico, los signos clínicos que ocasiona y el tratamiento recomendado para su control.

## Características del género *Rickettsia*

Las bacterias del género *Rickettsia* pertenecen a la familia Rickettsiaceae, orden Rickettsiales, subdivisión Alpha ( $\alpha$ ) de las Proteobacterias, son microorganismos intracelulares obligados (por lo que sólo se pueden cultivarse en medios con células vivas), inmóviles y Gram-negativos. Estas bacterias pueden reproducirse tanto en el núcleo como en el citoplasma de las células infectadas (Figura 1) (Miranda et al. 2017; Portillo et al. 2017).

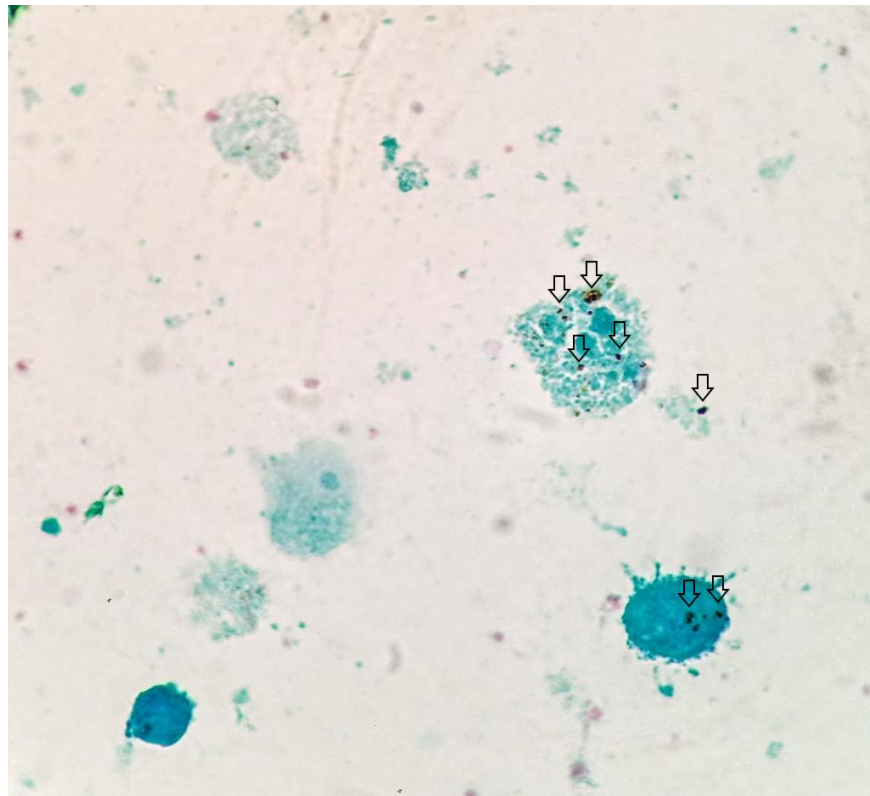


Figura 1. *Rickettsia* spp. (flechas) cultivadas bajo condiciones de laboratorio en células Vero. La tinción se realizó por el método de Giménez (Fotografía: Abigaíl Arroyo Ramírez).

Las bacterias *Rickettsia* tienen un genoma que varía de 1.1 a 1.6 Mb (un Mb es igual a un millón de pares de bases) según la especie. Son cocobacilos que miden entre 0.7 a 2.0 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) de longitud y de 0.3 a 0.5  $\mu\text{m}$  de ancho, aunque algunas especies presentan una forma filamentosa alargada similar a la de un bacilo (Oteo et al. 2014; Miranda et al. 2017). Se mantienen en los ovarios y glándulas salivales de garrapatas, piojos, ácaros y pulgas (artrópodos vectores), lo que genera que los ectoparásitos puedan transmitirlos de dos maneras: Una conocida como transmisión transovárica, que ocurre cuando las bacterias

se conservan en los huevos puestos por una garrapata hembra infectada y se mantienen en la siguiente generación cuando se desarrollan a larvas, y la segunda, conocida como transmisión horizontal que se presenta cuando los artrópodos vectores (ectoparásitos) se alimentan de un hospedero susceptible y transmiten a las bacterias a través de la picadura durante la alimentación (Figura 2), o por contaminación con sus heces de la herida que generan al alimentarse, y su posterior ingreso al organismo del hospedero de forma accidental (Socolovschi et al. 2013).



