



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERACIONES HEMATOLÓGICAS EN PERROS POSITIVOS A *Ehrlichia* spp. EN IZÚCAR DE MATAMOROS PUEBLA, MÉXICO

Tesis para obtener el título de Médico Veterinario y Zootecnista

Presenta:

María del Rosario Sánchez Sánchez

Directores:

Dr. German Ubaldo López López

Dra. María Guadalupe Núñez Carrera

Asesores:

M. en B. José Roberto Báez Parada

Dr. Arcángel Molina Martínez

M.V.C.A. Melitón Rosas López

El Salado Tecamachalco, Pue. 07 de noviembre del 2025

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE CUADROS	4
AGRADECIMIENTOS	5
DEDICATORIAS.	6
ABREVIATURAS.....	8
RESUMEN	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISION DE LITERATURA.....	14
2.1 Enfermedad	14
2.2 Signos clínicos.....	21
2.3 Técnicas de diagnóstico	24
2.4 Tratamiento	29
III. JUSTIFICACIÓN	31
IV. OBJETIVOS.	32
4.1 Objetivo general	32
4.2 Objetivos específicos.....	32
V. HIPÓTESIS	33
6.1 Área de estudio	34
6.2 Animales muestra.....	35
6.4 Análisis de datos	36
VII. RESULTADOS	38
VIII. DISCUSIÓN	43

IX.	CONCLUSIÓN	47
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Ehrlichia canis</i> en el citoplasma de una célula	15
Figura 2.	Ciclo de vida de las garrapatas.....	16
Figura 3.	Transmisión activa por saliva	17
Figura 4.	Transmisión transestadial de <i>Ehrlichia canis</i>	18
Figura 5.	Ciclo biológico de <i>Ehrlichia canis</i>	19
Figura 6.	Micrografías de células DH82 infectadas con <i>E. chaffensis</i>	21
Figura 7.	Información de la region15 Izúcar de Matamoros, Puebla	34
Figura 8.	Localización del área de estudio	35
Figura 9.	Lugares de origen de los perros muestreados.....	40
Figura 10.	Meses en lo que se encontró la enfermedad.	40
Figura 11.	Razas de perros muestreados por <i>Ehrlichia canis</i>	41
Figura 12.	Rango de edades de perros muestreados en años	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Valores hemáticos obtenidos en los perros muestreados	38
Cuadro 2.	Valores hemáticos con mayor diferencia significativa.	39
Cuadro 3.	Valores del estadístico (X^2) y de p.....	39
Cuadro 4.	Hallazgos clínicos en perros con <i>Ehrlichia canis</i>	42

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Germán Ubaldo López López por toda la ayuda proporcionada durante este largo proceso gracias a su responsabilidad, paciencia, apoyo y palabras de aliento, para hacer un buen trabajo, dándome herramientas para crecer.

A la Dra. María Guadalupe Núñez Carrera por su compromiso, esmero y apoyo durante todo el trabajo realizado, su paciencia y aliento dentro de él, gracias por su ayuda para poder sacar este trabajo delante de la mejor manera.

Al Dr. Arcángel Molina Martínez y M. en B. José Roberto Báez Parada por su ayuda exhaustiva para que el trabajo sea con excelente presentación, gracias sus consejos que fueron de mucha ayuda y que contribuyeron para lograr concluir este estudio.

Para el M.V.C.A. Melitón Rosas López que gracias a él fue posible realizar este trabajo, compartiéndome sus conocimientos y brindándome la oportunidad de tomar los datos requeridos para la investigación, sumando el apoyo, ayuda y compromiso para hacerlo bien. Agradecida por todo, así como a todo el grupo de la clínica (doña Angelica, Ángeles, Ray) que también ayudaron.

DEDICATORIAS.

A mis padres. Marco Antonio Sánchez y Lorena Sánchez, por su comprensión, apoyo, confianza, durante la carrea y la vida. ¡Sí, se pudo!

A mis hermanos. Jeresel, Iris y Denisse Lucero, por todo su apoyo cuando más lo he necesitado, mis hermanos saben cuánto les agradezco por siempre guiarme, no dejarme caer y seguir luchando para ser mejor y alcanzar mis metas, han sido y seguirán siendo mi apoyo, gracias por estar siempre conmigo y acompañarme en este camino llamado vida, para seguir cumpliendo metas junto a ustedes.

A mi cuñada Rubí por ayudarme en comprender la vida, guiarme, cuidarme y procurarme, gracias por todo el apoyo incondicional brindado.

A mis sobrinos por hacer mis días menos pesados y brindarme luz en días oscuros, con su optimismo y ocurrencias, dándome alegrías invaluable durante esta aventura universitaria.

A mi familia en general por siempre creer en mí, alentarme y apoyarme en lo que más pueden.

A mi amiga Karen, Jazmín y Ángeles, por ayudarme durante toda la carrera, brindarme aliento en momentos difíciles, ayudarme a tenerme confianza creyendo en mí, siempre apoyándonos a ser mejores y brindar alegría en momentos oscuros de mi vida.

A los Dr. Marco Antonio Oropeza, por brindarme la oportunidad de desarrollarme en vacas lecheras y conocer el CAIT donde forje una nueva yo, llena de confianza y muchos aprendizajes transmitidos por usted y los médicos, siga siendo pionero del conocimiento.

Al Dr. Sergio siempre apoyarme, alentarme a ser mejor médico preparándome cada día más que estuve apoyándolo, gracias a usted aprendí muchas cosas y estoy agradecida de que sea mi mentor. ¡Siga forjando grandes médicos!

Al Medico Pedro Zúñiga, usted me apoyo incondicionalmente, me acogió y guio en la inseminación de vacas lecheras le agradezco infinitamente su amistad y todos los conocimientos transmitidos es una gran persona, amigo y guía. ¡Gracias por todo su apoyo!

Al Dr. Noe Rodríguez, por todo el apoyo, las oportunidades de crecer como médico y forjar mi carácter, los conocimientos transmitidos y las tempestades para poder ser mejor, no solo valirme por lo que sé sino por lo que puedo hacer, gracias desde el corazón por enseñarme tanto.

Al Medico Norberto Muñoz, le agradezco todas las lecciones de vida y ayuda incondicional, fue, es y será un gran amigo, gracias por todo el apoyo brindado durante mi estancia y los conocimientos aprendidos, nunca cambie, a menos que sea para ser mejor.

ABREVIATURAS

ADN	Ácido desoxirribonucleico
ALP	Fosfatasa alcalina
ALT	Aspartato amino transferasa
AST	Alanina amino transferasa
CMH	Complejo mayor de histocompatibilidad
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
<i>E.</i>	<i>Ehrlichia</i>
EEA1	Antígeno endosómico primario
Elisa	Ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas
EMC	Ehrlichiosis monocítica canina
GPI	Glicosilfosfotidilinositol
IFI	Inmunofluorescencia Indirecta
IgA	Inmunoglobulina A
IgG	Inmunoglobulina G
IgM	Inmunoglobulina M
IL-1	Interleucina-1
PCR	Reacción en cadena de la polimerasa
HEM	Hematíes
HB	Hemoglobina
HCT	Hematocrito
MVC	Volumen Corpuscular Medio
MCH	Hemoglobina Corpuscular Media
MCHC	Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media
PLT	Plaquetas
MPV	Amplitud de la distribución de plaquetas
LEU	Leucocitos
LYM	Linfocitos
MON	Monocitos
NEU	Neutrófilos

EOS	Eosinófilos
BAS	Basófilos

RESUMEN

La ehrlichiosis es una enfermedad infecciosa causada por una bacteria Gram negativa intracelular obligada del género *Ehrlichia*, afecta principalmente a los perros y es transmitida por las garrapatas. En los últimos años diversos factores como el cambio climático y la movilidad de perros de compañía a zonas tropicales favorecen al aumento del contacto con las garrapatas generando perros enfermos o portadores de *Ehrlichia*. La enfermedad aguda tiene signos clínicos altamente inespecíficos por lo que su diagnóstico suele ser complicado. El objetivo de este estudio fue evaluar las alteraciones hematológicas específicas que genera ehrlichiosis en perros de las localidades pertenecientes a la región de Izúcar de Matamoros, Puebla. Se incluyeron a 116 perros de diferentes razas y edades, todos con antecedentes de infestación por garrapatas y al menos tres diferentes signos clínicos de ehrlichiosis, se evaluaron mediante citometría hemática; línea blanca, línea roja y trombocitos, de manera simultánea se realizó la prueba inmunocromatográfica con un kit comercial para la determinación cualitativa de anticuerpos anti *Ehrlichia canis*. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva (frecuencias absolutas y relativas), para caracterizar la distribución y variabilidad de los parámetros evaluados se aplicó una prueba de bondad de ajuste de Chi-cuadrada (χ^2). Los resultados muestran alteraciones hematológicas en los índices eritrocitarios principalmente en la HB y el MCHC mostrando anemia no regenerativa y en los trombocitos; trombocitopenia, de las 23 razas analizadas se encontró un mayor número de animales afectados en perros mestizos (30.17%); con respecto a la edad los datos obtenidos indican un mayor número de animales afectados de 1 año de edad (14.65%). Esta investigación permite aportar información para el diagnóstico asertivo de ehrlichiosis canina, causada por *Ehrlichia canis* en perros que cursan la enfermedad en la etapa crónica, lo cual contribuye a las herramientas para la práctica diaria en medicina veterinaria.

Palabras clave: *Ehrlichia*, inmunocromatografía, citometría hemática, trombocitopenia, anemia, garrapatas.

INTRODUCCIÓN

La ehrlichiosis monocítica canina (EMC) es una enfermedad infecciosa causada por *Ehrlichia* principalmente *E. canis* una bacteria Gram negativa (Zhang et al., 2023). El género *Ehrlichia* comprende a un grupo de microorganismos intracelulares obligados, considerados como bacterias leucocitofilicas, porque se multiplican dentro del citoplasma de los monocitos, macrófagos y también puede infectar a células epiteliales (Rajesh, 2020). La EMC es una enfermedad multisistémica también conocida como: pancitopenia tropical canina, enfermedad del perro rastreador, fiebre hemorrágica canina y tifus por garrapata canina. Afecta a los miembros de la familia *Canidae*, siendo los perros los afectados a diferencia de los lobos, coyotes y zorros, la EMC no tiene predilección por sexo o edad y se considera una enfermedad de zonas tropicales y subtropicales relacionada con la presencia de su vector; la garrapata. El cambio climático de los últimos años ha aumentado la distribución de la ECM ya que actualmente se reportan casos en lugares poco frecuentes de la presencia esta enfermedad (Gutiérrez et al., 2016; Wall, 2001).

La ehrlichiosis se describió en 1935 en el Instituto Pasteur en Argelia, Donatien y Lestoquart reportaron que era causada por bacterias del género *Rickettsia*. En 1945 fue reclasificada por Moshovski y nombrada *Ehrlichia canis* en honor al bacteriólogo alemán Paul Ehrlich, estableciendo así un género diferente a las rickettsias. En 1957 en la isla Aruba (isla del Caribe holandés), la EMC fue identificada en extendidos sanguíneos de perros, y fue hasta 1962 que se visualizó la enfermedad en los leucocitos. En 1968 tomó relevancia para los médicos veterinarios, ya que se presentó un brote epizoótico causando la muerte de aproximadamente 200 perros militares de E. U. A. en Vietnam (Gutiérrez et al., 2016).

Actualmente se considera la EMC, como una enfermedad de distribución mundial, siendo las zonas tropicales y subtropicales las de mayor prevalencia, debido a la presencia de la garrapata que es su vector (Geromichalou & Faixová, 2017). El principal vector de la *Ehrlichia canis*, en Centroamérica y Estados Unidos es la garrapata marrón (*Rhipicephalus sanguineus*) que presenta una distribución mundial, aunque también pueden ser otras especies (Jane, 2023) Las garrapatas de este género tienen una mayor

predilección por los canidos y se han adaptado a vivir en los interiores de las casas, en grietas, alfombras entre otros lugares donde esperan a que pase un hospedador (Gram et al., 2023).

