

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



SEROPREVALENCIA DE *Ehrlichia canis* EN PERROS CLÍNICAMENTE
SOSPECHOSOS Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES CLÍNICO-
SOCIALES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES DEL CENTRO-NORTE DE
MÉXICO

Tesis

Que presenta MARIO CUAUHTÉMOC CÁRDENAS ARIAS
como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Noviembre 2025

SEROPREVALENCIA DE *Ehrlichia canis* EN PERROS CLÍNICAMENTE
SOSPECHOSOS Y SU ASOCIACIÓN CON FACTORES CLÍNICO-
SOCIALES EN ÁREAS URBANAS Y RURALES DEL CENTRO-NORTE DE
MÉXICO

Tesis

Elaborada por MARIO CUAUHTÉMOC CÁRDENAS ARIAS como requisito
parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción
Agropecuaria con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría


Dr. Rafael Rodríguez Martínez
Director de Tesis
Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras
Asesor
Dr. Pedro Antonio Robles Trillo
Asesor
Dr. Vicente Homero González Álvarez
Asesor
Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Jefe del Departamento de Postgrado
Dr. Antonio Flores Naveda
Subdirector de Postgrado

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) (No. CVU: 1316064) por el apoyo económico otorgado durante los dos años de estudio, ya que gracias a este pude sustentar mis estudios.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, al programa de posgrado y al programa de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria por ser mi casa de estudios durante todo este tiempo, espero en futuras oportunidades, poder seguir estando entre su matrícula estudiantil.

A mis profesores, que durante mi estancia académica me apoyaron y orientaron en el camino del buen aprendizaje y del método científico.

A mis compañeros de investigación, a los doctores, ayudantes y estudiantes que al igual que yo, pero de manera anónima, estuvieron detrás de este trabajo, ayudándome a tomar muestras, a recolectar y llenar encuestas, a hacer pruebas y análisis de laboratorio.

A todos mis asesores (internos y externos), por dar, aunque sea un poco de su tiempo en algún momento de mi preparación. Agradecimientos especialmente al Dr. Pedro Antonio Robles Trillo por orientarme en la redacción de este texto de una manera muy profesional, asertiva, fundamentada y prolija, al Dr. Martin Alfredo Legarreta González, por ser parte importante en la redacción y publicación de mi primer artículo científico, así como su gran aporte, trabajo y conocimiento en el apartado de resultados, programación y estadística.

Pero en especial, quiero agradecerle en demasía al Dr. Rafael Rodríguez Martínez, por ser mi asesor principal en estos dos años, por orientarme en la correcta toma de decisiones a lo largo de mi estancia académica, por enseñarme el arte de la redacción y corrección científica, por orientarme e impulsarme a niveles académicos que desconocía podía llegar. Y finalmente, él, junto al Dr. Martin, y como lo mencionaba anteriormente, ayudarme a publicar mi primer artículo científico de investigación, en una de las más prestigiosas revistas del rubro a nivel mundial, "*Veterinary Sciences*" (Q1).

Espero fervientemente poder trabajar en futuros proyectos junto a estos grandes pilares de mi formación académica, muchas gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todas y cada una de las personas que me acompañaron directa e indirectamente en este camino, muchísimas gracias.

Mamá y papá, gracias por tolerarme, amarme y comprenderme todo este tiempo, por no dejar que desistiera cuando solo ustedes eran quienes veían lo mal que la pasaba en algunos momentos, por abrazarme y escucharme, por seguir confiando en mí a pesar del tiempo, gracias por siempre estar. Muchas gracias por sembrar en mí la base de este amor hacia el trabajo duro, a la medicina veterinaria, a la clínica y a la superación personal.

A mi hermana Gabriela, gracias por tenerme paciencia y cubrirme cuando más lo necesitaba, por escucharme aun cuando de mi boca no salían palabras, por alegrarte de mis logros, por ser mi mano derecha y mi paño de lágrimas, estoy muy orgulloso de ti, yo sé que tú también lo estas de mí, gracias por seguirme impulsando a querer más.

A mi novia Mónica, palabras me faltan para agradecerte todo lo que has hecho por mí, tu apoyo y amor incondicional han sido pieza fundamental en este camino, tus actos de bondad, cuidado y cariño me han llenado de paz y ayudado a seguir adelante.

A mis amistades, les agradezco estar ahí para mí en los momentos que más los eh necesitado, ustedes saben quiénes son.

A mi lugar de trabajo, mi Hospital Veterinario, ese negocio al que le he puesto mucho empeño e incansables horas de esfuerzo y dedicación, no tendría palabras bastas para agradecer la gran bendición que tengo al tenerlo. También gracias a mis compañeros de trabajo, médicos, practicantes y estudiantes, que con gusto y mucho aprecio eh visto crecer, espero y confío que llegarán a ser tan grandes como siempre lo han soñado.

Gracias a mis clientes y a sus mascotas, que sin ustedes no sería quien soy, me motivan a seguir aprendiendo y estudiando con cada caso clínico que me permiten solucionar.

Y para concluir, gracias a mí, solo yo sé el esfuerzo, empeño y dedicación que tanto le puse, pongo y pondré siempre a todos y cada uno de los proyectos que se me pongan en frente.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Historia.....	3
Taxonomía.....	3
Especies del género <i>Ehrlichia spp</i>	4
Distribución	5
Ciclo biológico y transmisión	7
Patogenia y presentación clínica.....	8
Diagnóstico.....	10
Diagnóstico microscópico del agente etiológico.....	11
Diagnóstico diferencial.....	14
Tratamiento	15
Estrategias de control y prevención	19
Amenaza de salud pública.....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
Ubicación y características del área de estudio.....	25
Diseño metodológico	25
Recopilación de datos	27
Variables evaluadas.....	28
Análisis estadístico	28
RESULTADOS.....	29
DISCUSIÓN.....	34
Seroprevalencia de <i>Ehrlichia canis</i>	34
Relación clínico-patológica con manifestaciones sospechosas.....	35

Asociaciones con variables hematológicas (anemia y trombocitopenia)	
.....	36
Distribución geográfica (rural vs urbano)	36
Implicaciones en salud pública y potencial zoonosis	37
Limitaciones y recomendaciones	37
CONCLUSIONES	39
REFERENCIAS	40
ANEXO 1	54

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables no dicotómicas de riesgo social y salud pública relativas a los propietarios de los perros incluidos en el estudio.	29
Cuadro 2. Estadística descriptiva de las variables dicotómicas incluidas en el estudio referentes a la mascota.	31

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución geográfica de los genogrupos de *Ehrlichia canis* basada en los genes *Tandem Repeat Proteins 36 (TRP36)* descritos en la literatura hasta 2024 como genotipos: estadounidense (*USTRP36*), brasileño (*BrTRP36*), costarricense (*CRTRP36*), Taiwanés y cubano (*CUBTRP36*). [gráfico original en inglés]. Tomado de Alves-Ribeiro *et al.* (2024)..... 6
- Figura 2.** Lesiones histopatológicas más frecuentemente encontradas en pacientes caninos al momento de la necropsia después de haber cursado por un cuadro crónico de infección por *Ehrlichia canis*. (A) Hígado: necrosis centrolobulillar grave, dilatación sinusoidal, hiperemia, degeneración leve en los hepatocitos e infiltración celular plasmocítica-linfocítica; (B) Pulmones: infiltración celular mononuclear prominente en los septos interalveolares y vasculitis; (C) Riñón: infiltración celular plasmocítica-linfocítica, especialmente en la región periglomerular; (D) Bazo: necrosis en los centros germinales y un aumento moderado de las células plasmocíticas-linfocíticas con hiperemia. Tomado de Unver *et al.* (2009)..... 11
- Figura 3.** Fotomicrografías de un frotis de sangre periférica, la cual muestra gametocitos de *Hepatozoon canis* (flecha verde) y mórulas de *Ehrlichia canis* (flecha roja) en una célula anónucleada (Diff-Quik ×1000). Tomado de Sukara *et al.* (2023)..... 12
- Figura 4.** Media y error estándar del recuento plaquetario de cinco perros infectados experimentalmente con *E. canis*. El día cero se define como el día de la inoculación. Todos los perros fueron tratados con doxiciclina (10 mg/kg de peso corporal cada 24 h durante 60 días) a partir del día 12 tras la infección. [gráfico original en inglés]. Tomado de Harrus *et al.* (2004)..... 15
- Figura 5.** Respuestas clínicas al tratamiento con doxiciclina en perros tratados durante diferentes fases de la *Ehrlichiosis*. Los perros fueron inoculados con sangre de un portador infectado de forma persistente por *E. canis* el día cero, y se inició el tratamiento con doxiciclina durante la fase aguda (16 DPI), subclínica (62 DPI) o crónica (505 DPI) de la *Ehrlichiosis*. Cada panel (de arriba abajo) ilustra, respectivamente, los valores de temperatura rectal, plaquetas, glóbulos blancos o hematocrito. Las líneas punteadas, discontinuas o continuas representan a los perros tratados durante la fase aguda, subclínica y crónica, respectivamente. Los rectángulos abiertos, gris claro y gris oscuro representan los períodos de tratamiento durante las fases aguda, subclínica y crónica, respectivamente. *DPI: Días Post-Infección*. [gráfico original en inglés]. Tomado de McClure *et al.* (2010). 17
- Figura 6.** Comportamiento mensual y estacional de los casos positivos a *Ehrlichia canis* en perros de las ciudades de Mexicali y Tijuana, Baja California, México. También mostramos la temperatura media en cada ciudad. [gráfico original en inglés]. Tomado de López-Valencia *et al.* (2024). 22

Figura 7. Machos adultos (a) y hembras adultas (b) de la garrapata marrón del perro (<i>Rhipicephalus sanguineus</i>) del noreste de Durango, México. Se muestra una regla milimétrica debajo para referencia del tamaño. Tomado de García-De la Peña <i>et al.</i> (2024).	22
Figura 8. Región Laguna del estado de Coahuila, México. Tomado de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2025). https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=05	25
Figura 9. Signos clínicos que se hacían evidentes en los perros atendidos, como: signos clínicos sistémicos (fiebre, inapetencia, decaimiento, adelgazamiento progresivo, entre otros) y signos clínicos hemorrágicos (epistaxis, hifema, petequias, melena, entre otros). <i>Fuente: elaboración propia.</i>	26
Figura 10. Venopunción cefálica con catéter intravenoso calibre 27 Gauge (amarillo) y tubo microtainer (0.5ml) con anticoagulante (EDTA) (lila). <i>Fuente: elaboración propia.</i>	26
Figura 11. Cronología en la realización de la prueba de inmunocromatografía de flujo lateral siguiendo los pasos del fabricante. Posterior a la toma de muestra (1 y 2): externar los componentes físicos de la prueba y muestra (previamente marcada con el nombre de la mascota y fecha) junto con ella utilizando guantes estériles, (3 y 4): colocación de una gota de la muestra de sangre en el <i>pad</i> de algodón de la prueba, (5): colocación posterior a la sangre de la sustancia reveladora (diluyente / buffer) de manera inmediata, (6): posterior al tiempo de espera (15 minutos) procedemos a leer el resultado. C+T= resultado positivo (cualquier resultado no parecido al anterior se considera un resultado negativo y/o inválido). <i>Fuente: elaboración propia.</i> ..	27
Figura 12. Toma de datos en el equipo de hemograma para su posterior realización. <i>Fuente: elaboración propia.</i>	27
Figura 13. Discriminación y asociación de las variables mediante un Análisis de Correspondencias Múltiples. [<i>gráfico original en inglés</i>]. <i>Fuente: elaboración propia.</i>	32
Figura 14. Diagrama de dispersión que demuestra la regresión logística entre las variables seropositividad (0-1) y el valor plaquetario ($10^9/L$). <i>Fuente: elaboración propia.</i>	33
Figura 15. Diagrama de cajas que demuestra la correlación entre las variables sobre la seropositividad (1 / 0) y el valor plaquetario ($10^9/L$). <i>Fuente: elaboración propia.</i>	33

RESUMEN

Seroprevalencia de *Ehrlichia canis* en perros clínicamente sospechosos y su asociación con factores clínicos y sociales en áreas urbanas y rurales del centro-norte de México

Mario Cuauhtémoc Cárdenas Arias

Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dr. Rafael Rodríguez Martínez

Asesor principal

El objetivo de este estudio fue estimar la seroprevalencia de *Ehrlichia canis* en perros clínicamente sospechosos en La Región Laguna, Coahuila, México, analizando su asociación con diversas variables clínicas, hematológicas y sociales. El presente estudio se centra en la atención veterinaria prestada a un total de 249 perros durante el periodo comprendido entre agosto de 2023 y noviembre de 2024. Se llevó a cabo una prueba inmunocromatográfica con el fin de detectar anticuerpos. La seroprevalencia observada fue del 63.9% (n= 156). En primer lugar, se identificaron asociaciones estadísticamente significativas con la presencia de signos clínicos hemorrágicos (77.33%; OR= 5.03; $p<0.001$), anemia (81.25%; OR= 4.17; $p<0.001$) y trombocitopenia (96.26%; OR= 43.24; $p<0.001$). En segundo lugar, los perros de zonas rurales mostraron una mayor prevalencia (70.54%) en comparación con los perros de zonas urbanas (54.17%), lo que resultó ser estadísticamente significativo ($p<0.01$). El análisis multivariado y la regresión logística identificaron a la trombocitopenia como el predictor más sólido. Los resultados ponen de relieve la importante circulación de *Ehrlichia canis* en la región, lo que refuerza la importancia clínica de las manifestaciones hemorrágicas y los parámetros hematológicos como herramientas de diagnóstico en entornos con pocos recursos. Se recomienda la implementación de programas de vigilancia epidemiológica, control de vectores y educación comunitaria con el fin de reducir el impacto de esta enfermedad en la salud animal y pública.

Palabras clave: *Rickettsia*; Inmunocromatografía; Epidemiología; Hemoparásito; Zoonosis; Análisis de correspondencias múltiples; Regresión logística.

ABSTRACT

Seroprevalence of *Ehrlichia canis* in clinically suspect dogs and its association with clinical and social factors in urban and rural áreas of north-central Mexico

Mario Cuauhtémoc Cárdenas Arias

Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dr. Rafael Rodríguez Martínez

Asesor principal

The objective of this study was to estimate the seroprevalence of *Ehrlichia canis* in clinically suspected dogs in La Región Laguna, Coahuila, Mexico, analyzing its association with various clinical, hematological, and social variables. The present study focuses on the veterinary care provided to a total of 249 dogs during the period between August 2023 and November 2024. An immunochromatographic test was performed to detect antibodies. The observed seroprevalence was 63.9% (n= 156). First, statistically significant associations were identified with the presence of clinical signs of hemorrhage (77.33%; OR= 5.03; p<0.001), anemia (81.25%; OR= 4.17; p<0.001), and thrombocytopenia (96.26%; OR= 43.24; p<0.001). Second, dogs from rural areas showed a higher prevalence (70.54%) compared to dogs from urban areas (54.17%), which was statistically significant (p<0.01). Multivariate analysis and logistic regression identified thrombocytopenia as the strongest predictor. The results highlight the significant circulation of *Ehrlichia canis* in the region, reinforcing the clinical importance of hemorrhagic manifestations and hematological parameters as diagnostic tools in low-resource settings. The implementation of epidemiological surveillance, vector control, and community education programs is recommended to reduce the impact of this disease on animal and public health.

Keywords: *Rickettsia*; Immunochromatography; Epidemiology; Hemoparasite; Zoonosis; Multiple correspondence analysis; Logistic regression.

INTRODUCCIÓN

El calentamiento global experimentado en las últimas décadas ha provocado variaciones bruscas en los patrones de temperatura, precipitaciones e inundaciones (Kopsco *et al.*, 2023; Middleton *et al.*, 2024; Motaghipisheh *et al.*, 2016; Ruiz, Velarde, 2024), además estos crean entornos propicios para la proliferación de vectores de enfermedades, en particular de garrapatas (Chakraborty *et al.*, 2023; Makwarela *et al.*, 2024; Villanueva-Saz *et al.*, 2023) y mosquitos (Khovand *et al.*, 2022). Este fenómeno (calentamiento global) se ha relacionado con el aumento en la proliferación de muchas enfermedades, incluidas las que son transmitidas por garrapatas en regiones específicas de todo el mundo (Cordeiro *et al.*, 2023; David *et al.*, 2023; Mccown *et al.*, 2023), incluidos los países desarrollados (Sukara *et al.*, 2023; Wright *et al.*, 2023; Zakham *et al.*, 2023; Zeb *et al.*, 2023). La destrucción de los nichos ecológicos de los vectores debido al cambio medioambiental ha provocado su migración y expansión (Ahmed *et al.*, 2024; Motaghipisheh *et al.*, 2016; Rezaie *et al.*, 2025; Wright *et al.*, 2023).

La aparición y reaparición de estas enfermedades zoonóticas supone una amenaza significativa para la salud pública mundial (Almeida *et al.*, 2023; Boonhoh *et al.*, 2023; David *et al.*, 2023; García-De la Peña *et al.*, 2024; Jayatilaka *et al.*, 2024; Lira-Amaya *et al.*, 2023; Song *et al.*, 2024). Del 2009 al 2015 se consideraba escasa la información sobre las enfermedades zoonóticas que se propagaban en América, lo que suponía un reto importante, dado que estas patologías representan una grave amenaza para la región (Monsalve *et al.*, 2009; Salinas-Meléndez *et al.*, 2015; Spolidorio *et al.*, 2010; Unver *et al.*, 2009). Entre las amenazas identificadas se encuentran las rickettsiosis, causadas por varias especies de *Rickettsia*, que son enfermedades zoonóticas transmitidas por picaduras de artrópodos como garrapatas, piojos, ácaros y pulgas (Ajith *et al.*, 2024; Callejas *et al.*, 2024; Díaz-Corona *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuanchó *et al.*, 2024; Huerto-Medina y Dámaso-Mata, 2015; Rezaie *et al.*, 2025). Su epidemiología se ha relacionado históricamente con un ciclo compuesto por la interacción entre el reservorio, el artrópodo y el vector, así como los seres humanos (Alves-Ribeiro *et al.*, 2024; Castillo *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuanchó *et al.*, 2024; Middleton *et al.*, 2024). La garrapata marrón del perro (*Rhipicephalus sanguineus*) es un vector

biológico de la *Ehrlichiosis*, siendo los cánidos y felinos sus principales huéspedes (Ajith *et al.*, 2024; Alves-Ribeiro *et al.*, 2024; Cabrera-Jaramillo *et al.*, 2022; Callejas *et al.*, 2024; Dokuzeylül *et al.*, 2024; Huerto-Medina y Dámaso-Mata, 2015; Ruiz y Velarde, 2024; Sgroi *et al.*, 2024; Sumpavong *et al.*, 2022; Wongtawan *et al.*, 2024; Zorzo *et al.*, 2023). Además, se ha demostrado que facilita la transmisión de la babesiosis, la hepatozoonosis y la rickettsiosis (Castillo *et al.*, 2024; Díaz-Corona *et al.*, 2024).