Figura 2. Paciente con múltiples lesiones (ronchas y puntos enrojecidos) ocasionadas por picadura de ectoparásitos (Fotografía: Marco Antonio Torres Castro).

El género *Rickettsia* tiene 35 especies válidas. Desde el aislamiento en 1906 del *Rickettsia rickettsii* de una persona de Montana, Estados Unidos de América (EUA), hasta principios del 2022, por lo menos 15 especies más han sido reconocidas como patógenos

relevantes para la salud pública y la medicina veterinaria, porque ocasionan las enfermedades rickettsiales o rickettsiosis en diversas formas y a través de distintas especies de vectores (Sánchez-Montes et al. 2021).

La clasificación del género *Rickettsia* ha sufrido modificaciones con el paso de los años y por la mejora en las técnicas de laboratorio. Inicialmente, las especies patógenas se dividieron según sus propiedades antigénicas, es decir, por su capacidad para inducir la producción de anticuerpos contra la infección en un organismo infectado, de la siguiente manera: 1. El grupo de las fiebres manchadas (conocido como *Spotted Fever Group* [SFG] en inglés) que incluye a más de 20 especies que son transmitidas principalmente por garrapatas, entre ellas *R. rickettsii* para el Continente Americano, *R. conorii* en Europa y *R. africae* en África; 2. El grupo tifo (conocido como *Typhus Group* [TG] en inglés) que incluye *R. typhi*, transmitida por pulgas y *R. prowazekii* transmitida por piojos; 3. El grupo que incluye a *R. tsutsugamushi* como única especie; 4. El grupo ancestral (conocido como *Ancestral Group* [AG] en inglés) que contiene a *R. bellii* y *R. canadensis* las cuales no son patógenas; y 5. El grupo transitorio o transicional (conocido como *Transitional Group* [TRG] en inglés) que incluye a *R. akari*, *R. felis* y *R. australis*. Aunque este último grupo no tiene mucha aceptación en la comunidad científica (Oteo et al. 2014; Miranda et al. 2017; Portillo et al. 2017).

Posteriormente, debido al avance de las técnicas moleculares basadas en la identificación de fragmentos de ADN que son más sensibles y específicas, y porque emplean una mayor variedad de genes “blanco” para la diferenciación de las bacterias, se creó una nueva organización en los grupos y en algunas de las especies, quedando de la siguiente manera: 1. El grupo ancestral o basal que contiene a *R. bellii*; 2. El grupo intermedio (conocido como *Intermedia Group* [IG] en inglés) que contiene a *R. canadensis*; 3. El grupo transicional que incluye a *R. akari* y *R. felis*; 4. El grupo tifo que incluye a *R. prowazekii* y *R. typhi*; y 5. El grupo de las fiebres manchadas que incluye varias especies, entre ellas *R. conorii*, *R. massiliae*, *R. rickettsii* y *R. parkeri* (Portillo et al. 2017; Sánchez-Montes et al. 2021).

En México, se han reportado 14 especies de las cuales 12 están validadas y dos están identificadas molecularmente pero aún en proceso de ser descritas y recibir un nombre científico de manera formal (por lo que se le conocen como *Candidatus*). Las especies y sus grupos se pueden consultar en la Tabla 1. Las especies se han descrito a partir de muestras de personas, roedores sinantrópicos y silvestres, zarigüeyas, perros y otros animales como

carnívoros y simios, también se han identificado en garrapatas “duras” y “suaves”, piojos y pulgas (Sánchez-Montes et al. 2021).

Tabla 1. Especies de *Rickettsia* reportadas en México.