Los animales adquieren la enfermedad a través de la saliva de la garrapata infectada cuando este muerde al huésped (con o sin regurgitación), de esta forma las bacterias ingresan al animal y son fagocitadas por los monocitos a los que se denomina cuerpos elementales. Al cabo de 48 horas comienzan a multiplicarse y empiezan a desarrollar una vacuola redondeada, ovoide o alargada con una membrana doble, después de aproximadamente 48 horas el incremento de cuerpos elementales formará los cuerpos iniciales y después de 7-12 días de periodo de incubación, los cuerpos iniciales serán transformados en mórulas. Las mórulas después de 12-18 días son liberadas por lisis celular o exocitosis y de esta manera otros monocitos las puedan fagocitar (Guillout & Chabanne, 2019).

La *Ehrlichia* se multiplican dentro del citoplasma de los monocitos, macrófagos, y células epiteliales, causando una mayor cantidad de mórulas dentro del citoplasma, que pueden llenar este espacio y provocar la destrucción de leucocitos y trombocitos, lo que genera una disminución importante en la producción de células sanguíneas (Rajesh, 2020). Las principales alteraciones que se reportan en la citometría hemática son la trombocitopenia en un 96% y la anemia en un 75% de los animales afectados, la leucopenia es reportada ocasionalmente (Espino et al., 2023).

El diagnóstico presuntivo de la ehrlichiosis se basa principalmente en sintomatología, signos clínicos, complementado con análisis hematológicos (citometría hemática y química sanguínea) así como el uso de pruebas inmunocromatográficas para detectar la presencia de anticuerpos en sangre, suero o plasma. Los signos clínicos que se presentan con mayor frecuencia dependen de las diferentes etapas de la enfermedad (aguda, subclínica o crónica) pero en general se pueden presentar: fiebre, hipertermia, depresión, letargia, anorexia, linfadenomegalia, esplenomegalia, mucosas pálidas, anormalidades oculares, tendencias a sangrados epiteliales que se agrava hasta formar edema del tren posterior, estomatitis ulcerativa, glositis necrótica, signos nerviosos parecidos a convulsiones, disfunción vestibular o dolor cervical. Actualmente el

tratamiento para ehrlichiosis en perros, se basa en el uso de antibióticos; siendo la doxiciclina el antibiótico de primera elección y la minociclina o rifampicina como tratamientos de segunda opción (Mylonakis et al., 2019).

Los perros pueden infectarse con *Ehrlichia canis* posteriormente recuperarse de una forma parcial y pasar esta etapa desapercibida por sus tutores, estos pueden enfermar después y presentar signos clínicos muy variados, los cambios hematológicos también pueden ser variados. Esta investigación tiene como objetivo principal identificar las alteraciones hematológicas frecuentes que se pueden presentar en los perros positivos al diagnóstico para *Ehrlichia canis* mediante la citometría hemática la cual es una herramienta que tiene la ventaja de orientarnos sobre el estado general de salud del paciente siendo relativamente económica, rápida y eficaz en comparación con otras pruebas diagnósticas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Enfermedad

La ehrlichiosis es una enfermedad que se transmite por la picadura de una garrapata, de amplia distribución y frecuente en climas tropicales, que según la región geográfica podría tener un índice mayor de incidencia en verano u otoño, al igual que debido al incremento de la población del vector, por lo que se debe considerar como un diagnóstico presuntivo o diferencial para los perros que viven o viajan a lugares, en donde las garrapatas son endémicas (Carbajal & Vilela, 2023). El sexo y la edad del animal no muestran importancia, ya que los perros pueden infectarse indiscriminadamente (Huber et al., 2017). Los signos clínicos y la gravedad de la enfermedad son relacionados con la cepa bacteriana, la inmunidad del huésped y la coinfección con otros patógenos (Espino et al., 2023).

2.1.1 Agente etiológico

La ehrlichiosis es atribuida a un grupo de bacterias patógenas del género *Ehrlichia*, perteneciente a la familia *Anaplasmataceae*, del orden de las Rickettsiales. Las seis especies reconocidas dentro del género son *E. canis*, *E. chaffeensis*, *E. ewingii*, *E. muris*, *E. minasensis* y *E. ruminantium*. El agente causal de ehrlichiosis monocítica canina (EMC) es generalmente causada por *E. canis* (Zhang et al., 2023). La *Ehrlichia canis* es una bacteria cocoide, Gram negativa, intracelular obligada, con tropismo por las células hematopoyéticas, principalmente plaquetas y leucocitos de mamíferos como: perros, zorros, coyotes, lobos y humanos (Hmoon et al., 2021; Tintel et al., 2016).

Todas las *Anaplasmataceae*, comparten un desarrollo bifásico similar, donde se involucran dos formas morfológicas distintas. Las formas extracelulares son infecciosas y se unirán a la superficie de las células diana del huésped para después ingresar por

endocitosis. Posteriormente dentro de la célula huésped, las bacterias se desarrollarán dentro de una vacuola para su supervivencia y replicación (Figura 1) (Moumène & Meyer, 2016).

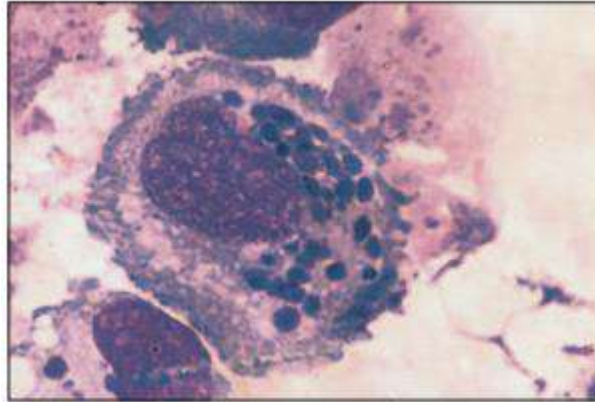


Figura 1. Múltiples *Ehrlichia canis* en el citoplasma de una célula (Day, 2016)

Ehrlichia canis consta de un solo genoma circular de 1,315,030 nucleótidos y aproximadamente 984 genes, siendo de tamaño pequeño, esto se debe a la pérdida de material genético que sufrió para poder adaptarse y ser una bacteria intracelular obligada, lo que permite utilizar algunas enzimas de la vía metabólica del huésped, para sus funciones vitales. Debido a la pérdida de algunos genes metabólicos debe absorber nutrientes del medio circundante a través de sus poros o canales de la membrana externa. También se ha descrito que las adhesinas están involucradas en la unión de *Ehrlichia* y la célula huésped, contribuyendo a la supervivencia de la bacteria (Greene, 2011).

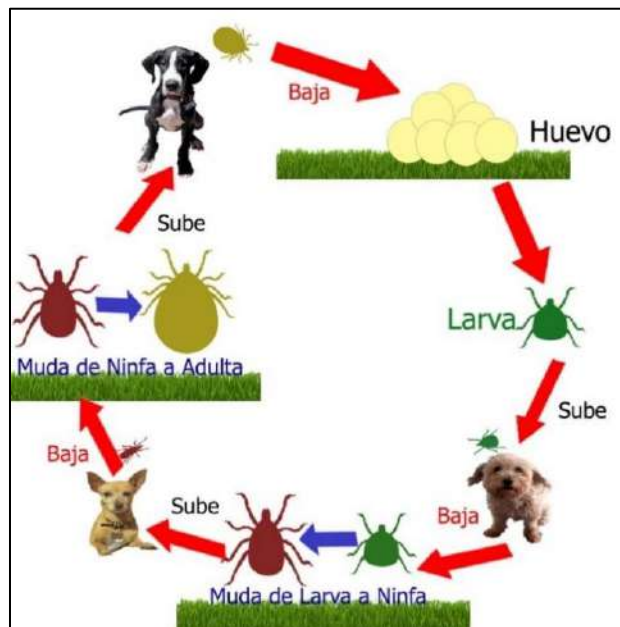
2.1.2 Transmisión

Existen diferentes cepas de *Ehrlichia canis* en diferentes regiones geográficas, con virulencia variada que puede iniciar los signos clínicos en hospedero incluso a 3 horas después de la exposición a la picadura (Jane, 2023). La garrapata marrón del perro (*Rhipicephalus sanguineus*) se considera como el principal vector de la ehrlichiosis, sin embargo, también se ha encontrado ADN de *Ehrlichia canis* en otras especies de garrapatas como: *Rhipicephalus turanicus*, *Rhipicephalus bursa*, *Ixodes ricinus*,

Haemaphysalis, *Dermaentor spp.* y *Dermaentor variabilis* (Jane, 2023). La transmisión de la *Ehrlichia canis* se lleva a cabo cuando se encuentra presente la triada que involucra: el vector, el patógeno y el hospedador (Boulangier et al., 2023).

El ciclo de vida de las garrapatas consiste en 4 etapas: 1) huevo, 2) larva, 3) ninfa y 4) adulta. La larva, la ninfa y la adulta son las etapas que necesitan alimentarse de sangre. Las larvas suben al hospedador se alimentan de él, después bajan del hospedador y realizan la primera muda a ninfas. Las ninfas suben al hospedador, se alimentan para después bajar al suelo en donde realizan su segunda muda a adultas. Las adultas suben a un hospedador del cual se alimentan y en el caso de las hembras ingurgitadas, bajarán a poner sus huevos, mientras que los machos se quedarán a fecundar el mayor número de hembras posibles (Figura 2). Las garrapatas son un vector muy importante en medicina veterinaria y en medicina humana, ya que a lo largo de su ciclo biológico tienen altas tasas de reproducción y pueden alimentarse de distintos hospederos vertebrados, fijándose a ellos por largos periodos de tiempo a la hora de alimentarse (Mullen & Durden, 2019; Miró & Bourdeau, 2021).

Figura 2. Ciclo de vida de las garrapatas



Nota: Elaboración propia a partir de la información de Mullen & Durden (2019)

La garrapata para alimentarse necesita adherirse al hospedero, introduciendo los hipostomas y secretando saliva que contiene vasodilatadores, anticoagulantes e inhibidores de la respuesta inmunitaria e inflamatoria a nivel local, pero que pueden extenderse e influir en la respuesta inmunitaria del tejido linfoide regional y del sistema inmunitario sistémico. Lo anterior beneficiando a la garrapata infectante, debido a que no existen mecanismos inmunitarios que la desprendan de la piel del huésped, creando un ambiente óptimo para la transmisión y el desarrollo de la enfermedad en el hospedador. La presencia de *Ehrlichia canis* en el punto de inyección, propicia que las garrapatas no infectadas contraigan la infección (Figura 3) (Day, 2016).

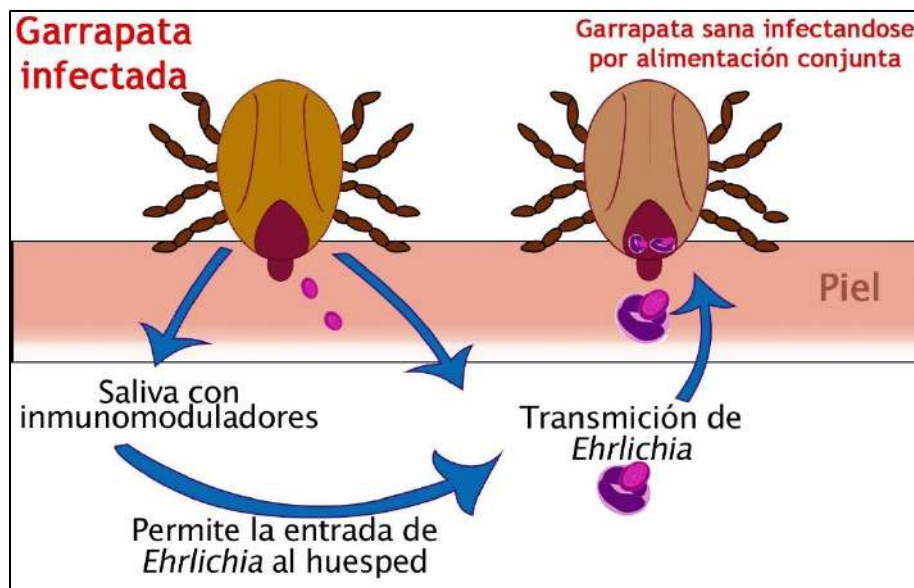


Figura 3. Transmisión activa por saliva (Modificado de Day, 2016)

Otro modo de transmisión de la enfermedad es durante la alimentación en el estadio de larvas y ninfas, de un hospedador a otro que se alimentan en el siguiente estadio de desarrollo, por lo que la transmisión transestadial permite que el patógeno sobreviva a las mudas (Figura 4). Las garrapatas pueden infestar al huésped durante más de 155 días debido a que tienen la capacidad de entrar en diapausa que es un estado de latencia fisiológica por condiciones ambientales adversas como el invierno, logrando así sobrevivir y transmitir la enfermedad en la siguiente primavera (Guilloot & Chabanne, 2019).