En México, la investigación sobre enfermedades zoonóticas, en particular la *Ehrlichiosis*, es extremadamente limitada y poco documentada. La bibliografía existente sobre este tema se limita predominantemente a unos pocos centros urbanos (Dzul-Rosado *et al.*, 2023; García-De la Peña *et al.*, 2024; Lira-Amaya *et al.*, 2023; López-Valencia *et al.*, 2024).

Además, hay una escasez de análisis sobre la asociación entre la prevalencia de la enfermedad y las características o variables específicas de la población (tanto propietarios como mascotas) que podrían ser elementos determinantes para determinar su distribución, establecer posibles grupos de riesgo (Dzul-Rosado *et al.*, 2023; López-Valencia *et al.*, 2024; Rezaie *et al.*, 2025) y servir para establecer medidas específicas de prevención y control en las áreas identificadas para el manejo de la enfermedad (Bonilla-Aldana *et al.*, 2022; Callejas *et al.*, 2024; Castillo *et al.*, 2024; Cordeiro *et al.*, 2023; David *et al.*, 2023; Motaghipisheh *et al.*, 2016; Zakham *et al.*, 2023) teniendo en cuenta que los perros domésticos son los principales transmisores de la enfermedad (Yarce *et al.*, 2015) y que su proximidad a los seres humanos los convierte en un factor esencial en la transmisión potencial (Boonhoh *et al.*, 2023; Dzul-Rosado *et al.*, 2023; Sipin *et al.*, 2023).

A la luz de los hallazgos descritos anteriormente, se llevó a cabo un estudio de seroprevalencia en La Región Laguna, en el estado de Coahuila (México), con el objetivo de determinar la prevalencia de *Ehrlichia canis*. El presente estudio también trató de dilucidar su asociación con diversos factores de riesgo sociales, de salud pública y clínico-hematológicos que son de importancia médica veterinaria.

REVISIÓN DE LITERATURA

Historia

La *Ehrlichiosis* Monocítica Canina y el género *Ehrlichia spp.*, fue descrito por primera vez en 1935 en Argelia, en el Instituto Pasteur, por los investigadores *Donatien y Lestoquard* (Ayan *et al.*, 2024). Sus estudios involucraron perros alojados en dichas instalaciones, infestados por garrapatas y que presentaban un cuadro febril agudo con anemia. En los frotis sanguíneos de estos animales se observaron pequeños microorganismos dentro de los monocitos, a los cuales se les otorgó la posible causa de dicha sintomatología en comparación con los animales que no los tenían (Ajith *et al.*, 2024; López-Valencia *et al.*, 2024; Mobarak *et al.*, 2024).

Inicialmente, este agente fue denominado *Rickettsia canis*, pero en 1945 fue renombrado como *Ehrlichia canis* en honor al bacteriólogo alemán Paul Ehrlich (Yarce *et al.*, 2015).

A lo largo del tiempo se han identificado diversas especies de *Ehrlichia* en animales domésticos. En la década de 1960, perros militares desplegados en Vietnam presentaron una enfermedad caracterizada por hemorragias, pérdida de peso severa y alta mortalidad, conocida como “pancitopenia tropical canina”, este nombre fue debido al sitio donde se descubrió dicho padecimiento, la causa de este problema se atribuyó posteriormente a *E. canis*. El interés en la investigación sobre *Ehrlichia* continuó de forma constante hasta 1986, cuando en Estados Unidos se reportó una enfermedad humana previamente desconocida, causada por un organismo relacionado con *E. canis* debido a su parecido microscópico y sintomático en pacientes afectados, descubriendo a *Ehrlichia chaffensis*, causante de la llamada “*Ehrlichiosis* Monocítica Humana”. Este hallazgo aceleró las investigaciones sobre las especies del género *Ehrlichia* y las enfermedades que la producen (El Hamiani Khatat *et al.*, 2021).

Taxonomía

Las especies pertenecientes al género *Ehrlichia spp.*, forman parte del grupo de las *rickettsias* y están clasificadas dentro de la familia *Anaplasmataceae*. Se trata de bacterias gramnegativas, pleomórficas e intracelulares, aunque hay autores que la señalan como un parásito sanguíneo (Ajith *et al.*, 2024; Alves-Ribeiro *et al.*, 2024; Ayan *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuancho *et al.*,

2024; López-Valencia *et al.*, 2024). En esta familia se incluyen, además de *Ehrlichia*, los géneros *Anaplasma* y *Neorickettsia*, causantes también de una sintomatología muy parecida a la primera mencionada (Díaz-Corona *et al.*, 2024; El Hamiani Khatat *et al.*, 2021; Ruiz, Velarde, 2024). Estas alfa-proteobacterias muestran un marcado tropismo por células sanguíneas, como eritrocitos y leucocitos (Ajith *et al.*, 2024; Ayan *et al.*, 2024; Bhowmik *et al.*, 2024; Callejas *et al.*, 2024; López-Valencia *et al.*, 2024; Wongtawan *et al.*, 2024). De acuerdo con la línea celular infectada, la infección se clasifica en “*Ehrlichiosis* monocítica”, “*Ehrlichiosis* granulocítica” o “*Ehrlichiosis* trombocítica” (Ayan *et al.*, 2024; Bhowmik *et al.*, 2024; López-Valencia *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2014).

Aunque presentan una pared celular estructuralmente similar a la de otras bacterias gramnegativas, estas rickettsias carecen de lipopolisacáridos (LPS) y de una capa típica de peptidoglicanos. A diferencia del género *Rickettsia*, las bacterias del género *Ehrlichia* permanecen dentro de vacuolas en el citoplasma del leucocito, lo que permite la formación de mórulas visibles mediante microscopía (Patel *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2014).

Especies del género *Ehrlichia* spp

Diversas especies del género *Ehrlichia* afectan a mamíferos, destacando principalmente *Ehrlichia canis*, responsable de la “*Ehrlichiosis* Monocítica” en perros (Alves-Ribeiro *et al.*, 2024; Patel *et al.*, 2024). Otra especie importante es *Ehrlichia chaffeensis*, identificada en humanos, perros, coyotes, cabras y venados (Bhowmik *et al.*, 2024; Díaz-Corona *et al.*, 2024; López-Valencia *et al.*, 2024). *Ehrlichia ewingii* causa “*Ehrlichiosis* Granulocítica” tanto en perros como en humanos, mientras que *Ehrlichia risticii*, asociada a “*Ehrlichiosis* Monocítica Equina”, ha sido reclasificada como *Neorickettsia risticii* (Ayan *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuacho *et al.*, 2024). Asimismo, *Anaplasma platys*, antes conocida como *Ehrlichia platys*, es el agente causante de la “Trombocitopenia Cíclica Infecciosa Canina”. También se ha registrado la presencia de *Anaplasma phagocytophilum*, causante de la “Anaplasmosis Granulocítica” en perros y humanos, enfermedad previamente denominada “*Ehrlichiosis* Granulocítica Humana” (Ayan *et al.*, 2024; Bhowmik *et al.*, 2024; Kabir *et al.*, 2024; López-Valencia *et al.*, 2024; Ruiz, Velarde, 2024; Wongtawan *et al.*, 2024). Además de estas, otras enfermedades vectoriales

relevantes en perros incluyen babesiosis, hepatozoonosis y bartonelosis (Ajith *et al.*, 2024; Castillo *et al.*, 2024; Checa *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuanchu *et al.*, 2024; Wongtawan *et al.*, 2024).

Históricamente, varias bacterias fueron clasificadas dentro del género *Ehrlichia*. Sin embargo, análisis genéticos basados en la secuencia del *locus* 16S *rRNA* llevaron a la reorganización y reclasificación de antiguas especies, reubicándolas en otros géneros y ampliando el género *Ehrlichia* con nuevas bacterias relacionadas (Dumler *et al.*, 2001).

Distribución

En América Latina, aunque existen descripciones detalladas sobre estas enfermedades desde la primera mitad del siglo XX, hubo un período prolongado de escasa investigación hasta hace pocos años, esto debido al poco conocimiento a causa de su amplia e inespecífica sintomatología (Ruiz, Velarde, 2024).

La garrapata *Rhipicephalus sanguineus*, conocida comúnmente como la “garrapata marrón del perro” (Ajith *et al.*, 2024; Borges *et al.*, 2023; Callejas *et al.*, 2024; Ruiz, Velarde, 2024) es originaria de África y está adaptada a ambientes cálidos y secos (Ajith *et al.*, 2024). Esta especie frecuenta perreras y hogares, provocando picaduras, las cuales pueden ser muy irritantes y, en infestaciones severas, causar pérdidas significativas de sangre. Además, *R. sanguineus* actúa como vector intermediario de la gran mayoría de *rickettsias*, entre ellas *Ehrlichia canis* (Callejas *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuanchu *et al.*, 2024), distribuyéndose abundantemente en áreas rurales y urbanas (Motaghipisheh *et al.*, 2016; Salinas-Meléndez *et al.*, 2015; Sobalbarro-Figueroa *et al.*, 2020).

Dentro de los países tropicales de América, la especie más comúnmente reportada de *Ehrlichia* en vertebrados es *Ehrlichia canis*, siendo los perros los más afectados debido a su predilección (Spolidorio *et al.*, 2010). Estudios globales confirman la amplia distribución geográfica de estas enfermedades, con casos reportados en países como Italia, Costa Rica, Ecuador, Paraguay, Perú, España, Francia, Grecia, Egipto, Israel, Venezuela, Estados Unidos, Argentina, Brasil, el sureste de Tailandia y México, entre otros, así como la distribución mundial de diversos genotipos de *Ehrlichia canis* (Figura 1) (Alves-Ribeiro *et al.*, 2024; Baxarias *et al.*, 2018; Bhowmik *et al.*, 2024; Dolz

et al., 2013; Mobarak et al., 2024; Paulino et al., 2013; Unver et al., 2009; Wongtawan et al., 2024).

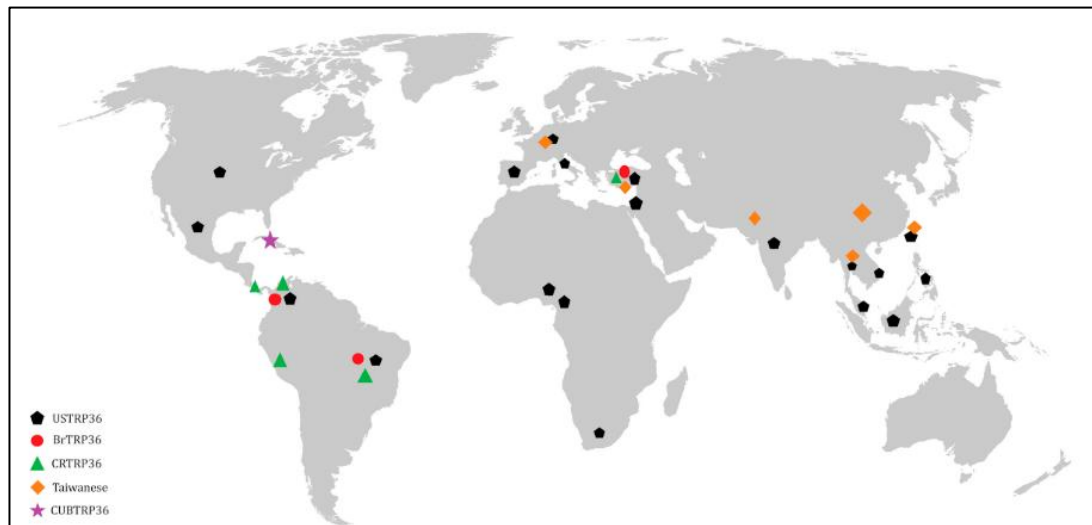


Figura 1. Distribución geográfica de los genogrupos de *Ehrlichia canis* basada en los genes *Tandem Repeat Proteins 36* (TRP36) descritos en la literatura hasta 2024 como genotipos: estadounidense (USTRP36), brasileño (BrTRP36), costarricense (CRTRP36), Taiwanés y cubano (CUBTRP36). [gráfico original en inglés]. Tomado de Alves-Ribeiro et al. (2024).

En México, se han documentado casos principalmente en estados del norte. Por ejemplo, en Cajeme, Sonora, la prevalencia determinada por PCR es del 10.58%; en la región de “La Comarca Lagunera” alcanza un 31%, y en Ciudad Juárez, Chihuahua, se reporta un 24.74% (López-Valencia et al., 2024).

En los países tropicales de América, las áreas endémicas reportan tanto casos humanos como caninos de *Ehrlichiosis* (Espinoza-Carhuacho et al., 2024). En Cuba, la presencia de *R. sanguineus* se concentra en la región occidental, principalmente en las provincias de La Habana, Mayabeque y Pinar del Río. Estudios han detectado la presencia de varios patógenos transmitidos por garrapatas (“TBP”, por sus siglas en inglés) en perros cubanos, incluyendo: *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis*, *Hepatozoon canis*, *Rickettsia felis*, *Mycoplasma haemocanis* y *Candidatus Mycoplasma haematoparvum*. También se han identificado *Babesia vogeli* y *Rickettsia amblyommatis* en garrapatas *R. sanguineus* y *Amblyomma mixtum* recolectadas en perros (Castillo et al., 2024; Díaz-Corona et al., 2024).

En India, la *Ehrlichiosis* canina es prevalente, especialmente en el estado tropical de Kerala, donde las condiciones climáticas favorecen la actividad de los vectores (Ajith et al., 2024).

En Perú, la *Ehrlichiosis* canina fue identificada por primera vez en 1982 y desde entonces ha mostrado un aumento considerable en su incidencia. En Lima Metropolitana, la prevalencia reportada varía según la zona: 4.05% en el norte, 11.5% en el centro, 33.78% en el sur, 43.24% en el este y 7.43% en el oeste. Distritos como Chorrillos, La Molina y San Juan de Miraflores registraron un 16.5% de casos positivos en 2001. Estudios posteriores mostraron un aumento a 31.1% en 2019 y hasta 59.4% en la zona norte en 2020. También se reportó una prevalencia del 29.2% para *Anaplasma platys* en estudios recientes en Lima Metropolitana (Ruiz, Velarde, 2024).

Ciclo biológico y transmisión

La replicación de *Ehrlichia canis* en las células infectadas ocurre mediante fisión binaria. Entre los tres y cinco días posteriores a la infección, se forman pequeños grupos de cuerpos elementales denominados cuerpos iniciales, que son inclusiones pleomórficas con un tamaño de 1.4 a dos micras. Durante los siguientes siete a 12 días, estos microorganismos continúan replicándose y creciendo, formando estructuras mayores a dos micras, conocidas como mórulas, las cuales están rodeadas por una membrana que contiene un número variable de hasta 40 cuerpos elementales. La liberación de estos cuerpos elementales, que ocurre cuando el citoplasma de la célula hospedadora se llena de microorganismos, se produce por la destrucción celular, permitiendo la infección de nuevas células (López-Valencia *et al.*, 2024). El ciclo completo desde la invasión hasta la liberación dura entre 12 y 28 días (Baxarias *et al.*, 2018).

La transmisión de *Ehrlichia* en las garrapatas es trans-estadial, lo que significa que el parásito es adquirido en la etapa de larva o ninfa y transmitido cuando la garrapata madura a ninfa o adulto. Al alimentarse de un nuevo huésped, la garrapata portadora transmite el parásito a través de su saliva (Espinoza-Carhuacho *et al.*, 2024). Además, la infección puede ocurrir mediante transfusiones sanguíneas si el donador está infectado.

Luego de la infestación, el período de incubación es de aproximadamente dos a tres semanas, seguido por la fase subclínica y, posteriormente, la fase crónica (Espinoza-Carhuacho *et al.*, 2024; Patel *et al.*, 2024). Dentro del animal, la infección se disemina por vía sanguínea o linfática a través de las

células mononucleares infectadas, alcanzando diversos órganos y sistemas (Adrianzén *et al.*, 2003).

Patogenia y presentación clínica

La *Ehrlichiosis* canina se caracteriza por presentar un cuadro clínico inespecífico, cuyos signos pueden confundirse con múltiples enfermedades y no necesariamente se manifiestan de forma simultánea durante el desarrollo de la infección (Ayan *et al.*, 2024; Bhowmik *et al.*, 2024; Castillo *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuanchó *et al.*, 2024; Patel *et al.*, 2024; Wongtawan *et al.*, 2024). La manifestación clínica varía según el individuo afectado y la etapa en la que se encuentre la enfermedad (Espinoza-Carhuanchó *et al.*, 2024). Se reconocen tres fases en la evolución de la *Ehrlichiosis*: aguda, subclínica y crónica, cada una con diferente gravedad (Patel *et al.*, 2024).

Durante la fase aguda, que suele presentarse semanas después de la infección y puede durar hasta un mes, se observan principalmente fiebre y alteraciones hematológicas (Wongtawan *et al.*, 2024). En esta etapa, los signos clínicos pueden ser leves y poco específicos, aunque en algunos casos pueden ser severos y poner en riesgo la vida del animal. Los cambios hematológicos más comunes incluyen trombocitopenia, leucopenia y anemia variable (Ajith *et al.*, 2024; Ayan *et al.*, 2024; Wongtawan *et al.*, 2024). Además, se pueden presentar síntomas como pérdida de peso, anorexia, letargia, hipertermia o fiebre ($>41^{\circ}\text{C}$), linfadenomegalia, exudados oculares y nasales serosos o purulentos, hemorragias, petequias y dificultad respiratoria; en casos graves, puede ocurrir la muerte (Castillo *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuanchó *et al.*, 2024; Patel *et al.*, 2024). Durante este periodo, es común observar la presencia de garrapatas en los animales, si no han sido eliminadas (Baxarias *et al.*, 2018; Mobarak *et al.*, 2024).