Grupo	Especie
<b>Ancestral</b>	<i>Rickettsia bellii</i>
<b>Tifo</b>	<i>Rickettsia typhi</i> <i>Rickettsia prowazekii</i>
<b>Transicional</b>	<i>Rickettsia akari</i> <i>Rickettsia asembonensis</i> <i>Rickettsia felis</i> <i>Rickettsia lusitaniae</i>
<b>Fiebres manchadas</b>	<i>Rickettsia amblyommatis</i> <i>Rickettsia massiliae</i> <i>Rickettsia parkeri</i> <i>Rickettsia rhipicephali</i> <i>Rickettsia rickettsii</i>
<b>Candidatus*</b>	<i>Candidatus Rickettsia andeanae</i> <i>Candidatus Rickettsia colombianensi</i>

\*Aún no están consideradas en un grupo del género *Rickettsia*. Modificada de Ulloa-García et al. (2019) y Sánchez-Montes et al. (2021).

## Reportes de infección por *Rickettsia* en perros de Yucatán

Al igual que las personas, los perros pueden infectarse por *Rickettsia*. En el ciclo de transmisión de *R. typhi* y *R. rickettsii*, los perros tienen un papel importante como hospederos de pulgas y garrapatas, y por mantener y movilizar las poblaciones de ectoparásitos que en algún momento tienen contacto con personas y transmiten las bacterias por medio de su picadura o sus heces (Miranda et al. 2017). En este sentido, la convivencia con perros y otros animales de compañía infestados por pulgas y garrapatas, al igual que la presencia de ectoparásitos en el hogar, representan un riesgo para la transmisión de *Rickettsia* hacia las personas (Solano-Gallego et al. 2006b; Torres-Castro et al. 2020b).

Los perros en áreas endémicas como Yucatán, pueden funcionar como centinelas para detectar la circulación de *Rickettsia* (Martínez-Ortiz et al. 2016), puesto que la frecuencia de anticuerpos contra *Rickettsia* registrada por pruebas serológicas de laboratorio en estos animales es similar a la detectada en las personas de una población determinada, como demostró Breitschwerdt et al. (1987). También, se han documentado casos simultáneos de infección en perros y personas que conviven en un mismo hogar (Paddock et al. 2002; Elchos y Goddard 2003).

La primera vez que en Yucatán se documentó *Rickettsia* en perros fue por Zavala-Castro et al. (2009), quienes reportaron el caso clínico de un perro hembra de ocho meses de edad infectado con *R. akari*. Posterior a este caso, Martínez-Ortiz et al. (2016) reportaron una frecuencia de 5.5 % (7/128) en una población de perros de una comunidad rural de Yucatán (Bolmay) infectados con *R. typhi*. En dicha localidad, se habían registrado casos de rickettsiosis en la población humana. Esta misma bacteria fue identificada por Dzul-Rosado et al. (2017) en perros de Teabo, Yucatán, que apoyan en actividades como agricultura y cacería. Una década después del primer reporte, Ojeda-Chi et al. (2019) identificaron ADN de *R. parkeri* en un perro infectado también con *Ehrlichia canis* (familia Rickettsiaceae) que se transmite por picadura de garrapatas. Recientemente, Dzul-Rosado et al. (2021) reportaron una frecuencia de anticuerpos contra *Rickettsia*, obtenida por una prueba de inmunofluorescencia indirecta (IFI) de 95.9 % (47/50) en perros de Mérida, Yucatán. Este último hallazgo es relevante debido a que los perros eran animales de compañía y vivían en el interior de las viviendas con sus dueños.

## Diagnóstico y pruebas de laboratorio

El diagnóstico se basa en la sospecha clínica a partir de los signos clínicos y por la detección de anticuerpos (inmunoglobulinas IgG e IgM) en el suero sanguíneo de animales y personas infectadas (Hidalgo et al. 2013; Oteo et al. 2014). En este contexto, la IFI es reconocida como la prueba de referencia (“prueba oro”), ya que ayuda a demostrar que la cantidad de anticuerpos contra la bacteria aumentan considerablemente en el individuo con sospecha de infección en un periodo corto (pocos días) (López del P. et al. 2007). No obstante, uno de los inconvenientes de esta prueba es que no es confiable para la identificación de la especie de *Rickettsia*. Por lo que, cuando existe la necesidad de identificar la especie se requieren pruebas diagnósticas complementarias como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR

por sus siglas en inglés), la secuenciación de fragmentos de ADN y la identificación molecular con herramientas bioinformáticas (López del P. et al. 2007; Grasperge et al. 2012; Hidalgo et al. 2013).

