

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

“PRESENCIA DE HELMINTOS PARÁSITOS EN COYOTES (*Canis latrans*) EN
PANAMÁ Y SU IMPACTO EN LA SALUD PÚBLICA”

TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL
GRADO DE MAESTRO
EN SALUD PÚBLICA VETERINARIA

KATHIA ARACELY GUERRA MOJICA DE AIZPRÚA

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2023

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo ha sido aprobado por la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Panamá, en el cumplimiento de los requisitos exigidos para otorgar el Título de Maestría en Salud Pública Veterinaria.

Dra. Claudia Rengifo

ASESORA PRINCIPAL

Dr. José Calzada

JURADO

Dr. Héctor Cedeño

JURADO

Octubre 13, 2023

DEDICATORIA

A mi abuela Ester †
A mis padres, a mi hija y a mi esposo.
Gracias por la motivación,
apoyo incondicional
durante estos años de estudio y
desarrollo de este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, ante todo, que me ha permitido lograr una de mis metas y se la dedico a todos los que me han apoyado.

Al Instituto de Seguro Agropecuario (ISA) por el permiso académico concedido que me permitió cumplir con el pensum de esta maestría.

A la Dra. Claudia Rengifo, asesora principal.

Al Licdo. Vayron De Gracia, a la Dra. Mariana Parks y al Ministerio de Ambiente, de igual manera a la Dra. Mercedes Evans, a la Dra. Selma Franco, al MSc. Ricardo Moreno, y a mis compañeros Eric Mojica y Evelio Concepción, por su apoyo desinteresado.

Al Níspero Zoo y al equipo de capturas: Delvis Bolívar Aizprúa, Brandol Ortega, Jesús Tejedor y Maricarmen Chávez, de igual manera al Sr. Rodrigo Mojica, Sr. Joel Mojica, Sr. Milton Núñez, Sr. Bolívar Mojica, Sra. Belinda Guerra y Sr. César Juárez por el permiso concedido de utilizar sus fincas.

A la SENACYT por el apoyo para la realización del estudio, a través de la financiación del Proyecto PFID- FID-2021 y a los Doctores Sergio Bermúdez, Roland Kays y al MSc. Josué Ortega, por ser parte de este proyecto.

Al Dr. Luis Petrocelli y a la Sra. Hisela Rodríguez por su disponibilidad en la Clínica Veterinaria Petrocelli.

Al Ing. Guillermo Muñoz, al Ing. Isaías Sevillano, al Ing. Alexis Vergara, a la Dra. Laura Patiño y a la Licda. Marilin Zeballos por el apoyo brindado.

A mi prima Keyla y a mi cuñado Jair por su ayuda.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA	9
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPACTO	14
1.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	16
1.4.1. Objetivo general	16
1.4.2. Objetivos específicos	16
CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	17
2.1. Los carnívoros y el equilibrio ecológico	18
2.2. Expansión de la fauna silvestre a los ambientes humanizados	19
2.3. La fauna silvestre y los factores que contribuyen a la transmisión de enfermedades	20
2.4. El coyote, especie en estudio	25
2.5. Helmintos en coyotes	28
2.6. Helmintos de importancia para la Salud Pública	29
2.6.1. <i>Toxocara spp</i>	29
2.6.1.1. Generalidades	29
2.6.1.2. Viabilidad, propagación y transmisión	31
2.6.1.2.1. Viabilidad	31
2.6.1.2.2. Reservorios	32
2.6.1.2.3. Hospederos	32
2.6.1.2.4. Transmisión	32
2.6.1.3. Ciclo Biológico	33
2.6.1.4. Importancia en Salud Pública	35
2.6.1.4.1. Distribución geográfica y epidemiología	35
2.6.1.4.2. Infección	37
2.6.1.4.3. Manifestaciones clínicas	38
2.6.1.4.4. Prevención y control	39
2.6.1.4.4.1. Desinfectantes	39
2.6.1.4.4.2. Inactivación física	39
2.6.1.4.4.3. Medidas preventivas generales	39
2.6.2. <i>Ancylostoma spp.</i>	40
2.6.2.1. Generalidades	40
2.6.2.2. Viabilidad, propagación y transmisión	42
2.6.2.2.1. Viabilidad	42
2.6.2.2.2. Reservorios	42
2.6.2.2.3. Hospederos	42
2.6.2.2.4. Transmisión	43
2.6.2.3. Ciclo Biológico	44
2.6.2.4. Importancia en salud pública	45
2.6.2.4.1. Distribución geográfica y epidemiología	45
2.6.2.4.2. Infección	47
2.6.2.4.3. Manifestaciones clínicas	48

2.6.2.4.4. Prevención y control	49
2.6.2.4.4.1. Desinfectantes	49
2.6.2.4.4.2. Inactivación física	49
2.6.2.4.4.3. Medidas preventivas generales	49
2.6.3. <i>Dirofilaria immitis</i>	50
2.6.3.1. Generalidades	50
2.6.3.2. Viabilidad, propagación y transmisión	51
2.6.3.2.1. Viabilidad	51
2.6.3.2.2. Reservorio y hospedero	52
2.6.3.2.3. Transmisión	52
2.6.3.3 Ciclo Biológico	54
2.6.3.4. Importancia en Salud Pública	55
2.6.3.4.1. Distribución geográfica y epidemiología	55
2.6.3.4.2. Factores de riesgo	56
2.6.3.4.2.1. Factores de riesgo para la infección relacionados con el hospedero	56
2.6.3.4.2.2. Factores de riesgo para la infección relacionados con el vector	58
2.6.3.4.2.3. Manifestación clínica	59
2.6.3.4.2.4. Prevención y control	60
CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	61
MATERIALES Y MÉTODOS	62
3.1. Ámbito de estudio	62
3.1.1. Tipo de diseño	62
3.1.2. Técnica de muestreo	62
3.2. Clasificación del área geográfica	62
3.3. Especie en estudio	63
3.4. Criterios de inclusión y exclusión en el estudio	63
3.5. Variables consideradas en el estudio	63
3.6. Metodología	64
3.6.1. Captación de los individuos para el muestreo	64
3.6.1.1. Captura manual	64
3.6.1.2. Captura con Lazo	65
3.6.1.3. Capturas por trampas de pie suave	66
3.6.2. Determinación de la edad en los animales muestreados	67
3.6.3. Determinación del sexo	69
3.6.4. Condición corporal	70
3.7. Obtención de muestras	71
3.7.1. Sangre	71
3.7.2. Heces	72
3.8. Procesamiento y análisis de las muestras	73
3.8.1. Prueba de gota gruesa	73
3.8.2. Coprología para detección de parásitos	74
3.8.2.1. Técnica frotis directo de heces	74
3.8.2.2. Técnica de flotación de heces con sulfato de zinc	76
3.8.2.3. Técnica de concentración de heces con formalina - acetato de etilo	76

3.9. Manejo de los datos y confidencialidad	78
3.10. Análisis de variables y determinación de la prevalencia	78
3.11. Identificación de factores de riesgo para la transmisión de los parásitos presentes en los coyotes hacia la población humana	79
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	80
4.1. RESULTADOS	81
4.2. DISCUSIÓN	102
CAPÍTULO 5	111
5.1. CONCLUSIONES	112
5.2. RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS	144

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Proporción de animales parasitados en el estudio	88
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Manada de coyotes activa en horas del día	26
Figura 2. Parásito adulto de <i>Toxocara canis</i>	30
Figura 3. Huevos de <i>Toxocara spp</i> en heces de coyote, observación a 10x	31
Figura 4. Ciclo biológico <i>Toxocara spp</i> .	35
Figura 5. Parásito adulto de <i>Ancylostoma spp</i>	41
Figura 6. Huevos de <i>Ancylostoma spp</i> en heces de coyote observación a 10x	41
Figura 7. Ciclo biológico <i>Ancylostoma spp</i>	45
Figura 8. Ciclo biológico de <i>Dirofilaria immitis</i>	55
Figura 9. Métodos de captura utilizados en el estudio	67
Figura 10. Anatomía y Cronología dentarias del canino.	69
Figura 11. Genitales de coyote	70
Figura 12. Condición corporal en cánidos	71
Figura 13. Flebotomía	72
Figura 14. Toma de muestra de heces en coyote	73
Figura 15. Técnica de Gota Gruesa	74
Figura 16. Análisis coprológico de las muestras	75
Figura 17. Sedimentación de heces	78
Figura 18. Observación de la dentadura de un cachorro de coyote para determinación de la edad mediante cronología dentaria	84
Figura 19. Condición corporal en cachorro silvestre de área de baja densidad poblacional	87
Figura 20. Hallazgo de necropsia: <i>Dirofilaria immitis</i> en aurícula derecha de coyote	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I. TAXONOMÍA DEL COYOTE	25
Cuadro II. PREVALENCIAS DE HELMINTOS DE INTERÉS EN COYOTES DE AMÉRICA, PERIODO 1975-2019	28
Cuadro III. VARIABLES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO	64
Cuadro IV. CONDICIÓN CORPORAL EN CANINOS SILVESTRES	70
Cuadro V. MÉTODO DE CAPTURA DE LOS COYOTES INCLUIDOS EN EL ESTUDIO	81
Cuadro VI. DIVISIÓN ADMINISTRATIVA TERRITORIAL Y PROCEDENCIA DE LOS COYOTES INCLUIDOS EN EL ESTUDIO	82
Cuadro VII. LA EDAD Y SEXO DE LOS COYOTES INCLUIDOS EN EL ESTUDIO	83
Cuadro VIII. CONDICIÓN CORPORAL, SEGÚN EDAD Y SEXO DE LOS COYOTES ESTUDIADOS	84
Cuadro IX. DISTRIBUCIÓN DE LOS COYOTES DE ACUERDO CON EL ÁREA DE PROCEDENCIA, SEGÚN EDAD	85
Cuadro X. DISTRIBUCIÓN DE LOS COYOTES DE ACUERDO CON EL ÁREA DE PROCEDENCIA, SEGÚN SEXO	86
Cuadro XI. DISTRIBUCIÓN DE LOS COYOTES DE ACUERDO CON EL ÁREA DE PROCEDENCIA, SEGÚN CONDICIÓN CORPORAL	87
Cuadro XII. PREVALENCIA DE LOS HELMINTOS ENCONTRADOS EN LOS COYOTES ESTUDIADOS	88
Cuadro XIII. DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS ENCONTRADOS EN LOS COYOTES PARASITADOS	89
Cuadro XIV. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS TÉCNICAS COPROLÓGICAS REALIZADAS EN EL ESTUDIO	90
Cuadro XV. DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS EN COYOTES PARASITADOS	91
Cuadro XVI. DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS GASTROINTESTINALES Y SISTEMICOS ENCONTRADOS POR PROVINCIA	92
Cuadro XVII. DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS POR PROVINCIA	92
Cuadro XVIII. PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y PROVINCIA DE PROCEDENCIA	93
Cuadro XIX. DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS, SEGÚN EL TIPO DE ZONA DE PROCEDENCIA DE LOS COYOTES.	94
Cuadro XX. PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y EL TIPO DE ZONA DE PROCEDENCIA DE COYOTES	95
Cuadro XXI. TIPOS DE HELMINTOS ENCONTRADOS, SEGÚN EDAD DE COYOTES ESTUDIADOS	96

Cuadro XXII. PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y EDAD DE LOS COYOTES	96
Cuadro XXIII. DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS, SEGÚN EL SEXO DE LOS COYOTES ESTUDIADOS	97
Cuadro XXIV. PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y SEXO DE LOS COYOTES	98
Cuadro XXV. DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS ENCONTRADOS, SEGÚN CONDICIÓN CORPORAL DE LOS COYOTES ESTUDIADOS	99
Cuadro XXVI. PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y CONDICION CORPORAL DE LOS COYOTES ESTUDIADOS	99
Cuadro XXVII. RESULTADOS DE PRUEBA DE CHI CUADRADO PARA LA VARIABLE PRESENCIA DE HELMINTOS	100
Cuadro XXVIII. FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA TRANSMISIÓN DE HELMINTOS ZONÓTICOS EN COYOTES	101

ABREVIATURAS

ADN	Ácido desoxirribonucleico
CDC	Centro de Control y Prevención de Enfermedades
°C	Centígrados
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
G	Gauge
g	Gramos
h.p.g.	Huevos por gramos de heces
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
IM	Intramuscular
IV	Intravenoso
Kg	Kilogramos
L	Larva
mg	Miligramos
μl	Microlitro
μm	Micrómetro
n	Población
P	Prevalencia
PCR	Reacción en cadena de la polimerasa
r.p.m.	Revoluciones por minuto
Xa	Tromboquinasa

RESUMEN

El establecimiento de asentamientos humanos en áreas inicialmente boscosas, donde habita la fauna silvestre, suele favorecer el contacto con animales domésticos y con el propio ser humano. Esto contribuye al riesgo de contacto de personas con agentes patógenos causantes de enfermedades. Interesados en brindar información sobre aquellos microorganismos presentes en poblaciones silvestres que circulan en áreas cercanas a asentamientos humanos, se realizó este estudio descriptivo enfocado en la determinación de helmintos parásitos de interés para la salud pública en coyotes; especie carnívora considerada como centinela de los sistemas ecológicos. La importancia de estos parásitos es su posibilidad que se pueda dar un salto del ciclo selvático hacia un ciclo doméstico, pudiendo afectar a personas. Para ello, se tomaron muestras de nueve coyotes silvestres de distintas zonas de las provincias de Veraguas, Herrera, Chiriquí y Colón, incluyéndose tres individuos en cautiverio de un zoológico ubicado en la provincia de Coclé, entre los meses de marzo de 2021 y agosto de 2022. Los coyotes silvestres fueron capturados con trampas de pie (2), atropellados (1) y rescatados de áreas que representaban un peligro para ellos y que posteriormente fueron reubicados a zonas más seguras (6). A todos los animales se les tomó muestra de sangre y heces. Las muestras de heces se analizaron con métodos coprológicos de frotis simple directo, flotación y sedimentación, pudiendo determinarse morfológicamente la presencia de huevos y/o larvas de helmintos gastrointestinales. Por otra parte, mediante la técnica de gota gruesa de sangre periférica, se pudo determinar por microscopia la presencia de microfilarias. Del total de animales muestreados, 33% fueron positivos a parásitos helmintos, los cuales fueron identificados morfológicamente como *Ancylostoma spp.* y *Dirofilaria immitis*, y un 25% identificados como *Toxocara spp.* Estos resultados nos acercan al conocimiento sobre aquellos helmintos sistémicos y gastrointestinales presentes en poblaciones de coyotes de Panamá, siendo todos los parásitos encontrados de gran relevancia por ser potencialmente zoonóticos, lo que podría tener implicaciones importantes desde el punto de vista de salud pública.

ABSTRACT

Human settlements in forest areas, where wildlife is present, lead to increase the risk of contact with domestic animals and humans. These contributes to the risk of interaction with disease-causing pathogens. To provide information of microorganisms present in wildlife inhabits the surroundings of human settlements, a descriptive study was carried out focus on determine helminth parasites of interest in public health in coyotes, a carnivore specie considered a sentinel of the ecological systems. The focus on these parasites is due to the possibility of spillover from a wildlife to a domestic cycle, where humans can be affected. To reach this goal, samples were obtained from nine coyote in several regions of Veraguas, Herrera, Chiriquí, and Colon provinces, including three captive coyotes from a local zoo in Cocre province. Samples were collected between March 2021 and August 2022 and wildlife animals were captured either with foot traps (2), hit-and-run victims (1) and rescued from dangerous zones and translocated to a safer area (6). Blood and fecal samples were collected. Stools were analyzed using a coprological simple direct smear, flotation, and sedimentation techniques, allowing the determination of gastrointestinal helminth parasites. Moreover, thick blood smear was used to determine the presence of microfilaria in peripheral blood. Of all the animals sampled, 33% were positive for helminth parasites, morphologically identified as *Ancylostoma* spp. and *Dirofilaria immitis*, and 25% identified as *Toxocara* spp. These results allows us to conclude that coyotes circulating in the studied regions are carriers of helminths parasites with zoonotic relevance, having important implications in public health.

INTRODUCCIÓN

Para el año 2000, los lugareños de la comunidad de La Colorada de Santiago (Provincia de Veraguas), reportaron los primeros aullidos de coyotes, así como en otras comunidades localizadas en el interior de la República de Panamá. Este evento vino acompañado con pérdidas de algunas aves de corral por depredación, identificándose a los “perros lobos”, como se conocía en ese entonces, los causantes de esta situación (G. Guerra, O. Mojica, comunicación personal, 15 de enero de 2000). Ya han transcurrido más de veinte años desde estos primeros reportes y, hoy en día, el coyote sigue siendo un misterio desde varios puntos de vista, incluyendo el sanitario, además de desconocerse su impacto en la biodiversidad local.

El coyote es un animal fácilmente adaptable, nativo de Norteamérica, que en la actualidad se distribuye desde Alaska, oeste y centro de Canadá y Estados Unidos hasta Panamá (Bekoff, 1977; Hall, 1981; Springer et. Al., 2012). En Panamá, el primer espécimen fue reportado en 1980, en la finca Los Pirrales en el distrito de Gualaca, provincia de Chiriquí (Méndez et. Al., 1981). Una de las sorpresas más grandes que ha dado el coyote ha sido su capacidad para cruzar el Canal de Panamá (Bermúdez y González, 2013), cuando se pensaba que sería una barrera para su expansión. Es probable que hayan cruzado nadando, sobre todo por las evidencias presentes en varias de sus zonas de distribución, donde están presentes este tipo de barreras, como el río Bravo entre México y Estados Unidos (Monroy et. Al, 2020). Esto ha permitido la ampliación de su rango de

distribución en la vertiente del Pacífico, desde Chiriquí hasta la zona cercana a lo que se conoce como el tapón del Darién, entrando de esta manera a Sudamérica (Springer et. Al., 2012; Bermúdez y González, 2013; Méndez-Carvajal y Moreno, 2014; Hody y Kays, 2018; Hody et. Al., 2019; Monroy et. Al., 2020).

