

Ehrlichiosis transmitida por garrapatas en México

Manuel Enrique Franco-Zetina^{1*}, William Martín Cauich-Echeverría²,
Juan Alejandro Poot-Poot³, Harold Antonio Martínez-Miranda³

Introducción

La ehrlichiosis es una enfermedad transmitida por vector (ETV), por medio de las garrapatas infectadas por bacterias del género *Ehrlichia*. Este género cuenta con cinco especies, pero solo *Ehrlichia chaffeensis* y *E. ewingii* están asociadas a infecciones en humanos (Ismail et al. 2010, Liu 2011). Ambas especies bacterianas son transmitidas por la garrapata *Amblyomma americanum* (Fig. 1). Sin embargo, se han identificado ambas bacterias en otras especies de garrapatas (Franco-Zetina et al. 2019, Liu 2011). También, se han registrado casos de infección por *E. canis*, agente causal de la Ehrlichiosis Monocítica Canina (CME, por sus siglas en inglés) en seres humanos (Ismail y McBride 2017).



A)



B)

Figura 1. A) Hembra adulta *A. americanum* (garrapata estrella solitaria) transmisora de *E. chaffeensis* y *E. ewingii*. B) Hembra adulta de *R. sanguineus* (garrapata marrón del perro) transmisora de *E. canis*. Fotografías tomadas del dominio público: <https://www.cdc.gov/ticks/tickbornediseases/tickID.html>

El agente etiológico de la Ehrlichiosis Monocítica Humana (HME, por sus siglas en inglés) es *E. chaffeensis*, y suele presentar un cuadro clínico inespecífico, con signos y síntomas más frecuentes como fiebre, dolor de cabeza, mialgias y artralgias (Blanco et al. 2008, Ismail y McBride 2017). El exantema maculopapular (erupción rosácea en la piel) ocurre en el 30% de los pacientes adultos y 60% de los pediátricos, y suele ser de patrón variable ya que puede presentarse en las palmas de las manos y plantas de los pies cinco días desde el inicio de la enfermedad. Desordenes neurológicos también se han observado y en pacientes inmunocomprometidos y la infección suele ser severa y terminar en un caso fatal (Biggs et al. 2016, Ismail y McBride 2017).

Con respecto a las anomalías de laboratorio, en HME se presenta leucopenia, trombocitopenia, aumento en los niveles de las transaminasas hepáticas, hiponatremia y anemia (Biggs et al. 2016). En cuanto a *E. ewingii*, agente etiológico de la Ehrlichiosis Granulocítica Humana (HGE, por sus siglas en inglés), los signos y síntomas suelen ser similares a los de HME, pero con menor gravedad (Saito y Walker 2016). En cuanto a CME, ésta consta de tres fases: aguda, subclínica o crónica; la gravedad de la enfermedad dependerá del estadio en el que se encuentre la infección. El diagnóstico de estas enfermedades suele realizarse por métodos hematológicos, moleculares y serológicos, siendo el estándar de oro, la Inmunofluorescencia Indirecta (IFI) (Franco-Zetina et al. 2019).

La distribución de garrapatas en áreas geográficas distintas ha ocasionado que hayan infecciones zoonóticas. En México, *A. americanum* y *Rhipicephalus sanguineus* incrementan el riesgo de infestación en animales domésticos y silvestres, así como la exposición indirecta al vector, ocasionando la transmisión de Rickettsiales (Saleh et al. 2021). Debido a la presencia de garrapatas vectores de *E. chaffeensis*, *E. ewingii* y *E. canis* en México, el objetivo de este es describir los reportes de ehrlichiosis en garrapatas y animales, así como los casos de ehrlichiosis humana.