La fase subclínica, también conocida como asintomática, puede prolongarse desde semanas hasta varios años (Patel *et al.*, 2024). En esta etapa, la infección por *Ehrlichia* persiste con una trombocitopenia leve, aunque el animal recupera el peso perdido y la temperatura corporal vuelve a la normalidad (Baxarias *et al.*, 2018; Mobarak *et al.*, 2024). Algunos perros pueden eliminar el parásito si su sistema inmunológico es competente, pero en muchos casos el microorganismo persiste debido a mecanismos de evasión inmunológica aún poco comprendidos (Ajith *et al.*, 2024). Estos

pacientes pueden permanecer como portadores sanos hasta durante tres años, tras lo cual pueden desarrollar la fase crónica (Baxarias *et al.*, 2018; Mobarak *et al.*, 2024; Patel *et al.*, 2024).

La fase crónica representa la etapa más grave y potencialmente fatal de la enfermedad (Ajith *et al.*, 2024). Se caracteriza por una disminución en la producción de células sanguíneas en la médula ósea y la aparición de respuestas inmunológicas complejas. Entre los días cuatro y siete después de la infección, se detectan anticuerpos IgM e IgA, mientras que la IgG aumenta a partir del día 15. Sin embargo, esta respuesta humoral no logra eliminar eficazmente al microorganismo intracelular y no protege contra reinfecciones, además de contribuir a la progresión de la enfermedad mediante mecanismos inmunopatológicos (Mobarak *et al.*, 2024). El signo más característico de esta fase es el fallo multiorgánico (Ajith *et al.*, 2024; Baxarias *et al.*, 2018; Patel *et al.*, 2024; Tzu-Yi *et al.*, 2024). Entre las manifestaciones se incluye una nefropatía por depósito de inmunocomplejos en los capilares glomerulares que provoca proteinuria y edema en la región ventral del cuerpo, como extremidades y escroto (Wongtawan *et al.*, 2024). También se observa disnea causada por edema pulmonar, hepatomegalia, esplenomegalia, linfadenopatía, y alteraciones neuromusculares debido a inflamación o hemorragias meníngeas. Las cojeras y rigidez en la marcha se atribuyen a depósitos inmunes en las articulaciones (Baxarias *et al.*, 2018). La infección puede mantenerse activa incluso con tratamiento (Ajith *et al.*, 2024).

Los signos neurológicos pueden presentarse en las fases aguda y crónica, asociados a hemorragias, infiltración celular y compresión perivascular meníngea. Entre ellos destacan la polimiositis con tetraparesia progresiva, hiporreflexia y pérdida muscular. La poliartropatía causa claudicación y rigidez. El análisis del líquido cefalorraquídeo en casos neurológicos muestra proteínas elevadas y pleocitosis mononuclear con predominio de linfocitos y células plasmáticas. En líquido sinovial con artritis se observa coloración amarillenta, aumento de proteínas y recuento celular con neutrófilos maduros predominantes (Kaewmongkol *et al.*, 2016). En raras ocasiones, se pueden visualizar mórulas en ambos líquidos.

Por último, las alteraciones oftalmológicas son comunes en *Ehrlichiosis*, manifestándose como conjuntivitis, glaucoma, cataratas, uveítis anterior

bilateral, hifema, papiledema, escleritis necrosante, tortuosidad vascular retiniana y lesiones coriorretinales focales. Los signos más frecuentes incluyen blefaroespasmos y fotofobia, y en algunos casos puede haber desprendimiento de retina y ceguera por hemorragias subretinales (Fonseca *et al.*, 2015).

Diagnóstico

Hematología: el hemograma completo continúa siendo una herramienta esencial para el diagnóstico de esta patología, ya que permite correlacionar las manifestaciones clínicas asociadas a *Ehrlichia* (Ayan *et al.*, 2024; Chala, Hamde, 2021; Mobarak *et al.*, 2024; Ruiz, Velarde, 2024; Tzu-Yi *et al.*, 2024; Ybañez *et al.*, 2012). Es frecuente encontrar leucopenia y anemia moderada, caracterizada por ser normocítica, normocrómica y no regenerativa. La trombocitopenia severa, junto con leucopenia y anemia, son hallazgos predominantes en la fase crónica de la *Ehrlichiosis* canina (Ayan *et al.*, 2024). Tras la disminución en el número de plaquetas, se observa un incremento significativo en el volumen plaquetario medio, indicador de una trombopoyesis activa (Tzu-Yi *et al.*, 2024).

Bioquímica sanguínea: entre las alteraciones bioquímicas más comunes destacan la hipoalbuminemia, hiperglobulinemia e hipergamaglobulinemia. También puede observarse un aumento temporal y moderado en las enzimas aminotransferasas y fosfatasa alcalina. Asimismo, se pueden presentar elevaciones en la creatinina sérica y el nitrógeno ureico no proteico (Mobarak *et al.*, 2024).

Estudios patológicos: los análisis realizados en un canino procedente de Nuevo México revelaron hallazgos como palidez en las membranas mucosas, linfadenopatía, esplenomegalia, ascitis, congestión y la presencia de petequias y equimosis en órganos como el hígado, pulmones, bazo, corazón, riñones y ganglios linfáticos, entre otros hallazgos (Figura 2) (Ayan *et al.*, 2024; Unver *et al.*, 2009).

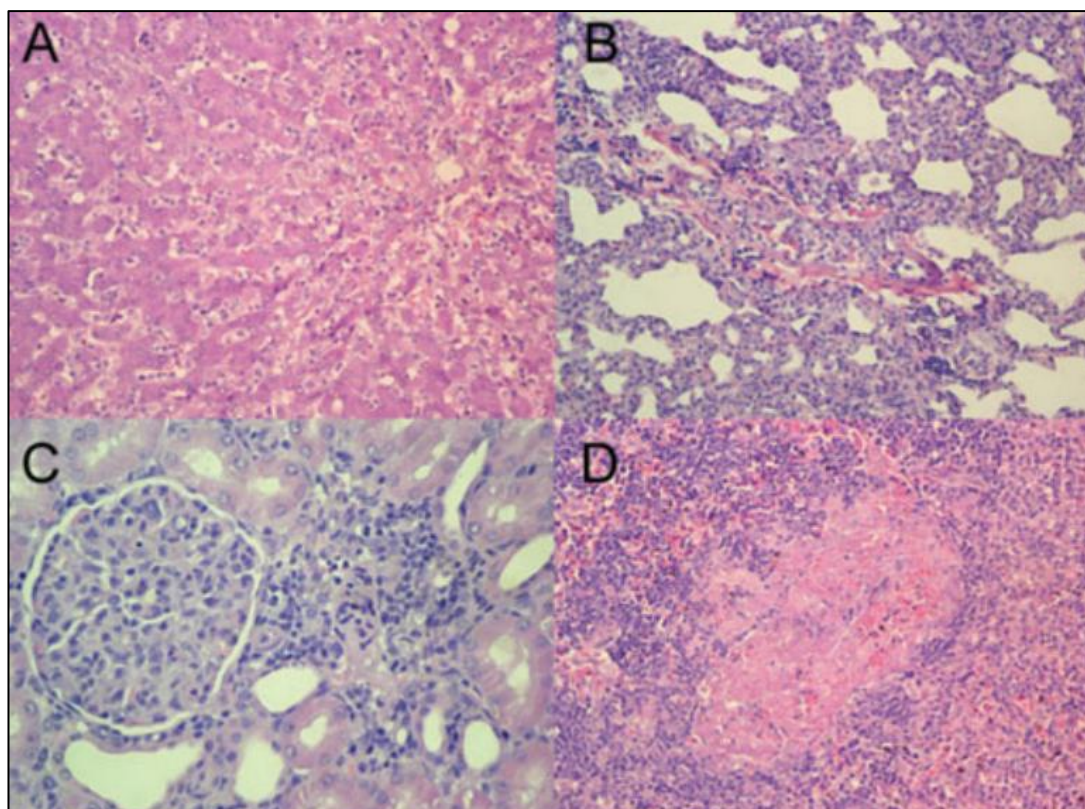


Figura 2. Lesiones histopatológicas más frecuentemente encontradas en pacientes caninos al momento de la necropsia después de haber cursado por un cuadro crónico de infección por *Ehrlichia canis*. (A) Hígado: necrosis centrolobulillar grave, dilatación sinusoidal, hiperemia, degeneración leve en los hepatocitos e infiltración celular plasmocítica-linfocítica; (B) Pulmones: infiltración celular mononuclear prominente en los septos interalveolares y vasculitis; (C) Riñón: infiltración celular plasmocítica-linfocítica, especialmente en la región periglomerular; (D) Bazo: necrosis en los centros germinales y un aumento moderado de las células plasmocíticas-linfocíticas con hiperemia. Tomado de Unver *et al.* (2009).

Diagnóstico microscópico del agente etiológico

El examen directo por frotis consiste en la elaboración de una extensión de sangre sobre un portaobjetos, con el propósito de identificar al microscopio estructuras intracelulares compatibles con *Ehrlichia spp.* (López-Valencia *et al.*, 2024), específicamente en monocitos y otros leucocitos (Mobarak *et al.*, 2024; Wongtawan *et al.*, 2024). Este procedimiento es simple, económico y rápido; sin embargo, su sensibilidad es limitada, ya que solo permite identificar mórulas intracitoplasmáticas de *E. canis* en alrededor del 4% de los casos agudos, sin tomar en cuenta que la mayoría de los hallazgos “morulares” pueden considerarse resultados “falsos positivos”, esto debido a su gran parecido a los encontrados en otros microorganismos de esta o diferente pero semejante índole (Figura 3) (Harrus *et al.*, 2004; Patel *et al.*, 2024).



Figura 3. Fotomicrografías de un frotis de sangre periférica, la cual muestra gametocitos de *Hepatozoon canis* (flecha verde) y mórulas de *Ehrlichia canis* (flecha roja) en una célula anónucleada (Diff-Quik $\times 1000$). Tomado de Sukara *et al.* (2023).

Para su preparación, se utiliza sangre anticoagulada, a partir de la cual se realiza un frotis delgado. Luego se tiñe con coloración Giemsa diluida en agua tamponada durante 30 a 40 minutos. Posteriormente, las láminas se enjuagan con agua corriente y se dejan secar al aire. El análisis se realiza mediante microscopía óptica con lente y aceite de inmersión (100X), buscando estructuras morfológicamente características de hemoparásitos transmitidos por garrapatas. Si, tras evaluar al menos 50 campos microscópicos, no se observan parásitos, la muestra se considera negativa (Bhowmik *et al.*, 2024). En ocasiones, los macrófagos presentan múltiples cuerpos de inclusión con tamaños variables, generando vacuolas intracelulares semejantes a las típicas mórulas observadas en la “*Ehrlichiosis Monocítica Canina*” (Mobarak *et al.*, 2024).

A pesar de su utilidad inicial, el frotis sanguíneo ha sido relegado por métodos más modernos, ya que su precisión depende en gran medida de la experiencia del observador y requiere un tiempo considerable de análisis (Patel *et al.*, 2024).

Diagnóstico serológico: las pruebas serológicas son las más utilizadas para confirmar infecciones por *Ehrlichia spp.*, ya que identifican la respuesta inmune del huésped a través de la detección de anticuerpos, en lugar del patógeno en sí (Ayan *et al.*, 2024; Patel *et al.*, 2024; Ruiz y Velarde, 2024).

Una de las técnicas más aceptadas es la inmunocromatografía indirecta, que puede detectar anticuerpos a partir del séptimo día postinfección, aunque en algunos casos la seroconversión puede tardar hasta 28 días. Por ello, si el resultado inicial es negativo, se recomienda repetir la prueba entre dos y tres semanas después (Patel *et al.*, 2024). Tras el tratamiento, los títulos de anticuerpos suelen disminuir progresivamente hasta volverse indetectables en un periodo de seis a nueve meses. No obstante, ciertos individuos mantienen títulos elevados de por vida, sin que esto implique persistencia del microorganismo, por lo que se considera recuperación clínica cuando se normalizan parámetros como trombocitopenia, hiperglobulinemia y otras alteraciones de laboratorio (Chakraborty *et al.*, 2023; Mobarak *et al.*, 2024).

La inmunofluorescencia indirecta (IFI) permite detectar anticuerpos generados por el organismo frente al patógeno (al igual que el uso de la inmunocromatografía indirecta y el total de las pruebas serológicas) (Patel *et al.*, 2024). Aunque es una técnica precisa, su costo elevado y la necesidad de personal entrenado limitan su uso como prueba inicial en clínicas veterinarias convencionales (Allison y Little, 2013).

Otro método ampliamente utilizado es el ensayo inmunoenzimático (*ELISA*), que se basa en la detección de antígenos adheridos a una superficie sólida, utilizando anticuerpos específicos cuya interacción genera un cambio medible, generalmente por coloración (al igual que en el diagnóstico por inmunocromatografía indirecta) (Patel *et al.*, 2024). En veterinaria, la prueba rápida *SNAP 3DX/4DX* (*IDEXX Laboratories*) es una de las más utilizadas, y está basada en este principio (Allison y Little, 2013; Wongtawan *et al.*, 2024).

Diagnóstico molecular: la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (*PCR*) permite identificar material genético del patógeno en muestras de sangre, así como en hospedadores y vectores, como las garrapatas. Además, la secuenciación genética posterior ayuda a confirmar la especie de *Ehrlichia* implicada. Esta metodología es especialmente útil en etapas tempranas de la infección, incluso antes de la aparición de anticuerpos (Mobarak *et al.*, 2024; Patel *et al.*, 2024; Ruiz y Velarde, 2024; Wongtawan *et al.*, 2024). La *PCR* también permite establecer el estado de portador en animales y diferenciar especies del género *Ehrlichia* (Díaz-Corona *et al.*, 2024; Dolz *et al.*, 2013). En particular y de ejemplo: la identificación de *E. ewingii*, la cual no puede

cultivarse en laboratorio, ya que solo es posible su diagnóstico mediante herramientas moleculares (Dolz *et al.*, 2013; Wongtawan *et al.*, 2024).

Una limitación importante de la *PCR* es su propensión para generar resultados falsos negativos o positivos, especialmente cuando la concentración de antígenos circulantes es muy baja.

Caracterización inmunomolecular: este es un método diagnóstico emergente que se fundamenta en la detección de anticuerpos dirigidos contra epítomos específicos generados por el patógeno o sus fragmentos antigénicos, lo cual permite una identificación más precisa del tipo de respuesta inmune del hospedador (Patel *et al.*, 2024).

Sin importar cual método diagnóstico sea utilizado, siempre debemos tomar en cuenta la sensibilidad y especificidad de la prueba, para así poder otorgar mayor seguridad a la hora de realizar los estudios. Cada prueba diagnóstica utilizada previamente es evaluada mediante ensayos de prueba y error, otorgando dichos porcentajes.

Para realizar de manera posterior un estudio epidemiológico de carácter investigativo y obtener la llamada “prevalencia real” (la cual es la presencia de la enfermedad en la región usando esa prueba diagnóstica específica), frente a la “prevalencia aparente” (que es solo la presencia de la enfermedad en general en la zona sin importar el método diagnóstico utilizado) es necesario realizar cálculos estadísticos específicos o bien usar programas estadísticos adecuados (de uso epidemiológico), por ejemplo *WinEpi2.0* (Cárdenas-Arias *et al.*, 2025).

Diagnóstico diferencial

Dado que la *Ehrlichiosis canina* presenta un cuadro clínico altamente variable y poco específico, es fundamental diferenciarla de otras enfermedades que comparten signos similares. Entre las principales patologías a considerar en el diagnóstico diferencial se encuentran el mieloma múltiple, linfoma, leucemia linfocítica crónica, lupus eritematoso sistémico, leptospirosis, intoxicación por anticoagulantes (como la Warfarina) y moquillo canino, entre muchas otras. Sin embargo, la entidad que con mayor frecuencia puede confundirse con *Ehrlichia canis* es la *Leishmaniosis canina*, ya que ambas enfermedades comparten manifestaciones clínicas como hemorragias, letargo,

linfadenopatía, pérdida de peso y uveítis, lo que dificulta su diferenciación (Castillo *et al.*, 2024).

Tratamiento

La terapia antibiótica de elección contra *Ehrlichia canis* se basa en el uso de tetraciclinas, siendo la doxiciclina la más comúnmente empleada (Espinoza-Carhuancho *et al.*, 2024). Esta clase de antibióticos actúa inhibiendo el desarrollo y la multiplicación de bacterias tanto grampositivas, gramnegativas y la mayoría de los hemoparásitos. Se administra habitualmente a una dosis de 5 mg/kg cada 12 horas, o bien 10 mg/kg una vez al día, por un periodo continuo de 28 a 30 días, aunque hay artículos diversos que estiman la medicación por hasta 60 días en casos resistentes. Según Harrus *et al.* (2004) se demostró que el uso de la doxiciclina como monoterapia tiene gran eficacia contra la presencia del agente patógeno de *Ehrlichia canis* y su acción más específica, la destrucción plaquetaria, obteniendo mejoría en este analito sanguíneo a tan solo cinco días post-tratamiento (Figura 4).