Es importante destacar que este animal no ha sido introducido directamente por el humano. Su expansión se ha dado por el fenómeno conocido como migración no asistida; evento facilitado por las actividades antrópicas (Monroy et. Al, 2020), fundamentalmente por la pérdida y fragmentación de los bosques y selvas causada por el crecimiento de las actividades agrícolas y ganaderas (Vaughan, 1983; Sosa-Escalante et. Al., 1997; Hidalgo-Mihart et. Al., 2004), además de las alteraciones producto del cambio climático y la variación en las densidades humanas, pues estas acciones probablemente han creado ambientes similares a los hábitats abiertos donde este cánido ha evolucionado y está bien adaptado, como son las zonas de praderas (Young, 1951).

Una especie tan generalista como el coyote es capaz de habitar en una amplia variedad de ambientes, ya que, al no tener una dieta especializada, el encontrar fuentes de alimento no le representa mayor problema (Monroy et. Al, 2020).

Este cánido podría considerarse como una especie incomprendida. Son astutos y muy inteligentes y se sabe que cumplen un rol importante dentro de los ecosistemas, como control de roedores (Martínez-Vásquez, et Al., 2010) y dispersores de semillas (Ortega, 2023); sin embargo, la expansión de las fronteras agrícolas y pecuarias reducen cada vez más los espacios naturales disponibles

(Ramírez y León, 2015), haciendo más delgada la interfaz silvestre-doméstico-humano. Esto hace que cada vez sean más frecuentes aquellas actividades humanas que van en detrimento de los entornos naturales, favoreciendo la depredación pecuaria y la destrucción de cultivos, por lo que existe mucha intolerancia por parte de los ganaderos y avicultores, considerando como una solución viable la exterminación de estos animales (Méndez et. Al., 1981; Bermúdez y González, 2013; Ortega, 2023).

Los coyotes son mamíferos con una gran plasticidad y capacidad de adaptación a entornos rurales, periurbanos y urbanos (Monroy et. Al., 2020). Por otra parte, estudios recientes han demostrado que la densidad humana, la altitud, el porcentaje de cultivos con influencia positiva y los bosques tropicales latifoliados con influencia negativa, han sido algunas variables que han favorecido la expansión de territorio del coyote (Monroy et. Al., 2020), facilitando el contacto con especies domésticas (Trout et. Al., 2006). En este sentido, mediante el uso de collares GPS se ha observado la preferencia de estos animales a áreas urbanizadas (Ortega, 2023). Por este motivo, se podría considerar la contaminación fecal en estas zonas por esta especie como un problema de salud pública, favoreciendo la transmisión de parásitos entre coyotes, otros cánidos y los propios seres humanos, especialmente por helmintos, siendo este grupo el mayormente descrito para esta especie (Petters et. Al., 2019).

La mayoría de los agentes patógenos descritos en carnívoros silvestres son compartidos con especies domésticas como el perro y el gato (Rozsa, et. Al., 2000). Cuando la actividad humana se expande hacia los hábitats silvestres para

desarrollar actividades como la ganadería, agricultura, cacería de subsistencia, además de actividades turísticas como el senderismo, incluyendo las actividades científicas; se crea un entorno que podría favorecer el riesgo de transmisión de enfermedades, por lo que es necesario identificar aquellos agentes que interactúan con las poblaciones presentes en estos entornos, como los carnívoros silvestres.

En este sentido, los cánidos domésticos y silvestres han sido descritos como reservorios y diseminadores de enfermedades infecciosas, incluyendo aquellas causadas por parásitos (Araujo et. Al., 2015). Como ejemplo, podríamos mencionar a los coyotes y los zorros grises (*Urocyon cinereoargenteus*), quienes suelen compartir territorio, permitiendo la transmisión de parásitos entre ellos (Niehaus, et. Al., 2012). Tal es el caso de la infección causada por ancylostómidos, agentes que, al presentarse en parasitosis elevada junto a factores nutricionales y etarios desfavorecedores, suele ser una causa importante de mortalidad (Radomski, 1989).

Hasta el momento, existe información fragmentada sobre los parásitos presentes en poblaciones de coyotes, principalmente debido a la naturaleza elusiva de esta especie en particular y el estado de alerta constante en el que se desenvuelve (Rozsa et. Al., 2000). Entre los parásitos descritos, tenemos el *Ancylostoma caninum*, considerado un regulador natural de las poblaciones de coyotes de vida libre, debido a su función como importante factor de mortalidad neonatal (Pence et. Al. 1988, Henke et. Al., 2002). Esto permite crear una idea general de la situación poblacional de los coyotes adultos, dado que las altas

prevalencias suelen correlacionarse con una alta densidad de población. Igualmente, podría valorarse su capacidad como reservorio de otros parásitos de interés zoonótico, los cuales pueden representar un riesgo para la salud humana (Aguirre, 2009, Prough et. Al., 2009).

Sobre las parasitosis en humanos en la Región de las Américas, se estima que cerca de 46 millones de niños en edad preescolar y escolar están en riesgo de sufrir infecciones por geohelminetos. En 2012, siete países reportaron coberturas iguales o superiores al 75% en escolares (Belice, El Salvador, Guyana, Haití, México, Nicaragua y República Dominicana) y cinco reportaron en preescolares (Belice, Guyana, Haití, México y Nicaragua) (OPS, 2011).

En otros países de la región como Costa Rica, se han realizado tres encuestas nacionales sobre parasitismo intestinal; la primera la realizó el Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá en el año 1966 y las otras dos se realizaron en colaboración entre el Ministerio de Salud y la Universidad de Costa Rica, una en el año 1982 y la otra en 1996. Estos tres estudios marcaron un descenso en la prevalencia de helmintiasis en la población (Brown, 1995).

Con relación a Panamá, podemos decir que es un país que reúne las condiciones propicias para la propagación de parásitos. Su clima húmedo tropical, con temperatura media constante de 27°C durante todo el año, donde se encuentra presente áreas de vegetación preservada, se ha demostrado la presencia de algunos parásitos de importancia sanitaria como los causantes de la *Dirofilaria immitis* (Risher, et. Al., 1989, Chacón y Candanedo, 2021, Chacón y Candanedo, 2023), *Ancylostomiasis* y *Toxocariasis* (Smith et. Al., 2001). En este

sentido, situaciones como el aumento de inmigrantes extranjeros asentados en áreas boscosas, el turismo ecológico que cada vez es más popular en la zona; además de los efectos del cambio climático, que favorece la diversidad de mosquitos vectores de parásitos de interés para la salud pública y las condiciones de pobreza rural que cada vez está más presente en nuestra sociedad, son elementos que favorecen la existencia de un elevado número de personas infectadas con parásitos intestinales (Smith et. Al., 2001).

Por todo lo anteriormente indicado, el realizar esfuerzos enfocados en conocer sobre aquellos parásitos presentes en esta especie son importantes, ya que permiten evaluar el estatus de las poblaciones de animales que coexisten con el ser humano en estos entornos.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El 61% de los organismos infecciosos reconocidos como patógenos para los seres humanos son zoonóticos. Adicional a esto, el 60% de las enfermedades infecciosas emergentes en humanos están catalogadas dentro del grupo de las zoonosis, siendo que en la mayoría de ellas (72%) el reservorio natural se encuentra en la fauna silvestre (Jones et. Al., 2008). En este sentido, no es sorprendente ver que los reservorios silvestres en general hayan recibido atención en los últimos años, no solo por actuar como potencial fuente de infección para los animales domésticos y los seres humanos (Kruse et. Al., 2004; Chomel et. Al., 2007), sino también por ser receptores de agentes patógenos provenientes de ciclos de transmisión doméstica, implicando tanto especies de producción como animales de compañía (Thompson, 2013).

El 95% de los parásitos helmintos tienen a los animales domésticos o silvestres como reservorios naturales (Taylor et. Al., 2001). La importancia de los geohelmintos como las ascárides *Toxocara canis*, el tricocéfalo *Trichuris vulpis* o las uncinarias, están frecuentemente infravalorados por los médicos veterinarios y otros profesionales de la salud, aunque son los más relevantes en términos de distribución geográfica e importancia clínica (Bowman, 2009). Los huevos embrionados o las larvas presentes en el ambiente constituyen un riesgo de infección para las personas y los animales. De hecho, el ser humano suele infectarse con más frecuencia con *Toxocara canis* y *Ancylostoma caninum* a partir de larvas presentes en suelo contaminado que del contacto directo con un animal

infectado (Holland y Smith, 2006; Roddie et. Al., 2008); por lo que la probabilidad de infectarse con estos helmintos a partir de heces de especies de vida silvestre como los coyotes, podría considerarse bastante alta.

Sabemos que el coyote es una especie cuyas características adaptativas le han permitido instalarse en zonas agrícolas y suburbanas, expandiendo así su distribución (Riley et. Al., 2003), favoreciendo de esta manera su contacto con especies domésticas (Trout et. Al., 2006). Este tipo de contacto aumenta la probabilidad de infección, modificando el mecanismo de transmisión de agentes patógenos causantes de enfermedades, ya que tanto los cánidos domésticos como silvestres pueden ser hospederos de parásitos, entre ellos aquellos con potencial zoonótico. Esto los convierte en reservorios para muchos de éstos, por lo que es posible la transmisión entre coyotes y perros domésticos (Aguirre, 2009; Manning, 2007; Bowman, 2008).

Investigaciones realizadas en poblaciones de coyotes en Costa Rica, México y Estados Unidos, han descrito la presencia de varias especies de parásitos con potencial zoonótico, en su mayoría pertenecientes al grupo de los helmintos (Rodríguez-Ortíz et. Al., 2004; Niehaus et. Al., 2012), como *Ancylostoma*, *Physaloptera*, *Strongyloides*, *Toxascaris* y *Toxocara*. En este sentido, estudios enfocados en este aspecto deberían ser considerados como relevantes, ya que algunos de estos parásitos podrían representar un riesgo para los animales domésticos, así como para otros animales silvestres e incluso para el ser humano, pudiendo tener importantes implicaciones, como por ejemplo para la salud pública.

En Panamá contamos con algunos estudios recientes sobre varios aspectos de relevancia relacionados con la ecología de los coyotes (Ortega 2023), sin embargo, desconocemos sobre la población parasitaria circulante en ellos. Cada vez es más frecuente el reporte de coyotes en áreas cercanas a zonas residenciales, lugares públicos de recreación y centros de esparcimiento, por lo que existe la posibilidad de generarse un entorno que favorezca la transmisión de aquellos agentes infecciosos presentes en estos animales.

1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

El coyote, es una especie de cánido perteneciente al orden Carnívora (Carnívoros), con alta plasticidad, adaptable a cualquier ecosistema y no cuenta con una dieta especializada, por lo que es común verlos en zonas urbanizadas (Hody y Kays, 2018), aumentándose la probabilidad de transmisión interespecie de enfermedades (Manning, 2007).

Algunos autores han descrito su papel ecológico como regulador de poblaciones de roedores portadores de enfermedades zoonóticas y de importancia en salud animal como son la erlichiosis, leptospirosis, hantavirus, peste bubónica, enfermedad de Lyme (Epstein, 2002) y la encefalitis de Powassan (Lapenta, 2017). Otras enfermedades con interés zoonótico reportadas en coyotes son la dirofilariasis, la sarna causada por los ácaros sarcópticos, la traqueobronquitis infecciosa canina y la rabia (Agostine y Jones, 1982; Okoniewski y Stone, 1983). Entre los parásitos internos, tenemos las uncinarias (probablemente causada por *Ancylostoma caninum*), estrongilidios (posiblemente causado por *Strongyloides sp.*), *Toxocara canis*, *Trichuris sp.* y *Taenia pisiformis*, así como *Hymenolepis diminuta*, un parásito espurio descrito en roedores (Niehaus et. Al., 2012).

En virtud de estas características ecológicas y biológicas específicas, se considera una especie centinela, encontrándose en un nivel alto dentro de la cadena trófica, pudiendo convertirse en un revelador útil al momento de evaluar el estado de los ecosistemas (Sangster et Al., 2007).

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPACTO

El coyote es una de las especies de mesodepredadores con marcada utilidad como indicadores de la salud de los ecosistemas, pudiendo igualmente valorarse su capacidad como reservorio de parásitos de interés zoonótico, los cuales pueden representar un riesgo para la salud humana (Aguirre, 2009; Prough et. Al., 2009). Se ha observado el movimiento de estos animales en algunas áreas urbanas de Panamá, siendo común encontrar sus excretas en patios de viviendas, canchas de juego, corrales de animales domésticos, por mencionar algunos sitios (Ortega, 2023). La contaminación fecal en estos entornos podría representar un problema para la salud pública, ya que favorece la transmisión de parásitos entre coyotes, otros cánidos y los seres humanos, especialmente por helmintos, siendo éste el grupo de patógenos mayormente descrito en esta especie. En los últimos años, en países como Estados Unidos y Canadá se han realizado muchos estudios sobre micro y macroparásitos presentes en poblaciones de coyotes (Pence, 1990; Sacks y Caswell-Chen, 2003; Lee et. Al., 2010). Tales estudios lo consideran como el mamífero con el mayor número de parásitos registrados en Norteamérica (Harris y Dunn, 2010).

La *Dirofilaria immitis* es una de las especies de parásitos que ha registrado una mayor prevalencia (50-90%), considerándose de alto riesgo para la salud pública debido al incremento de su presencia (Lee et. Al., 2010). Igualmente, otros parásitos han sido descritos en este cánido, como *Ancylostoma spp* y *Toxocara spp*. En base a esto, se puede decir que el muestreo periódico en éste y otros

carnívoros es necesario, sobre todo ante la evidencia limitada o nula sobre la función que cumplen los parásitos en los diferentes hábitats. Los hallazgos encontrados permitirán reconocer variaciones existentes en la prevalencia de estos agentes infecciosos, así como sugerir factores asociados a estas variaciones, para así comprender mejor los riesgos reales que representan estos parásitos desde el punto de vista sanitario, lo cual es necesario para definir medidas de prevención y control más sostenibles para el manejo de los problemas que lleva consigo la perturbación antropogénica creciente que se está dando en áreas silvestres (Arjo et. Al., 2003).

En Panamá, existen algunos datos disponibles sobre la distribución de estos animales (Méndez et. Al., 1981; Springer et. Al. 2012; Méndez-Carvajal y Moreno, 2014), su capacidad de depredación en especies domésticas (Bermúdez y González, 2013), su abundancia (Springer et. Al., 2012), su ecología (Ortega, 2023) así como la descripción de algunos parásitos externos y hemoparásitos (Bermúdez et. Al., 2013; Bermúdez et. Al., 2015). Sin embargo, sigue estando muy limitada la información sobre la población parasitaria que habitan en ellos, como son los parásitos gastrointestinales, y en general, aquellos endoparásitos que los pudiese estar afectando, por lo que estudios enfocados en estos tópicos deberían ser de mucho interés y relevancia para el país, sobretodo desde el punto de vista de la salud pública, considerando los posibles riesgos que representan algunos parásitos descritos en ellos, como son los helmintos, pudiendo valorarse su posible impacto para la población humana, al estar presente en zonas de asentamientos humanos.

1.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.4.1. Objetivo general

Determinar la presencia de parásitos helmintos en coyotes (*Canis latrans*) en la República de Panamá, y su posible impacto para la Salud Pública.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar parásitos helmintos de carácter zoonótico presentes en muestras de heces y sangre de coyotes.
- Determinar la prevalencia de los parásitos encontrados en los coyotes muestreados.
- Comparar la diversidad parasítica de los helmintos presentes en los grupos de coyotes muestreados.
- Identificar algunos factores del entorno que pudiesen representar un riesgo para la transmisión de los parásitos presentes en los coyotes hacia la población humana.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Los carnívoros y el equilibrio ecológico

Desde el punto de vista ecológico, los carnívoros son pieza clave en el mantenimiento del balance en las interacciones biológicas (Valkenburgh, 2007).

De acuerdo con su depredación, se clasifican en tres categorías:

- **Hipercarnívoros:** su dieta está compuesta en un 70% de vertebrados, como son los lobos, leones y hienas.
- **Mesocarnívoros:** su dieta está compuesta en un 50-70% por vertebrados. En este grupo se encuentran los carnívoros de pequeño y mediano tamaño, como el zorro, coyote y la mayoría de mustélidos.
- **Hipocarnívoros:** su dieta está compuesta en menos del 30% por vertebrados, estando clasificados en esta categoría los úrsidos como los osos negros y pardos.

A través de la depredación, los carnívoros regulan directamente la población de presas por lo que, al desaparecer, aumenta la densidad de herbívoros en la zona, perdiéndose consecuentemente la diversidad vegetal (Fortin et. Al., 2005). En este sentido, los mesocarnívoros, en el caso particular de los coyotes, desempeñan un papel regulador de las poblaciones de presas pequeñas, desarrollando funciones únicas en las interacciones ecológicas, como lo es su papel en la dispersión directa de semillas o la depredación sobre especies que son importantes dispersores de semillas (Roemer et. Al., 2009), además de regular las poblaciones de roedores que suelen convertirse en plagas (Huxley y Servín, 1992).