Ehrlichiosis en animales

En Mérida, Yucatán, existen reportes de prevalencia de ehrlichiosis en animales ya que esta zona se caracteriza por un clima tropical subhúmedo, con temporadas de lluvia en verano y

una variación de temperatura máxima mensual entre 35 a 40°C con una media de 26.6°C y una humedad relativa (RH) entre 65 a 95% con una media de 80% con una precipitación anual de 950 mm (Pat-Nah et al. 2015; Rodríguez-Vivas et al. 2005). Rodríguez-Vivas et al. (2005) reportaron una seroprevalencia de 44.1% con base en la prueba ELISA de Laboratorios IDEXX (Snap 3DX®) en muestras de sangre de perros, entre mayo y agosto de 2001. De igual forma, en perros (5.0%) se observó la presencia de mórulas características de *E. canis* en sangre (monocitos) (Fig. 2). Estos casos fueron seropositivos a *E. canis* con trombocitopenia y signos clínicos de hemorragia asociado al conteo plaquetario e identificaron los factores asociados con anticuerpos anti-*E. canis*, entre los cuales se encontraron la trombocitopenia y el sangrado asociado a plaquetas. La diferencia en sexos de los animales no presentó diferencias por lo que no resultó ser un factor asociado a la respuesta de anticuerpos contra *E. canis*.

Jiménez-Coello et al. (2009) reportaron una prevalencia de 8.7% (309/27) y 8.1% (309/25) en muestras de perros callejeros por el método de IFI e IPT (técnica de inmunoperoxidasa indirecta), respectivamente. Estos resultados fueron discordantes con los valores obtenidos en otras regiones tropicales, como Sudáfrica y Egipto, probablemente por la distribución del vector, las variaciones climáticas e incluso por las técnicas diagnósticas de laboratorio utilizadas para la detección de anticuerpos anti-*Ehrlichia* (Jiménez-Coello et al. 2009). Mediante técnicas moleculares (PCR anidada), el 36% (18/50) de muestras sanguíneas de perros fueron positivas a *E. canis*, 10 de estas correspondían a perros domésticos y 40 a perros de un centro de control de animales en Umán, Yucatán. Los 18 animales positivos fueron del centro de control de animales obteniéndose una prevalencia de 45% (18/40) para esta población. El análisis molecular de garrapatas recolectadas en estos animales reveló que el 18.5% (37/200) resultaron positivas. Todas estas garrapatas positivas fueron de perros del centro de control de animales. De los perros positivos y negativos, el 55.5% (10/18) y el 43.7% (14/32), respectivamente, presentaron garrapatas positivas a *E. canis*. El único factor asociado con la probabilidad de infección fue el lugar de origen y solamente el 4% (2/50) presentaron mórulas en los monocitos en la observación de extendidos sanguíneos (Pat-Nah et al. 2015).

En una población de 200 perros domésticos de Molas, Yucatán, México, el 70% estuvieron infestados con 1,116 garrapatas *R. sanguineus*. Además, se calculó una prevalencia

de *E. canis* de 71%. Sin embargo, no se encontró asociación del género, edad, condición corporal, sangrado con las plaquetas, trombocitopenia e infestación por garrapatas, con la infección por *E. canis* (Díaz-Medina et al. 2016).

A pesar del gran contacto de perros con los humanos, existen otros animales pero de vida silvestre, que pueden transmitir patógenos hacia los animales domésticos y de esta manera, infectar a los humanos. En muestras de tejido (bazo e hígado) de 25 venados cola blanca (*Odocoileus virginianus yucatanensis*, WTD) y cuatro venados mazama (MD) en Sucilá, Espita, Buctzots y Mérida, Yucatán, México, siete fueron positivos a infecciones rickettsiales, de los cuales uno fue positivo a *E. chaffeensis*, tres presentaron coinfección con *E. chaffeensis* y *Anaplasma phagocytophilum* y uno con *E. chaffeensis* y *A. odocoilei*. De igual manera, las garrapatas obtenidas de estos animales presentaron evidencia molecular de *E. canis* y *E. chaffeensis* (Ojeda-Chi et al. 2019a).