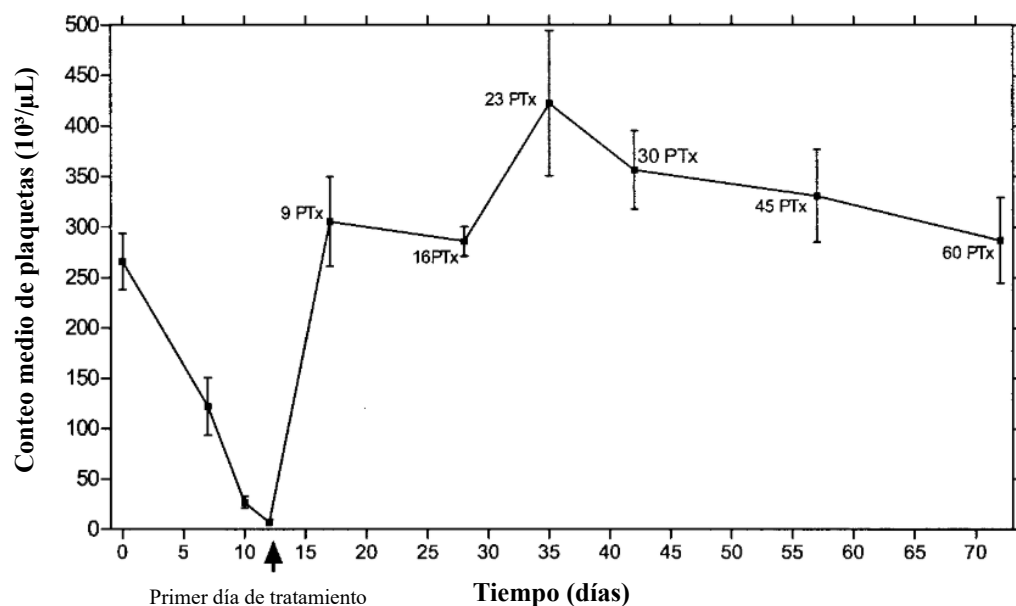
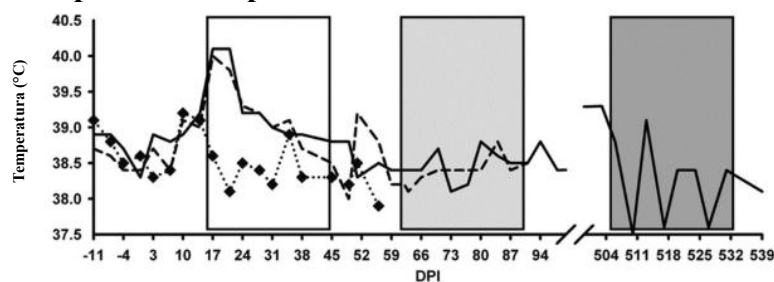


Figura 4. Media y error estándar del recuento plaquetario de cinco perros infectados experimentalmente con *E. canis*. El día cero se define como el día de la inoculación. Todos los perros fueron tratados con doxiciclina (10 mg/kg de peso corporal cada 24 h durante 60 días) a partir del día 12 tras la infección. [gráfico original en inglés]. Tomado de Harrus *et al.* (2004).

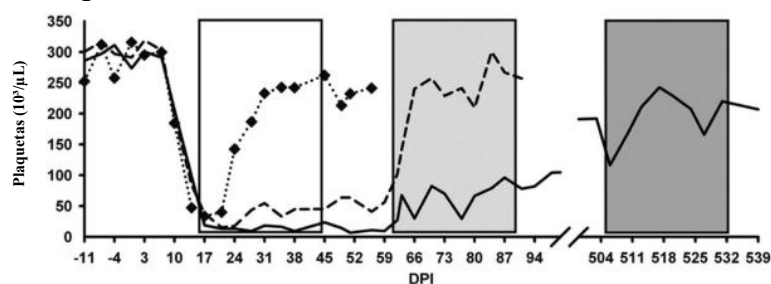
Al igual que McClure *et al.* (2010), quien no solo midió el parámetro antes mencionado (conteo plaquetario) en una monoterapia con doxiciclina a un solo

grupo de pacientes durante 60 días, sino que lo hizo a tres grupos de pacientes en distintas fases de la enfermedad (fase aguda, subclínica y crónica de *Ehrlichiosis canina*), midiendo la temperatura corporal, plaquetas, leucocitos y hematocrito, demostrando con esto la enorme mejoría al monoterapiamiento con doxiciclina sin importar la fase en la que el paciente se encontraba (Figura 5).

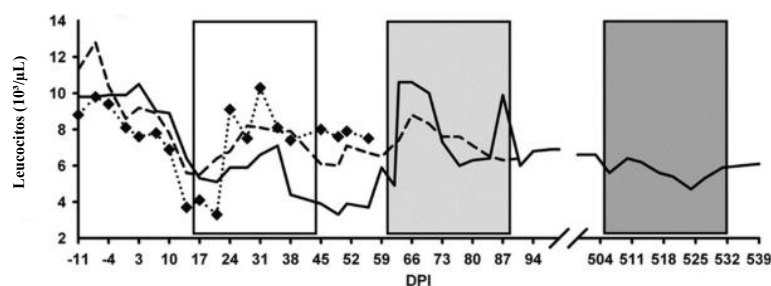
Temperatura corporal



Plaqueta



Leucocitos



Hematocrit

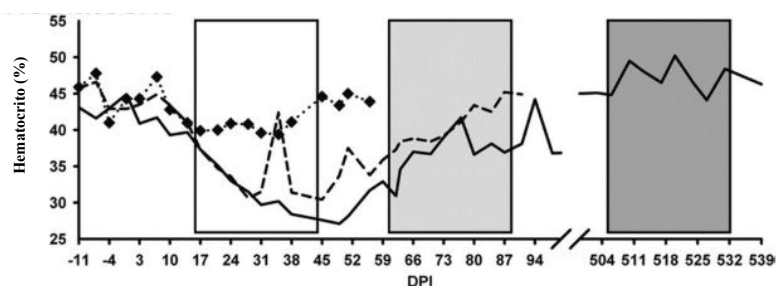


Figura 5. Respuestas clínicas al tratamiento con doxiciclina en perros tratados durante diferentes fases de la *Ehrlichiosis*. Los perros fueron inoculados con sangre de un portador infectado de forma persistente por *E. canis* el día cero, y se inició el tratamiento con doxiciclina durante la fase aguda (16 DPI), subclínica (62 DPI) o crónica (505 DPI) de la *Ehrlichiosis*. Cada panel (de arriba abajo) ilustra, respectivamente, los valores de temperatura rectal, plaquetas, glóbulos blancos o hematocrito. Las líneas punteadas, discontinuas o continuas representan a los perros tratados durante la fase aguda, subclínica y crónica, respectivamente. Los rectángulos abiertos, gris claro y gris oscuro representan los períodos de tratamiento durante las fases aguda, subclínica y crónica, respectivamente. DPI: Días Post-Infección. [gráfico original en inglés]. Tomado de McClure *et al.* (2010).

La combinación de tetraciclinas con dipropionato de imidocarb (aplicando este una vez cada 15 días por tres a cuatro aplicaciones en total) potencia la eficacia del tratamiento, particularmente en casos de coinfección con *Babesia*, ya que esta última reduce la efectividad de la doxiciclina de forma significativa, observándose un agravamiento en los parámetros clínico-laboratoriales, conocer que patógeno específico está afectando a la mascota es de mucha ayuda, ya que la oxitetraciclina tiene mejor efecto antimicrobiano contra *Babesia* que contra *Ehrlichia*, y la doxiciclina lo es más para *Ehrlichia* que para *Babesia*, por lo que algunos autores recomiendan el uso concomitante de ambos antimicrobianos (Wongtawan *et al.*, 2024).

El imidocarb es bien tolerado y útil cuando hay recaídas o una respuesta inadecuada a la terapia con tetraciclinas. Su aplicación puede hacerse a razón de 5 mg/kg por vía subcutánea. Un protocolo alternativo sugiere espaciar la aplicación de este medicamento en dos o tres aplicaciones con un largo 12 semanas de tiempo entre cada una. Antes de su uso, se recomienda la administración preventiva de sulfato de atropina (0.025 mg/kg) para contrarrestar los efectos colinérgicos adversos como salivación excesiva, dificultad respiratoria, diarrea o exudado nasal, aunque no se ha demostrado gran cambio y respuesta si no se aplica.

En casos de anemia severa, se aconseja la transfusión de plasma rico en plaquetas, mientras que la deshidratación debe tratarse mediante terapia de fluidos. Esta terapia de fluidos debe hacerse siempre con mucho cuidado, ya que la mayoría de los pacientes están hemodinámicamente inestables, y cualquier cambio en la homeostasis vascular, presiones oncótica y osmótica y presión arterial, pueden desencadenar factores pro-inflamatorios o

complejos autoinmunes indeseables. Cuando se detecta trombocitopenia grave que amenaza la vida del paciente, pueden usarse corticosteroides como la prednisona o prednisolona a dosis inmunosupresoras (2-4mg/kg) durante un lapso corto (de dos a siete días), recordando reducir progresivamente la dosis para evitar efectos adversos sobre el eje adrenal. También son recomendados en casos con poliartritis o meningitis (Baxarias *et al.*, 2018). Aunque existen otras opciones terapéuticas como la enrofloxacin y cloranfenicol, sus resultados son variables. En ciertos casos, se ha empleado un esquema secuencial de doxiciclina seguida por rifampicina con el objetivo de erradicar completamente el agente infeccioso, aunque sin muchos beneficios (McClure *et al.*, 2010).

La azitromicina ha sido evaluada en perros naturalmente infectados con *Ehrlichia canis*, debido a su reconocida eficacia en medicina humana frente a infecciones por *Rickettsia* (Bhowmik *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuanchó *et al.*, 2024). Aunque la bibliografía veterinaria aún es limitada, su uso en animales gestantes, cachorros o en reinfecciones se ha incrementado, debido a su buena tolerabilidad, dosificación simple (una dosis diaria) y menor duración del tratamiento en comparación con la doxiciclina. Estas características lo hacen preferible para muchos tutores de mascotas, frente a esquemas de 21 a 28 o hasta 45-60 días de duración (Wongtawan *et al.*, 2024). A pesar de sus ventajas, algunos estudios han demostrado que la azitromicina no siempre es eficaz (Cantadori *et al.*, 2014), y su éxito es menor en coinfecciones con *Anaplasma* y *Babesia*, para las cuales no existe un monoterapéutico efectivo en términos clínicos y serológicos (Wongtawan *et al.*, 2024).

El enfoque terapéutico debe considerar la recuperación sistémica del paciente, incorporando soporte con aminoácidos, vitaminas (ácido fólico, inositol), antioxidantes como glutatión y silimarina, así como la administración de fluidoterapia, especialmente en perros con compromiso hepático o renal, quienes han mostrado mejorías significativas.

La ivermectina, por su parte, no ha demostrado ser efectiva en el tratamiento de *Ehrlichia canis* (Wongtawan *et al.*, 2024).

Es fundamental aplicar tratamientos oportunos, ya que estos han mostrado resultados positivos en la evolución clínica de los pacientes (Espinoza-Carhuanchó *et al.*, 2024).

Debe evitarse el uso excesivo o inapropiado de antibióticos, debido al riesgo de generar resistencia bacteriana, lo que podría limitar futuras opciones terapéuticas (Wongtawan *et al.*, 2024).

Estrategias de control y prevención

El manejo eficaz de la *Ehrlichia spp.* continúa dependiendo en gran medida del control riguroso de las garrapatas, tanto sobre el huésped como en su entorno. Esta estrategia sigue siendo la forma más eficiente de prevenir la infección, y se lleva a cabo mediante métodos químicos y biológicos. En los perros, se emplean productos orales, pipetas tópicas, baños medicados y collares antiparasitarios. Para el entorno doméstico, se recomienda la aplicación de insecticidas como fipronil, amitraz o piretroides, los cuales han demostrado ser efectivos para eliminar los vectores.

Hasta ahora, no se ha logrado desarrollar una vacuna eficaz contra *Ehrlichia spp.*, una de las posibles razones de este fracaso radica en la ausencia de lipopolisacáridos en la pared celular de la bacteria, lo que dificulta la activación de una respuesta inmunológica adecuada mediante la vacunación. Además, los mecanismos inmunológicos posteriores a la infección dificultan la identificación de proteínas antigénicas relevantes. Aun si se lograra inmunizar contra una especie específica del género, esto no protegería frente a otras variantes. A pesar de ya tener más de tres décadas de investigación, la única vacuna experimental desarrollada ha sido contra *Ehrlichia chaffeensis*, aunque solo en condiciones in vitro y sin generar una respuesta inmunitaria efectiva frente a las proteínas citoplasmáticas del patógeno (Alves-Ribeiro *et al.*, 2024).

En zonas donde la enfermedad es endémica, se ha propuesto el uso profiláctico de bajas dosis de oxitetraciclina (6.6 mg/kg de peso corporal una vez al día). Un ejemplo práctico de esta medida se ha llevado a cabo por la Armada Francesa, que administra 250 mg diarios de oxitetraciclina oral a perros en regiones como Senegal, Costa de Marfil y Yibuti, alcanzando una tasa de fracaso del tratamiento de tan solo 0.9%, “protegiendo” al otro 99.1% de animales sometidos al tratamiento. No obstante, los expertos advierten que esta estrategia, aunque efectiva en el corto plazo, no es sostenible a largo plazo debido al riesgo de generar cepas resistentes de *E. canis*, lo cual dificultaría aún más el tratamiento de los casos clínicos.

Una adecuada tenencia y manejo de mascotas también puede contribuir a reducir el riesgo de infección. Proporcionar a los perros un ambiente limpio, evitar su contacto con animales posiblemente infectados y mantener rutinas higiénicas estrictas entre los propietarios son prácticas fundamentales.

Por otro lado, se ha observado que los perros alimentados con dietas comerciales balanceadas tienden a tener una mejor respuesta inmunológica frente a infecciones en comparación con aquellos alimentados con comida casera. Esto se atribuye a un mejor perfil nutricional, aunque la transmisión de la enfermedad sigue dependiendo directamente de la picadura del vector (Callejas *et al.*, 2024; Huerto-Medina y Dámaso-Mata, 2015), por esta razón, el monitoreo continuo de enfermedades zoonóticas en animales reservorios es vital para formular estrategias de prevención eficaces, sobre todo ante la ausencia de una vacuna preventiva eficaz (Alves-Ribeiro *et al.*, 2024; Callejas *et al.*, 2024; Spolidorio *et al.*, 2010).

Identificar las especies con mayor probabilidad de portar patógenos zoonóticos permite a las autoridades sanitarias implementar acciones para reducir el riesgo de contagio humano (Rezaie *et al.*, 2025), así como el reforzar el control sobre el tráfico de animales, tanto a nivel nacional como internacional (Borges *et al.*, 2023).

La vigilancia de la fauna silvestre como posible reservorio de agentes infecciosos es una prioridad en salud pública, ya que permite anticipar brotes y controlar su diseminación entre animales y humanos de acuerdo con el enfoque de "Una sola salud" (*One Health*).

Amenaza de salud pública

El incremento de la población humana, la degradación del medio ambiente y los cambios climáticos han contribuido significativamente a la expansión de enfermedades transmitidas por vectores, especialmente en medicina humana, donde se reconoce su impacto en la aparición y diseminación de estas patologías (Ajith *et al.*, 2024; Ruiz y Velarde, 2024; Spolidorio *et al.*, 2010). La eliminación de programas de control vectorial, junto con la globalización del transporte, ha favorecido a la diseminación mundial de enfermedades infecciosas, incluidas aquellas de origen vectorial (Callejas *et al.*, 2024; Spolidorio *et al.*, 2010).

Muchas de estas enfermedades representan un reto tanto diagnóstico como terapéutico, ya que en algunos animales cursan de forma asintomática, dificultando su detección temprana y facilitando su diseminación hacia los humanos (Mobarak *et al.*, 2024). Además, algunas presentan resistencia frente a tratamientos convencionales con antibióticos o antivirales, lo que complica aún más su abordaje clínico (Rezaie *et al.*, 2025).

La emergencia de nuevos agentes patógenos, junto con la reaparición de enfermedades antiguas, representa una amenaza sanitaria global. Un número considerable de estas enfermedades emergentes son vectoriales y carecen de tratamientos eficaces o vacunas preventivas. La resistencia a antimicrobianos e insecticidas ha debilitado nuestra capacidad de respuesta ante estos agentes, lo que ha generado un aumento progresivo de su incidencia (Díaz-Corona *et al.*, 2024). Además, la interacción entre los vectores, los hospedadores animales y la intromisión humana en ecosistemas silvestres ha propiciado la aparición de zoonosis nuevas (Monsalve *et al.*, 2009).

Estudios recientes revelan que la exposición de garrapatas del género *Rhipicephalus sanguineus* a temperaturas elevadas incrementa su propensión a alimentarse de humanos, lo que puede incrementar el riesgo de transmisión zoonótica de *Ehrlichia spp.*, especialmente en regiones con veranos más intensos y prolongados (Ajith *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuancho *et al.*, 2024; García-De la Peña *et al.*, 2024; Motaghipisheh *et al.*, 2016; Spolidorio *et al.*, 2010; Wongtawan *et al.*, 2024). Según López-Valencia *et al.* (2024) y estudiando dos ciudades del norte de México, las cuales tienen climas cálidos aptos para la replicación del agente infeccioso, pero un poco diferentes en variación, se demostró que a mayor temperatura hay una mayor probabilidad de ser afectado por el patógeno de *Ehrlichia canis.*, la variación del clima se dio debido a la estación en la que se encontraban al momento de la muestra (Figura 6).

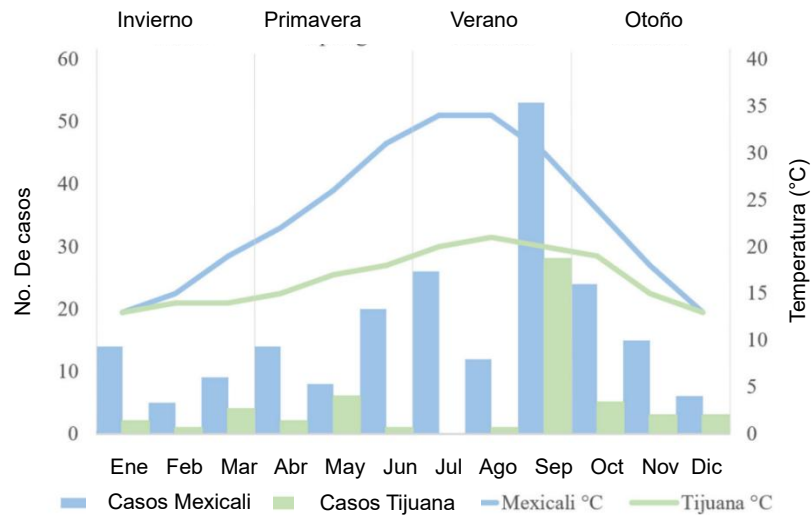


Figura 6. Comportamiento mensual y estacional de los casos positivos a *Ehrlichia canis* en perros de las ciudades de Mexicali y Tijuana, Baja California, México. También mostramos la temperatura media en cada ciudad. [gráfico original en inglés]. Tomado de López-Valencia *et al.* (2024).