La detección por PCR de ADN de *Rickettsia* en sangre o tejidos de perros indica infección activa, lo cual significa la presencia de la bacteria en el organismo (Grasperge et al. 2012). Las opciones que ofrece la PCR permiten un diagnóstico rápido, sensible y certero durante las diferentes fases de la infección, así como el empleo de varias muestras biológicas, como sangre periférica, tejidos (biopsias o improntas), líquido cefalorraquídeo, ectoparásitos y, en los casos fatales, fragmentos de órganos recolectados en la necropsia (Miranda et al. 2007; Hidalgo et al. 2013; Oteo et al. 2014).

Aunque la PCR es una herramienta altamente sensible (i.e., capacidad para detectar a los verdaderos individuos infectados [positivos]) y específica (i.e., capacidad para detectar a los verdaderos individuos sin infección [negativos]), la muestra colectada tiene que conservarse y almacenarse en condiciones óptimas, considerándose el tiempo y el recipiente que la contiene, para no interferir con la calidad del ADN extraído y por lo tanto con el resultado del diagnóstico (Portillo et al. 2017). Asimismo, la muestra biológica que se obtiene frecuentemente y con mayor facilidad, que es la sangre completa, desafortunadamente no suele contener un número elevado de bacterias circulando (i.e., bacteriemia) para su adecuada amplificación y caracterización, por lo que puede arrojar un resultado que indique la ausencia de infección. Sin embargo, no es porque la prueba no sea capaz de identificar las bacterias sino porque la muestra biológica (sangre) no contiene el suficiente material genético para ser detectado (esto se conoce como falsos negativos) (Hidalgo et al. 2013). En este contexto, estudios realizados con perros infectados experimentalmente señalan que la sangre debe colectarse durante la fase inicial de la enfermedad (etapa febril) para tener un mayor éxito en la obtención de evidencia molecular de la presencia de la bacteria (Levin et al. 2014).

Los genes comúnmente analizados por PCR para detectar la infección con *Rickettsia* tienen diferentes características. Los más empleados son el *16S-rRNA* (ARNr 16S) y también aquellos que codifican la producción de dos proteínas en la membrana externa de las bacterias: *rOmpA* (190 kDa) que se encuentra fundamentalmente en las especies del *SFG*, y *rOmpB* (135 kDa) que se encuentra en todas las especies de *Rickettsia* (Oteo et al. 2014). Otros genes utilizados son el *gltA*, que codifica la producción de la enzima citrato sintetasa

(presente en todas las especies de *Rickettsia*) y el 17-*kDa* (*htrA*), presente únicamente en las especies pertenecientes al *SFG* (Miranda et al. 2007; Portillo et al. 2017).

## Signos clínicos de la rickettsiosis canina

La mayoría de las infecciones con *Rickettsia* en perros (*R. typhi*, *R. felis*, *R. belli*, *R. rhiphcephali* y *R. montanensis*) cursan sin la presencia evidente de signos clínicos, es decir, son asintomáticas, o con signos muy leves y casi imperceptibles (Martínez-Ortiz et al. 2016). No obstante, *R. akari*, *R. rickettsii* y *R. conorii* ocasionan cuadros severos, tanto en infecciones naturales como en aquellas producidas experimentalmente bajo condiciones de laboratorio (Solano-Gallego et al. 2006a; Zavala-Castro et al. 2009; Levin et al. 2014; Solano-Gallego et al. 2015; Campos et al. 2020).