2.2. Expansión de la fauna silvestre a los ambientes humanizados

La conversión antropogénica de hábitats naturales a áreas urbanizadas afecta la función y estructura de los ecosistemas (Šálek et. Al., 2015). Estos ambientes urbanizados resultan atractivos para muchas especies silvestres, debido a la diversidad de elementos que suplantando los nichos ecológicos perdidos (Červinka et. Al., 2014). Entre estos elementos, tenemos la presencia de estructuras artificiales que sustituyen madrigueras y refugios (Shea y Chesson, 2002; Šálek et. Al., 2015) y la disponibilidad de recursos alimentarios relacionados con la actividad humana, como la disponibilidad de basura o fuentes de agua no estacionales (Plumer et. Al., 2014), sumando el beneficio adicional ante la falta de competidores naturales y las condiciones microclimáticas favorables (Shea y Chesson, 2002; Šálek et. Al., 2015). También, se pueden considerar la reducción o ausencia de persecución por parte de los humanos (Gompper, 2002) como sucede con la cacería.

Los mesocarnívoros son una categoría que engloba un grupo de especies con una mayor plasticidad y flexibilidad para adaptarse a estos nuevos hábitats, ya que poseen una dieta más generalista y, además, se muestran tolerantes ante la presencia humana (Bateman y Fleming, 2012). Dentro de este grupo, se destaca el coyote, hasta el punto de poder alcanzar densidades más altas en los hábitats urbanos en comparación con los entornos más naturales (Bateman y Fleming, 2012; Šálek et. Al., 2015). En los últimos años, con la implementación de las políticas de conservación, el cambio de sensibilidad y mayor concienciación sobre la relación entre seres humanos-fauna silvestre, sobre todo en Panamá con

la aplicación de la Ley 24 del 7 de junio de 1995, que establece la vida silvestre como parte del patrimonio natural del país y declara de dominio público su protección, conservación, restauración, investigación, manejo y desarrollo de recursos genéticos; se ha visto una reducción de la presión sobre la fauna silvestre en algunas regiones. Esto permite que las distintas especies desarrollen comportamientos progresivos y adaptativos hacia zonas donde predominan los asentamientos humanos (Martínez, 2019).

2.3. La fauna silvestre y los factores que contribuyen a la transmisión de enfermedades

La fauna silvestre siempre ha sido considerada uno de los principales focos de transmisión de enfermedades, siendo los hospederos silvestres los que más se tienen en cuenta, sobre todo cuando repercuten sobre los intereses económicos, sociales o sanitarios (Thompson et. Al., 2009). Sin embargo, desde este punto de vista antropocentrista, se ha prestado menos atención al estudio del patógeno como componente indispensable de la biodiversidad, sobre todo en la evolución de las poblaciones silvestres y como control natural de las mismas. Aspectos relevantes como la escasez de información sobre los reservorios y el desconocimiento del ciclo biológico de agentes patógenos como los parásitos, junto a sus posibles medidas de prevención y control, pueden desencadenar eventos epidemiológicos importantes (Thompson et. Al., 2010).

En esta nueva era, aparece el concepto de 'Una Salud' o "Una sola Salud", promoviendo un enfoque global e integrador para mejorar la salud y el bienestar de las personas, los animales y el medio ambiente; motivando la colaboración

interdisciplinaria en el campo de la vigilancia y el monitoreo de enfermedades (Kardjadj, 2019). Tomando como base esta premisa, el control de la transmisión de enfermedades debe aplicarse en todos los niveles; es decir que existen enfermedades en las que la fauna silvestre constituye el principal reservorio, por lo que la presencia del patógeno es mantenida principalmente en los entornos silvestres, existiendo la posibilidad latente que puedan transmitirse a los seres humanos o animales domésticos (Thompson, 2013). Del mismo modo, también se describen patógenos que son transmitidos a la fauna silvestre como consecuencia de la integración de la actividad humana en áreas de bosques (Thompson, 2013). Puesto que existe reciprocidad en la transmisión de las enfermedades entre ambientes silvestres y humanizados, se debe reconocer la posibilidad que un patógeno que circula mayoritariamente entre animales domésticos pueda ser transmitido a los animales silvestres y, de la misma forma, el animal silvestre participa en el mantenimiento del patógeno para, finalmente, actuar como fuente de infección para los animales domésticos. En estos casos, se produce el retorno del agente infeccioso al hospedero original, denominándose este proceso como “spillback” (Rhyan y Spraker, 2010).

La vigilancia efectiva, la prevención y el control de estas enfermedades representan un verdadero desafío para la salud pública, debido a la gran variedad de especies involucradas y la historia natural a menudo compleja de estos agentes zoonóticos (Macpherson, 2012). La globalización, las interconexiones humanas, el aumento de la producción de animales para consumo humano, las mascotas y la vida silvestre, requieren un concepto intersectorial y transnacional para el

control de las zoonosis (Zinsstag, 2011). En este sentido, el concepto de “Una Salud” exige también un cambio de paradigma en el desarrollo, implementación y mantenimiento de políticas de salud que implementen acciones colectivas y coordinadas que incluyan los sectores humanos, animales y ambientales (Rabinowitz, 2013), que ayuden a comprender las interacciones entre los animales, los seres humanos y el medio ambiente, y evaluar cómo éstas afectan la aparición de enfermedades infecciosas.

Por otro lado, el cambio climático también desempeña un papel relevante en la propagación de enfermedades y las zoonosis, entre ellas algunas helmintiasis como las estrogiloidiasis y las anquilostomiasis (OMS, 2003). Estas parasitosis han inducido cambios en el comportamiento de huéspedes y vectores, así como se ha visto un aumento en la capacidad de supervivencia de geohelminos, los cuales suelen transmitirse a través del contacto con el suelo, propiciado por las condiciones adecuadas de temperatura y humedad, como resultado de la expansión de las zonas tropicales y subtropicales (Genchi, 2011).

La presencia de estadios parasitarios en el suelo sugiere la existencia de una fuente de contaminación, que puede ser el agua, los animales o los propios humanos parasitados (Torres et. Al. 1997; Soriano et. Al. 2001), lo que constituye un factor de riesgo importante para la transmisión a la población (Gamboa et Al., 1998; Wong y Bundy, 1990). En este sentido, es posible ver que las enfermedades tropicales sean producto de la interacción con la fauna silvestre, sumado a la alteración producto del intercambio entre patógenos, vectores y el medio ambiente (Morse, 1993; Daszak y Hyatt, 2000).

Otras formas de expansión de enfermedades infecciosas emergentes o reemergentes, surgen de los mecanismos de transmisión de ciertas patologías, que inicialmente fueron originadas desde una especie animal en la cual la zoonosis a humanos aparece como un evento raro. Esta se da por un salto del patógeno al hombre, que es poco frecuente, pero cuando sucede abre la oportunidad que se perpetúe la enfermedad en el nuevo huésped, ya sea de manera temporal o permanente (Sánchez, 2022). Como consecuencia de esta acción, el ciclo humano-humano podría ser capaz de mantener la infección. De igual manera, existen formas de expansión de enfermedades como aquellas donde se encuentran involucrados directamente los vectores animales como factores desencadenantes de infección humana (pulgas, garrapatas, mosquitos, etc.). En este caso, las especies animales son los principales reservorios de los patógenos, siendo la transmisión horizontal de humano a humano un evento raro (Monsalve et. Al., 2009). También existen otros factores específicos precipitantes, tanto ecológicos, ambientales, como demográficos; que exponen igualmente al hombre en estrecho contacto con patógenos que originan enfermedades, con sus reservorios y sus vectores. A esto se suma la evolución, siempre sometida a la acción de los microorganismos, combinando variantes particularmente virulentas con elementos selectivos (Weissenbacher, 1998).

Se sabe que las geohelmintiasis están ampliamente distribuidas en áreas tropicales y subtropicales, siendo generalmente ligadas a la falta de saneamiento, lo que suele ocurrir en poblaciones de extrema pobreza. En la región de las Américas, se estima que hay niños en edad preescolar y escolar en riesgo de

sufrir geohelmintiasis. Sobre este tema, se indica que la prevalencia de parásitos como las uncinarias en niños de 5 a 14 años ha alcanzado los máximos niveles, mientras que el máximo nivel de infecciones se ha dado en adultos mayores a 20 años (OMS, 2020). Las infecciones graves causadas por geohelminchos, afectan el crecimiento físico y el desarrollo cognitivo de los niños, causando anemias por deficiencia de hierro, lo que lleva al ausentismo y un bajo rendimiento escolar. En adultos, producen reducción en la productividad laboral. En este sentido, los costos atribuibles a estas infecciones en comunidades e incluso países endémicos, en términos de pérdida de nutrientes y disminución de la productividad son bastante importantes; razón por la cual son consideradas como enfermedades desatendidas (OMS, 2020; Savioli, 1992). En el caso particular de las helmintiasis, factores ambientales como la temperatura y la humedad condicionan la distribución y la supervivencia de huevos, larvas, quistes y ooquistes en el ambiente, determinado por las variaciones estacionales en la distribución de los mismos (Nzeako 1992; Schulz y Kroeger 1992; Schmith 1998; Mercado et al. 1999). Por lo tanto, el éxito en la continuidad del ciclo evolutivo del parásito estaría constituido por la capacidad para persistir en el ambiente mediante mecanismos de resistencia inherentes a la especie (Atias, 1993).

Los coyotes, en particular, son considerados importantes vectores de enfermedades, más que todo por su capacidad de vivir en la interfaz entre el entorno urbano, rural y silvestre, lo que le permite transitar desde un área de bosque hasta un vertedero de basura (Murray et. Al., 2016), pasando por lugares utilizados por otras especies de carnívoros, desde perros hasta jaguares

(González et. Al, 2018) e inclusive el humano. Esto favorece la diseminación de enfermedades entre los seres vivos que se encuentran en estas áreas. En Panamá, se ha reportado dos casos de geohelmintiasis en dos periodos distintos, en el 2012 y 2018. Ambos casos fueron en turistas españoles, que luego de visitar el país, fueron diagnosticados con *larva migrans cutánea* (LMC) (Berenguel et. Al., 2012; Gianchandani et. Al., 2018).

2.4. El coyote, especie en estudio

El coyote, del náhuatl coyotl que significa «perro aullador, cuyo nombre científico es *Canis latrans*; es una especie de mamífero carnívoro de la familia *Canidae* (Cuadro I).

Cuadro I: TAXONOMÍA DEL COYOTE

Reino:	<i>Animalia</i>
Filo:	<i>Chordata</i>
Subfilo:	<i>Vertebrata</i>
Clase:	<i>Mammalia</i>
Orden:	<i>Carnivora</i>
Suborden:	<i>Caniformia</i>
Familia:	<i>Canidae</i>
Subfamilia:	<i>Caninae</i>
Género:	<i>Canis</i>
Especie:	<i>C. latrans</i>

Fuente: Say, 1823

Este animal mide menos de 60 cm de altura, y su color varía desde el gris hasta el canela, a veces con un tinte rojizo. Las orejas y el hocico parecen largos en relación con el tamaño de su cabeza. Mide entre 74 y 94 cm de longitud, sin la cola, y pesa de 8 a 16 kg (Sillero, 2009). Suele ocupar una gran variedad de

hábitats, que incluyen los pastizales, desiertos, montañas, bosques talados o densos, hasta grandes ciudades, por lo que cada vez son más frecuentes observarlos en áreas cercanas a zonas urbanizadas (Bekoff y wells, 1986; Huxley y Servín, 1992). Tienen hábitos nocturnos y crepusculares, pero pueden encontrarse activos en pleno día (Bekoff y Gese, 2003; Servín y Chacón, 2005) (Fig.1). En general, viven y cazan solos o en parejas (Gutierrez, 2004), además son omnívoros facultativos, variando entre el consumo de artrópodos, pequeños vertebrados, hasta frutas y vegetales (Gier, 1975; Martínez-Vásquez et. Al., 2010). En las áreas donde predomina la ganadería, pueden depredar borregos, cabras y terneros, aunque también pueden consumir animales muertos (Grajales y González, 2014). Así, mientras que en las zonas geográficas donde la mayoría de los grandes depredadores se han ido reduciendo, el coyote ha aumentado vertiginosamente su población (Ramírez y León, 2015).



Fig. 1: Manada de coyotes activa en horas del día
Fuente: © De Gracia. V.

Durante la época de reproducción, que suele ser en el mes de febrero, la hembra entra en un celo que dura alrededor de diez días. Después de aparearse, busca aislarse en un lugar seguro para hacer su madriguera. Dependiendo del terreno, la pareja puede excavar una madriguera u ocupar una abandonada por otros animales como zorros o armadillos y agrandarla, escondiéndola entre la vegetación densa (Posadas et. Al., 2017). La hembra se prepara al nacimiento de las crías, que nacen después de 63 días de gestación y son amamantadas hasta la quinta o séptima semana, mientras que el macho saldrá en búsqueda de comida tanto para la hembra como para las crías, luego de tres semanas de nacidas, empiezan a comer alimentos sólidos que normalmente son regurgitados por los progenitores (Huxley y Servín, 1992; Posadas et. Al., 2017). Las crías alcanzan su tamaño máximo alrededor de los nueve meses y su madurez sexual al año, aunque es común que se reproduzcan en su segundo año (o segundo celo en el caso de las hembras). Cuando el alimento se encuentra en abundancia, los coyotes jóvenes permanecen junto a los padres y cazan en manadas; pero rara vez se mantienen mucho tiempo juntos. Cuando llegan a la madurez y la competencia por alimento en la familia incrementa, los jóvenes dejan la manada (Posadas et. Al., 2017).

Los coyotes son uno de los carnívoros más inteligentes y astutos que existen en la naturaleza. Se movilizan por grandes territorios que van de los 70 a 1000 km² y pueden viajar alrededor de 144 kilómetros para establecer su propio territorio (Posadas et. Al., 2017). Estas cualidades hacen que sean animales

difíciles de capturar, además de la dificultad en estimar su población de manera precisa.

2.5. Helmintos en coyotes

Se han descrito una variedad de helmintos zoonóticos en coyotes de interés en este estudio, En el Cuadro II se resumen algunos hallazgos realizados en América, donde se muestran porcentajes de prevalencias descritos.

Cuadro II: PREVALENCIAS DE HELMINTOS DE INTERÉS EN COYOTES DE AMÉRICA, PERIODO 1975-2019

Región (País)	Agente etiológico	P (%)	Referencia
Kansas (Estados Unidos)	<i>Dirofilaria immitis</i>	8.0	Miller, 1975
Colorado (Estados Unidos)	<i>Dirofilaria immitis</i>	10.0	
Iowa (Estados Unidos)	<i>Ancylostoma caninum</i>	97.9	Franson, et. Al., 1978
	<i>Toxocara leonina</i>		
Illinois (Estados Unidos)	<i>Dirofilaria immitis</i>	23.6	Kick, 1980
Montana (Estados Unidos)	<i>Toxocara leonina</i>	83.0	Floyd, et. Al., 1983
	<i>Ancylostoma caninum</i>	1.0	
Texas (Estados Unidos)	<i>Ancylostoma caninum</i>	100.0	Pence, et. Al., 1988
Missouri (Estados Unidos)	<i>Dirofilaria immitis</i>	7.0	Wixsom, et. Al., 1991
Pensylvania (Estados Unidos)	<i>Ancylostoma sp.</i>	38.0	Bixel, 1995
	<i>Toxocara leonina</i>		
California (Estados Unidos)	<i>Dirofilaria immitis</i> Adultos	91.0	Sacos, 1998
	<i>Dirofilaria immitis</i> Subadultos	40.0	
Nueva York (Estados Unidos)	<i>Toxocara canis</i>	8.7	Gompper et. Al., 2003
	<i>Toxocara leonina</i>	8.7	
Florida (Estados Unidos)	<i>Ancylostoma caninum</i>	33.0	Foster, et. Al., 2003
	<i>Dirofilaria immitis</i>	43.0	
Tehuacán (México)	<i>Toxocara leonina</i>	14.9	Muñoz, 2009
	<i>Ancylostoma spp.</i>		

Parque Nacional Irazú (Costa Rica)	<i>Toxocara canis</i>	4.3	Niehaus et. Al., 2012
Querétaro (México)	<i>Dirofilaria immitis</i>	100.0	Hernández y Pineda, 2012
Cerro Colorado (México)	<i>Toxocara leonina</i>	36.0	Mino et. Al., 2016
	<i>Acylostoma spp.</i>		
Durango (México)	<i>Ancylostoma caninum</i>	5.1	Luna et. Al., 2017
Samalayuca (México)	<i>Ancylostoma</i>	21.0	Petters et. Al., 2019
	<i>Toxocara</i>	49.0	

2.6. Helmintos de importancia para la Salud Pública

2.6.1. *Toxocara spp.*

2.6.1.1. Generalidades

Toxocara spp. es un género de gusano redondo intestinal, perteneciente al filo de los Nematodos. Las especies de *Toxocara* descritas como zoonóticas incluyen *Toxocara canis*, *T. cati*, *T. leonina* y posiblemente *T. vitulorum* y *T. pteropodis*; todos pertenecientes a la familia Toxocaridae (CDC,2020). Los gusanos adultos son de color rosa, tienen forma cilíndrica y en el extremo anterior del cuerpo presentan una boca provista de tres labios bien desarrollados y unas aletas. El macho mide de 4 a 10 cm por 2 a 2.5 mm de diámetro y la hembra 5 a 18 cm de largo por 2.5 a 3 mm de diámetro. El extremo posterior del macho es curvado, con papilas caudales (digitiformes), mientras que el de la hembra es recto y terminado en punta (Fig. 2) (CDC, 2020).