En Sucopo, Yaxcheku y Chan San Antonio, Yucatán, en Junio-Agosto de 2016 y Febrero-Marzo de 2017, de 246 perros (165 en la primera toma y 81 en la segunda), 72 resultaron positivos a *E. canis* de 29.26% y 38.46%, respectivamente. En este estudio, el 84.61% de los perros fueron positivos posterior a 211-248 días y el único factor asociado a la infección por *E. canis* fue tener una edad mayor a tres años (Ojeda-Chi et al. 2019b). Campeche, México, está compuesto por campos agrícolas, pastos de ganadería, bosques tropicales de tierras bajas y vegetación secundaria. El área tiene una estación seca y húmeda de junio a septiembre y enero a mayo, respectivamente. La principal actividad económica de sus localidades consiste en la ganadería y agricultura (Rojero-Vázquez et al. 2017) por lo que existe exposición indirecta a vectores transmisores de ehrlichiosis.

Rojero-Vázquez et al. (2017) realizaron la detección molecular de infecciones de *Ehrlichia* spp. y *Anaplasma* spp. en Bobolá, Chiná, Xcampeu y el campamento experimental INIFAP (un instituto de investigación en Chiná, Campeche) y demostraron infecciones transmitidas por garrapatas en 102 zarigüeyas y 44 perros, con una prevalencia de 7% de *E. canis* en perros y ninguna muestra de zarigüeya fue positiva a *Ehrlichia* spp. Sin embargo, uno de los perros positivos presentó coinfección con *A. phagocytophilum*. El único factor asociado a las infecciones por *A. phagocytophilum* y *E. canis* fue el tipo de hospedero y la localidad.

Martínez-Vega et al. (2016) realizaron estudios en Xcalak en Quintana Roo, México, para determinar la seroprevalencia de *Ehrlichia* spp. mediante IFI en 118 perros y detectaron anticuerpos en 64% de las muestras, de las cuales el 61% fue de perros con garrapatas. La mayoría de éstas fueron identificadas como *R. sanguineus sensu lato*. Los perros tuvieron anemia, leucopenia y trombocitopenia en 36%, 2.5%, y 70%, respectivamente, sin embargo, solamente el 14% (17/118) de éstos presentaban hemorragia. De los factores asociados a la seroprevalencia de *Ehrlichia* spp., se encontró una asociación con la edad (1-3 años; >3 años), presencia de garrapatas y trombocitopenia.

En La Comarca Lagunera, en Coahuila y Durango, México, se demostró evidencia molecular de *E. canis*. Esta región consta de una temperatura media anual de 21°C y de 100 a 400 mm de precipitación, con un clima semidesértico y baja humedad. Almazán et al. (2016) recolectaron muestras de sangre y garrapatas de 100 perros en una clínica veterinaria y de aquellos que residían en un refugio canino en Gómez Palacio, Durango. De un total de 519 garrapatas adultas, todas fueron identificadas como *R. sanguineus s.l.*; sin embargo, ninguna resultó positiva a ehrlichiosis. Por otra parte, el 10% (10/100) de las muestras sanguíneas, resultaron positivas a *Ehrlichia* spp., de las cuales, el 4% resultó ser *E. canis*.

Rodríguez-Alarcón et al. (2020) evaluaron la prevalencia de *E. canis* en muestras de sangre y tejidos (hígado, bazo, nodo linfático y médula ósea) de perros eutanizados del centro antirrábico en Ciudad Juárez, Chihuahua, clínicamente sanos y con presencia de garrapatas. Un 47.45% fue positivo a *E. canis* y 52.55% negativo. De los 28 perros positivos, el 57.14% fueron positivos en al menos uno de los tejidos. Con respecto a los perros con resultados negativos, el 61.30% fue positivos en al menos uno de los tejidos, mientras que el 38.70% negativos en todos los tejidos. En cuanto a los tejidos, la médula ósea fue la que presentó mayor número de positividad, seguida del bazo, hígado y finalmente el nódulo linfático con 44.60% (26/59), 42.37% (25/59), 37.28% (22/59) y 8.47% (5/59).