Figura 4. Transmisión transestadial de *Ehrlichia canis* (Guilloot & Chabanne, 2019)

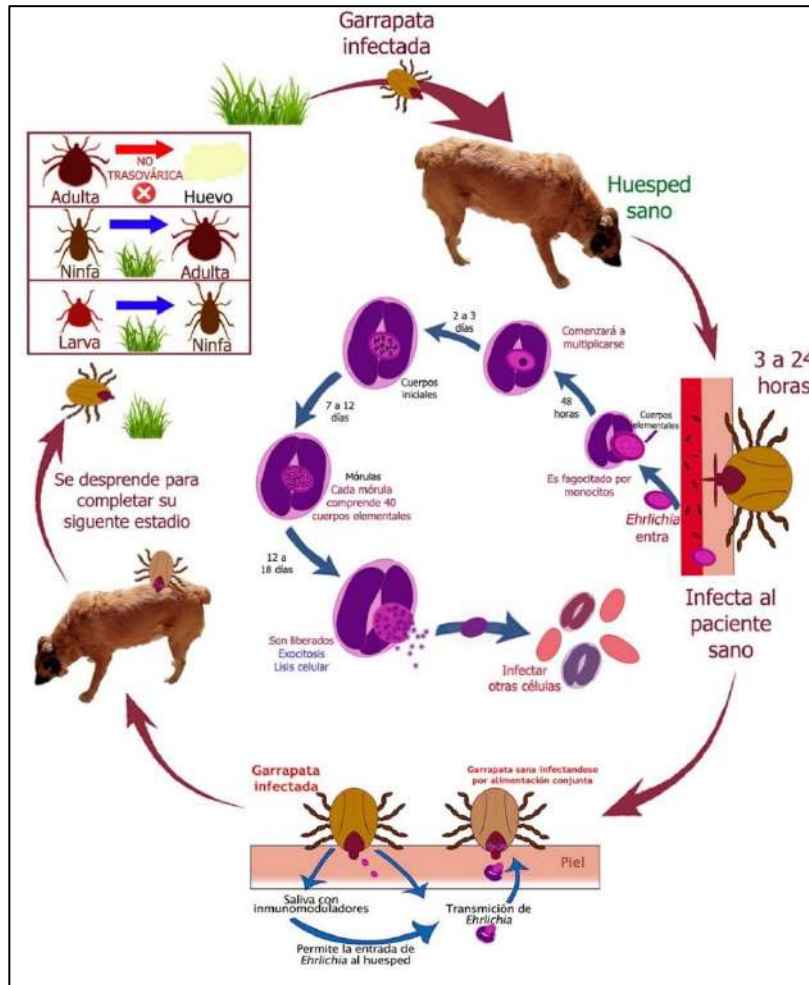
Las garrapatas adquieren a la bacteria ingiriendo monocitos infectados y esta se multiplica en sus glándulas salivales (Guilloot & Chabanne, 2019). Una vez que la garrapata ingiere a *Ehrlichia canis*, esta realiza su primera replicación en el intestino medio de la garrapata, después emigra a las glándulas salivales invadiendo sus células epiteliales, experimentarán un segundo ciclo de replicación y entrarán en la secreción de las glándulas salivales cuando la garrapata se alimente de su próximo hospedador (Rar & Golovljava, 2011).

Las grandes cantidades de saliva producidas por las glándulas salivales son la principal vía para la transmisión del patógeno. Debido a los factores presentes en la saliva se favorece la transmisión y el establecimiento del patógeno ya que la glándula salival es en donde se desarrolla y replica *Ehrlichia canis* (Bowman & Nuttall, 2008).

La transmisión de *Ehrlichia canis* solo requiere que la garrapata este unida al perro hospedador durante un periodo mínimo de 3 a 24 horas (Borrás, 2024). Una vez *Ehrlichia canis* es introducida al torrente sanguíneo del perro a través de la picadura de la garrapata, serán fagocitadas por sus monocitos y recibirán el nombre de cuerpos elementales; que al cabo de 48 horas comenzarán a multiplicarse por fisión binaria. Los cuerpos elementales se desarrollarán dentro de una vacuola con forma redondeada, rodeada por una doble membrana con un diámetro de 0.25-1.4 μm . En 2 a 3 días habrá muchos cuerpos elementales que empezarán a formar los cuerpos iniciales, que son la

acumulación de los cuerpos elementales en un diámetro variable de 0.4-2 μm . Durante la incubación de 7-12 días, los cuerpos iniciales formarán las mórulas, las cuales comprenden hasta 40 cuerpos elementales, para finalmente ser liberados por exocitosis o lisis celular después de 12-18 días y ser fagocitados por nuevos monocitos (Figura 5) (Guillout & Chabanne, 2019).

Figura 5. Ciclo biológico de *Ehrlichia canis*



Nota: Elaboración propia a partir de la información de Guillout & Chabanne (2019)

La bacteria se adhiere en la célula huésped a través de la proteína EtpE localizada en su membrana externa que se unirá a la proteína anclada al glicosilfosfolidinositol (GPI) que señalaran el reacomodamiento del citoesqueleto de la célula huésped y la formación de un filopodio que promoverá la captación de la bacteria. Las células del hospedero infectadas por *Ehrlichia* contienen las vacuolas replicativas que presentarán un aumento

de los genes expresados relacionados con el metabolismo, intercambio de nutrientes y mecanismos de defensa, lo que sugiere que la bacteria puede sufrir un estrés oxidativo y privación del desarrollo en las primeras etapas de vida. *Ehrlichia* desarrolla múltiples estrategias altamente adaptativas para sobrevivir en la célula huésped, que en su mayoría consisten en transformar sus procesos celulares desde la señalización del hospedero, modulación del tráfico vesicular, protección contra la explosión oxidativa, adquisición de nutrientes y control de la activación inmunitaria innata. La vacuola a la que ingreso *Ehrlichia* se convertirá en un endosoma temprano (EEA1), funcionando como antígeno así como la conservación de la proteína RAB5A que regulan el tráfico vesicular. Además, la composición proteica de la *Ehrlichia* inhibe características del endosoma tardío, a la proteína Rab7 y a la acidificación del pH de las células favoreciendo la supervivencia y replicación intracelular (Moumène & Meyer, 2016).

La *Ehrlichia* además de ser altamente sensible a las especies reactivas de oxígeno las suprime, utiliza el reclutamiento de las mitocondrias para poder impedir la apoptosis de la célula del hospedero a través de la manipulación del metabolismo mitocondrial (Figura 6) (Liu et al., 2011). El efector ECH0825 es una molécula encontrada en las células infectadas por *Ehrlichia*, que ayuda a prevenir el daño celular y la apoptosis asociada a una infección intracelular, mediante inhibición de la oxidación y a su vez la apoptosis celular (Liu et al., 2012).

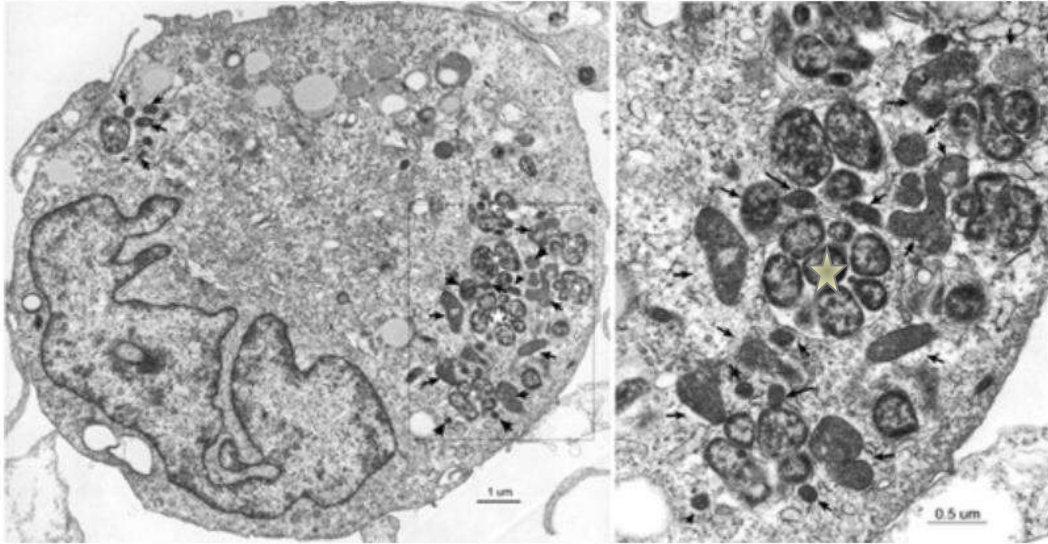


Figura 6. A la izquierda micrografías de células DH82 infectadas con *E. chaffensis*. A la derecha figura ampliada indicando con flechas las mitocondrias y con estrella la mórula de *Ehrlichia* (Liu et al., 2011)

Las células infectadas por *Ehrlichia* en forma de mórula, podrán localizarse en las células del sistema mononuclear fagocítico del hígado, bazo y ganglios linfáticos al igual que en los macrófagos pulmonares (Guillout & Chabanne, 2019). Dichas células son diseminadas a través del torrente sanguíneo o por la vía linfática del hospedero, lo que permitirá que puedan llegar al hígado, bazo, médula ósea y linfonodos, en donde se replicara generando una infección sistémica (Gutiérrez et al., 2016).

2.2 Signos clínicos

El periodo de incubación de *Ehrlichia canis* va de los 8 a 20 días (Gianopoulos et al., 2016), mientras que su evolución clínica puede dividirse en 3 etapas consecutivas: agudas, subclínica y crónica. La fase aguda puede durar entre 1 a 4 semanas, los perros pueden recuperarse clínicamente y si no reciben tratamiento o este es inadecuado pueden entrar a la fase subclínica que puede durar desde unos meses hasta años en animales aparentemente sanos, convirtiéndose así en portadores persistentes, que si no son atendidos correctamente pueden desarrollar una enfermedad crónica grave que

podría causar la muerte del paciente (Greene, 2011). La enfermedad aguda tiene signos clínicos inespecíficos como: fiebre, depresión, letargo y anorexia, mientras que los hallazgos en la exploración física pueden ser: linfadenomegalia, esplenomegalia y tendencia hemorrágica con petequias dérmicas, equimosis y epitaxis. Durante la fase subclínica no hay signos clínicos evidentes. En la fase crónica los perros pueden sucumbir a una infección bacteriana secundaria mortal o a una hemorragia (Geromichalou & Faixová, 2017).

Muy frecuentemente los animales que cursan la fase crónica presentan estomatitis ulcerosa y glositis necrótica, edema de las extremidades posteriores y/o escrotal, y signos del sistema nervioso central, convulsiones, ataxia, disfunción vestibular y dolor cervical. La predisposición hemorrágica puede ocurrir tanto en la fase aguda como en la crónica, pero es más común y grave en la fase crónica, se manifiesta como petequias, equimosis cutáneas o en mucosas, epitaxis, hematuria, melena y sangrado prolongado en los sitios de venopunción. En la fase subclínica, las manifestaciones clínicas y hematológicas no siempre se encuentran presentes (Huber *et al.*, 2017).

La linfadenomegalia periférica se presenta en 40 a 75 % de los casos en perros con ehrlichiosis (Mylonakis *et al.*, 2011), esto se debe a un incremento de los linfonodos, resultado de la actividad hiperplásica de los linfocitos B y T en respuesta al estímulo antigénico de *Ehrlichia canis* (Gutiérrez *et al.*, 2016). El bazo es un órgano importante para el almacenamiento de macrófagos infectados por *Ehrlichia canis* lo que eventualmente conduce a una destrucción de plaquetas y esplenomegalia (García-Mora *et al.*, 2024).