Fig. 2: Parásito adulto de *Toxocara canis*
Fuente: <https://www.pensalud.com/blog/la-toxocariosis-humana>

Las hembras adultas producen huevos que son eliminados al medio ambiente a través de las heces del hospedero (Taira et. Al., 2004). Estos son casi esféricos y miden de 75-90 μm y poseen una cubierta gruesa y rugosa con varias capas concéntricas. Son de color marrón oscuro, no segmentado y su contenido ocupa prácticamente todo el interior (Fig. 3). Se tiene reconocido que los huevos de los nematodos en general tienen una cubierta compuesta por tres capas: interna o lipídica, media o quitinosa y externa o vitelina. La capa lipídica está compuesta mayormente por ascarósidos y un 25% de proteínas. Los ascarósidos son glucolípidos exclusivos de los nematodos, compuestos por un azúcar y un alcohol unidos por enlaces glucosídicos. Estos compuestos son los responsables de la impermeabilidad de los huevos de *Toxocara* a cualquier sustancia que no sea gas o disolvente lipídico. La capa quitinosa está constituida por quitina, un polisacárido compuesto por unidades de N-acetilglucosamina, que ofrece un soporte similar al exoesqueleto de los artrópodos. La capa vitelina del huevo es

similar en composición a la capa externa del parásito adulto, rica en carbohidratos y es la responsable de establecer los mecanismos de evasión de la respuesta inmunitaria del hospedero (Cordero y Rojo, 1999).

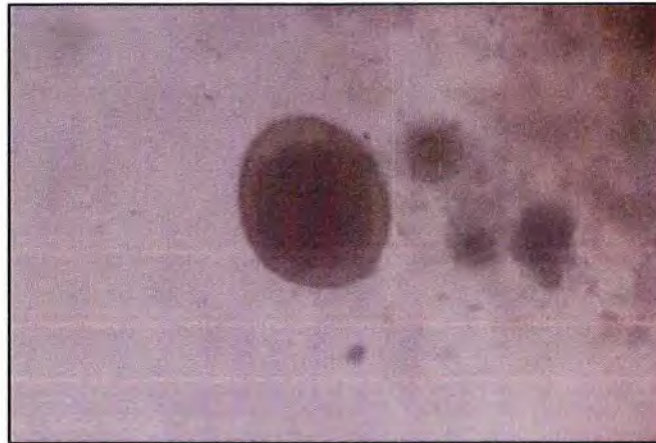


Fig. 3: Huevos de *Toxocara spp* en heces de coyote, observación a 10x

2.6.1.2. Viabilidad, propagación y transmisión

2.6.1.2.1. Viabilidad

Los huevos de *Toxocara*, en condiciones adecuadas de temperatura (15-30 °C), con humedad alta (alrededor del 90%) y en condiciones de sombra en el suelo o en la vegetación, pueden permanecer viables durante meses e incluso años. Pueden ser infecciosos en un período de 9 a 11 días, a una temperatura de 20 °C; de 3.5 a 5 días a 30 °C; o en unos 35 días a 16.5 °C. Como consecuencia, las larvas no se desarrollan en temperaturas inferiores a 10 °C, aunque pueden permanecer viables durante semanas en cadáveres congelados a -15 °C. En

temperaturas mayores a los 37 ° C y en suelos arenosos, la larva muere antes de ser infecciosa, mientras que, en suelos arcillosos a la misma temperatura, puede sobrevivir por más de dos años. Los huevos son muy resistentes a las condiciones ambientales adversas, pero muy susceptibles a la luz directa del sol y a condiciones secas (Quiroz, 1999).

2.6.1.2.2. Reservorios

El estadio adulto se encuentra en el intestino delgado de perros, zorros, coyotes y lobos (Quiroz, 1986); y también se pueden encontrar en suelo, agua y entre la vegetación (CDC, 2020).

2.6.1.2.3. Hospederos

Se han descrito como hospederos naturales de este parásito a los mamíferos del grupo de los cánidos, roedores, lepóridos, porcinos, ovinos, incluyendo humanos, además de las aves (CDC, 2020).

2.6.1.2.4. Transmisión

La transmisión en el ser humano se produce principalmente por ingesta accidental de los huevos embrionados (con la larva infectante), los cuales suelen estar presentes en el suelo y en el pelaje de los perros; éste último importante para la presentación de las zoonosis. Otro mecanismo de transmisión es a través de la ingesta de agua y alimentos contaminados, como sucede con los vegetales mal lavados o la carne cruda, así como la ingestión de órganos con larvas viables, principalmente hígado. Las moscas y las lombrices también favorecen la dispersión de los huevos. La presencia de la *larva migrans* en el hombre es un importante problema de salud pública (CDC, 2020).

2.6.1.3. Ciclo Biológico

Los huevos de *Toxocara* salen al ambiente con las heces de los animales infectados, dispersándose en el entorno. Los caninos se infectan por ingestión de huevos embrionados con la segunda larva (L2); ésta eclosiona en el intestino y penetra en la pared intestinal. La subsecuente migración está determinada por la edad, sexo, estado reproductivo e infestaciones previas del huésped (Quiroz, 1986).

En cachorros menores de tres meses, las larvas pasan a los ganglios linfáticos y al hígado por la vía linfática o sanguínea, continuando hasta el corazón y pulmones. La mayoría pasan por bronquios, tráquea, faringe y son deglutidas. La muda al tercer estadio larvario sucede en el pulmón, tráquea y esófago. En el intestino se realiza la siguiente muda, dando lugar a la cuarta larva. Ésta última, crece, copula y 4 a 5 semanas después, salen los huevos en las heces. Algunas larvas cuando están en el pulmón regresan al corazón por la vena pulmonar y son atacadas por una reacción celular de tipo granulomatoso del hospedero, bloqueando su migración posterior, por lo que se suele enquistar en varios tejidos, permaneciendo en estado latente (Madrid, 2012).

En caninos adultos, la mayoría de las larvas no llegan al intestino para alcanzar su desarrollo intestinal, sino que pasan a la circulación general, permaneciendo en diferentes tejidos, como el hígado, el corazón, los pulmones, el cerebro, los músculos y los ojos (Ricardo, 1993). Cuando una hembra adulta huésped con larvas tisulares inicia una gestación, las larvas tisulares migran hacia la placenta y se produce una infestación fetal. Por el contrario, si una hembra sana

se infecta durante la gestación, las larvas migran directamente al feto, pero igualmente llegan al intestino de la hembra para alcanzar su madurez sexual. Los cachorros son infectados por la vía transplacentaria, y después de dos a tres semanas de su nacimiento, eliminan huevos del parásito en las heces (Quiroz, 1986). La larva también es capaz de infectar huéspedes paraténicos como ratas, ratones, cuyos, conejos, ovinos, bovinos, pollos, palomas, cerdos y el hombre, donde dan lugar a la *larva migrans visceral* en órganos como hígado, pulmones, riñones y cerebro. Todos esos huéspedes actúan como transportadores del parásito, pudiendo sobrevivir las larvas somáticas por largo tiempo, de 3 a 6 meses o incluso más. Cuando los hospederos definitivos, como los perros, los coyotes y los zorros ingieren tejidos de huéspedes paraténicos con la segunda larva, ésta se libera en el intestino y llega al estado adulto. La eliminación de los huevos ocurre alrededor de los 30 días (Fig. 4) (Quiroz, 1986).



Fig. 4: Ciclo biológico *Toxocara* spp.
Fuente: (CDC, 2017), modificado por Guerra, K.

2.6.1.4. Importancia en Salud Pública

2.6.1.4.1. Distribución geográfica y epidemiología

Los Estados Unidos ha reportado un 14% de la población humana infectada con *Toxocara*. De este grupo, se estima que cada año al menos 70 personas quedan ciegas, siendo los más afectados niños en su mayoría. La enfermedad que produce, la toxocariasis, es de distribución cosmopolita y sus tasas de prevalencia sobrepasan el 40% en algunas partes del mundo (CDC, 2017). Para dar un ejemplo, en el año 1981, se diagnosticaron 675 casos de toxocariasis ocular. Actualmente, la enfermedad clínica se ha diagnosticado en 48 países, con más de 1900 casos en humanos (Ehrhard y Kernbaum, 1979). De 780 casos documentados a nivel mundial, 56% corresponde a pacientes menores de 4 años



(OPS, 2003). En este sentido, si bien la mayor parte de los casos clínicos notificados han sido en países industrializados, no necesariamente refleja la realidad sobre la distribución de la enfermedad, más que todo porque esta situación está determinada por los recursos y facilidades de diagnóstico existentes en estos países. Por lo tanto, se presume que la infección es mucho más prevalente en aquellos países en vías de desarrollo (Barriga, 1988).

Esta enfermedad suele estar asociada a un bajo nivel socioeconómico, relacionándose con una mayor contaminación de suelos, secundaria a las características de las viviendas y los hábitos higiénicos y socioculturales de las zonas rurales, donde la convivencia con perros (sobre todo con cachorros) es más estrecha. En la mayoría de estos entornos, los animales no reciben un manejo preventivo zoonosológico; atribuyéndose también al consumo de vísceras crudas como hígado de pollo, pato y bovino infectados con larvas viables (Uribarren, 2015). Por otro lado, la ingesta de frutas o verduras que han estado en contacto con material del suelo contaminado y que no fueron lavadas adecuadamente para su consumo también influyen a esta situación (Archelli y Kozubsky, 2008).

La Toxocariasis ocurre en todo el mundo, siendo mucho mayor su incidencia en países tropicales (Uribarren, 2015). En el hombre, la infección es siempre a través de la vía oral, principalmente por la ingesta de huevos del parásito, no siendo capaz, hasta el momento, de transmitirse persona a persona (Archelli y Kozubsky, 2008). Existen, en general, dos vías de transmisión: la vía directa, más frecuente a través de la manipulación de tierra contaminada, siendo un riesgo principalmente en los niños, por la costumbre de jugar en parques

públicos y areneros, llevándose las manos a la boca y practicar la geofagia. También se incluyen a las personas que, por su oficio, tienen contacto frecuente con suelos contaminados como jardineros, agricultores, geólogos, o aquellas que tienen contacto con animales, como los criadores de perros (Archelli y Kozubsky, 2008), médicos veterinarios, zoólogos e investigadores de estas ramas. La otra vía de transmisión es la indirecta, que puede presentarse al consumir frutas y verduras mal higienizadas, por ingestión de tejidos de otros hospederos que porten estadios juveniles del parásito (Archelli y Kozubsky, 2008).

A pesar de que esta enfermedad es considerada un problema sanitario en todo el mundo, no es de declaración obligatoria. Se presenta generalmente como un cuadro subclínico o aparentemente asintomático, por lo que las cifras de prevalencia real no son del todo conocidas y, por ello, tiene un escaso reconocimiento como un problema de interés para la salud pública (Herskovic, 1991).

2.6.1.4.2. Infección

La infección en adultos es normalmente asintomática. Las manifestaciones clínicas son principalmente de tipo alérgico, debido a que la larva, durante su migración, produce pequeños túneles en los órganos que invade, causando inflamación, urticaria, prurito y necrosis; seguido de una reacción granulomatosa con abundante eosinofilia y, a veces, se producen abscesos al fijarse la larva en un lugar determinado del órgano afectado. Las distintas manifestaciones clínicas y la gravedad del cuadro dependen del tejido u órgano invadido, del número de larvas presentes, la edad del hospedero y el grado de respuesta inmune; aunque

rara vez produce la muerte del paciente, especialmente en el humano (Macpherson, 2013).

2.6.1.4.3. Manifestaciones clínicas

La Toxocariasis se podría clasificar en cuatro tipos, atendiendo a sus manifestaciones clínicas:

- La Toxocariasis visceral, *larva migrans visceral* o toxocariasis sistémica: afecta principalmente a niños en contacto con perros o geofagia. Se produce cuando la larva infectante invade varios órganos como el corazón, los pulmones, el hígado y los músculos. Sus principales signos son: fiebre, fatiga, tos, sibilancias, eosinofilia, hepatomegalia, dolor abdominal, anorexia y pérdida de peso.
- La Toxocariasis ocular o *larva migrans ocular*: afecta tanto a niños como adultos jóvenes y se produce cuando la larva migra al sistema ocular. Normalmente sólo afecta un ojo, sin signos sistémicos ni eosinofilia. Los signos suelen ser endoftalmitis, uveítis, papilitis, granulomas de la retina o masas inflamatorias en el humor vítreo periférico y pérdida de visión.
- La Toxocariasis neurológica o nerviosa: se da muy raramente, produciéndose cuando la larva invade el sistema nervioso central o periférico. Las manifestaciones clínicas son meningoencefalitis y otras manifestaciones neurológicas como meningomielitis eosinofílica, vasculitis cerebral, epilepsia, mielitis y radiculitis con afectación del nervio craneal o del músculo esquelético (Despommier, 2003).

- La Toxocariasis encubierta: presenta signos inespecíficos que, agrupados, dan lugar a un síndrome característico. Estos signos incluyen: dolor abdominal recurrente, anorexia, alteraciones del comportamiento, adenitis cervical, sibilancias, dolor en las extremidades y fiebre. También se han realizado estudios donde se relaciona la migración de la larva con el desarrollo de asma y fibrosis pulmonar (Cooper, 2008).

2.6.1.4.4. Prevención y control

2.6.1.4.4.1. Desinfectantes

Los huevos de *Toxocara* son bastante resistentes a los desinfectantes químicos y se necesita una inmersión muy prolongada para su destrucción; por ejemplo, etanol al 70 % durante una semana o hipoclorito sódico durante dos semanas (CDC,2020).

2.6.1.4.4.2. Inactivación física

La inactivación de los huevos se puede lograr por temperaturas extremas. Se ha observado que las larvas mueren a temperaturas inferiores a -15 °C; también sucumben ante la desecación y luz ultravioleta, pudiendo ser sensible ante la luz solar directa (CDC, 2020).

2.6.1.4.4.3. Medidas preventivas generales

- Control higiénico-sanitario de los animales (principalmente perros) y de los alimentos para consumir: carnes, vegetales y agua.
- Es importante considerar la limpieza y desinfección periódica de los lugares de trabajo, instalaciones y equipos.

- Manipulación y eliminación adecuada de los excrementos de animales.
- Control de vectores y desinsectación.
- Correctas medidas de higiene en el puesto de trabajo: lavado frecuente de manos, sobre todo después del contacto con animales o materiales contaminados, después de quitarse los guantes, antes de las comidas y al final de la jornada diaria. También, es importante promover la utilización de ropa de trabajo adecuada y equipos de protección individual cuando se manipula material contaminado (CDC, 2020).
- Cuando se visiten áreas silvestres, se recomienda utilizar una vestimenta adecuada como pantalones largos y calzados cerrados y aplicar las medidas de bioseguridad antes mencionadas para evitar el contacto con agentes potencialmente infecciosos (CDC, 2020).

2.6.2. *Ancylostoma spp.*

2.6.2.1. Generalidades

El *Ancylostoma spp.* es un gusano redondo intestinal que pertenece al filo de los nematodos, su cuerpo es corto y macizo, entre 8 y 20 milímetros (mm) de longitud y de 0,4 a 0,8 mm de diámetro. Los machos suelen ser más cortos que las hembras y en la parte posterior presentan lóbulos para la cópula, mientras que las hembras tienen la cola terminada en punta (Fig. 5). Ambos sexos tienen una boca con dientes afilados o placas que les permiten anclarse a la mucosa intestinal del hospedero (CDC, 2013).



Fig. 5: Parásito adulto de *Ancylostoma spp.*
Fuente: <https://www.cdc.gov/parasites/>

La hembra fértil libera huevos de manera continua (entre 10000 y 20000 huevos al día); estos son de 65-75 μm de longitud por 35-40 μm de anchura y poseen una membrana externa traslúcida (Fig. 6). Aunque al principio no están segmentados, pronto aparecen 2, 4, u 8 blastómeros característicos en su interior (Pumarola y Rodríguez s.f).

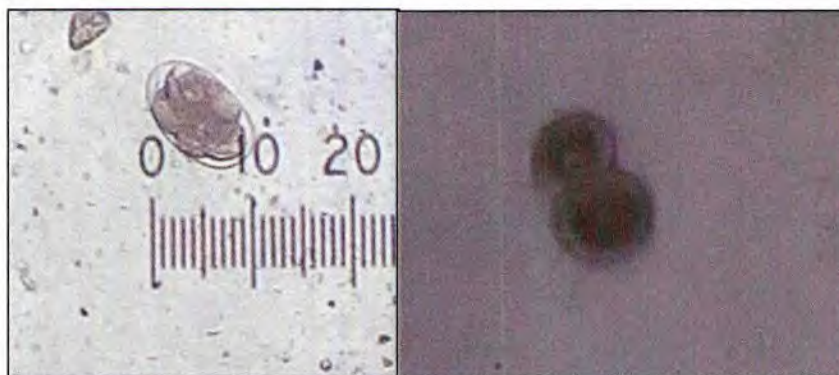


Fig.6: Huevos de *Ancylostoma spp* en heces de coyote observación a 10x

2.6.2.2. Viabilidad, propagación y transmisión

2.6.2.2.1. Viabilidad

Esta zoonosis suele ocurrir en áreas tropicales y subtropicales, donde los suelos arenosos, calientes (29 °C) y húmedos (87%) generan un entorno que favorece la supervivencia de las larvas al salir con las materias fecales del huésped portador de los parásitos adultos (Plascencia et al., 2013). La supervivencia de los huevos es mayor en parcelas húmedas y sombreadas, con al menos el 90% de los huevos viables a las 8 semanas. Al secarse las parcelas por la acción directa del sol, la viabilidad disminuye hasta el 10% entre 2 y 8 semanas. Por el contrario, al aumentar la humedad relativa del 77.5 al 100%, se incrementa la supervivencia de los huevos (Gaasenbeek y Borgsteede, 1998).