De 152 muestras de sangre de perros, con infestación por garrapatas y signos clínicos de CME, procedentes de seis clínicas veterinarias y dos albergues de Culiacán, Sinaloa, de marzo 2006 a julio 2007, un 74.5% tuvo anticuerpos anti-*E. canis* por ELISA Snap 4Dx® de Laboratorio IDEXX. Además, 40.1% tuvo mórulas características de *E. canis* en sus extendidos sanguíneos. Con respecto a las manifestaciones clínicas, hubo fiebre

(91.2%), anorexia (86.7%), depresión (85.0%), letargia (72.6%) y petequias (72.6%). De igual forma, los positivos a *E. canis*, el 87.6% tuvieron trombocitopenia (Sosa-Gutierrez et al. 2013). Sosa-Gutiérrez et al. (2016a) reportaron 139 perros con el 27.52% positivos de los cuales el 18.0% correspondieron a *E. canis*. De las garrapatas muestreadas, el 92.1% fueron identificadas como *R. sanguineus* y fueron positivas a *Ehrlichia* spp. y *E. canis*. Salinas-Meléndez et al. (2015) evaluaron muestras de sangre de perros en Monterrey y obtuvieron una seroprevalencia de 13.8% para anticuerpos anti-*E. canis* mediante el kit ELISA Snap 4Dx® de Laboratorio IDEXX, de los cuales, solamente 10 de los animales positivos, presentaron infestación por garrapatas (*R. sanguineus*). El criterio de inclusión para la obtención de las muestras fue que los animales tengan un domicilio fijo y edad mayor a seis meses. Ninguno de los animales muestreados presentaba signos y síntomas de alguna enfermedad.

Existen dos datos de prevalencia de *Ehrlichia* spp. en la Ciudad de México. Uno de ellos del municipio de Amecameca de Juárez, al sur del oriente del Estado de México de mayo-agosto de 2016. Esta región consta con un clima templado-semifrío y subhúmedo. Consta de una temperatura máxima de 32°C y mínima de -8°C con un promedio anual de 14.1°C. La mayor parte de la temporada de lluvia ocurre durante el verano y otoño. En este estudio, se realizó el análisis de 100 muestras de perros. La muestra fue de perros de diferentes razas, edades, de ambos sexos, provenientes de domicilios privados y de clínicas veterinarias. Las muestras fueron analizadas utilizando el kit ELISA Snap 4Dx® de Laboratorio IDEXX obteniéndose una seropositividad a *E. canis* de 30% (30/100). De igual forma, se identificaron como variables asociadas a la infección la raza y la edad (animales mayores a un año) (Reyes-Clímaco et al. 2020).

Arenas et al. (2019) detectaron agentes patógenos transmitidos por garrapatas (*Anaplasma*, *Bartonella*, *Ehrlichia*, *Mycoplasma* y *Rickettsia*) en la reserva ecológica El Pedregal de San Ángel, ubicada al sur de la Ciudad de México, dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La temperatura media anual y precipitación de ésta, es de 15°C y 700-900 mm, respectivamente. Se analizaron un total de 19 muestras de sangre, de las cuales el 10.5% (2/19) resultaron positivas a *E. canis*. Ambos animales positivos se encontraban en etapa adulta y no se detectó la presencia de coinfecciones.

Los datos descritos previamente demuestran la existencia de *Ehrlichia* spp. no solo en garrapatas, sino también en animales tanto domésticos como silvestres. Esto es un factor importante que podría propiciar la presencia de ehrlichiosis en humanos debido a la exposición a estos hospederos y vectores.