Sumado a esto, los machos y las hembras están en el mismo sitio de inoculación dérmico siempre, lo que dificulta la “no reproducción” y control de estas, en sus etapas más jóvenes tienen un parecido enorme (Figura 7), pero con el paso del tiempo se van diferenciando, esto dificulta su caracterización en cuanto al control de esta plaga se refiere (Ajith *et al.*, 2024; Espinoza-Carhuancho *et al.*, 2024; García-De la Peña *et al.*, 2024; Motaghipisheh *et al.*, 2016; Spolidorio *et al.*, 2010; Wongtawan *et al.*, 2024).



Figura 7. Machos adultos (a) y hembras adultas (b) de la garrapata marrón del perro (*Rhipicephalus sanguineus*) del noreste de Durango, México. Se muestra una regla milimétrica debajo para referencia del tamaño. Tomado de García-De la Peña *et al.* (2024).

Estas proyecciones se han extendido a escala continental para analizar las posibles consecuencias del cambio climático, estimando que hacia el año

2100 las temperaturas globales podrían aumentar entre uno y 3.5 °C, ampliando las zonas donde las enfermedades vectoriales podrían establecerse. Este efecto se acentuaría en los márgenes extremos de temperatura en los que se da la transmisión (Ajith *et al.*, 2024).

Otro obstáculo es la limitada información disponible sobre estas enfermedades, ya que muchas no están sujetas a notificación obligatoria y, al manifestarse de forma subclínica, es probable que exista un alto grado de subregistro. La importancia de reconocer esta condición radica en que la demora en el diagnóstico y tratamiento se asocia con un mayor riesgo de complicaciones, algunas de ellas potencialmente letales.

Diversos factores de riesgo han sido vinculados con la *Ehrlichiosis canina monocítica* (ECM) a nivel mundial, incluyendo edad, estacionalidad y falta de atención veterinaria (Díaz-Corona *et al.*, 2024; López-Valencia *et al.*, 2024; Ruiz y Velarde, 2024).

Asimismo, se ha identificado que razas como el Pastor Alemán y otras razas pastoriles presentan una mayor susceptibilidad, especialmente si no reciben tratamiento preventivo con ectoparasiticidas. Estos animales suelen mantener una infección subclínica prolongada que puede evolucionar abruptamente a una forma clínica grave (Wongtawan *et al.*, 2024).

El riesgo de mortalidad se incrementa cuando el diagnóstico se retrasa, lo que subraya la importancia de realizar estudios de laboratorio de rutina para confirmar la infección. Ante la sospecha clínica, se recomienda iniciar un tratamiento empírico con antibióticos del grupo de las tetraciclinas, incluso antes de la confirmación diagnóstica (Dumler *et al.*, 2001).

La *Ehrlichiosis Monocítica Humana* es una entidad frecuentemente subdiagnosticada, a pesar de su alta morbilidad, por lo cual es fundamental concientizar al personal médico para que considere esta enfermedad como diagnóstico diferencial en pacientes con factores de riesgo epidemiológico (Alves-Ribeiro *et al.*, 2024; Bhowmik *et al.*, 2024; Dolz *et al.*, 2013).

Aunque se clasifica como una enfermedad emergente en caninos, no debe considerarse la tenencia de perros como un factor de riesgo directo para la *Ehrlichiosis* en humanos ni como una amenaza inmediata para la salud pública (Callejas *et al.*, 2024).

El estilo de vida de los perros, al contrario de la tenencia de los propietarios como factor de riesgo, si se ha identificado como tal, dado que favorece el contacto con vectores en ambientes insalubres, especialmente en zonas rurales con deficiencias en saneamiento básico (Motaghipisheh *et al.*, 2016; Wongtawan *et al.*, 2024).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y características del área de estudio

La Región Laguna de Coahuila, localizada en la zona norcentral de México ($25^{\circ}32'40''$ NL, $103^{\circ}26'31''$ WL) se caracteriza por tener limitados recursos hídricos y un clima seco, caluroso en verano (hasta 45.3°C) y frío en invierno (entre 0°C y 8°C), con una precipitación anual promedio de 324 mm y una altura máxima de 3000 msnm. Está conformada por los municipios de Torreón, Francisco I. Madero, Viesca, San Pedro de las Colonias y Matamoros (Figura 8).



Figura 8. Región Laguna del estado de Coahuila, México. Tomado de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2025). <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=05>

Diseño metodológico

Para el estudio, se analizó la sangre obtenida de 249 perros atendidos clínicamente (Figura 9) por venopunción yugular o cefálica (Figura 10) y recolectadas entre agosto de 2023 y noviembre de 2024, utilizando tubos vacutainer con anticoagulante (*EDTA*). Las muestras de sangre fueron inmediatamente analizadas mediante una prueba inmunocromatográfica de flujo lateral (*Uranotest snapquattro®*, *Uranovet*, Barcelona, España; sensibilidad 95%; especificidad 94.6%) (Figura 11), y posteriormente, se les

analizó para determinar serie roja y serie blanca (*BC-30 Vet®*, *Mindray Animal Care*, Seúl, Corea del Sur) (Figura 12).



Figura 9. Signos clínicos que se hacían evidentes en los perros atendidos, como: signos clínicos sistémicos (fiebre, inapetencia, decaimiento, adelgazamiento progresivo, entre otros) y signos clínicos hemorrágicos (epistaxis, hifema, petequias, melena, entre otros). *Fuente: elaboración propia.*



Figura 10. Venopunción cefálica con catéter intravenoso calibre 27 Gauge (amarillo) y tubo microtainer (0.5ml) con anticoagulante (*EDTA*) (lila). *Fuente: elaboración propia.*

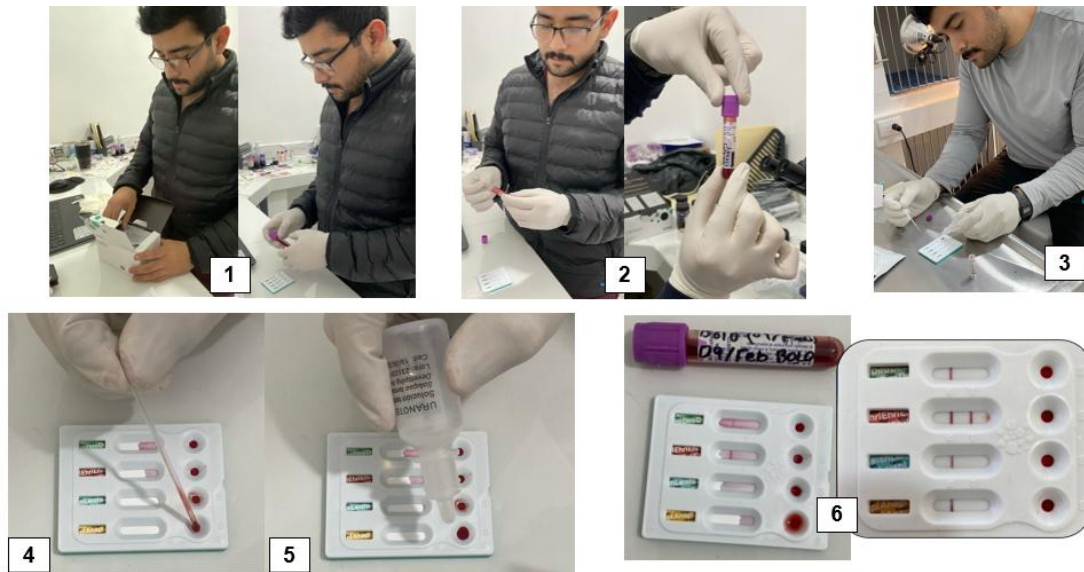


Figura 11. Cronología en la realización de la prueba de inmunocromatografía de flujo lateral siguiendo los pasos del fabricante. Posterior a la toma de muestra (1 y 2): externar los componentes físicos de la prueba y muestra (previamente marcada con el nombre de la mascota y fecha) junto con ella utilizando guantes estériles, (3 y 4): colocación de una gota de la muestra de sangre en el *pad* de algodón de la prueba, (5): colocación posterior a la sangre de la sustancia reveladora (diluyente / buffer) de manera inmediata, (6): posterior al tiempo de espera (15 minutos) procedemos a leer el resultado. C+T= resultado positivo (cualquier resultado no parecido al anterior se considera un resultado negativo y/o inválido).
Fuente: elaboración propia.



Figura 12. Toma de datos en el equipo de hemograma para su posterior realización. Fuente: elaboración propia.

Recopilación de datos

Para obtener los resultados se realizaron varias encuestas durante la inspección clínica de la mascota, donde se obtuvieron datos tanto de la mascota como del propietario y posterior a esto resultados de laboratorio.

Variables evaluadas

Asociadas al propietario: lugar de residencia (rural= 1; urbano= 0); máximo nivel escolar (sin estudios, básico, medio, medio superior o superior) y municipio de residencia (Francisco I. Madero, San Pedro, Matamoros o Viesca), así como variables asociadas al perro: edad (cachorro: <1 año = 1; adulto: ≥1 año = 0); presencia (= 1) o ausencia (= 0) de garrapatas; presencia (= 1) o ausencia (= 0) de cualquier tipo de hemorragia; presencia ($HCT < 32.5\%$ = 1) o ausencia ($HCT > 32.5\%$ = 0) de anemia; presencia ($PLT < 117 \times 10^9/L$ = 1) o ausencia ($PLT > 117 \times 10^9/L$ = 0) de trombocitopenia; presencia ($WBC < 6 \times 10^9/L$ = 1) o ausencia ($WBC > 6 \times 10^9/L$ = 0) de leucopenia y presencia ($LYM < 0.8 \times 10^9/L$ = 1) o ausencia ($LYM > 0.8 \times 10^9/L$ = 0) de linfopenia.

Análisis estadístico

Previo al muestreo, se calculó el tamaño de muestra y la prevalencia real de la enfermedad usando el programa epidemiológico *WinEpi2.0* (de Blas *et al.*, 2006; Frankena *et al.*, 1990; Ortega *et al.*, 2000; Thrusfield *et al.*, 2001). Para medir la asociación entre la prevalencia de la *Ehrlichiosis* canina y las variables evaluadas se realizó una regresión logística en el programa estadístico *DataTab.es* (*Numiqo.es*) (Numiqo Team, 2025). El cálculo de probabilidades de sucesión de eventos se realizó mediante *Odds Ratio* (*OR*) y cuadros de contingencia para obtener ji-cuadrada (χ^2), ambos se realizaron en el programa estadístico *Past4.17* (Hosszú, 2024). Se realizó un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) con el objetivo de identificar las variables que contribuyen de forma más significativa a la variabilidad observada en el instrumento de encuesta (Sobalbarro-Figueroa *et al.*, 2020). Posterior al ACM, se seleccionaron las variables con mayor explicación en el modelo (trombocitopenia y diagnóstico), y se realizó con ellas una regresión logística ordinal incluyendo otra variable (conteo plaquetario), este análisis estadístico fue ejecutado por el paquete estadístico *R*, versión 4.4.1. (R Studio Team, 2021), considerando como significancia estadística $p < 0.05$.

RESULTADOS

De las 249 muestras analizadas, 156 dieron positivo para *Ehrlichia canis*, lo que corresponde a una prevalencia real del 63.9% teniendo en cuenta la sensibilidad y la especificidad de la prueba utilizada. Por el contrario, la prevalencia aparente, es decir, la presencia de la enfermedad en la región independientemente de las pruebas utilizadas fue del 62.65%.

En el análisis estadístico descriptivo de las variables no dicotómicas que constituyen los factores de riesgo social y de salud pública de los sujetos del estudio (Cuadro 1), se observa que solo la variable “origen de la muestra” presenta significación estadística ($p < 0.05$). El mayor número de muestras se obtuvo en las ciudades de Matamoros y San Pedro (93 cada una), y el mayor número de pacientes positivos se identificó en Matamoros (58). Sin embargo, la mayor prevalencia se registró en la ciudad de Francisco I. Madero, con un 83.02%. El análisis de los datos reveló que no había diferencias significativas en los niveles educativos de los propietarios de los perros muestreados ($p > 0.05$).

Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables no dicotómicas de riesgo social y salud pública relativas a los propietarios de los perros incluidos en el estudio.

Variables analizadas	Número de perros			Análisis multivariado		
	n	(+)	Prevalencia (%)	IC (95%)	χ^2	Valor de p (<0.05)
Origen de la muestra						
Francisco I. Madero	53	44	83.02	2.39-10.01	14.27	**
Viesca	10	6	60.00			
Matamoros	93	58	62.37			
San Pedro	93	48	51.61			
Máximo nivel escolar						
Sin estudios	6	4	66.67	0.37-10.92	3.89	NS
Básica	6	6	100.00			
Media	24	14	58.33			
Media superior	86	54	62.79			
Superior	127	78	61.42			

IC(95%): intervalo de confianza (95%); Valor de p : probabilidad; n: número de muestra; (+): pacientes positivos; χ^2 : valor de chi-cuadrado; NS: no significativo; *: $p<0.05$; **: $p<0.01$; ***: $p<0.001$.

Los resultados de las variables dicotómicas (Cuadro 2) muestran una diferencia estadística ($p<0.01$) en tres de las variables clínicas analizadas con respecto a la prevalencia de *Ehrlichia canis*. En el presente estudio se consideraron los siguientes indicadores: presencia o ausencia de hemorragias, anemia y trombocitopenia. En cuanto a la presencia o ausencia de hemorragias, de los 249 perros muestreados, 150 mostraron signos de hemorragias y, de estos, 116 dieron positivo para *Ehrlichia canis*, mientras que de los 99 que no mostraron signos de hemorragias, 40 dieron positivo para *Ehrlichia canis*. Este hallazgo demuestra una prevalencia del 77.33% en los perros afectados por hemorragias, en contraste con el 40.4% observado en los que no mostraban hemorragias. En relación con los perros afectados por anemia, 96 de los 249 perros analizados mostraban signos de anemia, de los cuales 78 (81.25 %) dieron positivo para *Ehrlichia canis*. Por el contrario, dentro de la muestra de 153 animales que no mostraban signos de anemia, 78 (50.98 %), con una *Odds Ratio* (OR) de 4.16, dieron positivo para el mismo organismo. Además, 107 de las 249 muestras de perros examinados mostraron trombocitopenia, de las cuales 103 dieron positivo para *Ehrlichia canis* (96.26 %), mientras que de las 142 muestras que no mostraron trombocitopenia, 53 dieron positivo para *Ehrlichia canis* (37.32 %), y un OR de 43.24. En segundo lugar, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.01$) para la variable “residencia del propietario”, con una mayor prevalencia de *Ehrlichia canis* en perros de propietarios que residían en zonas rurales en comparación con los que residían en zonas urbanas (70.54% frente a 54.17%, respectivamente), con un OR para la relación entre la seroprevalencia y la variable de residencia rural de 2.02.

Cuadro 2. Estadística descriptiva de las variables dicotómicas incluidas en el estudio referentes a la mascota.

Variables analizadas	Número de perros			Análisis multivariado			
	n	(+)	Prevalencia (%)	OR	IC (95%)	χ^2	Valor de p (<0.05)
Edad de la mascota							
Cachorro (<1 año) ^a	47	32	68.09	1.34	0.68-2.64	0.73	NS
Adulto (≥1 año)	202	124	61.39				
Presencia de garrapatas							
Si ^a	126	84	66.67	1.42	0.85-2.37	1.76	NS
No	123	72	58.54				
Signos hemorrágicos							
Si ^a	150	116	77.33	5.03	2.89-8.76	34.76	***
No	99	40	40.40				
Anemia (<i>HCT</i> <32.5%)							
Si ^a	96	78	81.25	4.17	2.28-7.61	23.10	***
No	153	78	50.98				
Trombocitopenia (<i>PLT</i> # <117 10 ⁹ /L)							
Si ^a	107	103	96.26	43.2	15.05-	90.58	***
No	142	53	37.32	4	124.20		
Leucopenia (<i>WBC</i> # <6 10 ⁹ /L)							
Si ^a	48	30	62.50	0.99	0.52-1.90	0.00	NS
No	201	126	62.69				
Linfopenia (<i>LYM</i> # <0.8 10 ⁹ /L)							
Si ^a	31	15	48.39	0.51	0.24-1.09	3.08	NS
No	218	141	64.68				
Residencia del propietario							
Rural ^a	129	91	70.54	2.03	1.20-3.41	7.12	**
Urbano	120	65	54.17				

IC(95%): intervalo de confianza (95%); OR: Odds Ratio (OR); Valor de p : probabilidad; n: número de muestra; (+): pacientes positivos; χ^2 : chi-cuadrado; HCT: hematocrito; PLT: plaquetas; WBC: White Blood Cell Count (conteo celular de glóbulos blancos); LYM: linfocitos; $10^9/L$: microgramos por litro; ^a: variable dicotómica dominante; NS: no significativo; *: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$.

El Análisis de Correspondencias Múltiples arroja que la dimensión 1 (Dim1) explica un 12.6% de la varianza del modelo, la dimensión 2 (Dim2) la explica en un 9.1%, por lo que ambas dimensiones contribuyen con una explicación del 21.73%. La descripción gráfica de este análisis se observa en la Figura

13, donde se aprecia que la mayor asociación explicativa del modelo corresponde a las variables trombocitopenia y diagnóstico.