2.6.2.2.2. Reservorios

El *Ancylostoma* se ha descrito en varias especies de cánidos como perros, coyotes, zorros grises (Niehaus, et. Al., 2012), así como en felinos como gatos, jaguares y ocelotes (Rendón et. Al., 2012), incluyendo al hombre (Pearson, 2020). También se ha descrito en suelo, agua y vegetación (Peña, 2017).

2.6.2.2.3. Hospederos

Específicamente, el *Ancylostoma caninum* ha sido descrito en gatos y en cánidos como perros, coyotes, lobos y zorros grises (Niehaus, et. Al., 2012, Álvarez et. Al., 2003). También ha sido descrito en el hombre, el cual se ha caracterizado como un huésped accidental (Campillo et. Al., 2016, Marineros y Marineros, 2020, Calderón y García, 2014). Por otra parte, *Ancylostoma braziliense* ha sido descrito en felinos, cánidos como perros y otros carnívoros

salvajes como zorros, coyotes y lobos (Niehaus, et. Al., 2012, Álvarez et. Al., 2003), encontrándose igualmente de forma accidental en el hombre (Campillo et. Al., 2016, Marineros y Marineros, 2020, Calderón y García, 2014). Adicional, *Ancylostoma ceylanicum* ha sido otra especie dentro de este género descrita en humanos, perros y gatos (Yoshikawa, 2018).

2.6.2.2.4. Transmisión

Las larvas de *Ancylostoma* pueden penetrar la piel de sus huéspedes al estar en contacto con suelo contaminado. Para que esto se logre, se requiere un periodo de contacto de 5 a 10 minutos con el suelo contaminado y aunque no son capaces de reproducirse en el cuerpo humano, logran producir lesiones papulares rojas que avanzan debajo de la piel a medida que migran. Clínicamente, se manifiesta por picazón severa, especialmente por la noche (O'Neil, 2018). En este sentido, la *larva migrans cutánea* (también conocida como erupción progresiva) es considerada una infección zoonótica de relevancia, sobre todo con especies de anquilostomas que no tienen al humano como hospedero definitivo, siendo los más comunes *A. brasiliense* y *A. caninum* (CDC, 2019). Estudios recientes utilizando herramientas moleculares han revelado que *A. ceylanicum* es probablemente la segunda especie de anquilostoma más prevalente que infecta a humanos en Asia (Ngui, et. Al., 2012), posiblemente debido al potencial de infección entérica patente en humanos a través de la penetración percutánea, así como por vía fecal-oral (Yoshikawa, 2018).

2.6.2.3. Ciclo Biológico

El ciclo biológico en el huésped definitivo es muy similar al de la especie humana, caracterizado por la migración traqueal hacia el intestino delgado. Los anquilostomas maduros se reproducen en el intestino delgado y los huevos se eliminan en las heces del huésped definitivo del animal y, en condiciones favorables (humedad, calor, sombra), las larvas eclosionan en uno a dos días. Las larvas rhabditiformes liberadas crecen en las heces excretadas y/o en el suelo, y después de 5 a 10 días (y 2 mudas) se convierten en larvas filariformes (tercera etapa), que son infectivas. Estas larvas infecciosas pueden sobrevivir de 3 a 4 semanas en condiciones ambientales favorables. Al entrar en contacto con el huésped animal, las larvas penetran en la piel y son transportadas a través de los vasos sanguíneos hasta el corazón y luego hasta los pulmones. Luego, penetran en los alvéolos pulmonares, ascienden por el árbol bronquial hasta la faringe y son deglutidos, llegando al intestino delgado, donde residen y maduran hasta convertirse en adultos. Los gusanos adultos viven en la luz del intestino delgado, donde se adhieren a la pared intestinal. Algunas larvas quedan atrapadas en los tejidos y sirven como fuente de infección para las crías a través de la ruta transmamaria (y posiblemente transplacentaria) (Fig. 7). Los seres humanos se infectan cuando las larvas filariformes penetran en la piel. Cuando las larvas no pueden madurar más en el huésped, como sucede en varias especies incluyendo el humano, migran sin rumbo dentro de la epidermis, a veces tanto como varios centímetros por día. Algunas larvas pueden detenerse en tejidos más profundos después de la migración por la piel (CDC, 2019).

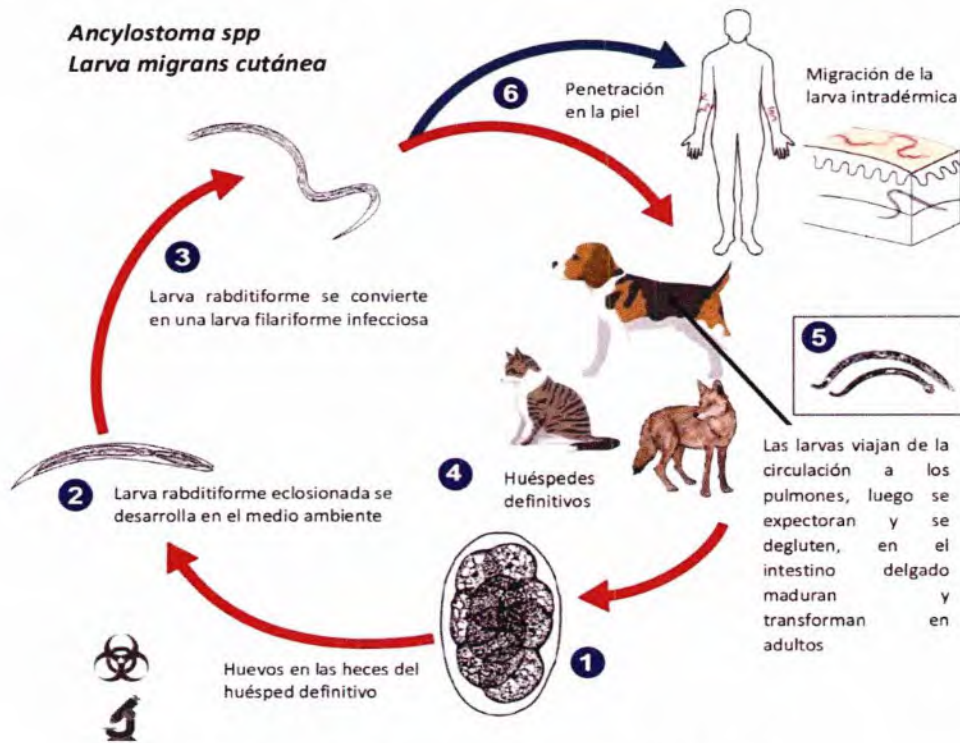


Fig 7: Ciclo biológico *Ancylostoma spp.*
Fuente: (CDC, 2017). Modificado por Guerra, K.

2.6.2.4. Importancia en salud pública

2.6.2.4.1. Distribución geográfica y epidemiología

La prevalencia de la enfermedad causada por las distintas especies de ancylostómidos varía en función del clima, el uso profiláctico de antihelmínticos y el contacto con animales silvestres y medios contaminados (Scott et. Al., 2011). Se ha descrito en países como Cuba (Pereda, et. Al., 2016), México (Carrasquer y Matamoros, 2017; Villanueva, et. Al., 2011), Brasil (Campillo et. Al., 2016), Colombia (Niño et al., 2020), Ecuador (Sánchez y Salazar, 2021), Costa Rica (Marineros y Marineros, 2020), Jamaica, Venezuela, Barbados, Senegal y Tailandia (Torres et. Al., 2017).

La infección intestinal en humanos es muy rara y en la bibliografía solo se han registrado seis casos hasta 1982 (Barriga, 1988). Sin embargo, en 1990 se describió 93 casos en humanos en el nordeste de Australia, caracterizada por una enteritis eosinofílica, posiblemente ocasionada por este parásito (Prociv y Croese, 1990). Seis años después, investigaciones definieron la causa de los cuadros clínicos como causados por *A. caninum*; encontrándose otros casos en otras partes de ese país (Prociv y Croese, 1996). En Colombia, la prevalencia descrita fue del 21 al 23%, en dos encuestas de morbilidad realizadas en 1966 y 1980. En la primera se encontró que los habitantes de zonas rurales se encontraban 6 veces más parasitados que los de las ciudades. Así mismo, en lugares de población con un buen nivel socioeconómico, la prevalencia fue del 10% o menor. En ambos grupos, las infecciones leves, con menos de 2600 huevos por gramos de heces (h.p.g.), fueron el 90% (Carrada, 2007). Por otra parte, en otros países de América Latina, las prevalencias reportadas han sido similares, encontrándose frecuencias más altas en El Salvador (50%), Venezuela (40%) y Ecuador (33%) (Botero 1998).

Los factores de riesgo más importantes, descritos en los estudios de prevalencia realizados, han sido la defecación en el entorno, el uso de heces humanas como abono, el hábito de ir descalzo y, en zonas endémicas, el consumo de carne poco cocinada. En este sentido, se puede deducir que la principal población en riesgo está compuesta por niños y adultos con profesiones que se relacionan con el contacto directo con tierra y suelos húmedos, como mineros y agricultores (Fernández et. Al., 2019).

2.6.2.4.2. Infección

La anquilostomiasis o ancylostomiasis, como también se conoce, se ha descrito como una enfermedad asintomática en países desarrollados. En la zona de la piel por donde penetra la larva suele aparecer picor, irritación y, en casos más graves, una erupción cutánea papular. Después, al llegar la larva a los pulmones, se produce inflamación, eosinofilia pulmonar simple o síndrome de Löffler (cuadro respiratorio agudo con tos, sibilancias y dificultad para respirar). Por último, en la fase intestinal se producen diarreas sanguinolentas, anorexia, náuseas y dolor abdominal, anemia, adelgazamiento y un estado general de malnutrición (CDC, 2020).

La *larva migrans cutánea* es una dermatosis reportada igualmente en humanos, causada por las especies zoonóticas *A. brasiliense* y, en menor medida, *A. caninum* y *A. ceylanicum*; las cuales normalmente no pueden penetrar en la dermis y completar su ciclo. Los signos son la presencia de surcos levantados, sinuosos, únicos o múltiples, según el número de parásitos, con pápulas, vesículas, descamación y eritema (signo de la dermatitis verminosa reptante). Estos surcos avanzan generalmente de unos cuantos milímetros a unos centímetros al día. La lesión es progresiva y causa mucha picazón, especialmente durante la noche. Las zonas corporales normalmente afectadas son los pies, las piernas y, en ocasiones, la espalda. Al cabo de varios días, las larvas mueren y desaparecen los síntomas (Torres et. Al., 2017).

La enteritis eosinofílica es otra patología causada por la presencia de la larva o parásito adulto inmaduro de *A. caninum*, presente en el intestino humano.

Produce dolor abdominal agudo, náuseas, anorexia y diarrea. En raras ocasiones se puede producir la ulceración del íleon terminal y del colon, lo que constituye una emergencia quirúrgica. También, en raras ocasiones, se han dado casos de eritema multiforme, opacidad en la córnea, larvas en el tejido muscular y neuroretinitis subaguda unilateral difusa (CDC, 2019).

2.6.2.4.3. Manifestaciones clínicas

Los signos más importantes de la ancylostomiasis no zoonótica son la anemia causada por un péptido anticoagulante liberado por el parásito, que inhibe el factor de coagulación Xa (Cappello et. Al., 1995) y la atrofia de las vellosidades intestinales (Acha y Szyfres, 2003). Estos signos no se observan en las anquilostomiasis zoonóticas debido a la escasa carga parasitaria que suele estar presente en el hombre. La infección humana probablemente es asintomática en una alta proporción de los enfermos, pero en algunos produce enteritis eosinofílica. La manifestación clínica más notoria es el dolor abdominal, a veces muy intenso, con o sin eosinofilia sanguínea. En ningún caso se ha encontrado más de un parásito, y siempre se observan larvas juveniles, por lo que las infecciones no son patentes. Las lesiones asociadas con la infección son producto de la inflamación eosinofílica focal o difusa, probablemente ocasionada por la reacción a antígenos del parásito, y úlceras aftosas en el íleon terminal, ciego o colon, las cuales suelen ser observadas por endoscopia (Pizza y Mosquera, 2019).

En un estudio con ocho voluntarios que recibieron de 50 a 150 larvas de *A. ceylanicum* por vía percutánea, desarrollaron pápulas en el lugar de la inoculación;

15 a 20 días después se quejaron de malestar epigástrico, dolor de cabeza y fatiga, y presentaron eosinofilia. El período prepatente duró entre 3 y 5 semanas. Los síntomas tempranos descritos fueron similares a los observados en los voluntarios que recibieron los anquilostomas humanos *N. americanus* y *A. duodenale* (Wijers et al., 1966).

2.6.2.4.4. Prevención y control

2.6.2.4.4.1. Desinfectantes

Está descrita la solución de yodo entre 50 y 60 partes por millón a temperatura de 15°C a 30°C, etanol al 70% durante 10 minutos, 0.5% Dettol ® durante 20 minutos e hidrocarburos clorados (tetracloroetileno), para eliminar los parásitos en superficies, siendo más efectivas en los estadios larvales del nemátodo. La larva es sensible igualmente al borato sódico, que es una solución que se suele usar para desinfectar suelos (CDC,2020). El hipoclorito sódico al 1% también es efectivo en el desenvainamiento de las larvas de nematodos, mas no para los huevos (Campbell y Gaugler, 1991).

2.6.2.4.4.2. Inactivación física

La larva filariforme se inactiva con calor, específicamente en agua a temperatura superior a 80°C. Son también sensibles a la congelación a -20°C durante 24 horas, la desecación y la luz solar directa (CDC, 2020).

2.6.2.4.4.3. Medidas preventivas generales

Dentro de las medidas de prevención para la ancylostomiasis en el hombre, tenemos:

- Precaución en el uso de instalaciones sanitarias y baños públicos
- Impedir que la piel entre en contacto directo con el suelo (por ejemplo, mediante el uso de zapatos y el uso de lona u otra barrera cuando se está sentado en el suelo)
- El tratamiento de la anquilostomiasis en perros y gatos con el fin de evitar que los anquilostomas de origen animal se transmitan a las personas (CDC, 2020; Marie y Petri, 2022).

2.6.3. *Dirofilaria immitis*

2.6.3.1. Generalidades

El principal hospedero definitivo y reservorio de la *Dirofilaria immitis* es el perro doméstico, aunque también se incluyen cánidos silvestres como coyotes, lobos y zorros. Otros posibles huéspedes definitivos alternativos descritos para este parásito son el gato doméstico, mustélidos (hurones) y leones marinos, en los cuales se ha descrito el desarrollo completo del parásito, aunque con una parasitación de baja intensidad y generalmente amicrofilarémica (Forrester et. Al., 1973; Gómez et. Al., 1999; Kittleson y Kienle, 2000; Miller, 1999). Se han descrito como hospederos accidentales los osos, mapaches, félidos silvestres como el león africano, caballos (Gómez et al., 1999) y el hombre (Muro et. Al., 1999). La dirofilariasis, enfermedad que produce la *D. immitis*, ha sido reportada en casi todo el mundo, sobre todo en zonas tropicales y subtropicales ribereñas con humedad constante (Polizopoulou et. Al., 2000; Rosa et. Al., 2000); dado que los climas cálidos y húmedos proporcionan las condiciones ecológicas ideales para el

desarrollo del mosquito vector (Muro et. Al., 1999). Los géneros *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Armigeres*, *Myzorchinchus*, *Taeriorhynchus*, *Manzonia* y *Psorophor* han sido descritos como hospederos intermediarios y vectores para la *D. immitis* (Quiroz, 1999). El *Culex pipiens* y *Culex fatigans* provienen de zonas templadas y frías, con hábitos domésticos y suelen atacar de noche, mientras que el *Aedes aegypti*, *A. pambaenis*, *A. geniculatus*, *A. quedrimaculatur* y *A. albifasciatus* se encuentran en extensiones de agua más o menos grandes poco profundas, formadas por excavaciones artificiales y agua lluvia con o sin vegetación. El *Anopheles pseudopunctipennis* tiene un radio de acción de 6 Km y sus criaderos suelen ser las aguas frescas y limpias con algas verdes filamentosas (Aranda y Merizalde, 1990).

2.6.3.2. Viabilidad, propagación y transmisión

2.6.3.2.1. Viabilidad

Se ha descrito su no capacidad de metamorfosis a L3 en temperaturas inferiores a 14°C, encontrándose en temperaturas de 27°C y humedad relativa de 80%, donde si es capaz de realizarla (Caballero y Lok, 1998; Kartman, 1953). Actualmente, se ha conocido su adaptación a zonas de clima continental, donde su transmisión se limita a las estaciones templadas y cálidas (Gómez, et. Al., 1999). Normalmente, la incidencia es mayor en las estaciones de primavera y otoño, aunque a consecuencia de los cambios climatológicos existentes, se está ampliando el periodo de transmisión y extendiendo sus zonas de prevalencia (ClínicaVGalán, 2019).