Algunas lesiones macroscópicas suelen ser hepatomegalia con o sin congestión en vesícula biliar, necrosis de hepatocitos alrededor de la vena central y tendinitis difusa en las triadas portales, mostrando una hepatitis y grasa penlobulillar. En riñón se pueden presentar áreas necróticas en las superficies corticales además de nefritis, resultado de infiltraciones de células mononucleares en los espacios intertubulares, provocando la proliferación de origen fibroso. También se observa esplenomegalia por la destrucción

constante de plaquetas, presentan petequias a hemorragias equimóticas en diferentes órganos como: el intestino, corazón, pulmones junto con fibrosis marcada en el tabique alveolar y en la superficie de la serosa intestinal (Chakraborty *et al.*, 2024).

La vasculitis y el secuestro plaquetario son atribuidos a un factor que inhibe al factor plaquetario 3, la *Ehrlichia canis* puede tener un efecto directo en los vasos sanguíneos o plaquetas circulantes. Los perros que superan la trombocitopenia todavía pueden mostrar sangrados por la evidente disfunción plaquetaria (Brandão *et al.*, 2006). Los animales infectados presentan neumonías intersticiales, caracterizadas por un aumento de macrófagos alveolares y neumocitos pulmonares, también presentan dilatación cardíaca completa (Rungsipipat *et al.*, 2009). Una porción impredecible de perros avanzará a la fase crónica de la enfermedad, de los cuales unos presentarán aplasia grave de la médula ósea y alta mortalidad debido a la septicemia y/o hemorragia grave (Mylonakis *et al.*, 2019).

Durante la patogénesis de *Ehrlichia canis*, la bacteria trata de evadir constantemente la respuesta inmune del hospedador: inhibiendo la formación de fagolisosomas, disminución de la expresión de receptores de CMH (complejo mayor de histocompatibilidad tipo II) en monocitos, macrófagos, la formación de inmunocomplejos o la producción de anticuerpos antiplaquetarios (Borrás, 2024). Un aumento de la interleucina-1 (IL-1) en las células presentadoras de antígeno y las células B, causa en el perro signos inespecíficos como es la depresión o anorexia durante la etapa aguda de la enfermedad, reflejando inmunoglobulinas IgM e IgA entre los días 4 y 7 de la enfermedad, mientras que la IgG aumenta considerable después del día 15 (Gouffray & Martínez, 2021). Los anticuerpos que podemos encontrar en un animal que ha superado la enfermedad de una manera aguda son IgG, logrando ser tituladas en técnicas como inmunocromatografía, ELISA o IFI. Una vez superada la enfermedad por completo estos anticuerpos no son protectores y los perros pueden re infectarse y nuevamente sufrir la enfermedad (Borrás, 2024).

2.3 Técnicas de diagnóstico

El diagnóstico se basa en una combinación de datos epidemiológicos, datos obtenidos en el examen clínico, anormalidades hematológicas, detección directa de la bacteria y hallazgos serológicos (Gutiérrez et al., 2016). También se basa en la detección de anticuerpos o ácidos nucleicos y el reconocimiento de inclusiones intracelulares visibles en extendidos sanguíneos (García-Mora et al., 2024).

2.3.1 Examen clínico

En este procedimiento se recopila una serie de datos que ayudará en la orientación del diagnóstico del paciente e incluye la reseña, anamnesis y examen físico. En el examen físico los perros infectados con *Ehrlichia canis* suelen presentar uno o varios síntomas como: fiebre, eritema, petequias, epistaxis, dolor muscular, náuseas, vómito, dolor abdominal, anorexia, depresión, letargia, ligera pérdida de peso (Romero & Heredia, 2017).

2.3.2 Citometría hemática (hemograma)

Durante la práctica médica una de las pruebas diagnósticas más utilizadas es la citometría hemática, debido a que aporta información valiosa de los valores de las tres series hematológicas: glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. En la citometría hemática también se incluye el análisis del extendido sanguíneo que puede ayudar a detectar las alteraciones morfológicas en las células (Arauz, et al., 2020; Huerta & Cela de Julián, 2018; Gallo, 2014).

La detección de mórulas intracitoplasmáticas de *Ehrlichia canis* en monocitos, es más accesible en la fase aguda o crónica, si se hace a través de un extendido sanguíneo, por la alta cantidad de microorganismos (Chakraborty et al., 2024). Es recomendable utilizar la capa leucocitaria para realizar un extendido más preciso, en muchas ocasiones dentro de muestras de bazo, médula ósea o linfonodos, se pueden observar las mórulas pertenecientes a la infección por *Ehrlichia canis* (Borrás, 2024).

La trombocitopenia puede estar presente en todas las etapas de ehrlichiosis y suele ser el hallazgo más relevante, que es dependiente de la fase de infección y la respuesta inmune del perro. También se puede observar leucopenia y anemia arregenerativa o regenerativa dependiente de la fase de la enfermedad (Borrás, 2024; Espino-Solís et al., 2023; Rungsipipat et al., 2009; Acosta, 2023).

2.3.2.1 Anemia

La anemia es una afección de la sangre que se caracteriza por la insuficiencia en la cantidad de glóbulos rojos sanos o de la hemoglobina, se clasifica dependiendo de la capacidad de respuesta que tenga la médula ósea. Se clasifica como anemia regenerativa cuando se lleva a cabo la liberación temprana de eritrocitos inmaduros, tras una pérdida o destrucción de sangre, lo cual representa una respuesta normal de la médula ósea, dada por el aumento de la eritropoyetina secundaria a la hipoxia. La anemia no regenerativa o arregenerativa es aquella en la cual, debido a la ausencia de eritrocitos inmaduros circulantes, indica una disfunción medular (Thrall et al., 2022). La anemia se reporta en animales positivos a *Ehrlichia canis* desde los 10 a los 20 días posteriores a la infección y permanece hasta los 70 días, posterior a este periodo de tiempo la anemia puede desaparecer (Huber et al., 2017).

La anemia no regenerativa, es resultado de una eritropoyesis disminuida, lo que derivara en una disminución de glóbulos rojos (hipoplásica) o en una ausencia completa

(aplásica). Esta producción de eritrocitos puede ser resultado de un trastorno intrínseco como: mielofibrosis, mielodisplasia o trastorno mieloproliferativo, o puede estar causada por un trastorno extrínseco donde se incluye una enfermedad renal crónica, enfermedades inflamatorias, trastornos endocrinos, destrucción inmunomediada de precursores de eritrocitos, daño inducido por fármacos u otras sustancias químicas o agentes infecciosos como *Ehrlichia* spp. (Thrall et al., 2022). Los perros infectados con *Ehrlichia canis*, muestran anemia como una alteración común, esta puede deberse a una hipoplasia de la médula ósea, que provoca una producción deficiente de componentes celulares en la sangre, o en su fase aguda, donde implica hemólisis, tanto intravascular como extravascular (Kumar et al., 2018).

2.3.2.2 Trombocitopenia

Existe un aumento de anticuerpos antiplaquetarios y una disminución de la vida de las plaquetas circulantes entre 2-4 días post infección, por destrucción principalmente en la fase aguda y como factor patogénico (Harrus et al., 1996). Durante la fase aguda es muy común encontrar la trombocitopenia como alteración dentro de la citometría hemática, mientras que en la fase subclínica los parámetros hematológicos pueden estar dentro de los rangos de referencia. Aunque en ocasiones el recuento plaquetario puede estar por debajo, la fase crónica esta caracterizado por la pancitopenia, debido a la supresión o destrucción de la médula ósea (Geromichalou & Faixová, 2017).

La trombocitopenia alcanza su punto más bajo en la tercera semana post infección, mientras que el volumen plaquetario medio sigue un patrón inverso, aumentando a partir del sexto día post infección. En la fase aguda la trombocitopenia suele ir acompañada de anemia leve y un recuento de leucocitos ligeramente reducido. Durante la fase subclínica, puede suceder una trombocitopenia leve sin signos clínicos específicos, mientras que los leucocitos y eritrocitos también pueden estar disminuidos. Para la fase crónica, la trombocitopenia suele ser grave y estar acompañada de anemia y

leucocitopenia, sugiriendo una pancitopenia marcada (Harrus & Waner, 2011; Harrus et al., 1996).

La trombocitopenia se atribuye a un aumento del consumo de plaquetas debido a una vasculitis, secuestro esplénico de plaquetas y destrucción inmunológica asociada con el anticuerpo ligado a las plaquetas que se producen 17 días post infección (Angkanaporn et al., 2022). La trombocitopenia por *Ehrlichia canis* se debe a la destrucción de células del bazo, que comienza tras ser infectado y va causando una hipoplasia de la médula ósea (Kumar et al., 2018).

2.3.3 Química sanguínea

Otra herramienta diagnóstica comúnmente utilizada, es el análisis de elementos químicos de la sangre, que permite conocer gran parte del metabolismo y de la salud del paciente brindando información relevante sobre el funcionamiento de los órganos y sistemas. En este se incluyen pruebas como la medición de proteínas totales, glucosa, creatinina, nitrógeno ureico sérico, urea, colesterol, triglicéridos y gran variedad de enzimas como ALT (aspartato amino transferasa), AST (alanina amino transferasa), ALP (fosfatasa alcalina) (DNA laboratorio, 2022). En perros diagnosticados con ehrlichiosis podemos encontrar hipergamaglobulinemia e hipoalbuminemia, hiperproteinemia, hipercreatinemia, elevación de las enzimas (AST y ALP) (Geromichalou & Faixová, 2017; Borrás, 2024).

2.3.4 Inmunocromatografía

Es una técnica inmunológica que permite visualizar la reacción antígeno anticuerpo conjugadas con oro coloidal en zonas específicas en un papel de nitrocelulosa donde se fijan previamente anticuerpos de captura (Escalante et al., 2001). En las pruebas de diagnóstico para la determinación de antígeno de *Ehrlichia canis*, se utilizan muestras de

sangre previamente homogeneizada en un tubo con anticoagulante (EDTA), se toma una pequeña porción y se coloca en una casilla de un dispositivo plástico con una ventana, seguido de una solución tampón reveladora de cromatografía. La reacción antígeno anticuerpo forma un complejo que se queda atrapado al comenzar la migración por capilaridad de los recombinantes conjugados que siguen un flujo lateral para unirse al cuerpo de captura fijados a la membrana. Los resultados pueden observarse de manera rápida mediante una línea de análisis ubicada en la ventana perteneciente a la línea T (test) y una línea que valida el resultado de la prueba C (control) (Urano diagnostics, 2022; Diagnostic Megacor, 2023).

2.3.5 Inmunofluorescencia Indirecta (IFI)

Esta técnica serológica comúnmente utilizada para la cuantificación de títulos de anticuerpos, la densidad óptica permite la clasificación de los niveles de anticuerpos contra los antígenos de la infección presente (Persichett et al, 2017).

La prueba de IFI es utilizada para el diagnóstico de la ehrlichiosis, a través de la cuantificación del título de anticuerpos, un resultado positivo puede ser observado de una infección pasada o presente (Umair et al., 2023).

2.3.7 Ensayo por Inmunoabsorción Ligado a Enzimas (ELISA)

ELISA es una prueba serológica que tiene una aplicación universal para determinar o cuantificar fármacos, sustancias biológicas, antígenos o anticuerpos de respuesta de un hospedero. Este procedimiento utiliza anticuerpos como reactivos enlazantes “específicos”, situados en líquidos corporales de pacientes como suero, orina, saliva o líquido cefalorraquídeo (Guzmán-Vázquez, 2004). El diagnóstico dirigido a *Ehrlichia canis* mediante ELISA determina si existe la presencia o no de anticuerpos, a través de la detección de IgG contra los epítomos p30 y p30-1 de *Ehrlichia canis* (Borrás, 2024).

2.3.8 Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)

El PCR es una técnica molecular que permite detectar material genético bacteriano se considerada una herramienta requerida para el diagnóstico definitivo de *Ehrlichia canis*. En las pruebas realizadas por ELISA e inmunocromatografía se debe considerar un periodo de hasta 28 días post infección donde puede arrojar falsos positivos, mientras tanto en la PCR puede detectar el material genético bacteriano desde los 4-10 días post infección (Borrás, 2024; Harrus & Waner, 2011).

2.4 Tratamiento

Para contrarrestar temporalmente las consecuencias sistémicas de la anemia grave puede administrarse soluciones cristaloides balanceados y/o concentrados de glóbulos sanguíneos. Si la trombocitopenia es debido a una continua pérdida de sangre puede considerarse administrar plasma rico en plaquetas o concentrados plaquetarios, para mejorar las probabilidades de un resultado clínico positivo (Mylonakis et al., 2019). Para contrarrestar la anemia, se puede administrar eritropoyetina a 100 UI/kg por vía subcutánea, cada 72 horas, sulfato ferroso a 100 mg/kg por vía oral cada 24 horas y acompañado de folato (vitamina B9) a 5 mg/kg por vía oral cada 24 horas (Palacios et al., 2017).