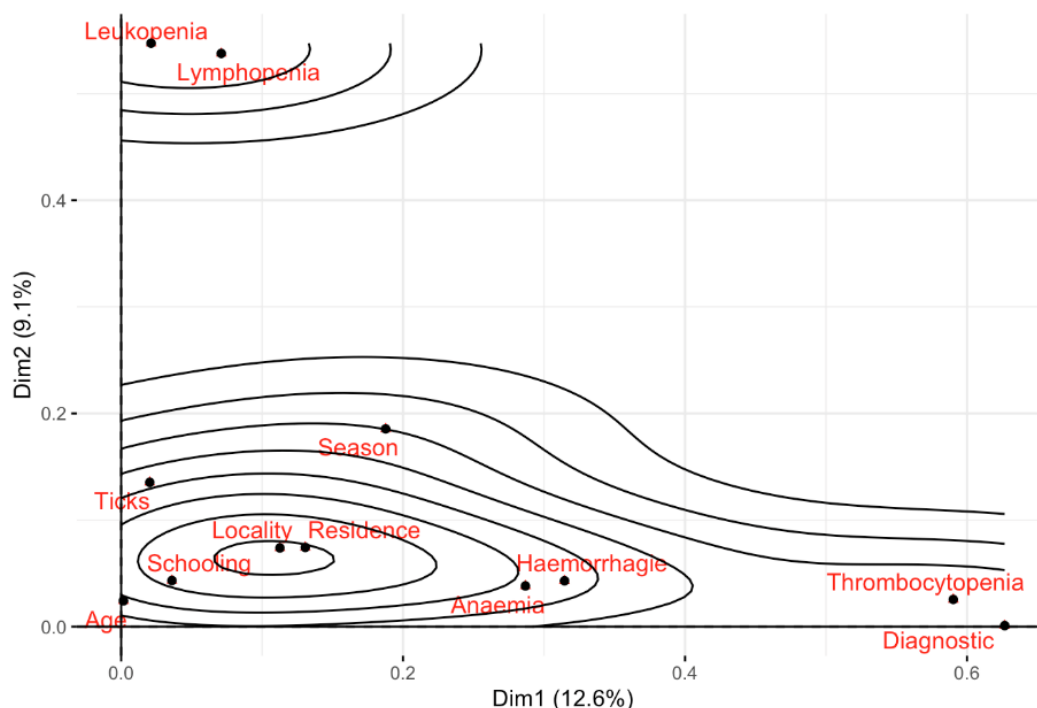


Figura 13. Discriminación y asociación de las variables mediante un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). [gráfico original en inglés]. Fuente: elaboración propia. R Studio Team (2021).

Al obtener la asociación entre las variables dicotómicas más importantes (trombocitopenia y diagnóstico) se realizó nuevamente una regresión logística pero solo entre estas dos y el valor de plaquetas encontrado en el estudio (Value), en la Figura 14 y 15 se aprecia el resultado de esta regresión, donde se observa que, a menor número de plaquetas por paciente, hay mayor probabilidad de obtener un resultado positivo a la enfermedad.

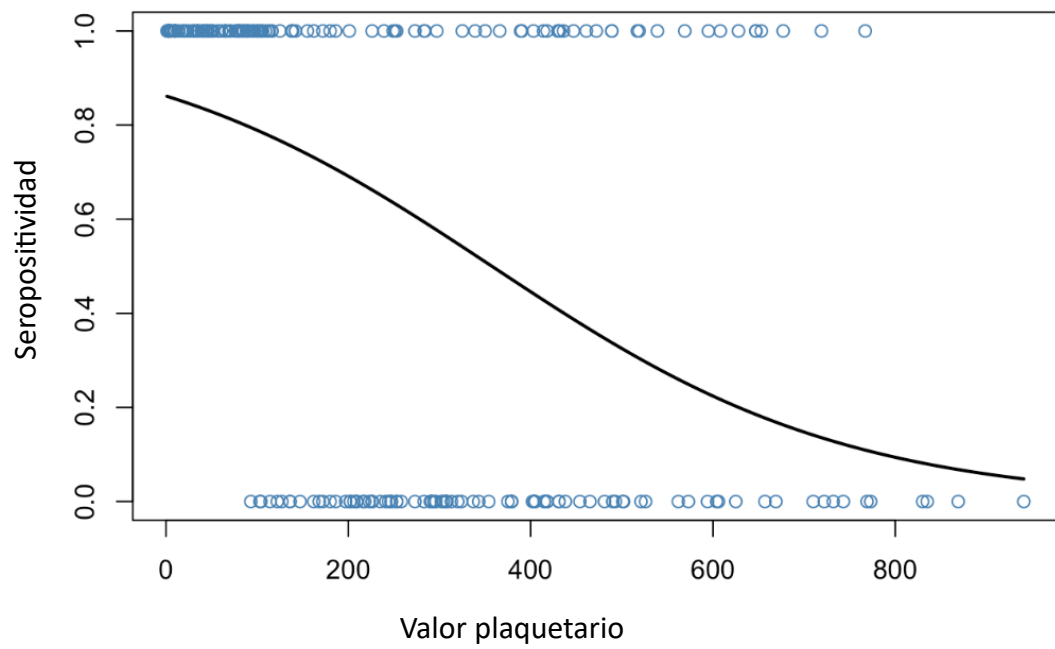


Figura 14. Diagrama de dispersión que demuestra la regresión logística entre las variables seropositividad (0-1) y el valor plaquetario ($10^9/L$). *Fuente: elaboración propia. R Studio Team (2021).*

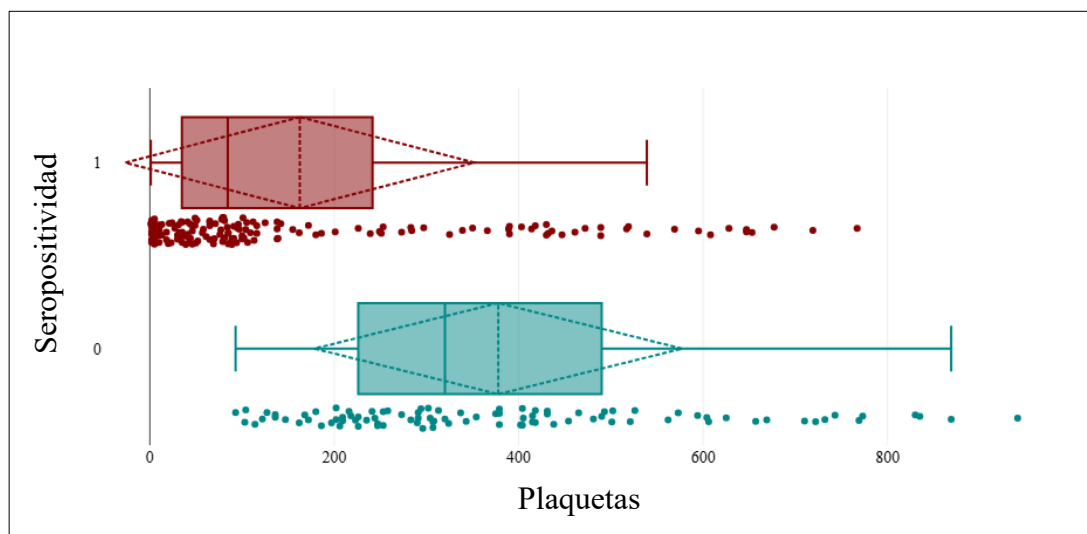


Figura 15. Diagrama de cajas que demuestra la correlación entre las variables sobre la seropositividad (1 / 0) y el valor plaquetario ($10^9/L$). *Fuente: elaboración propia. Numiqo Team (2025).*

DISCUSIÓN

Seroprevalencia de *Ehrlichia canis*

El objetivo de este estudio fue determinar la seroprevalencia de *Ehrlichia canis* en La Región Laguna del Estado de Coahuila, México, e identificar su asociación con diversos factores de riesgo sociales, de salud pública y clínico-hematológicos de interés médico – veterinario. En cuanto a la seroprevalencia, los resultados obtenidos indican una circulación activa y sostenida de *Ehrlichia canis* en la población canina con signos clínicos asociados en la región. Este valor es considerablemente alto (63.9% de prevalencia), en comparación con otras regiones del país, como lo son en el sureste (44%), en el noroeste (21% al 49%) (Salinas-Meléndez *et al.*, 2015) y en la ciudad de Mérida, Yucatán (44.1%) (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005), pero inferior al obtenido en los estados de Guerrero (77.1%) y Morelos (75%). En la región del Pacífico Norte, geográficamente próxima a La Comarca Lagunera, se informó de una prevalencia del 74.3%. Por el contrario, se ha informado de una prevalencia del 40% en Juárez, Chihuahua, situada en el centro-norte de México (Lira-Amaya *et al.*, 2023), dentro de la misma ciudad, se documentó una seroprevalencia del 28% entre los profesionales veterinarios, y se observó una prevalencia significativamente mayor (51.04%) entre los caninos procedentes de estados de la región Noroeste (López-Valencia *et al.*, 2024). Por el contrario, un estudio realizado en La Comarca Lagunera, que implicó la recolección de 519 garrapatas adultas engordadas e identificadas como *R. sanguineus*, arrojó una prevalencia del 10% (García-De la Peña *et al.*, 2024; Lira-Amaya *et al.*, 2023; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005; Salinas-Meléndez *et al.*, 2015).

La alta prevalencia en la región puede atribuirse a la naturaleza semiárida del clima local y la alta densidad de la garrapata *Rhipicephalus sanguineus* (Dzul-Rosado *et al.*, 2023; García-De la Peña *et al.*, 2024; Lira-Amaya *et al.*, 2023; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005; Salinas-Meléndez *et al.*, 2015), ya que esta garrapata presenta una duración de ciclo reducida en condiciones de humedad (35-95%) y temperatura elevada (30-35°C), lo cual es habitual en la zona de estudio. Otra posible explicación es que se ha demostrado que la incorporación de perros con sospecha clínica aumenta la probabilidad de identificar sujetos seropositivos, un fenómeno que se predice en el marco de

una metodología de cribado selectivo (Middleton *et al.*, 2024; Neer *et al.*, 2002a), además, se ha determinado que el instrumento de diagnóstico utilizado posee una sensibilidad y especificidad elevadas, lo que garantiza la solidez de los resultados. Sin embargo, la prueba en cuestión no distingue entre infecciones activas y aquellas que han estado expuestas previamente, lo que puede dar lugar a una subestimación o sobreestimación de los valores reales de la infección actual (Kabir *et al.*, 2024; Middleton *et al.*, 2024; Mobarak *et al.*, 2024).

Para establecer estrategias de control de las poblaciones de garrapatas que abarquen tanto a los caninos como a su entorno, es necesario realizar mas investigaciones. Para abordar esta cuestión, es posible utilizar productos químicos mediante la aplicación de diversos preparados veterinarios, entre los que se incluyen soluciones spot-on, collares impregnados con productos químicos, champús, aerosoles, baños y polvos. Sin embargo, la dependencia de compuestos químicos como único medio para controlar las infestaciones de garrapatas puede tener consecuencias perjudiciales para el medio ambiente. Para optimizar los resultados, se recomienda la implementación de métodos de control no químicos, como la modificación del hábitat de las garrapatas, por ejemplo, sellando grietas y manteniendo el césped y las malas hierbas cortas. Además, el control biológico de las garrapatas es una perspectiva viable, como lo demuestran los recientes avances en este campo, incluido el desarrollo de vacunas contra enfermedades transmitidas por garrapatas para uso canino, tal y como se destacó anteriormente en el apartado de introducción (Almazán *et al.*, 2016; Cárdenas-Arias *et al.*, 2025; Dantas-Torres y Figueredo, 2006; Escárcega Ávila *et al.*, 2018; Escárcega-Ávila *et al.*, 2019; Movilla *et al.*, 2016; Neer *et al.*, 2002a, 2002b; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005b, 2005a).

Relación clínico-patológica con manifestaciones sospechosas

El estudio asociación significativa entre la seropositividad y la manifestación de signos clínicos asociados con la *Ehrlichiosis*, más en concreto con las hemorragias (OR: 5.03). Este hallazgo es coherente con la fisiopatología de *Ehrlichia canis*, que afecta células endoteliales y altera la homeostasis hemostática, predisponiendo a fenómenos hemorrágicos (Lucy *et al.*, 2023; Neer *et al.*, 2002a). La hipótesis que trata a la presencia de hemorragias como

marcador clínico útil para sospecha diagnóstica fue confirmada estadísticamente, lo cual respalda su utilización como criterio preliminar en el abordaje clínico, especialmente en contextos de bajos recursos, donde se carezca de las pruebas y métodos diagnósticos adecuados.

Asociaciones con variables hematológicas (anemia y trombocitopenia)

Entre las variables hematológicas, la trombocitopenia fue la alteración más fuertemente asociada con la seropositividad (*OR*: 43.24). Este hallazgo coincide con los hallazgos fisiopatológicos de la enfermedad, que describe a la destrucción inmunomediada de plaquetas y el secuestro esplénico como mecanismos centrales en la *Ehrlichiosis* Monocítica Canina (Huerto-Medina, Dámaso-Mata, 2015; Mobarak *et al.*, 2024; Neer *et al.*, 2002; Patel *et al.*, 2024; Pereira *et al.*, 2023; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005; Sgroi *et al.*, 2024; Tzu-Yi *et al.*, 2024; Unver *et al.*, 2001; Zorzo *et al.*, 2023). La anemia también presentó una asociación significativa (*OR*: 4.17), reflejando una combinación de hemorragias persistentes, inflamación crónica y posible mielosupresión. Estos resultados refuerzan el valor de la hematología básica como herramienta complementaria para el diagnóstico sindrómico (Bonilla-Aldana *et al.*, 2022; Lucy *et al.*, 2023).

La regresión logística mostró que la probabilidad de obtener un diagnóstico positivo aumenta significativamente conforme disminuye el número absoluto de plaquetas, confirmando la utilidad del conteo plaquetario como una posible variable predictiva. Sin embargo, es imprescindible reconocer los posibles retos que plantea la interpretación de los recuentos plaquetarios en el contexto infeccioso de *Ehrlichia canis*. No se deben subestimar las probabilidades de obtener un resultado positivo a *E. canis* teniendo un conteo plaquetario normal o viceversa, o un resultado negativo a *E. canis* teniendo un conteo plaquetario bajo (Allison, Little, 2013; Checa *et al.*, 2024; McClure *et al.*, 2010).

Distribución geográfica (rural vs urbano)

La seroprevalencia mostró una marcada diferencia según la ubicación geográfica, siendo significativamente mayor en zonas rurales que en las urbanas. Esta discrepancia es indicativa de condiciones ambientales más propicias para la proliferación de vectores en las zonas rurales, además de prácticas menos estrictas en la tenencia de perros y un acceso reducido a los servicios veterinarios (Atapattu *et al.*, 2023; Bhowmik *et al.*, 2024; Lira-Amaya

et al., 2023; López-Valencia *et al.*, 2024; Motaghipisheh *et al.*, 2016; Sarawade *et al.*, 2023). Los municipios de San Pedro y Matamoros presentaron el mayor número de casos positivos, un fenómeno que probablemente se deba a una combinación de factores ecológicos y sociales (Lira-Amaya *et al.*, 2023; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005; Salinas-Meléndez *et al.*, 2015). Estas regiones podrían designarse como zonas endémicas prioritarias para la implementación de campañas de prevención, vigilancia y educación comunitaria.

Por otro lado, la mayor prevalencia de *Ehrlichia canis* en las zonas rurales en comparación con las zonas urbanas podría explicarse por el hecho de que es más común que los perros de zonas rurales vivan fuera de los hogares, lo que aumenta la exposición a los vectores (Movilla *et al.*, 2016). Este hallazgo reafirma la necesidad de un seguimiento epidemiológico continuo (Almazán *et al.*, 2016; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005b, 2005a), especialmente en regiones con una baja tasa de tenencia de perros y donde las condiciones socioambientales favorecen la proliferación de esta enfermedad (Middleton *et al.*, 2024).

Implicaciones en salud pública y potencial zoonosis

Aunque *Ehrlichia canis* no se considera generalmente un agente zoonótico directo, la presencia de garrapatas infectadas representa un riesgo indirecto para la salud humana al ser vectores compartidos con otros agentes zoonóticos, como *E. chaffeensis* o *Rickettsia spp.* (Ayan *et al.*, 2024; Paulino *et al.*, 2013).

Limitaciones y recomendaciones

Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentra el haber incluido exclusivamente perros clínicamente sospechosos, lo que restringe la generalización de los resultados a la población canina en general. Asimismo, la prueba serológica empleada no permite diferenciar entre infecciones recientes, crónicas o pasadas. Estudios posteriores deberán considerar ampliar la cobertura a perros asintomáticos, para así poder estimar una prevalencia poblacional, así como también el complementar el diagnóstico serológico con pruebas moleculares, como PCR. A nivel de política pública se recomienda diseñar campañas educativas comunitarias sobre la prevención de enfermedades vectoriales, fomentar políticas públicas de control

poblacional canino y programas permanentes de desparasitación, además de incluir a la *Ehrlichiosis* canina como un indicador de vigilancia en salud pública local.

CONCLUSIONES

Se ha observado una prevalencia significativa de *Ehrlichia canis* (63.9 %) en muestras sanguíneas de perros que presentaban signos clínicos sospechosos en La Región Laguna, Coahuila con respecto a la literatura consultada y discutida, lo que sugiere una circulación activa del patógeno en la zona.

La enfermedad en el objeto de estudio mostró una fuerte correlación con las variables clínico-hematológicas, en particular con la trombocitopenia, anemia y manifestaciones hemorrágicas. Este hallazgo sirve para corroborar aún más su perfil clínico como un valioso instrumento para la sospecha diagnóstica en entornos de atención primaria.

Los resultados del estudio revelaron disparidades sustanciales entre las regiones rurales y urbanas, lo que pone de relieve la influencia de los factores sociales y ambientales en la distribución del riesgo.

Es importante reconocer la doble naturaleza de la *Ehrlichiosis* canina, como un problema de salud clínico-veterinaria y como una manifestación de las desigualdades sistémicas y sociales que afectan a la salud pública y el bienestar animal.

Es imperativo aplicar estrategias intersectoriales de control y prevención, centrándose en la vigilancia epidemiológica, la desparasitación interna y externa sistemática e incluir la gestión integrada de la población canina, especialmente en zonas rurales y marginadas (Cárdenas-Arias *et al.*, 2025).