Ehrlichiosis humana en México

Hay muy pocos reportes de esta enfermedad en humanos en México. El primer caso, fue descrito por Góngora-Biachi et al. (1999) en un paciente masculino de 41 años de Mérida, Yucatán quien refirió exposición a garrapatas por trabajo en un área rural. En cuanto a las manifestaciones clínicas, éste refirió hipertermia, erupción, mialgia, dolor de cabeza, anorexia, fatiga y tos. Tuvo adenopatías cervicales bilaterales e infiltrado intersticial bilateral en la radiografía de tórax. Además, tuvo trombocitopenia, leucocitosis y enzimas hepáticas elevadas (AST, ALT, GGT). Los exámenes serológicos determinaron la ausencia de anticuerpos anti-*Rickettsia*, dengue, parvovirus B-19 y VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana), sin embargo, mediante IFI se obtuvo reactividad a un título de 1:64 contra *E. chaffeensis* en la semana 2 y en la semana 3 se obtuvo un incremento en el título de anticuerpos, obteniéndose reactividad en el título 1:128. El examen de sangre periférica no demostró la presencia de mórulas características de ehrlichiosis. El paciente obtuvo resolución clínica de la enfermedad en la semana 6.

El otro caso fue en Oaxaca, México donde Beatriz-Silva et al. (2014) registraron una paciente de 30 años que tuvo contacto con perros. La muestra de sangre de la paciente resultó negativa al diagnóstico haciendo uso de la prueba de ELISA, pero por PCR anidada resultó positiva a *E. canis*. La paciente no presentaba algún signo o síntoma de enfermedad; sin embargo, refirió haber sido mordida por garrapatas en dos ocasiones. Los síntomas que presentó fueron hipertermia, anorexia, adinamia, adenomegalias en el cuello, artralgias, dolor de garganta y presencia de hematomas en el cuello, brazos y piernas. Los datos de laboratorio demostraron anemia, las plaquetas, enzimas hepáticas y química sanguínea fueron normales. El examen de sangre periférica reveló mórulas características de ehrlichiosis (Fig. 2). La paciente fue tratada con doxiciclina obteniéndose la resolución clínica de la enfermedad en la semana 3 de tratamiento.

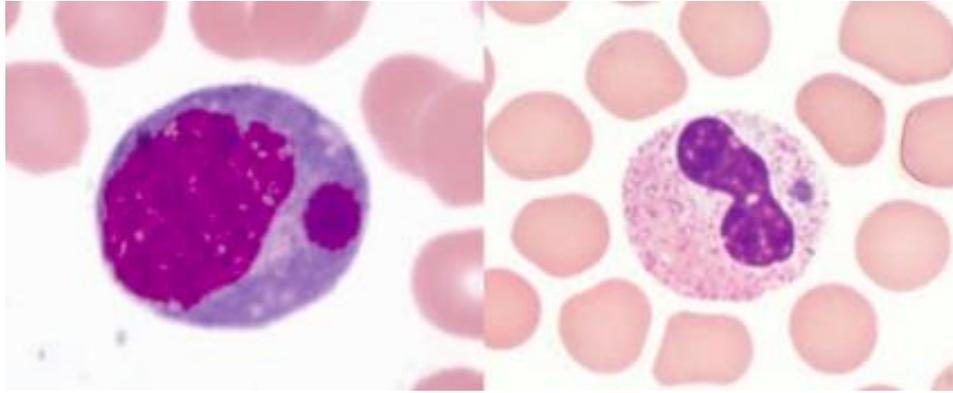


Figura 2. Frotis de sangre periférica (tinción de Wright) que muestran una mórula intramonocítica asociada con infección por *E. chaffeensis* (izquierda) y una mórula intragranulocítica (derecha), asociada con infección por *E. ewingii* o *A. phagocytophilum*. Tomado del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (<https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/rr/pdfs/rr6502.pdf>). Autores: J. Stephen Dumler, Universidad de Maryland (izquierda); Bobbi S. Pritt, Clínica Mayo (derecha).