El antibiótico que ha demostrado gran efectividad es la doxiciclina a 10 mg/kg cada 24 horas o 5mg/kg cada 12 horas, por vía oral durante 4 semanas y debe ser considerada como tratamiento de primera línea, la minociclina a 10 mg/kg cada 12 horas por vía oral durante 3-4 semanas, puede ser considerado un tratamiento de segunda elección. Por otro lado, la administración de la rifampicina a 10 mg/kg cada 24 horas por vía oral durante 3 semanas, puede ser una alternativa razonable en casos donde la doxiciclina esta contraindicada o no es tolerada. Los perros que son tratados con doxiciclinas

experimentan una mejoría clínica entre 24 a 48 horas después de la medicación, mientras que las anomalías hematológicas tardan entre 1 y 3 semanas (Mylonakis et al., 2019). En pacientes hospitalizados, puede administrarse oxitetraciclina a 25mg/kg endovenoso cada 8 horas, hasta que el paciente pueda tolerar la doxiciclina por vía oral para completar las 3-4 semanas de tratamiento (Borrás, 2024).

El uso de corticosteroides es controversial por su acción inmunosupresora, presentando un riesgo para el paciente, que podría estar pasando por un estado de super infección. La administración de prednisolona está indicada para reducir la destrucción inmunológica de las plaquetas y el tamaño del bazo, a una dosis de 2 mg/kg, por vía oral, cada 24 horas por 28 días, su administración debe retirarse de manera gradual durante las semanas posteriores al tratamiento (Palacios et al., 2017). El imidocarb, fármaco utilizado para el tratamiento contra rickettsias no tiene efectividad contra ehrlichiosis. Sin embargo, se puede utilizar en coinfecciones con *Babesia*, *Rangelia vitalii* y/o *Hepatozoon* (Borrás, 2024).

III. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años a nivel global el cambio climático ha provocado un incremento en las temperaturas de diversas regiones del país, aunado a esto, se ha tenido un incremento en la movilidad de perros de compañía a zonas tropicales. Los perros al estar en contacto con las garrapatas son más vulnerables a contraer ehrlichiosis, pudiendo presentar una fase subclínica la cual tiene una duración que va desde meses hasta años, generando perros infectados aparentemente sanos. Lo anterior también ha generado perros portadores persistentes, que si no son atendidos correctamente pueden desarrollar una enfermedad crónica grave que podría causar la muerte del paciente, por otro lado, la enfermedad aguda tiene una gran variedad de signos clínicos altamente inespecíficos. Esta situación resalta la necesidad de herramientas diagnósticas rápidas, eficaces y económicas para la detección temprana de esta enfermedad, al igual que conocer las alteraciones hematológicas específicas inducidas por *Ehrlichia canis*. Debido a que el uso de la citometría hemática es un análisis clínico frecuente y altamente utilizado en la clínica de pequeñas especies, a diferencia de otras pruebas serológicas específicas como ELISA o PCR que pueden implicar un lapso de tiempo mayor para resolver la problemática del paciente.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar las alteraciones hematológicas frecuentes que pueden ser relacionadas con perros positivos a *Ehrlichia canis* en la zona de Izúcar de Matamoros, Puebla, México.

4.2 Objetivos específicos del proyecto

- Evaluar cuales son los cambios hematológicos representativos que se encontraron en perros positivos a *Ehrlichia canis*.
- Establecer un perfil hematológico característico de perros positivos a *Ehrlichia canis* en la zona de estudio.

V. HIPÓTESIS

La infección por *Ehrlichia* spp en perros causa alteraciones hematológicas específicas que sugieren la infección.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

Este estudio se realizó durante el periodo del 1 de mayo del 2023 al 29 de abril del 2025, en la “Clínica Veterinaria Rosas” ubicada en calle reforma 33-C Col. Centro Izúcar de Matamoros, Puebla. El municipio de Izúcar de Matamoros se localiza en el suroeste del estado de Puebla entre las coordenadas geográficas extremas 18° 19' - 18° 41' de latitud norte y 98° 17' - 99° 34' de longitud oeste. Limita al norte con el municipio de Tepeojuma; al este con el municipio de Epatlán y el municipio de Ahuatlán; al sureste con el municipio de Tehuiztzingo; al suroeste con el municipio de Chiantla; al oeste con el municipio de Chietla y con el municipio de Atzala y finalmente al noroeste con el municipio de Tilapa. La zona presenta una temperatura ambiental entre los 18 y 26 °C. (CEIGEP, 2022)

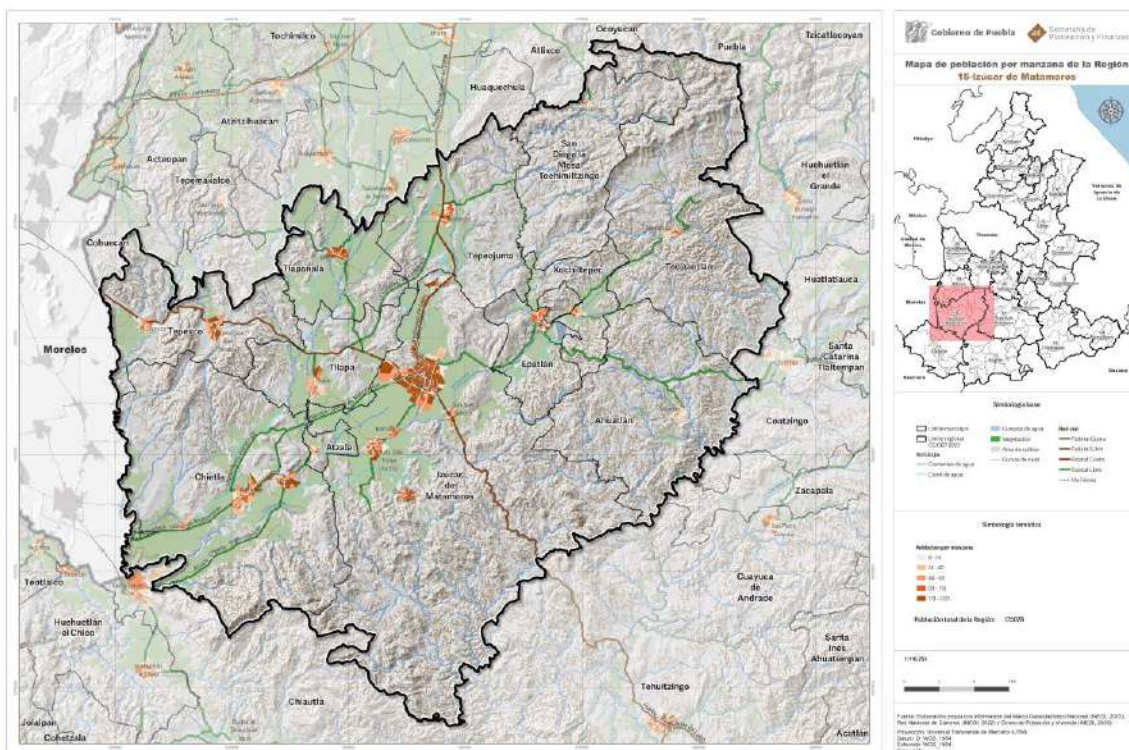


Figura 7. Información de la region15-Izúcar de Matamoros, Puebla. Elaborado por el Marco Geoestadístico Nacional, basado en (INEGI, 2024; CEIGEP, 2022)



Figura 8. Localización del área de estudio en el municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla (INEGI, 2024)

Los perros muestreados para prueba inmunocromatográfica *Ehrlichia canis* pertenecían a la colonia centro de Izúcar de Matamoros, col. Cruz verde, col. El Jardín, col. Lomas de Alchichica, col. El Calvario, el barrio de San Bernardino, barrio de San Diego, barrio de Santa Cruz, barrio de Santo Tomás, barrio de Santiago Mihuacán, Rancho Juanitos, al igual que comunidades como Agua dulce, Atencingo, Ayutla, Casa blanca, Chietla, Cuayaca, Cuexpala, Escape de Lagunillas, la Galarza, Rijo, San Juan Colón, San Juan Epatlan, San Juan Coahuixtla, San Juan Piaxtla, San Juan Raboso, San Martín Alchichica, San Nicolás Tolentino, Tepeojuma, Tilapa, Zolonquiapa que pertenecen a la región de Izúcar de Matamoros.

6.2 Animales muestra

Los perros incluidos en este estudio fueron pacientes de la “Clínica Veterinaria Rosas” evaluados con citometría hemática y positivos a *Ehrlichia* spp, que llegaron a consulta a la clínica, los cuales son pertenecientes de la región de Izúcar de Matamoros. A los pacientes, se les realizó un registro de datos generales del paciente y del tutor, así como lo referente al examen físico general. Se incluyeron 116 perros de diferentes razas, edades (1 a 15 años) de los cuales 70 fueron machos (44 esterilizados) y 46 hembras (19 esterilizadas), todos con antecedentes de infestación por garrapatas, y al menos tres

de los siguientes signos clínicos: fiebre, eritema, petequias, epitaxis, dolor muscular, dolor abdominal, anorexia, disnea, letargia, depresión, pérdida de peso, linfadenomegalia. Se realizó la toma de muestra sanguínea de la vena yugular o cefálica dependiendo del tamaño del paciente, la muestra fue recolectada en tubo con EDTA e identificada con los datos del paciente.

6.3 Procesamiento de la muestra

Se realizó la citometría hemática y la prueba inmunocromatográfica de manera simultánea. La citometría hemática fue realizada con el equipo automatizado VetScan5 que trabaja con la medida de la variación de impedancia eléctrica mediante el principio de Coulter. Se analizaron las alteraciones en la línea blanca; concentración de los leucocitos (neutrófilos, monocitos y linfocitos), en la línea roja; alteración en los índices eritrocitarios (concentración de hematocrito, hemoglobina, la concentración media de hemoglobina corpuscular) y en los trombocitos; la concentración plaquetaria. La prueba inmunocromatográfica se realizó mediante el kit comercial URANO TEST QUATTRO^R diseñado para la determinación cualitativa de anticuerpos de *Ehrlichia canis*.

6.4 Análisis de datos

Debido al tropismo de *Ehrlichia spp.* por las células que componen a la sangre para el presente estudio fueron analizadas las alteraciones encontradas en la concentración de los leucocitos, alteraciones en los índices eritrocitarios y en la concentración plaquetaria. El análisis de los datos se realizó en dos etapas: inicialmente se empleó la estadística descriptiva (frecuencias absolutas y relativas) para caracterizar la distribución y variabilidad de los parámetros evaluados. Posteriormente, para determinar si la proporción de organismos clasificados en las categorías de valores bajos, dentro del rango y superiores a los valores de referencia difería significativamente, se aplicó una prueba de bondad de ajuste de Chi-cuadrada (χ^2). Esta prueba contrastó la distribución observada frente a una distribución uniforme, bajo la hipótesis nula de que no existirían diferencias en la frecuencia de organismos entre las tres categorías. Con el fin de

minimizar los falsos positivos en las pruebas de hipótesis múltiples, los valores de p fueron ajustados mediante la corrección de Bonferroni (Hammer et al., 2001).

VII. RESULTADOS

Dentro de los parámetros obtenidos en la citometría hemática realizada para las 116 muestras de perros, se tomaron en cuenta aquellos valores que presentan una variación menor o mayor al valor de referencia. Los valores obtenidos en la citometría hemática incluyendo la serie roja, la serie blanca y las plaquetas con valor bajo, en rango y elevado se muestran en el Cuadro 1 con respecto al valor de referencia.