REFERENCIAS

- Adrianzén, J. G., Chávez, A. V., Casas, E. A., y Li, O. E. (2003). Seroprevalencia de la *Dirofilariosis* Y *Ehrlichiosis* canina en tres distritos de Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 14(1), 43–48.
- Ahmed, Z. S., Hesham, N., Abdelhamid, T. M., Hashad, M. E., & Mahmoud, H. (2024). *Coxiella burnetii* in dogs and associated ticks in Egypt: emerging one health challenging zoonoses. *Veterinary World*, 17(11), 2586–2594. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2586-2594>
- Ajith, Y., Adithya, S., Panicker, V. P., Athira, N., Beena, V., Safeer, M. S., Preena, P., Nisha, A. R., Divya, C., Sangeetha, S. G., Umesh, C. G., Sundararajan, R. C., Athira, S., Athira, K., Mathew, M. K., Athira, K. S., George, A., Pillai, U. N., & Ajithkumar, S. (2024). Biometeorological analysis on the molecular incidence of babesiosis and *Ehrlichiosis* in dogs. *Theoretical and Applied Climatology*, 155(3), 1573–1582. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04709-5>
- Allison, R. W., & Little, S. E. (2013). Diagnosis of rickettsial diseases in dogs and cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 42(2), 127–144. <https://doi.org/10.1111/vcp.12040>
- Almazán, C., González-Álvarez, V. H., Fernández de Mera, I. G., Cabezas-Cruz, A., Rodríguez-Martínez, R., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.11.002>
- Almeida, G. L. G., Almeida, M. B., Santos, A. C. M., Ballot, S., Vargas, Á., Campos, V. D. D., Lemos, N. M. de O., & Oliveira, T. R. (2023). Serological evidence of canine vector-borne diseases caused by *Anaplasma* spp., *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia canis* and *Dirofilaria immitis* in dogs from Governador Islan, Rio de Janeiro, Brazil. *Tradition and Modernity in Veterinary Medicine*, 8(1), 52–58.
- Alves-Ribeiro, B. S., Duarte, R. B., Assis-Silva, Z. M., Gomes, A. P. C., Silva, Y. A., Fernandes-Silva, L., Rocha, A. C. da S., Moraes, I. de S., Saturnino, K. C., Ramos, D. G. de S., Taques, I. I. G. G., & Braga, Í. A. (2024). *Ehrlichia canis* vaccine development: challenges and

advances. *Veterinary Sciences*, 11(624), 1–13.
<https://doi.org/10.3390/vetsci11120624>

Atapattu, U., Colella, V., Worsley, A., Huggins, L. G., Wiethoelter, A., & Traub, R. J. (2023). Prevalence, distribution, and factors associated with vector-borne pathogen infections in pet dogs from different geoclimatic zones in Sri Lanka. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2023(1), 1–21. <https://doi.org/10.1155/2023/9467314>

Ayan, A., Çelik, B. A., Çelik, Ö. Y., Kılınç, Ö. O., Akyıldız, G., Yılmaz, A. B., İpek, D. N. S., Ayan, Ö. O., & Babaoğlu, A. R. (2024). First detection of *Ehrlichia chaffeensis*, *Ehrlichia canis*, and *Anaplasma ovis* in *Rhipicephalus bursa* ticks collected from sheep, Turkey. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 27(1), 85–94.
<https://doi.org/10.24425/pjvs.2024.149338>

Baxarias, M., Álvarez-Fernández, A., Martínez-Orellana, P., Montserrat-Sangrá, S., Ordeix, L., Rojas, A., Nachum-Biala, Y., Baneth, G., Solano-Gallego, L., Baneth, G., & Solano, L. G. (2018). Does co-infection with vector-borne pathogens play a role in clinical canine leishmaniosis? *Parasites & Vectors*, 11(135), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2724-9>

Bhowmik, P., Islam, S., Neog, R., Borah, R. S., De, A., Monsang, S. W., & Kumar, M. (2024). Prevalence of tick-borne haemoparasites in dogs in Agartala,. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 20(4), 89–94.

Bonilla-Aldana, D. K., Gutiérrez-Grajales, E. J., Osorio-Navia, D., Chacón-Peña, M., Trejos-Mendoza, A. E., Pérez-Vargas, S., Valencia-Mejía, L., Marín-Arboleda, L. F., Martínez-Hidalgo, J. P., Reina-Mora, M. A., González-Colonia, L. V., Cardona-Ospina, J. A., Jiménez-Posada, E. V., Diaz-Guio, D. A., Salazar, J. C., Sierra, M., Muñoz-Lara, F., Zambrano, L. I., Ramírez-Vallejo, E., ... Rodríguez-Morales, A. J. (2022). Haematological alterations associated with selected vector-borne infections and exposure in dogs from Pereira, Risaralda, Colombia. *Animals*, 12(3460), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ani12243460>

Boonhoh, W., Sontigun, N., Fungwithaya, P., & Wongtawan, T. (2023). Hematological analysis of naturally infecting blood parasites in dogs.

Veterinary World, 16(4), 681–686.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.681-686>

- Borges, K. I. N., Pereira, N. de A., de Aguiar, D. M., Taques, I. I. G. G., Alves-Ribeiro, B. S., Ramos, D. G. de S., & Braga, Í. A. (2023). Costa Rican genotype of *Ehrlichia canis*: a current concern. *Veterinary Sciences*, 10(316), 1–6. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050316>
- Cabrera-Jaramillo, A., Monsalve, S., Arroyave, E., & Rodas, J.-D. (2022). Prevalence of *Ehrlichia canis* and Hepatozoon canis in sheltered dogs in southern Aburrá Valley, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 35(118), 82–92. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v35n2a01>
- Callejas, L. L. C., Duque, J. M. P., Amaya, P., Vásquez, R. L., Barragán, I. S. R., Rivera, J. T., Rueda, C. A. R., Benjumea, Y. Y. H., & Ramírez, J. J. Q. (2024). Detection and prevalence of equine Herpesvirus type 1 in blood, serum, and semen in Ibagué-Tolima. Characterization of the occurrence of cases of *Ehrlichia canis*, *Anaplasma* spp. and *Babesia* spp. presented in canines of small animal clinic in the city of Bu. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 37(1), 206.
- Cantadori, D. T., Osório, A. L. R., & Babo-Terra, V. J. (2014). Azithromycin in the treatment of monocytic *Ehrlichiosis* in naturally infected dogs. *Ciencia Animal Brasileira*, 15(4), 458–465. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v15i45553>
- Cárdenas-Arias, M. C., Rodríguez-Venegas, R., Robles-Trillo, P. A., Véliz-Deras, F. G., Alvarado-Espino, A. S., González-Álvarez, V. H., Legarreta-González, M. A., & Rodríguez-Martínez, R. (2025). Seroprevalence of *Ehrlichia canis* in Clinically Suspect Dogs and Its Association with Clinical and Social Factors in Urban and Rural Areas of North-Central Mexico. *Veterinary Sciences*, 12(8), 771. <https://doi.org/10.3390/vetsci12080771>
- Castillo, A. P., Colácio, N., Rodrigues, P. H. C., Miranda, J. V. O., Lima, P. C. S., Motta, R. O. C., Tinoco, H. P., Coelho, C. M., & Silveira, J. A. G. (2024). Parasitic protozoa and other vector-borne pathogens in captive mammals from Brazil. *Journal of Zoological and Botanical Gardens*, 2024(5), 754–773. <https://doi.org/10.3390/jzbg5040050>

- Chakraborty, S., Steckler, T. L., Gronemeyer, P., Mateus-Pinilla, N., & Smith, R. L. (2023). Farmers' knowledge and practices about ticks and tickborne diseases in Illinois. *Journal of Agromedicine*, 28(4), 756–768. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2023.2199003>
- Chala, B., & Hamde, F. (2021). Emerging and re-emerging vector-borne infectious diseases and the challenges for control: a review. *Frontiers in Public Health*, 9(715759), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.715759>
- Checa, R., Peteiro, L., Pérez, B. H., de la Morena, M., Cano, L., López-Suárez, P., Barrera, J. P., Estévez-Sánchez, E., Sarquis, J., Fernández-Cebrián, B., Montoya, A., & Miró, G. (2024). High serological and molecular prevalence of *Ehrlichia canis* and other vector-borne pathogens in dogs from Boa Vista Island, Cape Verde. *Parasites and Vectors*, 17(374), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06437-9>
- Cordeiro, M. D., Gaudêncio, F. do N., Chagas, J. D. R., Cunha, N. C., Fonseca, A. H., & Baêta, B. de A. (2023). Detecção molecular de *Anaplasma platys*, *Ehrlichia canis* e *Babesia* spp. em cães atendidos em clínica da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 30(1), 29–34. <https://doi.org/10.4322/rbcv.2023.0005>
- Dantas-Torres, F., & Figueredo, L. A. (2006). Canine babesiosis: A Brazilian perspective. In *Veterinary Parasitology* (Vol. 141, Issues 3–4, pp. 197–203). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.07.030>
- David, M. B. M., Castro, M. dos S., Pinheiro, A. H. G., Santana, R. L. S., Carvalho, E. L., Gonçalves, E. C., & Giese, E. G. (2023). A molecular survey of three tick-borne pathogens in dogs from Algodão village/Maiandeuá island on the northeast coast of Pará, Brazil. *Archives of Veterinary Science*, 28(2), 1–7. <https://doi.org/10.5380/avs.v28i2.91206>
- de Blas I., Ruiz-Zarzuela I., Vallejo A. WinEpi : Working in epidemiology. An online epidemiological tool. *ISVEE 11: Proceedings of the 11th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics*, Cairns (Australia), August 6-11 2006. Theme 4 - Tools & training for epidemiologists: Poster session session, 2006; 800

- Díaz-Corona, C., Roblejo-Arias, L., Piloto-Sardiñas, E., Díaz-Sánchez, A. A., Foucalt-Simonin, A., Galon, C., Wu-Chang, A., Mateos-Hernández, L., Zajac, Z., Kulisz, J., Wozniak, A., Castro-Montes de Oca, M. K., Lobo-Rivero, E., Obregón, D., Moutailler, S., Corona-González, B., & Cabezas-Cruz, A. (2024). Microfluidic PCR and network analysis reveals complex tick borne pathogen interactions in the tropics. *Parasites & Vectors*, 17(5), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-06098-0>
- Dokuzeylül, B., Kırbaş, A., Kayar, A., Kandemir, F. M., Küçükler, S., Or, M. E., & Adaszek, L. (2024). Effects of *Ehrlichia canis*, *Anaplasma phagocytophilum*/*Anaplasma platys* and *Dirofilaria immitis* infections on oxidative stress and antioxidant balance in dogs. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 34(4), 988–998. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2024.4.0783>
- Dolz, G., Ábrego, L., Romero, L. E., Campos-Calderón, L., Bouza-Mora, L., y Jiménez-Rocha, A. E. (2013). *Ehrlichiosis* y anaplasmosis en Costa Rica. *Acta Médica Costarricense*, 55(3), 34–40.
- Dumler, J. S., Barbet, A. F., Bekker, C. P. J., Dasch, G. A., Palmer, G. H., Ray, S. C., Rikihisa, Y., & Rurangirwa, F. R. (2001). Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of *Ehrlichia* with *Anaplasma*, *Cowdria* with *Ehrlichia* and *Ehrlichia* with *Neorickettsia*, descriptions of six new species combi. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51(6), 2145–2165. <https://doi.org/10.1099/00207713-51-6-2145>
- Dzul-Rosado, K. R., Arroyo-Solís, K. A., Torres-Monroy, A. J., Arias-León, J. J., Peniche-Lara, G. F., Puerto-Manzano, F. I., Landa-Flores, M. G., Mazo-López, J. C., & Salceda-Sánchez, B. (2023). Tick-associated diseases identified from hunting dogs during the COVID-19 pandemic in a Mayan community in Yucatan, Mexico. *Open Veterinary Journal*, 13(6), 794–800. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2023.v13.i6.14>
- El Hamiani Khatat, S., Daminet, S., Duchateau, L., Elhachimi, L., Kachani, M., & Sahibi, H. (2021). Epidemiological and clinicopathological features of *Anaplasma phagocytophilum* infection in dogs: a systematic review.

Frontiers in Veterinary Science, 8(6), 1–27.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2021.686644>

Escárcega Ávila, A. M., Luna Flores, B. S., de la Mora Covarrubias, A., y Jiménez, F. (2018). Análisis exploratorio de enfermedades Rickettsiales transmitidas por garrapatas en perros de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. *Acta Universitaria*, 28(3), 72–78.
<https://doi.org/10.15174/au.2018.1678>

Escárcega-Ávila, A. M., de la Mora-Covarrubias, A., Quezada-Casasola, A., & Jiménez-Vega, F. (2019). Occupational risk for personnel working in veterinary clinics through exposure to vectors of rickettsial pathogens. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 10(2), 299–304.
<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.10.012>

Espinoza-Carhuancho, F., Medina, J., Mauricio-Vilchez, C., Galarza-Valencia, D., Mendoza, R., Pacheco-Mendoza, J., & Mayta-Tovalino, F. (2024). Scientometric mapping of the trends, impact, and thematic evolution of scientific production on *Ehrlichiosis* in veterinary medicine. *Veterinary World*, 17(9), 2159–2165. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2159-2165>

Frankena K., Noordhuizen J.P.T.M., Willeberg P., van Voorthuysen P.F., Goelema J.O. EPISCOPE - Computer programs in veterinary epidemiology. *The Veterinary Record* 1990; 126(23): 573-7

Fonseca, J. P., Hirsch, C., & Guimarães, A. M. (2015). Erlichiosis canine: epidemiology, immunopathogenesis and diagnosis. *Pubvet*, 7(8), 1–19.
<https://doi.org/10.22256/pubvet.v7n8.1529>

García-De la Peña, C., Zamudio-López, A., Barraza-Guerrero, S. I., Martínez-Aranda, E., De la Cruz-Ramos, J. M., Acosta-Ayala, A., Siller-Rodríguez, Q. K., Torres-Delgado, M. G., Ávila-Rodríguez, V., Vásquez-Arroyo, J., Valenzuela-Núñez, L. M., & Herrera-Salazar, J. C. (2024). Bacterial microbiota of the brown dog tick (*Rhipicephalus sanguineus*), a broad starting point to establish potential pathogens in Northern Mexico. *Microbiology Research*, 2024(15), 2507–2521.
<https://doi.org/10.3390/microbiolres15040167>

Gonzalez, C., & Medeiros, N. S. S. (2024). Dog recovered from monocytic *Ehrlichiosis*-associated pancytopenia after homeopathy treatment: case

- report. *International Journal of High Dilution Research*, 24(1), 44–45.
<https://doi.org/https://orcid.org/0000-0001-7122-8692> Canine
- Harrus, S., Kenny, M., Miara, L., Aizenberg, I., Waner, T., & Shaw, S. (2004). Comparison of simultaneous splenic sample PCR with blood sample PCR for diagnosis and treatment of experimental *Ehrlichia canis* infection. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 48(11), 4488–4490.
<https://doi.org/10.1128/AAC.48.11.4488-4490.2004>
- Hosszú, G. (2024). Ordination-based verification of feature selection in pattern evolution research. *Intelligent Data Analysis*, 28(4), 891–907.
<https://doi.org/10.3233/IDA-230326>
- Huerto-Medina, E., & Dámaso-Mata, B. (2015). Factors associated with *Ehrlichia canis* infection in dogs infested with ticks from Huanuco, Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32(4), 756.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2015.324.1769>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2025). Espacio y datos de México; Coahuila de Zaragoza (05). Recuperado el 27 de agosto de 2025 de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=05>
- Jayatilaka, P. S., Ranatunga, R. A. S., Wijerathna, H. S. U., Fernando, A. D. S., Jinarathne, K. M. H., Naullage, N. G. R. K., Silva, S. N. S., Thananjayan, K., Amarasiri, L. K. H. R. T., Jayasundara, N. P. K., Mallawa, M. C. K., Dangolla, A., Iddamaldeniya, S. S., Samarakoon, S. M. N. S., Dayananda, A. G. M. L. K., Nazeem, A. M. M., & Rajakaruna, R. S. (2024). Canine vector-borne infections of working dogs of the Sri Lanka Air Force, and free roaming, and privately owned dogs. *Scientific Reports*, 14(23355), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71148-1>
- Kabir, A., Chouhan, C. S., Habib, T., Hossain, Md. Z., Raihan, A., Yeasmin, F., Siddique, M. P., Rahman, A. K. M. A., Nahar, A., Md. Rahman, S., & Md. Ehsan, A. (2024). Epidemiology of canine *Ehrlichiosis* and molecular characterization of *Ehrlichia canis* in Bangladeshi pet dogs. *PLoS ONE*, 19(12), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314729>
- Kaewmongkol, G., Maneesaay, P., Suwanna, N., Tiraphut, B., Krajarngjang, T., Chouybumrung, A., Kaewmongkol, S., Sirinarumitr, T., Jittapalapong, S., & Fenwick, S. G. (2016). First detection of *Ehrlichia canis* in

- cerebrospinal fluid from a nonthrombocytopenic dog with meningoencephalitis by broad-range PCR. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 30(1), 255–259. <https://doi.org/10.1111/jvim.13788>
- Khovand, H., Nourollahifard, S. R., Khalili, M., & Jajarmi, M. (2022). A survey of Ixodid ticks in stray dogs and molecular detection of *Ehrlichia canis* from ticks in central Iran. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 46(2), 209–217. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4168>
- Kopsco, H. L., Gronemeyer, P., Mateus, N. P., & Smith, R. L. (2023). Current and future habitat suitability models for four ticks of medical concern in Illinois, USA. *Insects*, 14(213), 1–24. <https://doi.org/10.3390/insects14030213>
- Lira-Amaya, J. J., Beristain-Ruiz, D. M., Racanco-Delgado, J., Garza-Hernández, J. A., Vital-García, C., Santamaria-Espinosa, M., Martínez-García, G., Alvarez-Martínez, A., Quezada-Casasola, A., Rojas-Martínez, C., Alvarado-Robles, B., & Figueroa-Millán, J. V. (2023). Molecular detection and characterization of *Ehrlichia canis* isolates from three geographic regions in Mexico: a retrospective study. *Life*, 13(1629), 1–10. <https://doi.org/10.3390/life13081629>
- López-Valencia, G., Meza-Silva, K. M., Haro-Álvarez, A. P., Trasviña-Muñoz, E., Garcia-Reynoso, I. C., Herrera-Ramírez, J. C., & Gómez-Gómez, S. D. (2024). Prevalence, risk factors, and hematologic changes in dogs from Baja California with presence of *Ehrlichia* spp., and coinfection with *Anaplasma* spp. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 56(1), 75–84. <https://doi.org/10.4206/ajvs.562.06>
- Lucy, E., Rajesh, J. B., Konwar, B., Tolenkhomba, T. C., Prasad, H., Sarma, K., Hmar, L., & Debnath, A. (2023). First report of immune mediated haemolytic anaemia associated with haemoparasitic infections of canine in Aizawl, Mizoram. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 19(4), 99–101. <https://doi.org/10.48165/ijvsbt.19.4.21>
- Makwarela, T. G., Djikeng, A., Masebe, T. M., Nkululeko, N., Nesengani, L. T., & Mapholi, N. O. (2024). Vector abundance and associated abiotic factors that influence the distribution of ticks in six provinces of South