2.6.3.2.2. Reservorio y hospedero

El hospedero definitivo de este parásito es el perro, pudiendo encontrarse infectando a gatos, ganado, zorros, coyotes, hurones, leones marinos y, en muy raras ocasiones, al hombre (Ettinger y Feldman, 1995).

2.6.3.2.3. Transmisión

La *D. immitis* es transmitida por la picada de un mosquito (Brichard y Sherding, 1996). Luego de la picada del mosquito y su inoculación en el huésped, las larvas penetran por la solución de continuidad producida por la picadura, mudando a los 3 – 4 días a larva IV, realizando una migración subcutánea torácica. Después de 50 - 70 días mudan por cuarta y última vez a larva V. Estos vermes tienen una gran movilidad y capacidad de penetración en los distintos tejidos antes de su asentamiento definitivo en la arteria pulmonar. Por ello, son frecuentes las localizaciones ectópicas en órganos como el bazo, cámara anterior del ojo, arterias del cerebro y arterias de las extremidades posteriores. Entre los 70 y 110 días se pueden encontrar en la musculatura esquelética. Los parásitos que miden de 2-3 cm llegan al corazón por la circulación venosa y pasan a las arterias pulmonares donde se asientan definitivamente (Cordero y Rojo, 2002). En humanos, se forma una lesión en el pulmón que puede producir trombosis (Richard, 2001) y, muy excepcionalmente, puede también suceder en el corazón.

- **Dirofilariasis canina**

La Dirofilariasis canina es una enfermedad producida por 6 especies que afectan a los perros, siendo la principal la *Dirofilaria immitis* (Cordero y Rojo, 2002). La enfermedad presenta patologías que se puede presentar en cualquier edad, pero es mayor su presentación en aquellos caninos mayores de 5 años, por lo que se considera una enfermedad de perros adultos. Esto se debe a que su período prepatente es mayor de 6 meses. La microfilaremia alcanza su nivel más alto a los seis meses y medio después de la infección, pudiendo vivir las microfilarias más de tres años en la sangre del perro. El período reproductivo del parásito comprende entre 2 a 5 años y el período de vida es de 5 a 7 años (Etinger y Feldman, 2002).

- ***Dirofilaria immitis* en el hombre**

La *Dirofilaria immitis* puede transmitirse al hombre por la picadura de mosquitos infectados. La mayor parte de las infecciones humanas pasan desapercibidas ya que los parásitos son eliminados en el tejido subcutáneo. La patología en humanos se caracteriza por la imposibilidad de los nematodos para evolucionar en las arterias pulmonares; observándose que los nematodos muertos pueden dar lugar a émbolos pulmonares. No se suelen observar síntomas y, si se presentan, estos son muy leves, como tos, asma, dolor torácico y disnea, denominada dirofilariasis pulmonar (Kassai, 2002).

2.6.3.3 Ciclo Biológico

Durante su alimentación con sangre, un mosquito hembra infectado introduce larvas filariales de *D. immitis* en su tercera etapa (L3) en la piel del huésped definitivo, donde penetran en la herida de la picadura. En el huésped definitivo, las larvas L3 pasan por dos mudas más, transformándose a L4 y adultos, respectivamente. Los adultos residen en las arterias pulmonares y ocasionalmente se encuentran en el ventrículo derecho del corazón (Cordero y Rojo, 2002). Las hembras adultas suelen medir 230-310 μm de largo por 350 μm de ancho; mientras que los machos suelen medir entre 120 y 190 μm de largo por 300 μm de ancho, pudiendo vivir ambos de 5 a 10 años. En el corazón, los nemátodos hembras producen microfilarias que circulan en la sangre periférica. Un mosquito puede ingerir estas microfilarias durante su alimentación con sangre. Después de la ingestión por el mosquito, las microfilarias migran desde el intestino medio a través del hemocele, hasta los túbulos de Malpighi en el abdomen. En esta última estructura, las microfilarias se desarrollan en larvas de primer estadio (L1) y, posteriormente, se van desarrollando hasta alcanzar el tercer estadio (L3). En este último estadio, las larvas migran a la probóscide del mosquito, pudiendo infectar a otro huésped definitivo cuando se alimente de sangre. En humanos, las larvas de *D. immitis* tienden a seguir la misma ruta migratoria que en el huésped canino, terminando en los pulmones, donde a menudo se alojan en vasos de pequeño calibre, causando infartos y las típicas "lesiones en monedas" visibles en las radiografías. Ocasionalmente, la *D. immitis* puede causar infecciones subcutáneas u otras infecciones ectópicas (Fig. 8) (Cordero y Rojo, 2002).

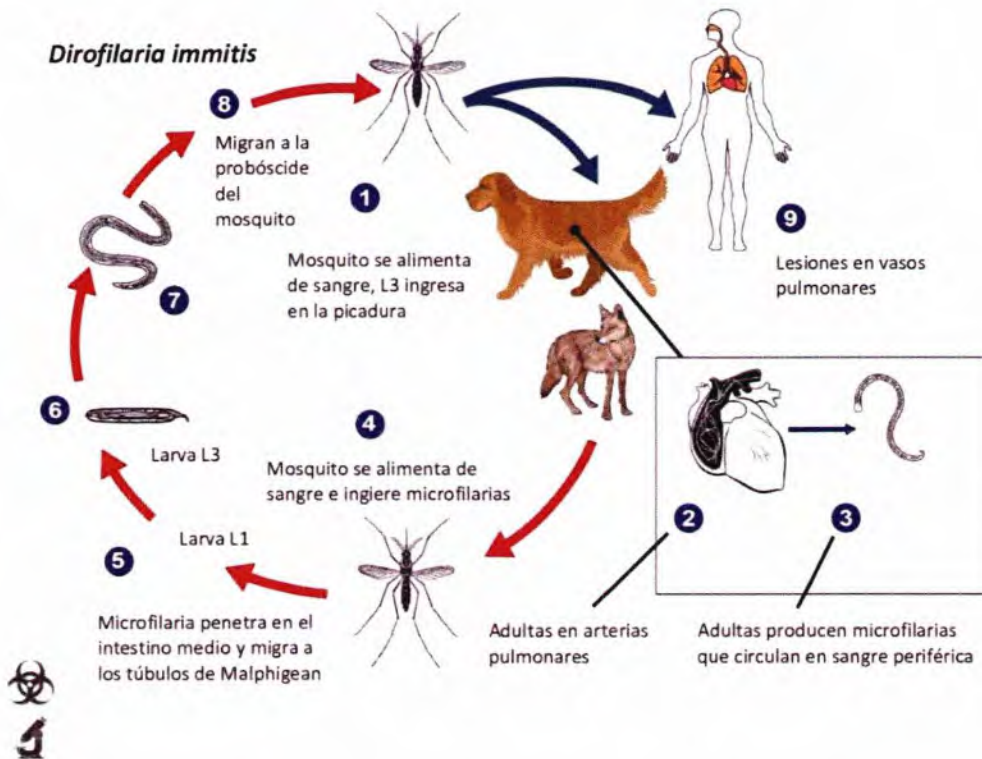


Fig. 8: Ciclo biológico de *Dirofilaria immitis*
Fuente: CDC, 2017, modificado por Guerra, K.

2.6.3.4. Importancia en Salud Pública

2.6.3.4.1. Distribución geográfica y epidemiología

La dirofilariosis ha sido reportada en casi todo el mundo, sobre todo en el trópico y subtrópico, aledañas a zonas ribereñas y con humedad constante (Polizopoulou et. Al., 2000; Rosa et. Al., 2000). En países como Nicaragua, la prevalencia descrita en perros ha sido de 1.8%. En Costa Rica se ha reportado seroprevalencias de 4.42% de caninos, destacándose esta especie como los principales reservorios para la infección en seres humanos

(Springer et. Al., 2019; Springer et. Al., 2018), siendo notablemente subestimada en la mayoría de los países de América Latina. Se sabe que esta enfermedad está presente en muchos de estos países, con pocas excepciones como Belice, Chile, Guatemala, Uruguay y Guyana Francesa. En Panamá, es reciente el reporte de tres casos de dirofilariosis canina en la provincia de Chiriquí (Candanedo y Candanedo, 2021).

2.6.3.4.2. Factores de riesgo

2.6.3.4.2.1. Factores de riesgo para la infección relacionados con el hospedero:

- La especie animal: El principal hospedero definitivo y reservorio de la dirofilariosis es el perro, aunque otros cánidos silvestres como el coyote tiene un importante rol en la transmisión, asegurando la permanencia de la enfermedad en zonas endémicas, a pesar de que, en muchas zonas los perros domésticos reciben medicación preventiva. Tanto los cánidos domésticos como los silvestres tienen tres veces más probabilidad de ser infectados, sobre todo si los comparamos con otras especies como los gatos (Donahoe, 1975; Kittleson y Kienle, 2000; Rawlings y Calvert, 1997).
- La raza y el tamaño: En los perros, las razas más expuestas e infectadas con mayor asiduidad son el Pastor Alsaciano, el Pointer Inglés, los Setters, Retrievers y también el Beagle. El Boxer también se ha descrito como una raza con una incidencia inusualmente alta (Rawlings y Calvert, 1997). En general, los perros de casta grande (mayor de 22 Kg) suelen ser más afectados (Polizopoulou et. Al., 2000; Selby et. Al., 1980).

- El sexo: Los perros machos podrían tener una mayor probabilidad de infectarse, en un cociente de 4:1 con relación a las hembras (Kittleson y Kienle, 2000). En un estudio realizado en Argentina, se encontró un cociente macho:hembra de 1.8:1 (Rosa et. Al., 2002). Esto puede darse posiblemente por la tendencia de los machos a vagar, o por su predilección para utilizarse en deportes, siendo aprovechados como cazadores buscadores o recobradores, teniendo de esta manera una mayor exposición al mosquito (Selby et. Al., 1980).
- La edad: En los perros se ha visto que la edad es un factor importante, representando un alto riesgo ($R=9.5$), sobre todo en el rango de edad de 4 a 8 años (Rosa et. Al., 2002; Selby et. Al., 1980). Esto podría deberse a la acumulación de vermes que se suele dar, pero esta tendencia se invierte a medida que la edad avanza, encontrándose las menores tasas de parasitación en perros de más de 10 años. Esto pudiese estar relacionado quizás con la vida media del parásito, la muerte de la población susceptible o al desarrollo de inmunidad tras exposiciones repetidas (Gómez et. Al., 1999; Kittleson y Kienle, 2000). Las regiones endémicas se caracterizan por prevalecer perros infectados de un año de vida, mientras que en muchos otros sectores se les reconoce una mayor afectación en edades que van entre los 3 y 15 años (Rawlings y Calvert, 1997).
- La función: La población de mayor riesgo suele ser la sometida a constantes contactos con el mosquito vector, como es el caso de perros rurales no controlados, sin cobijo permanente, los de caza, pastoreo,

competición y los que son trasladados a lugares endémicos, aunque sea por corto tiempo (Gómez et. Al., 1999).

La mayoría de los perros machos y de gran tamaño viven en el exterior, siendo la principal forma de interacción con varios factores discutidos previamente, incluyendo las características del hábitat. Según Rawlings y Calvert (1997), los perros de exterior se infectan con mayor frecuencia, teniendo 4 a 5 veces más posibilidades. También, la elevada densidad de perros en el área donde los vectores están presentes suele prolongar el período de patencia de microfilarias circulantes. Esto sumado a la ausencia de respuesta inmune eficaz frente a los parásitos establecidos, son algunos factores importantes en la diseminación (Urquhart et. Al., 2001).

Otro elemento que considerar es la longitud del pelaje, aunque hay algunos reportes que sugieren que no parece influir como un factor determinante de la enfermedad, tomando en cuenta que los mosquitos son capaces de succionar sangre incluso a través de la ropa en las personas (Kittleson y Kienle, 2000; Urquhart, et. Al., 2001).

2.6.3.4.2.2. Factores de riesgo para la infección relacionados con el vector:

La eficacia y capacidad vectorial de los mosquitos dependen del desarrollo de las piezas bucales, capacidad anticoagulante de la saliva, la respuesta inmunitaria con encapsulación melanótica de las larvas del parásito, el número de tomas de sangre para la realización de las puestas, la prolificidad y el rango de vuelo (que puede ser de varios kilómetros), siendo el viento y la intensidad de la

luz factores importantes que favorecen su dispersión como vectores. El tamaño de la población de mosquitos depende de la temperatura, humedad relativa, lluvias e intensidad de la luz (Gómez et. Al., 1999).

La velocidad de transmisión en una zona concreta depende del tipo de población de mosquitos que la habite, la densidad de mosquitos con capacidad de transmitir el parásito, sus hábitos de alimentación, el potencial reservorio con capacidad de ser portadores y el tiempo de exposición a un hospedero potencial (Kittleson y Kienle, 2000).

Por todo lo anterior, se puede decir que el alcance geográfico de esta verminosis guarda relación directa con la distribución de los insectos reservorios, por lo que las prevalencias más altas se suelen encontrar en valles de ríos y áreas húmedas, donde además están las condiciones ambientales más favorables para la reproducción del vector (Rawlings y Calvert, 1997; Muro et. Al., 1999).

2.6.3.4.2.3. Manifestación clínica

En humanos, causa lesiones cutáneas y pulmonares, aunque ya se han reportado casos de dirofilariasis humana con lesiones en localizaciones diferentes, tales como grandes vasos mesentéricos, peritoneales, cordón espermático y lado derecho del corazón (Sánchez et. Al., 2011). Las personas que padecen de dirofilariasis pulmonar son casi siempre asintomáticos y, en caso de estar presentes, incluyen tos, dolor torácico, fiebre, hemoptisis, disnea, fatiga, síncope, escalofríos y pérdida de peso. El infarto pulmonar se caracteriza por ser redondeados y localizados en el área subpleural, con gran reacción

granulomatosa y se presentan como procesos autolimitados (Izquierdo et. Al., 2019).

2.6.3.4.2.4. Prevención y control

La prevención de esta enfermedad en el ser humano consiste en tratar y prevenir la infección en los perros, para los cuales existen técnicas para diagnosticarla. Entre las técnicas existentes, se encuentra la detección de microfilarias en la sangre; método útil y accesible para el diagnóstico en animales, aunque no en el hombre. Por otra parte, a pesar de los intentos al procurar el diagnóstico serológico de la enfermedad en humanos, éste ha demostrado ser poco fiable, siendo necesario la realización de procedimientos invasivos como la toracotomía, para lograr el diagnóstico confirmatorio (Sánchez et. Al., 2011).

CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito de estudio**

3.1.1. **Tipo de diseño:**

Por el periodo y secuencia de las mediciones de las variables consideradas, este estudio fue transversal. Igualmente, se consideró de carácter descriptivo, donde el análisis y alcance de los resultados ha permitido describir las características de una población de coyotes capturados en varias zonas de la república de Panamá.

3.1.2. **Técnica de muestreo:**

La técnica de muestreo utilizada fue no probabilístico, donde todos los coyotes que se lograron capturar fueron incluidos en el estudio.

3.2. **Clasificación del área geográfica**

Las áreas geográficas que se incluyeron en el estudio correspondían a todas las regiones de la República de Panamá, donde el coyote está presente; estableciéndose como periodo de muestreo el tiempo comprendido entre los meses de abril de 2021 a agosto de 2022.

Las áreas donde provenían los coyotes capturados se clasificaron siguiendo los criterios establecidos por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT), como zonas de alta densidad poblacional (>601 personas/ha) y zonas de baja densidad poblacional (25 a 300 personas/ha).

3.3. Especie en estudio

La especie de interés para el estudio fue el coyote, con nombre científico *Canis latrans*.

3.4. Criterios de inclusión y exclusión en el estudio

Se estableció como criterio de inclusión todos los coyotes mayores de 2 meses de edad, obtenidos mediante distintas técnicas de captura. También se incluyeron cadáveres frescos de animales atropcados. Como criterio de exclusión, se estableció aquellos cadáveres que se encontraron en estado de descomposición al momento de evaluar el cuerpo.

3.5. Variables consideradas en el estudio

Las variables consideradas en el estudio se encuentran descritos en el Cuadro III:

Cuadro III: VARIABLES INCLUIDAS EN EL ESTUDIO

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador
Independiente	División administrativa territorial en que se organiza políticamente el país	Demográfico	Provincia Distrito Corregimiento
	Según área de muestreo	Procedencia	Zona de baja o alta densidad poblacional
	Según cronología dentaria del coyote	Edad	Adulto Juvenil Cachorro
	Según la condición corporal del coyote	Estado nutricional	Muy delgado Delgado Ideal Sobrepeso Obeso
	Según el sexo	Sexo	Hembra Macho
	Según el resultado de las pruebas de laboratorio	Tipo de helminto	Géneros taxonómicos identificados
Dependiente	Prevalencia de helmintos parásitos		Grupo de animales con presencia de huevos y/o estadios larvales de helmintos

3.6. Metodología

3.6.1. Captación de los individuos para el muestreo

Los métodos para la captación de coyotes utilizados en este estudio fueron los siguientes:

3.6.1.1. Captura manual:

Algunos individuos fueron capturados utilizando redes para su inmovilización. Una vez inmovilizados, se les contuvo manualmente y se colocó bozal para evitar mordeduras durante su manipulación. Este método fue utilizado

principalmente en cachorros y animales mantenidos en cautiverio (Fig. 9a, b). Los animales que fueron víctimas de atropello, los cuales fueron reportados al Ministerio de Ambiente y enviados a una clínica veterinaria para su atención, se les colectó las muestras durante la atención veterinaria. Los animales fallecidos fueron transportados al Ministerio de Ambiente, donde se les colectó las muestras durante la realización de la necropsia (Fig.9f).