Los perros infectados presentan signos clínicos compatibles con muchas otras infecciones y se recuperan a los pocos días. Algunos de los signos clínicos frecuentes son: fiebre (más frecuente), letargia, dolor muscular y abdominal, vómito, depresión, falta de apetito, afecciones en los vasos y capilares sanguíneos que se manifiestan con hemorragias y petequias (manchas redondas pequeñas que aparecen en la piel por ruptura de los capilares sanguíneos), equimosis (manchas de tamaño mediano), hematomas (acumulación de sangre, en su mayor parte coagulada), etc. También, pueden observarse, en la menor proporción de los casos, inflamación de las conjuntivas (conjuntivitis), diarrea, pérdida de peso, deshidratación, aumento en el tiempo de llenado capilar (> 2 segundos), palidez en la mucosa oral y tos.

Si la infección progresa a enfermedad severa, se desarrollan lesiones oculares, dolor en las articulaciones de las patas que generan cojeras y posturas anormales, y signos nerviosos como paraparesia (i.e., parálisis parcial de sistema nervioso central y periférico), tetraparesia (i.e., parálisis parcial o total de las cuatro patas) y ataxia vestibular que se traduce en trastornos en la forma de caminar y movimientos extraños en la cabeza (Solano-Gallego et al. 2006a,b; López del P. et al. 2007; Zavala-Castro et al. 2009; Solano-Gallego et al. 2015; Campos et al. 2020).

Los exámenes complementarios de laboratorio señalan cambios fisiológicos, como son: anemia normocítica normocrómica y leucocitosis leve con aumento de los neutrófilos (neutrofilia) y eosinófilos (eosinofilia). También, pueden aparecer, en algunos casos,

disminución en el nivel de proteínas de la sangre, como albúmina y globulina (López del P. et al. 2007; Zavala-Castro et al. 2009; Solano-Gallego et al. 2015).

El tratamiento más apropiado para la infección por *Rickettsia* en perros consiste en la aplicación vía oral de doxiciclina (antibiótico) en dosis de 10 mg/Kg una vez al día por 28 días (Miranda et al. 2007). En infecciones experimentales con *R. rickettsii* se identificó que la dosis administrada de doxiciclina es de 5 mg/Kg, dos veces al día durante dos semanas. También, se puede aplicar meloxicam (antiinflamatorio no esterooidal) por vía oral a dosis de 0.2 mg/Kg el primer día de tratamiento y a una dosis de 0.1 mg/Kg los siguientes dos días, vitamina K-1 vía subcutánea a dosis de 2 mg/Kg el primer día de tratamiento y a dosis de 0.25 mg/Kg los siguientes dos días (Levin et al. 2014). En la mayor parte de los casos, los perros en fase aguda de la enfermedad responden bien al tratamiento con doxiciclina en el transcurso de 24 a 72 h posteriores a la primera administración del antibiótico (Neer et al. 2002).

## Conclusiones

Las rickettsiosis son enfermedades generadas por bacterias intracelulares obligadas del género *Rickettsia* y transmitidas por artrópodos, como garrapatas, piojos, pulgas y ácaros hacia el humano. Los perros participan en el ciclo de transmisión de varias especies de *Rickettsia* como hospederos de garrapatas y pulgas. Además, estos animales desarrollan la enfermedad conocida como rickettsiosis canina que puede cursar con un cuadro leve o severo, según la especie involucrada en la infección. Por lo general, los perros infectados son asintomáticos, pero algunos pueden presentar fiebre, letargia, dolor muscular y abdominal, vómito, depresión, falta de apetito y hemorragias. El tratamiento de elección es usar doxiciclina oral aplicada por 28 días. En Yucatán, desde hace más de una década, se han realizado diagnóstico y detección de *Rickettsia* en poblaciones de perros, lo que muestra que el ciclo de estas bacterias patógenas está presente en el ámbito doméstico y peridoméstico de diversas localidades, lo que representa un riesgo zoonótico para la población humana.