Africa. Veterinary World, 17(8), 1765–1777.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.1765-1777>

- Matsuyama, H. (2023). The hard tick fauna (acari: Ixodida) of the Iriomote Cat (*Prionailurus bengalensis iriomotensis*) in Iriomote Island, Okinawa Prefecture, Japan: a literature review with emphasis on need for surveillance of tick-borne pathogens. *Acta Arachnologica*, 72(2), 101–107.
- McClure, J. C., Crothers, M. L., Schaefer, J. J., Stanley, P. D., Needham, G. R., Ewing, S. A., & Stich, R. W. (2010). Efficacy of a doxycycline treatment regimen initiated during three different phases of experimental *Ehrlichiosis*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 54(12), 5012–5020. <https://doi.org/10.1128/AAC.01622-09>
- Mccown, M. E., Long, M. T., Hernandez, J. A., Ardila-Gómez, Y. A., Sayler, K. A., Lundgren, A. M., & Barbet, A. F. (2023). Exposure to *Ehrlichia canis*, *Anaplasma* spp., and other vector-borne pathogens in military, police, shelter, and pet dogs in different regions of Colombia. *MedCoe Army Medical Journal*, 1(1), 137–145.
- Middleton, W. K., Becker, J., Peach, A., Tillewein, H., & Bresett, J. (2024). Qualitative refinement of a survey about tickborne disease. *Journal of Environmental Health*, 87(4), 24–29.
- Mobarak, D. A., Elbaz, E. K., Atwa, S. M., Eisa, M. I., El-Sebaey, A. M., & Selim, A. M. (2024). Molecular, epidemiological, and hematological evaluation in *Ehrlichia canis* infected dogs from an endemic region in Egypt. *Open Veterinary Journal*, 14(8), 1819.
<https://doi.org/10.5455/ovj.2024.v14.i8.10>
- Motaghapisheh, S., Akhtardanesh, B., Ghanbarpour, R., Aflatoonian, M. R., Khalil, M., Nouroollahifard, S. R., & Mokhtari, S. (2016). *Ehrlichiosis* in household dogs and parasitized ticks in Kerman- Iran : preliminary zoonotic risk assessment. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 10(2), 246–252.
- Movilla, R., García, C., Siebert, S., & Roura, X. (2016). Countrywide serological evaluation of canine prevalence for *Anaplasma* spp., *Borrelia burgdorferi* (sensu lato), *Dirofilaria immitis* and *Ehrlichia canis*

- in Mexico. *Parasites and Vectors*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1686-z>
- Neer, T. M., Breitschwerdt, E. B., Greene, R. T., & Lappin, M. R. (2002). Consensus statement on Ehrlichial disease of small animals from the infectious disease study group of the ACVIM. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 16(1), 309–315.
- Numiqo Team (2025). numiqo: Online Statistics Calculator. numiqo e.U. Graz, Austria. URL <https://numiqo.es>
- Ortega C., de Blas I., Simón M.C., Gironés O., García J., Alonso J.L., Muzquiz J.L., Ruiz-Zarzuela I. Programa informático aplicado al estudio temporal de procesos patológicos en poblaciones animales. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties* 2000;19(3):735-43
- Patel, J. G., Luo, T., Zhang, X., & McBride, J. W. (2024). Immuno- and expression analysis of *Ehrlichia canis* immunoreactive proteins. *Frontiers in Veterinary Science*, 1(11), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1481934>
- Paulino, A. R., Li, O. E., Hoyos, L. S., Suárez, F. A., y Díaz, D. C. (2013). Detección serológica de *Ehrlichia canis* y *Ehrlichia chaffeensis* en personal de clínicas veterinarias en Lima metropolitana. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 24(2), 217–221. <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i2.2505>
- Pereira, M. E., Canei, D. H., Carvalho, M. R., Dias, Á. F. de L. R., Almeida, A. do B. P. F., Nakazato, L., & Sousa, V. R. F. (2023). Molecular prevalence and factors associated with *Ehrlichia canis* infection in dogs from the North Pantanal wetland, Brazil. *Veterinary World*, 16(6), 1209–1213. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.1209-1213>
- R Studio Team. (2021). A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 3, <https://www.R-project.org>. <http://www.r-project.org>
- Rezaie, N., Latifian, M., Ghasemi, A., Mahmoudi, A., Baseri, N., Omid, A. H., Esmaeili, P., Esmaeili, S., & Mostafavi, E. (2025). Assessing the diversity of zoonotic bacterial agents in rodents and small mammals in

Iran. European Journal of Public Health, 35(1), 41–47.
<https://doi.org/10.1093/eurpub/ckae132>

- Rodriguez-Vivas, R. I., Albornoz, R. E. F., & Bolio, G. M. E. (2005). *Ehrlichia canis* in dogs in Yucatan, Mexico: seroprevalence, prevalence of infection and associated factors. Veterinary Parasitology, 127(1), 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.08.022>
- Ruiz, A. J. C., & Velarde, J. L. V. (2024). Frequency and factors associated with the diagnosis of *Ehrlichia canis* and Anaplasma spp. in dogs. Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias, 15(3), 749–761. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i3.6604>
- Salinas-Meléndez, J. A., Cantú-Martínez, M. A., Wong-González, A., Hernández-Escareño, J. J., Ávalos-Ramírez, R., Zárate-Ramos, J. J., & Riojas-Valdés, V. M. (2015). Seroprevalence of *Ehrlichia canis* in dogs from Monterrey, Mexico. African Journal of Microbiology Research, 9(35), 1974–1977. <https://doi.org/10.5897/ajmr2015.7629>
- Sarawade, V. N., Pawar, P. D., Mhase, P. P., Mote, C. S., Ambore, B. N., Kundu, K., Nimbalkar, V. G., Dhaygude, V. S., Das, N. S., & Singla, L. D. (2023). Prevalence risk factor analysis and molecular characterization of canine monocytic *Ehrlichiosis* in Maharashtra. Indian Journal of Animal Research, 57(7), 901–907. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4569>
- Senthil, N. R., & Chakravarthi, R. (2023). Epidemiology of canine haemoprotozoan diseases in Chennai, India. Indian Journal of Animal Research, 57(3), 372–376. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4311>
- Sgroi, G., D'Alessio, N., Veneziano, V., Rofrano, G., Fusco, G., Carbonara, M., Dantas-Torres, F., Otranto, D., & Iatta, R. (2024). *Ehrlichia canis* in human and tick, Italy, 2023. Emerging Infectious Diseases, 30(12), 2651–2654. <https://doi.org/10.3201/eid3012.240339>
- Silva, Á. B., Canseco, S. P., de la Torre, M. del P. G., Silva, A. M., Mayoral, M. Á., Mayoral, L. P. C., Martínez, J. L., y Pérez-Campos, E. (2014). Infección humana asintomática por contacto con perros. Un caso de *Ehrlichiosis* humana. Gaceta Médica de México, 150(2), 171–174.
- Sipin, Q., Mustaffa-Kamal, F., Watanabe, M., Rani, P. A. M. A., & Aziz, N. A. A. (2023). Low genetic diversity of vector-borne haemoparasites in dogs and their ticks revealed local and long-range transmission in peninsular

- Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 46(2), 401–423. <https://doi.org/10.47836/pjtas.46.2.03>
- Sobalbarro-Figueroa, M. F., Legarreta-González, M. A., García-Fernández, F., Olivas-García, J. M., Carrillo-Soltero, M. E., y Guzmán-Rodríguez, A. (2020). Análisis socioeconómico de los pequeños productores de cacao en Honduras: caso APROSACAO. *A Scientific and Technical Journal Published by Zamorano*, 0848, 1–13.
- Song, Y.-Q., Hong, S.-O., Park, W. Bin, Kim, S., Lee, E.-S., Choen, D.-S., & Yoo, H. S. (2024). Serological investigation of seven zoonotic pathogens in companion dogs in South Korea, 2018–2021. *Veterinary Medicine and Science*, 10(2), 2018–2021. <https://doi.org/10.1002/vms3.1380>
- Spolidorio, M. G., Labruna, M. B., Machado, R. Z., Moraes-Filho, J., Zago, A. M., Donatele, D. M., Pinheiro, S. R., Silveira, I., Caliari, K. M., & Yoshinari, N. H. (2010). Survey for tick-borne zoonoses in the state of Espírito Santo, Southeastern Brazil. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 83(1), 201–206. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.09-0595>
- Sukara, R., Andrić, N., Andrić, J. F., Mihaljica, D., Veinović, G., Ranković, V., & Tomanović, S. (2023). Autochthonous infection with *Ehrlichia canis* and Hepatozoon canis in dogs from Serbia. *Veterinary Medicine and Science*, 2023(9), 111–118. <https://doi.org/10.1002/vms3.1061>
- Sumpavong, P., Sricharn, W., Inthong, N., Kaewmongkol, G., & Kaewmongkol, S. (2022). Systematic evaluation of TaqMan real-time polymerase chain reaction assays targeting the dsb and gltA loci of *Ehrlichia canis* in recombinant plasmids and naturally infected dogs. *Veterinary World*, 15(3), 701–706. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.701-706>
- Thrusfield M., Ortega C., de Blas I., Noordhuizen J.P., Frankena K. Win Episcopo 2.0: improved epidemiological software for veterinary medicine. *The Veterinary Record* 2001;148(18):567-72
- Tzu-Yi, M., Chih-Jung, K., Chih-Chung, C., & Pin-Chen, L. (2024). Case report: inherited macrothrombocytopenia in a cavalier king charles spaniel.

- Unver, A., Perez, M., Orellana, N., Huang, H., & Rikihisa, Y. (2001). Molecular and antigenic comparison of *Ehrlichia canis* isolates from dogs, ticks, and a human in Venezuela. *Journal of Clinical Microbiology*, 39(8), 2788–2793. <https://doi.org/10.1128/JCM.39.8.2788-2793.2001>
- Unver, A., Rikihisa, Y., Karaman, M., & Ozen, H. (2009). An acute severe *Ehrlichiosis* in a dog experimentally infected with a new virulent strain of *Ehrlichia canis*. *Clinical Microbiology and Infection*, 15(2), 59–61. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02634.x>
- Villanueva-Saz, S., Martínez, M., Nijhof, A. M., Gerst, B., Gentil, M., Müller, E., Fernández, A., González, A., Yusuf, M. Sh. M., Greco, G., Verde, M., Sgroi, G., Lacasta, D., Marteles, D., Trotta, M., & Schäfer, I. (2023). Molecular survey on vector borne pathogens in clinically healthy stray cats in Zaragoza (Spain). *Parasites & Vectors*, 16(428), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-06046-y>
- Wongtawan, T., Sontigun, N., Boonchuay, K., Chiawwit, P., Wongtawan, O., Hayakijkosol, O., & Boonhoh, W. (2024). Improvements in blood profiles of canines naturally infected with triple blood pathogens (*Babesia vogeli*, *Ehrlichia canis*, and *Anaplasma platys*) subsequent to doxycycline monotherapy. *Animals*, 14(3714), 1–13. <https://doi.org/10.3390/ani14243714>
- Wright, I., Whitfield, V., Boyden, P., Hanaghan, R., & Upjohn, M. (2023). Analysis of exotic pathogens found in a large group of imported dogs following an animal welfare investigation. *VetRecord*, 2996(3), 1–10. <https://doi.org/10.1002/vetr.2996>
- Yarce, L. M. C., Osorio, L. A. R., y Arias, J. A. C. (2015). Seroprevalencia de *Ehrlichia canis* en perros con sospecha de infección por patógenos transmitidos por garrapatas en Medellín, 2012-2014. *Revista de Medicina Veterinaria*, 2015(29), 59–70. <https://doi.org/10.19052/mv.3446>
- Ybañez, A. P., Perez, Z. O., Gabotero, S. R., Yandug, R. T., Kotaro, M., & Inokuma, H. (2012). First molecular detection of *Ehrlichia canis* and *Anaplasma platys* in ticks from dogs in Cebu, Philippines. *Ticks and*

Tick-Borne Diseases, 3(5–6), 287–292.
<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2012.10.032>

- Zakham, F., Korhonen, E. M., Puonti, P. T., Castrén, R. S., Uusitalo, R., Smura, T., Kant, R., Vapalahti, O., Sironen, T., & Kinnunen, P. M. (2023). Molecular detection of pathogens from ticks collected from dogs and cats at veterinary clinics in Finland. *Parasites & Vectors*, 16(327), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05864-4>
- Zeb, J., Song, B., Khan, M. A., Senbill, H., Aziz, M. U., Hussain, S., Waris, A., E-Tabor, A., & Sparagano, O. A. (2023). Genetic diversity of vector borne pathogens in ixodid ticks infesting dogs from Pakistan with notes on *Ehrlichia canis*, *Rickettsia raoultii* and *Dirofilaria immitis* detection. *Parasites & Vectors*, 16(214), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05804-2>
- Zorzo, C., Pereira, N. A., Hongyu, K., & Aguiar, D. M. (2023). Correlation between canine biochemical analytes and TRP36 ELISA seropositivity for *Ehrlichia canis* in Brazil. *International Journal of Laboratory Medicine*, 2023(52), 621–628. <https://doi.org/10.1111/vcp.13277>

ANEXO 1

Artículo original de divulgación científica sobre este proyecto de investigación,
enviado y publicado en la revista “*Veterinary Sciences*”



veterinary sciences



Article

Seroprevalence of *Ehrlichia canis* in Clinically Suspect Dogs and Its Association with Clinical and Social Factors in Urban and Rural Areas of North-Central Mexico

Mario Cuauhtémoc Cárdenas-Arias ¹, Rafael Rodríguez-Venegas ², Pedro Antonio Robles-Trillo ³,
Francisco Gerardo Véliz-Deras ², Alan Sebastián Alvarado-Espino ³, Vicente Homero González-Álvarez ⁴,
Martín Alfredo Legarreta-González ^{5,6,*} and Rafael Rodríguez-Martínez ^{2,*}

¹ Programa de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón 27054, Mexico; cuatecardenas_2211@hotmail.com

² Departamento de Ciencias Médico Veterinarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón 27054, Mexico; rafar.v.v@gmail.com (R.R.-V.); velizderas@gmail.com (F.G.V.-D.)

³ Departamento de Producción Animal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Torreón 27054, Mexico; parobles58@gmail.com (P.A.R.-T.); alanalvae@gmail.com (A.S.A.-E.)

⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, Carretera Federal Acapulco-Pinotepa Nacional s/n, Cuajinicuilapa 41940, Mexico; homero.uagro@gmail.com

⁵ Universidad Tecnológica de la Tarahumara, Carretera Guachochi-Yoquiva, Guachochi 33187, Mexico

⁶ Posgraduate Department, Fatima Campus, University of Makeni (UniMak), Makeni City 00232, Sierra Leone

* Correspondence: mlegarreta@uttarahumara.edu.mx (M.A.L.-G.); rafael.rdz.mtz@gmail.com (R.R.-M.)

Simple Summary

Canine Ehrlichiosis, an illness caused by the bacterium *Ehrlichia canis*, can present with symptoms including fever, haemorrhages, anaemia, and a reduction in the animal's immune system. The present study analysed the presence of the aforementioned disease in 249 clinically suspect dogs in the Laguna Region of Coahuila, Mexico, between 2023 and 2024. The most prevalent signs were bleeding, anaemia, and thrombocytopenia, the latter being the strongest indicator. Furthermore, it was determined that canines residing in rural areas are more susceptible to infection compared to their urban counterparts.

Abstract

The objective of this study was to estimate the seroprevalence of *Ehrlichia canis* in clinically suspect dogs in the Laguna Region of Coahuila, Mexico, and to analyse its association with several clinical, haematological, and social variables. The present study focuses on the veterinary care provided to a total of 249 dogs during the period from August 2023 to November 2024. The implementation of an immunochromatographic test was undertaken for the purpose of antibody detection. The observed seroprevalence was 63.9% ($n = 156$). Firstly, statistically significant associations were identified with clinical haemorrhagic signs (77.33%; OR = 5.03; $p < 0.001$), anaemia (81.25%; OR = 4.17; $p < 0.001$), and thrombocytopenia (96.26%; OR = 43.24; $p < 0.001$). Secondly, rural dogs exhibited a higher prevalence (70.54%) compared to urban dogs (54.17%), which was found to be statistically significant ($p < 0.01$). Multivariate analysis and logistic regression identified thrombocytopenia as the most robust predictor. The findings emphasise the substantial circulation of *Ehrlichia canis* in the region, thereby reinforcing the clinical significance of haemorrhagic manifestations and haematological parameters as diagnostic tools in low-resource settings. The implementation of epidemiological surveillance, vector control, and community education programmes is recommended in order to reduce the impact of this disease on animal and public health.



Academic Editor: Jianzhu Liu

Received: 3 July 2025

Revised: 13 August 2025

Accepted: 17 August 2025

Published: 18 August 2025

Citation: Cárdenas-Arias, M.C.; Rodríguez-Venegas, R.; Robles-Trillo, P.A.; Véliz-Deras, F.G.; Alvarado-Espino, A.S.; González-Álvarez, V.H.; Legarreta-González, M.A.; Rodríguez-Martínez, R. Seroprevalence of *Ehrlichia canis* in Clinically Suspect Dogs and Its Association with Clinical and Social Factors in Urban and Rural Areas of North-Central Mexico. *Vet. Sci.* **2025**, *12*, 771. <https://doi.org/10.3390/vetsci12080771>

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).