El diagnóstico oportuno de la erlichiosis ayuda al inicio del tratamiento para evitar complicaciones. En el Estado de México, Sosa-Gutiérrez et al. (2016b) reportaron otro caso de ehrlichiosis humana. Sin embargo, éste resultó un caso fatal de una paciente sana, de 31 años, quien en agosto 2013 ingresó por cuadro febril por 15 días, escalofríos, dolores musculares, malestar general, anorexia y dolor de cabeza. La paciente no tenía antecedentes de viajes al extranjero y sin datos de picadura de garrapatas. Durante el examen físico, tuvo confusión, distrés respiratorio, hepatoesplenomegalia, taquicardia y presión sanguínea normal. Los datos de laboratorio al momento de la admisión mostraron leucopenia, trombocitopenia, anemia y enzimas hepáticas elevadas (AST, ALT). El examen de sangre periférica y aspirado de medula ósea no demostraron mórulas características de ehrlichiosis. Al tercer día, la paciente tuvo pancitopenia (descenso anormal de los elementos celulares de la sangre) y continuaba con enzimas hepáticas elevadas. Muestras de sangre, hígado y bazo fueron evaluadas por PCR para *Mycobacterium* spp., *Rickettsia* spp., *Ehrlichia* spp. y *A. phagocytophilum*. En una muestra de biopsia de hígado, se registraron estructuras similares a mórulas. Se inició el tratamiento con doxiciclina; sin embargo, al día 10 de tratamiento la paciente murió por falla multisistémica. El diagnóstico de HME se confirmó después del fallecimiento con un resultado positivo a *E. chaffeensis* por PCR anidada en las muestras de hígado y bazo.

El caso de ehrlichiosis más reciente fue reportado por Alcántara-Rodríguez et al. (2020) en un paciente masculino de 35 años de la Ciudad de México. Su ingreso a la unidad de salud en 2017 se debió a traumatismo por suicidio tras una caída de 6 m de altura. Los exámenes de laboratorio demostraron leucocitosis, trombocitosis, linfopenia, anemia, hipoalbuminemia, problemas de coagulación y enzimas hepáticas elevadas. La sangre del paciente fue evaluada para la detección de *Bartonella*, *Ehrlichia/Anaplasma* y *Rickettsia* spp. debido a la condición social del paciente y a los agentes patógenos a los que pudo haber estado expuesto. El análisis molecular y posterior secuenciación, demostraron que el paciente presentaba infección por *E. chaffeensis*; sin embargo, el paciente murió al día 63 de hospitalización. La infección del paciente se atribuyó posiblemente transfusiones sanguíneas recibidas durante su estancia hospitalaria. Con los casos descritos, se demuestra la presencia de HME en México. Si bien, ésta resulta ser complicada de diagnosticar, existen diversos métodos con altos valores de sensibilidad y especificidad para su diagnóstico y llevar a cabo de manera temprana el tratamiento farmacológico del paciente y la resolución clínica de la enfermedad.

Conclusión

La ehrlichiosis es un problema de salud pública cuyas manifestaciones clínicas inespecíficas dificultan su diagnóstico. Se han llevado a cabo varios estudios epidemiológicos que evidencian la presencia de *Ehrlichia* spp. en animales y vectores. En México, existen pocos estudios que demuestran la identificación de esta bacteria; sin embargo, la variación en los métodos de diagnóstico e identificación han repercutido en los valores de prevalencia reportados. A consecuencia de la exposición humana con animales domésticos y silvestres, así como a garrapatas vectores, las infecciones por *Ehrlichia* spp. van en aumento. No obstante, debido a la inespecificidad de los síntomas la HME suele subdiagnosticarse y, en ocasiones, terminar en casos fatales debido al diagnóstico tardío. Es por esto que la ehrlichiosis debería considerarse en el diagnóstico diferencial de enfermedades febriles en áreas donde la enfermedad ha sido documentada, pudiendo ayudar a detectar oportunamente la infección y evitando su complicación.

1. Laboratorio de Bioquímica y Genética Molecular, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.
2. Laboratorio de Farmacología, Facultad de Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.
3. VIVE Laboratorio Médico, Mérida, Yucatán, México.

***Autor de Correspondencia:** franco.zetina@outlook.es

Franco-Zetina ME, Cauich-Echeverría WM, Poot-Poot JA, Martínez-Miranda HA. 2022. Ehrlichiosis transmitida por garrapatas en México. *Bioagrociencias* 15(2):11-22.