Cuadro 1. Número de perros clasificados por los valores hemáticos obtenidos en los muestreos				
Parámetro		Número de perros		
	Valor de referencia	Bajo	En rango	Elevado
SERIE ROJA				
HEM	5.5 - 8.50 $10^{12}/l$	61	55	0
HB	12 - 18 g/dl	74	40	2
HCT	37 - 55%	65	47	4
MVC	60 - 77 fl	15	99	2
MCH	19.5 - 24.5 pg	52	63	1
MCHC	31 - 39 g/dl	79	37	0
SERIE BLANCA				
LEU	6 – 17 $10^9/l$	16	68	32
LYM	1-4.80 $10^9/l$	27	64	25
MON	0.20-1.5 $10^9/l$	26	79	11
NEU	3-12 $10^9/l$	10	79	27
EOS	0-0-80 $10^9/l$	3	111	2
BAS	0-0.40 $10^9/l$	0	116	0
TROMBOCITOS				
PLT	165 - 500 $10^9/l$	107	9	0
MPV	3.9 – 11.1 fl	15	85	16

Se seleccionaron los valores hemáticos de acuerdo al número de animales, que representaron una diferencia significativa de acuerdo con el valor de referencia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de perros clasificados según sus valores hemáticos y que presentan diferencia significativa.			
Parámetro	Bajos	Rango	Elevados
HEM	61	55	0
HB	74	40	2
HCT	65	47	4
MCHC	79	37	0
PLT	107	9	0

En el Cuadro 3 se presenta la comparación de valores hemáticos con un valor del estadístico χ^2 y su valor de significancia.

Cuadro 3. Valores del estadístico (χ^2) y de p.					
Parámetro	Bajos	Rango	Elevados	χ^2	P
HEM	61	55	0	0.31	0.57
HB	74	40	2	10.14	<0.05
HCT	65	47	4	2.89	0.08
MCHC	79	37	0	15.2	<0.05
PLT	107	9	0	82.79	<0.05

De los 116 perros diagnosticados como positivos a *Ehrlichia canis*, originarios de 31 zonas comprendidos en barrios, colonias y localidades que pertenecen a la región de Izúcar de Matamoros, se encontró un mayor número de casos en la localidad “La Galarza” (Figura 9) principalmente en el mes de octubre (Figura 10).

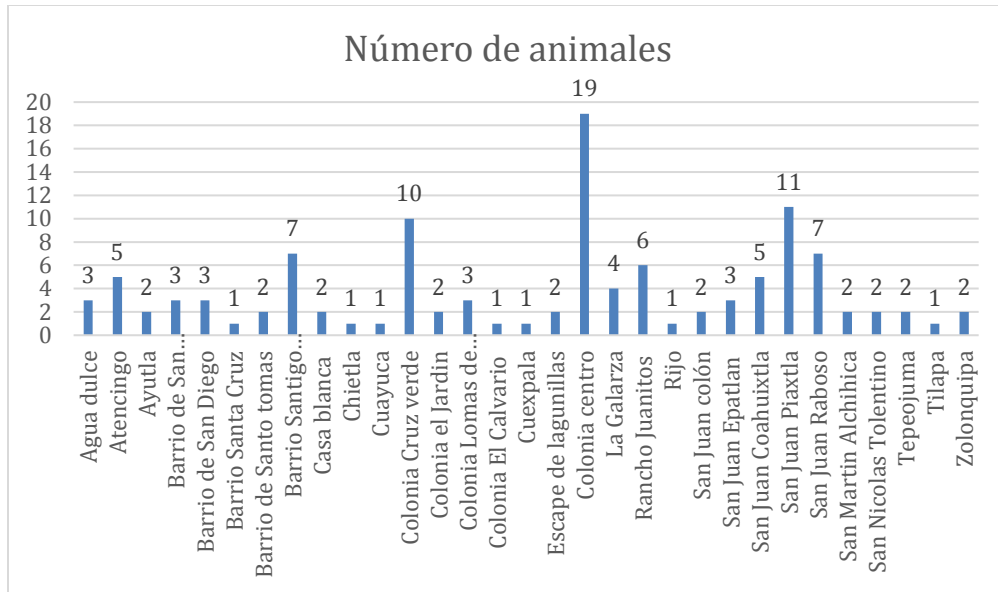


Figura 9. Lugares de origen de los perros muestreados (eje X), número de perros positivos (eje Y).

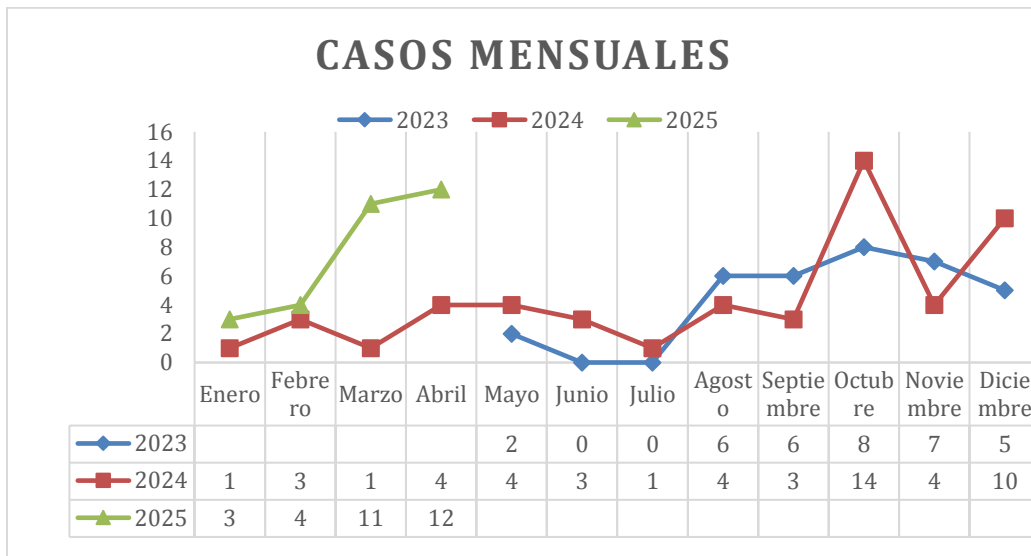


Figura 10. Meses en lo que se encontró la enfermedad.

De las 23 razas de perros se encontró un mayor número de perros infectados por *Ehrlichia canis*; perros mestizos que representan el 30.17%, seguido del poodle el 10.34%, pastor alemán el 9.48%, los perros de la raza chihuahua el 6.89%; labrador y pit bull el 6.03%; pastor australiano el 5.17%; beagle y jack russell el 3.44%; husky

siberiano, pug y rottweiler el 2.58% cada uno, gran danés y maltes el 1.72%; mientras que las razas boxer; bull terrier; bulldog inglés; cocker spaniel; doberman; foxhound; pastor belga; ratonero bodeguero y terrier escocés representan un 0.86% cada uno (Figura 11).

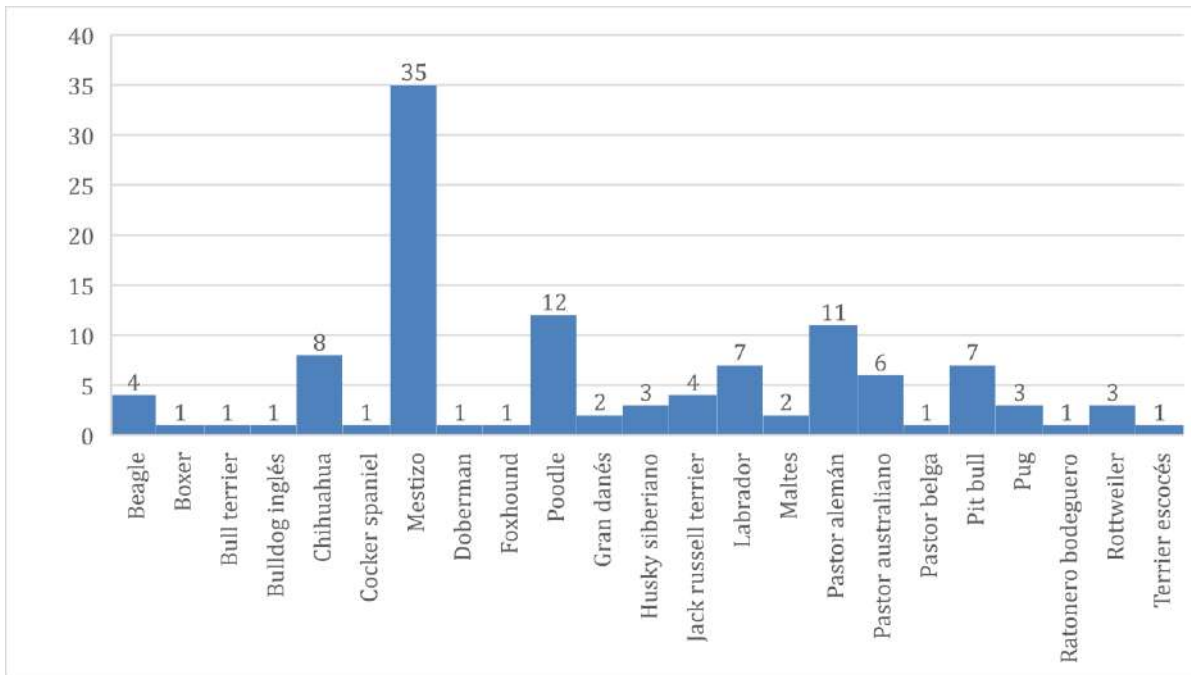


Figura 11. Razas de perros muestreados por *Ehrlichia canis* (eje X), número de animales muestreados (eje Y).

De acuerdo con la edad el mayor número de perros infectados por *Ehrlichia canis* con edades de: 1 año (14.65%), 2-4 años (28.35%); 5-7 años (23.23%), 8-10 años (23.26%), 11-12 años (4.3%) y finalmente 13-15 años (6.03%) (Figura 12).

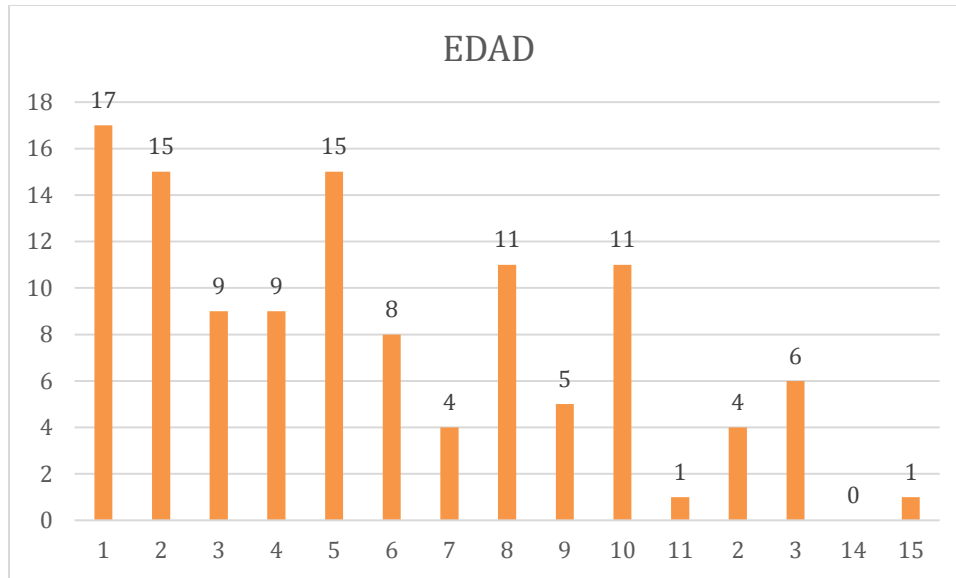


Figura 12. Edades de perros muestreados en años (eje X), número de perros positivos a *Ehrlichia canis* (eje Y).

De los signos clínicos en los pacientes analizados mediante el examen físico, todos presentaron depresión 116 perros, inapetencia 112 perros, fiebre ($\geq 39^{\circ}\text{C}$) 49 perros, epistaxis 14 perros, vómito 12 perros, gingivitis 5 perros, parálisis de tren posterior o parálisis completa 4 perros y otros síntomas como disnea, epilepsia y mucosas pálidas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Hallazgos clínicos en perros con <i>Ehrlichia canis</i>.	
Hallazgo	Porcentaje %
Depresión	100
Inapetencia	96.50
Fiebre $\geq 39^{\circ}\text{C}$	42
Epistaxis	12.06
Vómito	10.30
Gingivitis	4.30
Parálisis del tren posterior o parálisis completa	3.44

VIII. DISCUSIÓN

A partir de los resultados de los 116 perros muestreados, sus valores en la citometría hemática para la serie roja en específico la disminución de la hemoglobina (HB) y la disminución en la concentración media de la hemoglobina corpuscular (MCHC) así como en los trombocitos en su concentración plaquetaria; están directamente relacionados con la presencia de *Ehrlichia canis*. En la investigación realizada por Chakraborty et al., (2024) también encontraron una disminución significativa en los valores de HB y el recuento de plaquetas, sin embargo, a diferencia de este estudio ellos reportan que encontraron diferencia significativa en el recuento total de leucocitos (leucopenia observada en 56/178 perros afectados con *Ehrlichia canis*) esto puede explicarse por la fase en la que se encontraban los perros muestreados en los dos estudios. En esta investigación se plantea que la mayoría de los perros pudieron encontrarse en la fase crónica donde las anomalías hematológicas pueden ser ligeras por la compensación que intentan hacer los perros contra la infección por *Ehrlichia canis*, dato que también es considerado en la investigación de Huber et al., (2017).