3.6.1.2. Captura con Lazo:

Algunos individuos fueron capturados con un lazo de cuello, para el cual se utilizó un bastón con eje de aluminio ligero de avión, con cabezal giratorio y un mecanismo de bloqueo automático, con un dispositivo de liberación rápida, manga protectora contra mordeduras y agarres de goma antideslizante, con lazo recubierto de vinilo con un extremo de alambre suave (Fig. 9c). Esta técnica se utilizó en animales rescatados en patios de residencias. Posterior a la inmovilización física, se aplicó contención química a base de Xilacina 1 mg/kg y Ketamina 5 mg/kg IM. En los casos requeridos se aplicó una dosis de Atropina 0.02 mg/kg. Al finalizar el procedimiento de toma de muestras, se aplicó Yohimbina 0.1mg/kg IM como reversor para la Xilacina. Los animales fueron colocados en un kennel, en espera de su recuperación, para posteriormente ser liberados. En el caso de los animales reubicados, éstos fueron llevados a un área protegida, lejos del sitio donde fueron encontrados.

3.6.1.3. Capturas con trampas de pie suave:

Se establecieron jornadas no continuas de trampeo durante los meses de julio y agosto 2022 en sitios identificados como zonas de mucha actividad de coyotes. Se colocaron cebos (patitas de pollo y hueso de res con restos de carne) amarrados con alambre liso a un árbol, rodeados por trampas de pie encubiertas y monitoreados con cámaras trampa. Las trampas fueron activadas por un periodo de 12 horas, desde las 6:00 pm hasta las 6:00 am, con revisiones cada 4 horas. Los animales que cayeron en las trampas fueron inmovilizados físicamente con una red y bozal, para luego contenerlos químicamente con Xilacina 1 mg/kg y Ketamina 5 mg/kg IM (Fig. 9d). En los casos requeridos se les aplicó una dosis de Atropina 0.02 mg/kg. Al finalizar, se les aplicó Yohimbina 0.1mg/kg IM, liberándose en los mismos sitios donde fueron capturados, una vez recuperados de los efectos de los fármacos administrados (Fig. 9e).



Fig. 9: Métodos de captura utilizados en el estudio: Captura manual (a, b y f) Lazo (c) y con trampas de pie (d y e)

3.6.2. Determinación de la edad en los animales muestreados

Todos los miembros de la familia *Canidae* comparten las mismas características de su dentadura. La fórmula dental está comunmente conformada por cuarenta y dos dientes: 3/3, 1/1, 4/4 y 2/3 (Fig. 10). Los caninos son generalmente largos y macizos (Huxley y Servín, 1992). Los dientes deciduos erupcionan alrededor de las dos semanas, estando completamente desarrollados al primer mes de edad y su dentición permanente comienza a aparecer alrededor de los cuatro o cinco meses de edad (Boss, 2022).

Las modificaciones de la dentadura (erupción, cambio, desgaste y caída) también proporcionan datos para el cálculo de la edad, sobre todo los incisivos

que tienen el borde superior en forma de flor de lis con tres lóbulos, uno central más grande y dos laterales (Toledo, 2004) (Fig. 10 a).

La determinación de la edad de los coyotes se realizó utilizando el siguiente criterio (Fig. 10 b):

- Cachorro: aquel animal menor a un año, que se caracterizaba por presentar una dentición decidua y transición a dentición permanente
- Juvenil: aquel que se encontraba entre uno a dos años, que se caracterizaba por presentar dientes definitivos y desgaste de la pinza de la dentadura inferior, en el lóbulo central.
- Adulto: aquel animal mayor de dos años, que se caracterizaba por presentar desgaste de los incisivos medianos, a partir de los medianos (Toledo, 2004).

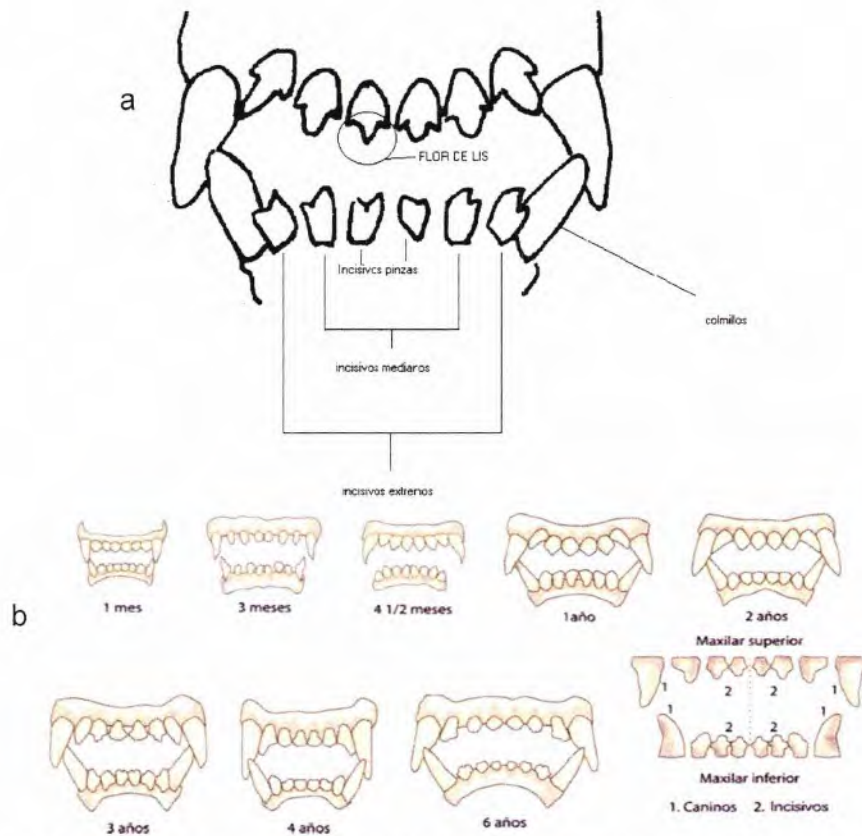


Fig. 10: a. Anatomía dentaria, b. Cronología dentaria del canino
Fuente: © Mag

3.6.3. Determinación del sexo

Se realizó a través de la observación de sus órganos genitales: vulva en las hembras y testículos y pene en los machos, siguiendo los criterios descritos por Selva, (2019) (Fig. 11 a y b).

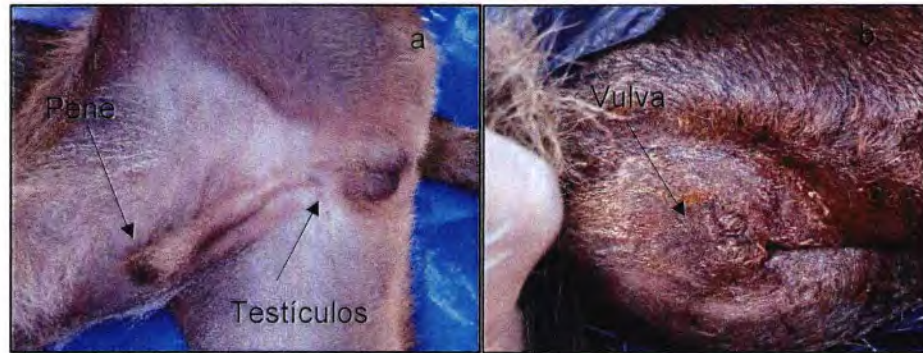


Fig. 11: Genitales de coyote a. Macho, b. Hembra

3.6.4. Condición corporal

La condición corporal de los animales se evaluó utilizando como criterio la descripción de Audigé et. Al., (1998), siguiendo una escala de 1 a 5 (Cuadro IV, Fig.12).

Cuadro IV: CONDICIÓN CORPORAL EN CANINOS SILVESTRES

Grado	Características en cánidos
1: Muy delgado	De costado se puede ver el vientre retraído y la base de la cola tiene una estructura ósea prominente.
2: Delgado	Existe una cubierta adiposa mínima, similar al grado 1.
3: Ideal	Cubierta adiposa leve, la base de la cola tiene un contorno liso.
4: Sobrepeso	La base de la cola tiene cierto engrosamiento con cantidades moderadas de tejido entre la piel y el hueso.
5: Obeso	Posee una capa grasa gruesa y ensanchamiento de la espalda.

Fuente: Audigé et. Al, (1998)



Fig. 12: Condición corporal en cánidos
Fuente: © Foyel

Los individuos considerados como sanos fueron los que presentaron una condición corporal de delgado (2) a ideal (3) (Rodden, et. Al., 2012).

3.7. Obtención de muestras

3.7.1. Sangre:

Se obtuvo por venopunción de la vena yugular (Fig. 13a) o cefálica (Fig. 13b), desinfectando el área de punción con alcohol al 70%. La cantidad de volumen extraído fue calculada con base en el peso del animal (9 ml/Kg), procurando no superar el 10% del volumen total de sangre del individuo (Fragío et. Al., 2009). En caso de cachorros, se extrajo un total de 5 ml de sangre, de los cuales 0.5 ml fueron almacenados en tubos con EDTA (tapa morada) y 4.5 ml en tubos sin anticoagulantes (tapa roja). En adultos se extrajeron 10 ml, de los cuales 2 ml fueron almacenados en tubos con EDTA y 8 ml en tubos sin anticoagulantes.

Las muestras fueron conservadas a 4° C hasta su procesamiento, procurando no exceder las 24 horas desde su obtención.



Fig. 13: Flebotomía en: a. vena yugular y b. vena cefálica
Fuente: © Chávez, M. y Mitre, C.

3.7.2. Heces:

Se colectaron muestras de heces, obtenidas directamente del recto, mediante la introducción del dedo índice lubricado con solución salina (Fig. 14). En los casos que no se obtuvo cantidad suficiente, se procedió a realizar un lavado rectal con solución salina, colectándolo en un recipiente plástico de boca ancha y debidamente rotulado. Las muestras se mantuvieron refrigeradas a 4 °C sin preservantes, hasta su procesamiento, procurando no exceder las 24 horas desde su obtención.



Fig. 14: Toma de muestra de heces en coyote
Fuente: © Cozzarelli, J.

3.8. Procesamiento y análisis de las muestras

Todas las muestras fueron procesadas y analizadas en el laboratorio móvil instalado en campo. Las pruebas realizadas fueron las siguientes:

3.8.1. Prueba de gota gruesa:

Es una técnica utilizada para el diagnóstico de filarias y consistió en la colocación de una gota de sangre venosa colectada en tubos con EDTA (tapa morada), de aproximadamente 7-8 μl (el tamaño de la cabeza de un palillo de fósforos). La gota se colocó en el centro de un portaobjetos limpio, colocándole otro portaobjetos encima (Fig. 15) para su observación en un microscopio óptico (Cabrera, 2015, Council, 2017).



Fig. 15: Técnica de Gota Gruesa

3.8.2. Coprología para detección de parásitos:

El análisis coprológico se realizó utilizando varias técnicas: frotis directo, flotación con Sulfato de Zinc y sedimentación con formalina-acetato de etilo, siguiendo las descripciones de Beaver et. Al., 1950, Bartlett et. Al, 1978 y Ash et. Al., 1987, respectivamente. Las muestras procesadas fueron observadas en un microscopio óptico, para determinar las formas parasitarias presentes. La identificación de los parásitos encontrados se realizó utilizando como referencia las formas de huevos y larvas descritas en el Manual de Diagnóstico de Parásitos de interés en Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (Canto et. Al., 2018).

3.8.2.1. Técnica frotis directo de heces

Materiales que se utilizaron:

- Porta-objetos de 3 X 1 pulgada (7,5 x 2.5 cm)
- Cubre-objetos de 22 X 22 mm.
- Aplicadores de madera.
- Solución salina fisiológica (0.85%).
- Marcador.
- Frasco con solución desinfectante para descartar material.

Procedimiento: Se colocó 1 - 2 gotas de solución salina en cada extremo del portaobjetos rotulado. Con un aplicador, se tomó una porción de heces frescas y se emusicó en cada una de las gotas de solución salina. Se cubrió cada preparación con un cubre-objetos, observándose en un microscopio las formas parasitarias presentes (Fig. 16 a, b). Al finalizar, se descartó el material usado en un frasco con desinfectante, de acuerdo con lo recomendado por Beaver et. Al., 1950.



Fig. 16: Análisis coprológico de las muestras: a. Revisión en el microscopio óptico b. Montaje de la muestra

Fuente: © Aizprúa, D.

3.8.2.2. Técnica de flotación de heces con sulfato de zinc

Los materiales utilizados fueron:

- Solución de sulfato de zinc, densidad 1.18 (para heces frescas).
- Cuadrados de gasa de 16 X 16 cm, en 2 dobleces.
- Aplicadores
- Tubos plásticos para hacer una suspensión de heces.
- Porta-objetos, 7.5 x 2.5 cm (3 X 1 pulgada) o 7.5 x 5 cm (3 X 2 pulgadas).
- Cubre-objetos 22 X 22 mm, No. 1 o No. 2.
- Solución de Lugol.
- Solución salina fisiológica.

Procedimiento: Con un aplicador, se tomó 1 g de heces y se suspendió con agua destilada en un tubo plástico. Se filtró a través de una gasa humedecida a un tubo de ensayo. Se centrifugó a 1500-2000 rpm por 2 minutos. Se descartó el sobrenadante y se agregó 2-3 ml de solución de sulfato de zinc; agitando con un aplicador hasta que se suspendió totalmente el sedimento. Se agregó más solución de sulfato de zinc hasta 1 cm debajo del borde del tubo de plástico, sin dejar de agitar. Se centrifugó a 2000 por 2 minutos. Se colocó un cubreobjetos sobre la película superficial y se colocó sobre un porta-objetos previamente rotulado, observándose sistemáticamente en un microscopio óptico (Bartlett et. Al, 1978).

3.8.2.3. Técnica de concentración de heces con formalina - acetato de etilo

Los materiales utilizados fueron:

- Tubos de plástico.

- Aplicadores
- Marcadores
- Gasa quirúrgica en rectángulos de 16 X 16 cm en 2 dobleces
- Solución de formalina al 10%
- Acetato de etilo
- Aplicadores con algodón en un extremo
- Porta-objetos de 7.5 X 2.5 cm (3 X 1 pulgada)
- Cubre-objetos
- Solución de Lugol
- Acetato de etilo
- Frascos con desinfectante para descartar material

Procedimiento: Se transfirió 1 g de heces a un tubo y se agregó 10 ml de formalina. Se desmenuzó completamente las heces con ayuda de aplicadores. Se fijó por 30 minutos. Se filtró por 2 dobleces de gasa a un tubo cónico. Se centrifugó a 1500 rpm por 2 minutos y se descartó el sobrenadante. Se agregó más formalina al sedimento, agitándose con un aplicador hasta la mitad del tubo, agregándose 2-3 ml de acetato de etilo. Se agitó vigorosamente por 15 segundos y se centrifugó nuevamente a 1500 rpm por 2 minutos (Fig. 17). Se decantó el sobrenadante en un solo movimiento. Se transfirió el sedimento a un porta-objetos, se cubrió con un cubre-objetos y se examinó toda la preparación en un microscopio óptico con el objetivo 10X (Ash et. Al., 1987).



Fig. 17: Sedimentación de heces

3.9. Manejo de los datos y confidencialidad

Todos los datos obtenidos fueron tabulados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel®, asignándose a cada individuo un número consecutivo y único, disociando los datos que pudieran ser utilizados para identificar a los coyotes muestreados. La base de datos fue almacenada en una nube de Google Drive, con acceso restringido.

3.10. Análisis de variables y determinación de la prevalencia

A partir de los resultados obtenidos e información tabulada en la base de datos de Excel, se construyeron tablas de frecuencia univariadas, las cuales fueron analizadas en el estudio. El análisis de dependencia se realizó con la prueba de Chi Cuadrado, con base en las variables: zona geográfica (provincia), área de procedencia de los coyotes (alta y baja densidad poblacional), edad, sexo y condición corporal.

Para el cálculo de la prevalencia se utilizó la fórmula:

$$P = \frac{N^{\circ} \text{ eventos}}{N^{\circ} \text{ individuos totales}} \times 100$$

(Kleinbaum, et. Al., 1982)

3.11. Identificación de factores de riesgo para la transmisión de los parásitos presentes en los coyotes hacia la población humana

Para la identificación de los factores de riesgo que se han descrito en la transmisión de agentes patógenos en coyotes hacia poblaciones humanas, se realizó una revisión bibliográfica extrayendo aquellos elementos que se han considerado relevantes en la transmisión de parásitos (condición socioeconómica, ocupación de riesgo, edad de la persona, factores climáticos y el contacto con el suelo), valorando igualmente las variables incluidas en el estudio (condición corporal, edad, área de procedencia), para determinar cuáles podrían estar presentes en los entornos donde provenían los coyotes muestreados.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Desde el mes de abril de 2021 hasta agosto de 2022 se capturaron doce coyotes, 16.7% (n=2) fueron víctimas de atropellos, 50% (n=6) capturados por captura manual, el 16.7% (n=2) con trampas de lazo y 16.7% (n=2) con trampas de pie suave (Cuadro V).