<sup>1</sup>Laboratorio de Enfermedades Emergentes y Reemergentes, Centro de Investigaciones Regional “Dr. Hideyo Noguchi”, Universidad Autónoma de Yucatán

[\\*antonio.torres@correo.uady.mx](mailto:antonio.torres@correo.uady.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva, Cuerpo Académico de Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México

<sup>3</sup>Laboratorio de Zoonosis y otras Enfermedades Transmitidas por Vector, Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi”, Mérida, Yucatán, México

<sup>4</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México

Arroyo-Ramírez A, Lugo-Caballero C, Bolio-González M, Rodríguez-Vivas RI, Reyes-Novelo E, Panti-May JA, Torres-Castro MA. 2022. El género *Rickettsia* y reportes de infección en perros de Yucatán, México. *Bioagrociencias* 15(1):65-76.

## Referencias

- Breitschwerdt EB, Moncol DJ, Corbett WT, MacCormack JN, Burgdorfer W, Ford RB, Levy MG. 1987. Antibodies to spotted fever-group rickettsiae in dogs in North Carolina. *American Journal of Veterinary Research* 48:1436-1440.
- Campos SDE, Cunha NCD, Machado CSC, Nadal NV, Seabra Junior ES, Telleria EL, Cordeiro MD, Toma HK, Almosny NRP. 2020. Spotted fever group rickettsial infection in dogs and their ticks from domestic-wildlife interface areas in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 29:e020219.
- Dzul-Rosado K, Lugo-Caballero C, Tello-Martin R, López-Avila K, Zavala-Castro J. 2017. Direct evidence of *Rickettsia typhi* infection in *Rhipicephalus sanguineus* ticks and their canine hosts. *Open Veterinary Journal*. 7:165-169.
- Dzul-Rosado KR, Reyes-Novelo E, Lugo-Caballero C, Cuxim-Koyoc AD, Collí-Padrón F, Tello-Martín R, López-Ávila KB, Palma-Chan A, Peniche-Lara G, Ruiz-Piña HA. 2021. Urban ecology of hosts and vectors of *Rickettsia* in a rickettsiosis-endemic city of the Yucatan peninsula, Mexico. *Acta Tropica* 216:105832.
- Elchos BN y Goddard J. 2003. Implications of presumptive fatal Rocky Mountain spotted fever in two dogs and their owner. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 223:1450-1452.
- Grasperge BJ, Wolfson W, Macaluso KR. 2012. *Rickettsia parkeri* infection in domestic dogs, Southern Louisiana, USA, 2011. *Emerging Infectious Diseases* 18:995-997.
- Hidalgo M, Faccini-Martínez ÁA, Valbuena G. 2013. Rickettsiosis transmitidas por garrapatas en las Américas: avances clínicos y epidemiológicos, y retos en el diagnóstico. *Biomedica*. 33:161-178.
- Levin ML, Killmaster LF, Zemtsova GE, Ritter JM, Langham G. 2014. Clinical presentation, convalescence, and relapse of rocky mountain spotted fever in dogs experimentally infected via tick bite. *PLoS One* 9:e115105.
- López-Del P J, Abarca V, Azócar AT. 2007. Evidencia clínica y serológica de rickettsiosis canina en Chile. *Revista Chilena de Infectología* 24:189-193.
- Martínez-Ortiz D, Torres-Castro M, Koyoc-Cardena E, López K, Panti-May A, Rodríguez-Vivas I, Puc A, Dzul K, Zavala-Castro J, Medina-Barreiro A, Chablé-Santos J,