En este estudio no se obtuvo el dato concreto de la fase de la enfermedad en la que se encontraron los perros positivos a *Ehrlichia canis*, ya que se pudieron encontrar en cualquiera en las diferentes fases; aguda, subclínica o crónica, ya que los resultados reflejados en la citometría hemática muestran similitudes entre sí. Geromichalou y Faixová (2017) y Gianopoulos et al., (2016) mencionan que la mayoría de los perros que se encuentran en la fase aguda, clínicamente aparentan recuperación, no presentan signos clínicos además de fiebres intermitentes que han desaparecido de manera casi espontánea en un periodo de 2 a 4 semanas, pero ocasionalmente reflejan leucopenia con neutropenia en la citometría hemática.

Gianopoulos et al., (2016) mencionan que posterior a las 4 semanas de infección, los perros afectados tratan de hacer una compensación entrando en fase subclínica misma en la que pueden permanecer por meses o incluso por años sin alteraciones

hematológicas importantes dentro de la línea roja o de la línea blanca. Debido a lo previamente mencionado el diagnóstico de ehrlichiosis se vuelve complicado, porque también se mencionan que los recuentos plaquetarios si podrían encontrarse bajos. La etapa crónica puede ser la etapa más peligrosa ya que se caracteriza por anemia, debilidad, anorexia, parálisis y en muchas ocasiones muerte. Con base a esta información se considera que gran parte de los perros muestreados cursaban la fase crónica, tomando en cuenta el alto índice de perros con trombocitopenia y los valores de sus células de defensa regularizadas, además de la presencia de fiebre, debilidad e inapetencia. También se debe considerar que cualquier infección en perros predispone a un periodo de estrés, los resultados hematológicos se pueden relacionar con signos clínicos como la inapetencia; que fue el síntoma más relevante en esta investigación, mismo dato que mencionan Gutiérrez, et al., (2016). Además de que es importante mencionar que al avance de la enfermedad los perros pueden llegar a sufrir una descompensación, complicaciones como septicemia, meningitis y neumonía lo que provoca el aumento de la mortalidad de los pacientes (Geromichalou y Faixová, 2017).

La *Ehrlichia canis* es transportada a diferentes órganos como riñones, pulmones y meninges, causando que se adhieran al endotelio vascular que resultara en un vasculitis e infección del tejido subendotelial (Brandão et al., 2006). Las células donde se multiplica *Ehrlichia canis* son células mononucleares y es encontrada en forma de mórula variando su frecuencia de hallazgo según la fase de la enfermedad, por lo que es posible encontrarla no solo en los monocitos del perro, sino también, en plaquetas o en menor frecuencia en neutrófilos, eosinófilos o basófilos (Aziz et al., 2023; Chakraborty et al., 2024). Por esta razón cabe mencionar que el extendido y la tinción de sangre periférica para observar elementos bacterianos (mórulas) dentro de las células es de suma importancia para poder relacionarlo con la etapa en específico la etapa aguda como lo menciona Mansilla et al., (2023). En este estudio no se realizaron extendidos con tinción de células hemáticas, pero es un elemento muy importante que debe acompañar a los análisis citométricos, por lo que es importante considerarlos para futuras investigaciones ya que representan además de un complemento importante una técnica sencilla y económica.

Garcia-Mora et al., (2024) reportan un caso clínico monitoreado durante 6 años, el perro de estudio presentaba hemorragia gingival y fue positivo a la prueba para *Ehrlichia canis* y *Anaplasma platys*, su estudio contemplo el análisis de citometría semanal y mensualmente, su estudio reporta que al principio de la infección se realizaron extendidos sanguíneos y no se encontraron mórulas de *Ehrlichia canis*, por lo que la consideraron una infección crónica, sin embargo, presentó trombocitopenia. Dentro de esta investigación consideramos que un gran número de perros se encontraban en la etapa crónica ya que presentaron trombocitopenia en la citometría hemática. Cartagena et al., (2015) mencionan que los perros que presentan gingivitis, fiebre y epítaxis se encontraban en la etapa aguda de la enfermedad, en este estudio encontramos al 5.1% de los perros (3 perros con gingivitis, 3 con epítaxis) fiebre también estuvieron acompañados de leucopenia, lo que puede ser un dato muy relevante para considerar la relación entre los signos clínicos y los valores hemáticos en la etapa aguda de la enfermedad.

Cartagena et al., (2015) y Ojeda-Chi et al., (2019) detectaron que existe un mayor número de perros infectados después de los 2 años, en esta investigación se reporta que la ehrlichiosis fue detectada en un mayor número de perros en la edad de 1 año (14.65%), sin embargo, el mayor número de población afectada fue en perros de 2-4 años (28.35%). Esto puede relacionarse a la mayor actividad de los perros fuera de casa pues tienen una mayor probabilidad de encontrarse con el vector infectado. Cartagena et al., (2015) también mencionan que encontraron el mayor número de perros afectados eran mestizos, al igual que hay una alta frecuencia en los perros de raza french poodle que coincide con nuestro estudio, sin embargo, no quiere decir que sea un factor predisponente.

Ojeda-Chi et al., (2019) realizaron un estudio en 3 comunidades de Yucatán en el periodo de junio de 2016 a marzo del 2017, en el que reportan 72/246 perros positivos a *Ehrlichia canis*. También Geromichalou y Faixová (2017), mencionan que la enfermedad se

presenta con mayor frecuencia en los meses de mayo a octubre, lo que se puede atribuir a los factores ambientales principalmente la temperatura que favorecen el aumento de la población del vector. Esta investigación coincide con el aumento de casos en el mes de octubre, sin embargo, este dato es seguido de los meses de marzo y abril. Otros factores que pueden influir en la presentación de la enfermedad son el cambio climático, el aumento de reservorios, el aumento de viajes de los perros a lugares donde se encuentra el vector generando así un incremento en el número de casos respecto al año anterior (Krämer et al., 2014). Los parámetros observados en esta investigación, así como las condiciones climáticas pueden representar una alta probabilidad para ser no solo considerados como una referencia confiable para la detección de ehrlichiosis canina en zonas donde se encuentran temperaturas favorables para el desarrollo de garrapatas si no también podría favorecer el diagnóstico de ehrlichiosis en perros procedentes de sitios en los que no exista alta prevalencia de la enfermedad y que por algún factor como la movilización del perro se halla infectado.

IX. CONCLUSIÓN

- En conclusión, se encontró que los perros infectados por *Ehrlichia canis* reflejaron en la citometría hemática una disminución en la concentración de la hemoglobina (HB), una disminución de concentración media de hemoglobina corpuscular (CMCH) y una baja concentración plaquetaria, esto se atribuye a que un alto número de perros muestreados se encontraban en la fase crónica de la enfermedad. Además, un aporte importante de esta investigación es la consideración clínica de que los perros que se detectaron con gingivitis o epítaxis podrían estar en la fase aguda debido a la leucopenia que presentan.
- Con los resultados presentados se puede concluir que pacientes con signos clínicos como depresión, inapetencia y fiebre aunado al contacto con garrapatas, muestran alta probabilidad de estar infectados con *Ehrlichia spp.* En este estudio se consideró a *Ehrlichia canis* por la detección de anticuerpos específicos para esta especie bacteriana mediante la prueba comercial, sin embargo, puede existir una reacción cruzada con especies diferentes del género provocando la poca o la nula detección.
- La citometría hemática es una de las herramientas más utilizada en el diagnóstico médico ya que es relativamente económica, fácil y permite la valoración del estado de salud de un paciente pues no solo aporta información sobre esta enfermedad sino orienta a un diagnóstico asertivo repercutiendo directamente en el tratamiento adecuado. Con estos resultados se pretende aportar información de utilidad en la práctica veterinaria de perros en la que se conoce la dificultad que puede presentar el diagnóstico de ehrlichiosis canina, causada por *Ehrlichia canis* debido a la variación de los signos clínicos en los perros y de la etapa en la que se encuentra la enfermedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. (2023). Trombocitopenia inmunomediada primaria: reporte de un caso. *Vanguardia Veterinaria*, 20-30. DOI: https://www.vanguardiaveterinaria.com.mx/files/ugd/d5d8b6_85dc2c0c99b242e6a6ead4527d488d36.pdf?index=true
- Angkanaporn, K., Sanguanwai, J., Baiyokvichit, T., Vorrachotvarittorn, P., Wongsompong, M., Sukhumavasi, W. (2022). Retrospective analysis of canine monocytic ehrlichiosis in Thailand with emphasis on hematological and ultrasonographic changes. *Veterinary World*, 15(1):1–9. DOI: [10.14202/vetworld.2022.1-9](https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1-9)
- Arauz, M., Scodellaro, C., Pintos, M. (2020). *Atlas de hematología veterinaria: Técnicas e interpretación del hemograma en pequeños animales*. Universidad Nacional de La Plata. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/101193/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aziz, M., Hussain, S., Song, B., Ghauri, H., Zeb, J., Andre, Sparagano, O. (2023). Ehrlichiosis in Dogs: A Comprehensive Review about the Pathogen and Its Vector with Emphasis on South and East Asian Countries. *Veterinary sciences*, 10(1), 21. DOI: [10.3390/vetsci10010021](https://doi.org/10.3390/vetsci10010021)
- Boulangier, N., Insonere, J., Van Blerk, S., Serres, C., Rais, O. Roulet., Servant, F., Duron, O., Lelouvier, B. (2023). Cross-alteration of murine skin and tick microbiome concomitant with pathogen transmission after *Ixodes ricinus* bite. *Microbiome*, (11), 1-24. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40168-023-01696-7>
- Borrás, P. (2024). *Manual práctico de enfermedades infecciosas y parasitarias en el perro*. Multimédica Ediciones Veterinarias.
- Bowman, A. & Nuttall, P. (2008). *Ticks biology: Disease and control*. Cambridge.