Referencias

- Alcántara-Rodríguez VE, Sánchez-Montes S, Contreras H, Colunga-Salas P, Fierro-Flores L, Avalos S, Rodríguez-Rangel F, Becker I y Walker DH. 2020. Human monocytic ehrlichiosis, Mexico City, Mexico. *Emerging Infectious Diseases* 26(12): 3016–3019.
- Almazán C, González-Álvarez VH, Fernández de Mera IG, Cabezas-Cruz A, Rodríguez-Martínez R, y de la Fuente J. 2016. Molecular identification and characterization of *Anaplasma platys* and *Ehrlichia canis* in dogs in Mexico. *Ticks and Tick-Borne Diseases* 7(2):276–283.
- Arenas P, Gil-Alarcón G, Sánchez-Montes S, Soto-Trujillo MP, Fernández-Figueroa E y Rangel-Escareño C. 2019. Molecular detection of bartonella, ehrlichia and mycoplasma in feral dogs of el pedregal de san angel ecological reserve in Mexico city. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria* 28(4): 728–734.
- Biggs HM, Behravesh CB, Bradley KK, Dahlgren FS, Drexler NA, Dumler JS, et al. 2016. Diagnosis and Management of Tickborne Rickettsial Diseases: Rocky Mountain Spotted Fever, Ehrlichioses, and Anaplasmosis — United States. *MMWR Recommendations and Reports* 2016 65(2):1–44.
- Blanco JR, Jado I, Marín M, Sanfeliu I, Portillo A, Anda P, et al. 2008. Diagnóstico microbiológico de las infecciones por patógenos bacterianos emergentes: Anaplasma, Bartonella, Rickettsia, Tropheryma whipplei. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 26(9):573–580.
- Franco-Zetina M, Adame-Gallegos J y Dzul-Rosado K. 2019. Efectividad de los métodos diagnósticos para la detección de ehrlichiosis monocítica humana y canina. *Revista Chilena de Infectología* 36(5): 650–655.
- Góngora-Biachi RA, Zavala-Velazquez J, Castro-Sansores CJ y Gonzalez-Martinez P. 1999. First Case of Human Ehrlichiosis in Mexico. *Emerging Infectious Diseases* 5(3):481.
- Ismail N, Bloch KC y McBride JW. 2010. Human ehrlichiosis and anaplasmosis. *Clinics in Laboratory Medicine* 30(1):261–292.