- Manrique-Saide P. 2016. Detección molecular de *Rickettsia typhi* en perros de una comunidad rural de Yucatán, México. *Biomedica* 36:45-50.
- Miranda RJ, Matter VS, Gonzalez M. 2017. Rickettsiosis. *Revista MVZ Córdoba* 22:6118-6133.
- Neer TM, Breitschwerdt EB, Greene RT, Lappin MR. 2022. Consensus statement on ehrlichial disease of small animals from the infectious disease study group of the ACVIM. American College of Veterinary Internal Medicine. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 16:309-315.
- Ojeda-Chi MM, Rodríguez-Vivas RI, Esteve-Gasent MD, Pérez de León AA, Modarelli JJ, Villegas-Perez SL. 2019. *Ehrlichia canis* in dogs of Mexico: Prevalence, incidence, co-infection and factors associated. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases* 67:101351.
- Oteo JA, Nava S, de Souza R, Mattar S, Venzal JM, Abarca K, Labruna MB y Zavala-Castro J. 2014. Guías Latinoamericanas de la RIICER para el diagnóstico de las rickettsiosis transmitidas por garrapatas. *Revista Chilena de Infectología* 31:54-65.
- Paddock CD, Brenner O, Vaid C, Boyd DB, Berg JM, Joseph RJ, Zaki SR, Childs JE. 2002. Short report: concurrent Rocky Mountain spotted fever in a dog and its owner. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 66:197-199.
- Portillo A, de Sousa R, Santibáñez S, Duarte A, Edouard S, Fonseca IP, Marques C, Novakova M, Palomar AM, Santos M, Silaghi C, Tomassone L, Zúquete S, Oteo JA. 2017. Guidelines for the detection of *Rickettsia* spp. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 17:23-32.
- Sánchez-Montes S, Colunga-Salas P, Lozano-Sardaneta YN, Zazueta-Islas HM, Ballados-González GG, Salceda-Sánchez B, Huerta-Jiménez H, Torres-Castro M, Panti-May JA, Peniche-Lara G, Muñoz-García CI, Rendón-Franco E, Ojeda-Chi MM, Rodríguez-Vivas RI, Zavala-Castro J, Dzúl-Rosado K, Lugo-Caballero C, Alcántara-Rodríguez VE, Delgado-de la Mora J, Licon-Enríquez JD, Delgado-de la Mora D, López-Pérez AM, 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 MA, Becker I. 2021. The genus *Rickettsia* in Mexico: Current knowledge and perspectives. *Ticks and Tick-borne Diseases* 12:101633.
- Socolovschi C, Parola P, Raoult D. 2013. Tick-borne spotted fever rickettsioses. En: Magill AJ, Ryan ET, Hill DR y Solomon T (eds). *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases*. Elsevier Saunders. London. pp. 546-552
- Solano-Gallego L, Kidd L, Trotta M, Di Marco M, Caldin M, Furlanello T, Breitschwerdt E. 2006a. Febrile illness associated with *Rickettsia conorii* infection in dogs from Sicily. *Emerging Infectious Diseases* 12:1985-1988.
- Solano-Gallego L, Lull J, Osso M, Hegarty B, Breitschwerdt E. 2006b. A serological study of exposure to arthropod-borne pathogens in dogs from northeastern Spain. *Veterinary Research* 37:231-244.
- Solano-Gallego L, Capri A, Pennisi MG, Caldin M, Furlanello T, Trotta M. 2015. Acute febrile illness is associated with *Rickettsia* spp infection in dogs. *Parasites & Vectors* 2015 8:216.
- Torres-Castro MA, Noh-Pech HR, Lugo-Caballero CI, Dzúl-Rosado KR, Puerto FI. 2020a. Las enfermedades transmitidas por vector: importancia y aspectos epidemiológicos. *Bioagrociencias* 13:31-41.

- Torres-Castro M, Reyes-Novelo E, Noh-Pech H, Tello-Martín R, Lugo-Caballero C, Dzul-Rosado K, Puerto-Manzano F, Rodríguez-Vivas RI. 2020b. Personal and household factors involved in recent *Rickettsia* exposure in a rural population from Yucatán, Mexico. *Zoonoses and Public Health*. 67:506-515.
- Ulloa-García A, Bermúdez CSE, Rosario-Cruz R, García-Rejón J, Baak-Baak C, López-López N. 2019. Rickettsiosis en México, revisión y estado actual del género *Rickettsia* en el país. En: Ulloa-García A (ed). *Algunas enfermedades infecciosas en México: Morbilidad y mortalidad*. Universidad Autónoma de Chiapas. Secretaría de Educación Pública: Programa de Fortalecimiento a la Calidad Educativa. Tapachula. pp. 19-39.
- Zavala-Castro JE, Zavala-Velázquez JE, del Rosario García M, León JJ, Dzul-Rosado KR. 2009. A dog naturally infected with *Rickettsia akari* in Yucatan, México. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 9:345-347.