- Brandão, L., Hasegawa, M., Hagiwara, M., Kohayagawa, A. (2006). Platelet aggregation studies in acute experimental canine ehrlichiosis. *Veterinary clinical pathology*, 35(1), 78-81. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2006.tb00091.x>
- Carbajal, A. & Vilela, J. (2023). Frecuencia y factores asociados al diagnóstico de *ehrlichia canis* y *anaplasma spp.* en perros. *Rev Mex Cienc Pecu*, 15(3), 749-761. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i3.6604>
- Cartagena, L., Ríos, L., Cardona, J. (2015). Seroprevalencia de *Ehrlichia canis* en perros con sospecha de infección por patógenos transmitidos por garrapatas: Medellín, 2012-2014. *Rev. Med. Vet.* 29, 59-70. DOI: <https://doi.org/10.19052/mv.3446>
- Chakraborty, A., Kumar, P., Kumar, S., Prava, B., Dehuri, M., Biswal, S., Kumar, M., Pravas, B., Paital, B., Kumar, D. (2024). Confirmación molecular, epidemiología y fisiopatología de la prevalencia de *Ehrlichia canis* en el este de la India. *Pathogens*, 13(9),1-16. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens13090803>
- Comité estatal de información estadística y geográfica del estado de puebla (2022). https://ceigep.puebla.gob.mx/mapas/app/img/contenido/POBLACION/15-lzucar_de_Matamoros.png
- Day, M. (2016). *Arthropod-borne: Infectious Diseases of the Dog and Cat* (2ª edición). CRC Press.
- Diagnostic Megacor (2023). FASTestEHRLICHIA-LEISH.6912, *Hörbranz–AUSTRIA*. <https://vetlabsupplies.co.uk/assets/FASTest-EHRLICHIA-canis-Instructions-For-Use.pdf>
- DNA laboratorio (2022) *Manual de interpretación: Pruebas de laboratorio*. DNA laboratorio. <https://dnalaboratorioveterinario.com/Manual Pruebas de Laboratorio 2022 DNA Laboratorio Veterinario.pdf>
- Escalante, H.; Huamanchay, O.; Davelois, K. (2001). La inmunocromatografía para el diagnóstico de la infección por *Taenia solium* en *Mesocricetus auratus* mediante

la detección de coproantígenos. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 18(4), 57-62
DOI:http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342001000200002

Espino, G., Flores, E., Barreras, A., García, I. De la Mora, A., Jiménez, A., & Escárcega, A. (2023). Clinical and pathological factors associated with *Ehrlichia canis* in companion dogs. *The journal of infection in developing countries*, 17(11), 1598-1605. DOI: <https://doi.org/10.3855/jidc.17961>

Gallo, C. (2014). *Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario*. Facultad de Ciencia Animal, Universidad Agraria. DOI: <https://repositorio.una.edu.ni/2745/1/tnl70q172m.pdf>

García-Mora, B., Salinas-Navarrete, E., Rábago-Castro, J., Carbajal-de la Fuente, V. (2024). Evolución plaquetaria de una infección mixta por *Ehrlichia* sp. y *Anaplasma platys*: el caso de un perro mestizo. *Ciencias Veterinaria y Producción animal*, 2(1), 5-12. DOI: <https://doi.org/10.29059/cvpa.v2i1.23>

Geromichalou, A. & Faixová, Z. (2017). Haematopathological changes in dogs affected with *Ehrlichia canis* in leivos. *Folia Veterinaria*, 61(2), 44-49. DOI: 10.1515/fv-2017-0017

Gianopoulos, A., Mylonakis, M., Theodorou, K., Christopher, M. (2016). Quantitative and qualitative leukocyte abnormalities in dogs with experimental and naturally occurring acute canine monocytic ehrlichiosis. *Veterinary clinical pathology*, 45(2), 281-290. DOI: <https://doi.org/10.1111/vcp.12359>

Gouffray, K. & Martínez, V. (2021). *Respuesta inmune a Ehrlichia canis* [Tesis de titulación para titulación de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad cooperativa de Colombia]
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/32c1348a-0321-4170-b903-69d116e4dba2/content>

- Gram, D., Short, J., Stockdale, H. (2023). *Ciclos biológicos de ectoparásitos en animales de compañía* (N. Fernández, Trad.; 1.ª ed). Servet. (Trabajo original publicado en 2019).
- Greene, C. (2011). *Infectious Disease of the dog and cat* (4ª edición). Elsevier.
- Guilloot, J. & Chabanne, L. (2019). *Guía de enfermedades transmitidas por vectores en perros y gatos* (N. Fernández, Trad.; 1.ª ed.). Grupo Asís. (Trabajo original publicado en 2016).
- Gutiérrez, C., Pérez, L., & Fátima, I. (2016). Ehrlichiosis canina. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 28(4), 1-38. <https://www.redalyc.org/journal/4277/427751143001/html/>
- Guzmán-Vázquez, E. (2004). Inmunohematología: V.: Las pruebas de Elisa. *Gaceta Médica de México*. 140(3). <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2004/gms043o.pdf>
- Hammer, O., Harper, D., Ryan, P. (2001). PAST Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1), 9. <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>
- Harrus, S., Waner, T., Eldor, A, Zwang, E., Bark, H. (1996). Platelet dysfunction associated withh experimental acute canine ehrlichiosis. *The Veterinary Record*, 139(12), 290-293. DOI: [10.1136/vr.139.12.290](https://doi.org/10.1136/vr.139.12.290)
- Harrus, S. & Waner, T. (2011). Diagnosis of canine monocytotropic ehrlichiosis (*Ehrlichia canis*): An overview. *The veterinary journal*, 187(3), 292-296. DOI: [10.1016/j.tvjl.2010.02.001](https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.02.001)
- Hmoon, M., Htun, L., Thu, M., Chel, H., Thaw, Y., Win, S., Chan Soe, N., Khaing, Y., Thein, S., Bawm. (2021). Molecular Prevalence and Identification of *Ehrlichia canis* and *Anaplasma platys* from Dogs in Nay Pyi Taw Area, Myanmar. *Veterinary Medicine international*, (8),1-8827206. DOI: [10.1155/2021/8827206](https://doi.org/10.1155/2021/8827206)

- Huber, D., Rail, I., Duvnjak, S., Jurković, D., Lukačević, D., Pilat, M., Beeck, A., Mihaljević, Ž., Vojta, L., Polkinghorne, A., Beeck, R. (2017). Molecular detection of *Anaplasma platys*, *Anaplasma phagocytophilum* and *Wolbachia* sp. but not *Ehrlichia canis* in Croatian dogs. *Parasitol Res*, (116), 3019-2026. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5611-y>
- Huerta, J. & Cela de Julián, E. (2018). Hematología práctica: interpretación del hemograma y de las pruebas de coagulación. Curso de actualización Pediátrica 2018. *Lúa ediciones*. 507-526. DOI: https://www.aepap.org/sites/default/files/507-526_hematologia_practica.pdf
- Instituto Nacional de Estadística Geografía Informática (2024). <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=21085>
- Jane, E. (2023). *Green's Infectious diseases of the Dog and Cat* (5^a Edition). Elsevier.
- Krämer, F., Schaper, R., Schunack, B., Polozowski, A., Piekarska, J., Szwedko, A., Jodies, R., Kowalska, D., Shüpbach, D., Pantchev, N. (2014). Serological detection of *anaplasmaphatogocytophilum*, *borrelia burgdorferi* sensu lato and *ehrlichia canis* antibodies and *dirofilarian immitis* antigen in a countrywide survey in dogs in poland. *Parasitol Res*, (113), 3229-3239. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-014-3985-7>
- Kumar, K., Agrawal, R., Pande, N., Singh, R. (2018). Hemato-Biochemical Alterations and Management of Canine Monocytic Ehrlichiosis. *Intas Polivet*, 19(2), 264-266. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193238361>
- Liu, H., Bao, W., Lin, M., Niu, H., Rikihisa, Y. (2012). Ehrlichia type IV secretion effector EHCH0825 is translocated to mitochondrial and curbs ROS and apoptosis by upregulating host MnSOD. *Cellular Microbiology*, (14), 1037-1050. <https://doi.org/10.1111/j.1462-5822.2012.01775.x>

- Liu, Y., Zhang, Z., Jiang, Y., Zhang, L., Popov, V., Zhang, J., Walker, D., Yu, X. (2011). Obligate intracellular bacterium *Ehrlichia* inhibiting mitochondrial activity. *Microbes and Infection*, 13(3), 232-238. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2010.10.021>
- Mansilla, S., Delgado, S., Rossner, M., Cainzos, R., Merino, L., Koscinczuk, P. (2023). Alteraciones hematológicas en perros (*Canis lupus familiaris*) diagnosticados con *Ehrlichia* spp. Por PCR, en clínicas veterinarias del Nordeste Argentino. *Rev. Vet.* 34(2), 91-95. DOI: <https://dx.doi.org/10.30972/vet.3427049>
- Miró, G. & Bourdeau, P. (2021). *Atlas de diagnóstico parasitológico del perro y e gato* (Vols.1). Servet.
- Moumène, A. & Meyer, D.F. (2016). Ehrlichia's molecular tricks to manipulate their host cells. *Microbes and infection*, 8(3), 172-179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2015.11.001>
- Mullen, G. & Durden, L. (2019). *Medical and veterinary entomology* (3ª edición). Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Mylonakis, M., Borjesson, D., Leontides, L., Siarkou, V., Theodorou, K., Koutinas, A. (2011). Cytologic patterns of lymphadenopathy in canine monocytic ehrlichiosis. *Veterinary clinical pathology*. 40(1), 78-83. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2011.00293.x>
- Mylonakis, E., Harrus, S., Breitshwerdt, E. (2019). An update on the treatment of canine monocytic ehrlichiosis (*Ehrlichia canis*). *The veterinary journal*, (256), 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.01.015>
- Ojeda-Chi, M., Rodríguez, R., Esteve, M., Pérez, A., Modarelli, J., Villegas, S. (2019). Ehrlichia canis in dogs of Mexico: Prevalence, incidence, co-infection and factors associated. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, (67), 101351. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.101351>
- Palacios, M., Arteaga, R., Calvo, G. (2017). High-dose filgrastim treatment of nonregenerative pancytopenia associated with chronic canine ehrlichiosis. *Tropics*

in companion animal medicine, 32(1), 28-30.
<http://dx.doi.org/10.1053/j.tcam.2017.05.005>

Persichetti, M., Solano L., Vullo, A., Masucci, M., Marty, P., Delaunay P., Vitale F., Pennisi M. (2017). Rendimiento diagnóstico de ELISA, IFAT y Western blot para la detección de anticuerpos anti- *Leishmania infantil* en gatos mediante análisis bayesiano sin un estándar de oro. *Vectores de parásitos*, (10), 119.
<https://doi.org/10.1186/s13071-017-2046-3>

Rajesh, K. (2020). Canine ehrlichiosis. *Journal of ematology and Zoology Studes*, 8(2), 1849-1852. <https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue2/PartAF/8-2-278-549.pdf>

Rar, V., Golovljova, I. (2011) Ehrlichia, and "Candidatus Neoehrlichia" bacteria: pathogenicity, biodiversity, and molecular genetic characteristics, a review. *Infect Genet Evol.* 11(8), 1842-61. DOI [10.1016/j.meegid.2011.09.019](https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.09.019)

Romero, C. & Heredia, R. (2017). *Guía Parasitológica en mascotas*. CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN MEDICINA VETERINARIA.S.C.

Rungsipipat, A., Oda M., Kumposiri, N., Wangnaitham, S., Poosonthontham, R., Komkaew, W., Suksawat, F., Ryoji, Y., (2009). Estudio clinicopatológico de la ehrlichiosis monocítica canina inducida experimentalmente. *Comp clin patholk*, (18), 13-22. DOI: <https://doi.org/10.1007/S00580-008-0759-6>

Thrall, M., Weiser, G., Allison, R., Campbell, T. (2022). *Veterinary hematology, clinical chemistry, and cytology* (3ra Edición). WILEY Blackwell.

Tintel, M., Amarilla, S., Nara, E. (2016). Ehrlichiosis, enfermedad transmitida por garrapatas y potencial zoonosis en Paraguay. *REDVET Revista electrónica de veterinaria*, 17(9).1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456006.pdf>

Umair, M., Hussain, S., Song, B., Nayyyar, H., Zeb, J., Andre, O. (2023). Ehrlichiosis in Dogs: A Comprehensive Review about the Pathogen and Its Vectors with

Emphasis on South and East Asian Countries. *Veterinary Sciences*, 10(1), 21. <https://doi.org/10.3390/vetsci10010021>


Urano diagnostics (2022). Kit diagnóstico QUATTO Uranotest.Ecuador.2 <https://www.uranovet.com/uploads/imgen/496-mad0118-insert-ut-quattro-txt-4032-05.pdf?1642166887>

Wall, R. (2001). *Veterinary ectoparasites: biology, pathology and control* (2ª edición). Blackwell Science.

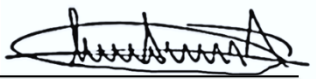
Zhang, J., Wang, J., John, P., Zhang, Y., Li, M., Li, J., Zhang, R., Wang, Y., Huang, K., You, J., Qiu, H., Zheng, X., Wang, X., Li, J., Dong, J., Yang, Y., Wang, C. (2023). Experimental infection and co-infection with Chinese strains of *Ehrlichia canis* and *Babesia vogeli* in intact and splenectomized dogs: Insights on clinical, hematologic and treatment responses. *Veterinary Parasitology*, (323),1-110032. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.110032>

FIRMAS

Firma del alumno: María del Rosario Sánchez Sánchez.



Firma del director de tesis: Dr. German Ubaldo López López.



Firma del director de tesis: Dra. María Guadalupe Núñez Carrera.



Firma del asesor de tesis: M. en B. José Roberto Báez Parada.



Firma del asesor de tesis: Dr. Arcángel Molina Martínez.



Firma del asesor de tesis: M.V.C.A. Melitón Rosas López.