- Ismail N y McBride JW. 2017. Tick-Borne Emerging Infections: Ehrlichiosis and Anaplasmosis. *Clinics in Laboratory Medicine* 37(2):317–340.
- Jiménez-Coello M, Pérez-Osorio C, Vado-Solís I, Rodríguez-Buenfil JC y Ortega-Pacheco A. 2009. Serological survey of *Ehrlichia canis* in stray Dogs from Yucatan, Mexico, using Two different diagnostic tests. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 9(2):209–211.
- Liu D. 2011. Molecular Detection of Human Bacterial Pathogens. In CRC Press, Tylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/b10848>
- Martínez-Vega PP, Bolio-Gonzalez ME, Rodríguez-Vivas RI, Gutierrez-Blanco E, Pérez-Osorio C, Villegas-Perez SL, et al. 2016. Associated Factors to Seroprevalence of *Ehrlichia* spp. in Dogs of Quintana Roo, Mexico. *Journal of Tropical Medicine* 2016: 19–21.
- Ojeda-Chi MM, Rodriguez-Vivas RI, Esteve-Gasent MD, Pérez de León A, Modarelli JJ y Villegas-Perez S. 2019a. Molecular detection of rickettsial tick-borne agents in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus yucatanensis*), mazama deer (*Mazama temama*), and the ticks they host in Yucatan, Mexico. *Ticks and Tick-Borne Diseases* 10(2):365–370.
- Ojeda-Chi MM, Rodriguez-Vivas RI, Esteve-Gasent MD, Pérez de León AA, Modarelli JJ y Villegas-Perez SL. 2019b. *Ehrlichia canis* in dogs of Mexico: Prevalence, incidence, co-infection and factors associated. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 67(January), 101351.
- Díaz-Medina OC, Bolio-González ME, Rodríguez-Vivas RI, Gutiérrez-Ruiz EJ y Pérez-Osorio C. 2016. Molecular Survey of *Ehrlichia canis* in Dogs from Mexico: Prevalence of Infection and Possible Associated Factors. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3(8):251–257.
- Pat-Nah H, Rodriguez-Vivas RI, Bolio-Gonzalez ME, Villegas-Perez SL y Reyes-Novelo E. 2015. Molecular diagnosis of *Ehrlichia canis* in dogs and ticks *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in Yucatan, Mexico. *Journal of Medical Entomology* 52(1):101–104.
- Reyes-Clímaco L, Romero-Núñez C y Heredia-Cardenas, R. 2020. Evaluation of vector-borne diseases in dogs in a sub-cold climate area of Mexico. *Acta Biologica Colombiana* 25(2):219–224.
- Rodríguez-Alarcón CA, Beristain-Ruiz DM, Olivares-Muñoz A, Quezada-Casasola A, Pérez-Casio F, Álvarez-Martínez JA, et al. 2020. Demonstrating the presence of *Ehrlichia canis* DNA from different tissues of dogs with suspected subclinical ehrlichiosis. *Parasites and Vectors* 13(1):1–7.
- Rodríguez-Vivas RI, Albornoz REF y Bolio GME. 2005. *Ehrlichia canis* in dogs in Yucatan, Mexico: Seroprevalence, prevalence of infection and associated factors. *Veterinary Parasitology*, 127(1), 75–79.
- Rojero-Vázquez E, Gordillo-Pérez G y Weber M. 2017. Infection of *Anaplasma phagocytophilum* and *Ehrlichia* spp. in opossums and dogs in Campeche, Mexico: The

- role of tick infestation. *Frontiers in Ecology and Evolution* 5:1–9.
- Saito TB y Walker DH. 2016. Ehrlichioses: An important one health opportunity. *Veterinary Sciences* 3(3):20.
- Saleh MN, Allen KE, Lineberry MW, Little SE y Reichard MV. 2021. Ticks infesting dogs and cats in North America: Biology, geographic distribution, and pathogen transmission. *Veterinary Parasitology* 294:109392.
- Salinas-Meléndez JA, Cantú-Martínez MA, Wong-González A, Hernández-Escareño JJ, Ávalos-Ramírez R, Zárate-Ramos JJ, et al. 2015. Seroprevalence of *Ehrlichia canis* in dogs from Monterrey, Mexico. *African Journal of Microbiology Research* 9(35):1974–1977.
- Beatriz-Silva A, Pina-Canseco S, Gabriel-de la Torre MP, Mayoral-Silva A, Mayoral MA, Pérez-Campos L, et al. 2014. Infección humana asintomática por contacto con perros. un caso de ehrlichiosis humana. *Gaceta Medica de Mexico* 150(2):171–174.
- Sosa-Gutiérrez CG, Quintero-Martinez T, Vargas-Sandoval M y Gordillo-Pérez G. 2016a. First phylogenetic analysis of *Ehrlichia canis* in dogs and ticks from Mexico. Preliminary study. *Revista MVZ Cordoba* 21(3):5569–5576.
- Sosa-Gutierrez CG, Solorzano-Santos F, Walker DH, Torres J, Serrano CA y Gordillo-Perez G. 2016b. Fatal monocytic ehrlichiosis in woman, Mexico, 2013. *Emerging Infectious Diseases* 22(5):871–874.
- Sosa-Gutierrez CG, Quintero-Martinez MT, Gaxiola-Camacho SM, Cota-Guajardo S, Esteve-Gassent MD y Gordillo-Pérez MG. 2013. Frequency and Clinical Epidemiology of Canine Monocytic Ehrlichiosis in Dogs Infested with Ticks from Sinaloa, Mexico. *Journal of Veterinary Medicine* 2013:1–3.