Cuadro V: MÉTODO DE CAPTURA DE LOS COYOTES INCLUIDOS EN EL ESTUDIO

Método de captura	n	%
Manual	6	50
Lazo	2	16.7
Atropellados	2	16.7
Trampa de pie	2	16.7

Los animales muestreados provenían de cinco provincias distribuidas a lo largo de la república de Panamá. En la zona norte del país, se capturó un coyote en la Provincia de Colón, lo que representó 8.3% del total de animales incluidos en el estudio. En la zona central, se obtuvieron muestras de siete coyotes, de los cuales 50% (n=6) eran de la Provincia de Veraguas y 8.3% (n=1) de la Provincia de Herrera. En la zona oeste del país, se capturó un coyote en la Provincia de Chiriquí, lo que representó el 8.3%. Igualmente, se incluyeron tres coyotes, ubicados en la Provincia de Coclé lo que representó el 25% la población de estudio.

De las zonas donde fueron localizados los coyotes, un 25 % (n=3) fueron ubicados en áreas que fueron categorizadas de alta densidad poblacional; presentando todas como característica particular el encontrarse circunscritas por vastas extensiones de potreros, predominando las actividades agrícolas y ganaderas; mientras que el 50 % (n=6) provenían de áreas categorizadas de baja densidad poblacional (Cuadro VI), con características que describen las zonas rurales. Los coyotes localizados en provincia de Coclé (n=3) provenían de un zoológico local ubicado en el Valle de Antón.

Cuadro VI: DIVISIÓN ADMINISTRATIVA TERRITORIAL Y PROCEDENCIA DE LOS COYOTES INCLUIDOS EN EL ESTUDIO

Provincia	Zona de baja densidad poblacional	Zona de alta densidad poblacional	Cautiverio	Total	
				n	%
Veraguas	5	1	0	6	50
Coclé	0	0	3	3	25
Herrera	1	0	0	1	8.3
Colón	0	1	0	1	8.3
Chiriquí	0	1	0	1	8.3
Total	n	6	3	12	100
	%	50	25		

Con relación a la edad y sexo de los coyotes, 33.3% (n=4) eran cachorros, 33.3% (n=4) juveniles y 33.3% (n=4) adultos. Dentro del grupo de los cachorros, 16.7% (n=2) eran hembras y (n=2) machos, respectivamente (Fig. 18). En el grupo de juveniles, 25% (n=3) eran machos y 8.3% (n=1) hembra. Finalmente, del grupo de los adultos, 16.7% (n=2) eran machos y 16.7% (n=2) hembras (Cuadro VII)

Cuadro VII: LA EDAD Y SEXO DE LOS COYOTES INCLUIDOS EN EL ESTUDIO

	Edad		Sexo		
	n	%		n	%
Cachorro	n	4	Hembra	n	2
				%	16.7
	%	33.3	Macho	n	2
				%	16.7
Juvenil	n	4	Hembra	n	1
				%	8.3
	%	33.3	Macho	n	3
				%	25
Adulto	n	4	Hembra	n	2
				%	16.7
	%	33.3	Macho	n	2
				%	16.7

Con relación a la condición corporal, seis tenían una condición corporal de tres (ideal): 41.7% (n=5) hembras y 8.3% (n=1) machos. La distribución según la edad de los animales fue del 16.7% (n=2) para cachorros, 16.7% (n=2) para juveniles y 16.7% (n=2) para adultos. Adicional, se encontraron dos coyotes con una condición corporal de dos (delgado): 8.3% (n=1) juvenil y 8.3% (n=1) cachorro, ambos machos 16.7% (n=2). Finalmente, cuatro coyotes tenían una condición corporal de uno (muy delgado): 16.7% adultos (n=2), 8.3% (n=1) juvenil y 8.3% (n=1) cachorro, todos machos 33.3% (n=4) (Cuadro VIII).

Cuadro VIII: CONDICIÓN CORPORAL, SEGÚN EDAD Y SEXO DE LOS COYOTES ESTUDIADOS

Condición corporal		Sexo		Edad		
		Hembra	Macho	Cachorro	Juvenil	Adulto
1 (Muy delgado)	n	0	4	1	1	2
	%	0	33.3	8.3	8.3	16.7
2 (delgado)	n	0	2	1	1	0
	%	0	16.7	8.3	8.3	0
3 (ideal)	n	5	1	2	2	2
	%	41.7	8.3	16.7	16.7	16.7
4 (Sobrepeso)	n	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0
5 (Obeso)	n	0	0	0	0	0
	%	0	0	0	0	0



Fig. 18: Observación de la dentadura de un cachorro de coyote para determinación de la edad mediante cronología dentaria

Relación entre el área de procedencia y la edad de los coyotes estudiados

Con relación a las áreas donde provenían los coyotes, de los que procedían de zonas de alta densidad poblacional, 66.7% (n=2) eran juveniles y 33.3% (n=1) eran adultos. Por otra parte, los coyotes procedentes de zonas de baja densidad poblacional, el 66.7% (n=4) eran cachorros y el 33.3% (n=2) eran juveniles. Todos los individuos en cautiverio eran adultos 100% (n=3) (Cuadro IX).

Cuadro IX: DISTRIBUCIÓN DE LOS COYOTES DE ACUERDO CON EL ÁREA DE PROCEDENCIA, SEGÚN EDAD

Edad		Área de procedencia		
		Zona de baja densidad poblacional	Zona de alta densidad poblacional	Cautiverio
Cachorro	n	4	0	0
	%	66.7	0	0
Juvenil	n	2	2	0
	%	33.3	66.7	0
Adulto	n	0	1	3
	%	0	33.3	100
Total	n	6	3	3
	%	100	100	100

Relación entre el área de procedencia y el sexo de los coyotes estudiados

De los coyotes que procedían de zonas de alta densidad poblacional, el 100% (n=3) eran machos, mientras los que procedían de zona de baja densidad poblacional, el 50% (n=3) fueron hembras y el 50% (n=3) machos. De los animales en cautiverio 66.7% (n=2) eran hembras y 33.3% (n=1) macho (Cuadro X).

Cuadro X: DISTRIBUCIÓN DE LOS COYOTES DE ACUERDO CON EL ÁREA DE PROCEDENCIA, SEGÚN SEXO

Sexo		Área de procedencia		
		Zona de baja densidad poblacional	Zona de alta densidad poblacional	Cautiverio
Hembra	n	3	0	2
	%	50	0	66.7
Macho	n	3	3	1
	%	50	100	33.3
Total	n	6	3	3
	%	100	100	100

Relación entre el área de procedencia y condición corporal de los coyotes estudiados

De los coyotes que procedían de zonas de alta densidad poblacional, el 66.7% (n=2) presentaron una condición corporal deficiente (muy delgado), mientras que el 33.3% (n=1) presentaron una condición corporal delgada (Fig.20). Por otra parte, los coyotes capturados en las zonas de baja densidad poblacional, todos fueron considerados sanos (33.3% delgados (n=2) y 66.7% ideales (n=4). Dentro del grupo en cautiverio, el 33.3% (n=1) presentaron una condición corporal de muy delgado, entretanto el 66.7% (n=2) presentaron una condición corporal ideal. En ninguna zona se encontraron coyotes obesos o con sobrepeso (Cuadro XI, Fig. 19).

Cuadro XI: DISTRIBUCIÓN DE LOS COYOTES DE ACUERDO CON EL ÁREA DE PROCEDENCIA, SEGÚN CONDICIÓN CORPORAL DESCRITA

Condición corporal (1-5)		Área de procedencia		
		Zona de baja densidad poblacional	Zona de alta densidad poblacional	Cautiverio
1 (Muy delgado)	n	0	2	1
	%	0	66.7	33.3
2 (delgado)	n	2	1	0
	%	33.3	33.3	0
3 (ideal)	n	4	0	2
	%	66.7	0	66.7
Total	n	6	3	3
	%	100	100	100



Fig. 19: Condición corporal en cachorro silvestre en el área de baja densidad poblacional

Prevalencia de helmintos encontrados en los coyotes incluidos en el estudio

Del total de coyotes estudiados (12), en diez se encontraron al menos un tipo de parásito del grupo de los helmintos (Gráfica 1), lo que representó una prevalencia global de parasitosis del 83.3%.



Gráfica 1: Proporción de animales parasitados en el estudio

La prevalencia según la especie de helminto encontrada fue del 41.7% (n=5) para *Ancylostoma spp.*, 33.3% (n=4) para *Dirofilaria immitis* y 25% (n=3) para *Toxocara spp.* (Cuadro XII).

Cuadro XII: PREVALENCIA DE LOS HELMINTOS ENCONTRADOS EN LOS COYOTES ESTUDIADOS

Parásitos encontrados	n	%
<i>Ancylostoma spp.</i>	5	41.7 %
<i>Dirofilaria immitis</i>	4	33.3 %
<i>Toxocara spp.</i>	3	25.0 %

Con relación a la distribución de los parásitos encontrados, del total de los animales parasitados, ocho tenían un solo tipo de parásito: *Ancylostoma spp.* 50% (n=4), *Dirofilaria immitis* 37.5% (n=3) y *Toxocara spp.* 12.5% (n=1); mientras que dos presentaron parasitosis mixtas: uno con *Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.* (8.3%) y uno con *Toxocara spp.* y *Dirofilaria immitis* (8.3%) (Cuadro XIII).

Cuadro XIII: DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS ENCONTRADOS EN LOS COYOTES PARASITADOS

Parásitos encontrados	n	%
<i>Ancylostoma spp.</i>	4	50
<i>Dirofilaria immitis</i>	3	37.5
<i>Toxocara spp.</i>	1	12.5
<i>Ancylostoma spp.</i> y <i>Toxocara spp.</i>	1	8.3
<i>Toxocara spp.</i> y <i>Dirofilaria immitis</i>	1	8.3

Distribución de los helmintos gastrointestinales encontrados, según el método coprológico utilizado

De los tres métodos utilizados, el que permitió la observación de más formas parasitarias fue el método directo (33.3% (n=4) *Ancylostoma spp.* y 16.7% (n=2) *Toxocara spp.*). La segunda técnica que permitió la observación de más formas parasitarias fue la flotación, permitiendo encontrar *Ancylostoma spp.* en un 33.3% (n=4) y *Toxocara spp.* 16.7% con (n=2), siendo la técnica de sedimentación la que permitió la observación del menor número de parásitos (33.3% (n=4) *Ancylostoma spp.*) (Cuadro XIV). No se encontraron microfilarias en ninguna de las muestras de sangre evaluadas, ubicándose solamente parásitos adultos de *D.*

immitis, localizados en la aurícula derecha de un cadáver de coyote al que se le realizó necropsia (Fig. 20).

Cuadro XIV: RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS TÉCNICAS COPROLÓGICAS REALIZADAS EN EL ESTUDIO

Resultados obtenidos según técnica coprológica			
Técnica coprológica 1	Frotis directo	n	%
Resultado de la coprología	<i>Ancylostoma spp.</i>	4	33.3
	<i>Toxocara spp.</i>	2	16.7
	No se observó forma parasitaria.	6	50
Técnica coprológica 2	Flotación	n	%
Resultado de la coprología	<i>Ancylostoma spp.</i>	4	33.3
	<i>Toxocara spp.</i>	2	16.7
	No se observó forma parasitaria.	6	50
Técnica coprológica 3	Sedimentación	n	%
Resultado de la coprología	<i>Ancylostoma spp.</i>	4	33.3
	No se observó forma parasitaria.	8	66.7

Distribución de helmintos en los coyotes parasitados

Con relación a la distribución de los parásitos encontrados en los coyotes positivos (n=10), la prevalencia para *Ancylostoma spp.* fue de 50% (n=5), 40% (n=4) para *Dirofilaria immitis*, mientras que para *Toxocara spp.* fue de 30% (n=3) (Cuadro XV).

Cuadro XV: DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS EN COYOTES PARASITADOS

Helmintos	n	%
<i>Ancylostoma spp</i>	5	50
<i>Dirofilaria immitis</i>	4	40
<i>Toxocara spp</i>	3	30



Fig. 20: Hallazgo de necropsia: *Dirofilaria immitis* en aurícula derecha de coyote

Distribución de helmintos según la provincia donde procedían los coyotes

En la zona central de Panamá, en la provincia de Veraguas, el 100% de los coyotes estaban parasitados (6/6); de los cuales el 83.3% (5/6) tenían algunos de los parásitos gastrointestinales (60% *Ancylostoma spp.* (3/5), 20% *Toxocara spp.* (1/5) y 20% *Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.* (1/5)), mientras que el 16.7% (1/6) estaban parasitados con *Dirofilaria immitis*. Igualmente, el 100% (1/1) de los animales procedentes de Herrera estaban parasitados, tanto por parásitos gastrointestinales (*Toxocara spp.*) como sistémico (*D. immitis*). En la provincia de

Coclé, el 66.7% (2/3) resultaron parasitados; 50% (n=1) por parásitos gastrointestinales (*Ancylostoma spp.*) y 50% (n=1) por parásito sistémico (n=1) (*D. immitis*).

En la región occidental del país, también se encontró un 100% de parasitación en los animales procedentes de la provincia de Chiriquí (1/1), encontrándose solamente el parásito sistémico (*D. immitis*). No se encontraron parásitos en el coyote procedente de la zona norte (Provincia de Colón) (Cuadro XVI, Cuadro XVII).

Cuadro XVI: DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS GASTROINTESTINALES Y SISTEMICOS ENCONTRADOS POR PROVINCIA

Provincia	Coyotes muestreados		Coyotes parasitados		Coyotes con parásitos Gastrointestinales		Coyotes con parásitos sistémicos	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Chiriquí	1	8.3	1	10	0	0	1	100
Coclé	3	25	2	20	1	50	1	50
Colón	1	8.3	0	0	0	0	0	0
Herrera	1	8.3	1	10	1	50	1	50
Veraguas	6	50	6	60	5	83.3	1	16.7

Cuadro XVII: DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS POR PROVINCIA

Provincia	<i>Ancylostoma spp.</i>		<i>Toxocara spp.</i>		<i>Dirofilaria immitis</i>		<i>Ancylostoma spp. y Toxocara spp.</i>		<i>Toxocara spp. y Dirofilaria immitis</i>	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Chiriquí	0	0	0	0	1	100	0	0	0	0
Coclé	1	50	0	0	1	50	0	0	0	0
Colón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Herrera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
Veraguas	3	50	1	16.7	1	16.7	1	16.7	0	0

En la prueba de dependencia con Chi-Cuadrado entre las variables presencia de helmintos y la provincia de procedencia, se obtuvo un valor de significancia asintótica (bilateral) mayor al 5% ($p=0.273$), por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir, que no existe dependencia entre el área de procedencia de los coyotes y la presencia de los helmintos encontrados (Cuadro XVIII).

Cuadro XVIII: PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y PROVINCIA DE PROCEDENCIA

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	Df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1.200 ^a	1	.273		
Corrección de continuidad ^b	.075	1	.784		
Razón de verosimilitud	1.816	1	.178		
Prueba exacta de Fisher				.515	.424
N de casos válidos	12				

Distribución de helmintos según el tipo de zona de procedencia de los coyotes

De los seis coyotes procedentes de zona de baja densidad poblacional, todos estaban parasitados, 50% (3/6) con *Ancylostoma spp.*, 16.7% (1/6) con *Toxocara spp.*, encontrándose infecciones combinadas con *Toxocara spp.* (16.7% con *Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.* (1/6) y 16.7% con *Toxocara spp.* y *Dirofilaria immitis* (1/6)). De los tres coyotes procedentes de la zona de alta

densidad poblacional, el 100% estaban parasitados por *Dirofilaria immitis* (2/2), mientras que los animales en cautiverio 50% (2/3) presentaron *Ancylostoma spp.* y *Dirofilaria immitis*, en individuos diferentes (Cuadro XIX).

Cuadro XIX: DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS, SEGÚN EL TIPO DE ZONA DE PROCEDENCIA DE LOS COYOTES

Helmintos encontrados	Área geográfica					
	Zona de baja densidad poblacional		Zona de alta densidad poblacional		Cautiverio	
	n	%	n	%	n	%
<i>Ancylostoma spp.</i>	3	50	0	0	1	50
<i>Dirofilaria immitis</i>	0	0	2	100	1	50
<i>Toxocara spp.</i>	1	16.7	0	0	0	0
<i>Ancylostoma spp.</i> y <i>Toxocara spp.</i>	1	16.7	0	0	0	0
<i>Toxocara spp.</i> y <i>Dirofilaria immitis</i>	1	16.7	0	0	0	0

En la prueba de dependencia con Chi-Cuadrado entre las variables presencia de helmintos y el tipo de zona de procedencia, se obtuvo un valor significancia asintótica (bilateral) mayor al 5% ($p=0.402$), por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir, que no existe dependencia entre el tipo de zona de donde provienen los coyotes y la presencia de helmintos encontrados (Cuadro XX).

Cuadro XX: PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y EL TIPO DE ZONA DE PROCEDENCIA DE LOS COYOTES

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Gl	Sig. Asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	8.333 ^a	8	0.402
Razón de verosimilitud	10.668	8	0.220
Asociación lineal por lineal	0.12	1	.912
N de casos válidos	10		

Distribución de helmintos de acuerdo con la edad de los coyotes

En los cuatro cachorros analizados en el estudio (n=4), todos resultaron positivos a helmintos gastrointestinales, 50% (2/4) con *Ancylostoma spp.*, el 25% (1/4) con *Toxocara spp.* y 25% (1/4) con dos tipos de parásitos a la vez, *Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.*. Entre los juveniles, el 75% (3/4) se encontraron parasitados, 33.3% (1/3) con *Ancylostoma spp.*, mientras que el 33.3% (1/3) con dos tipos de parásitos a la vez *Toxocara spp.* y *Dirofilaria immitis*, y el otro 33.3% (1/3) con *Dirofilaria immitis*. Finalmente, de los coyotes adultos parasitados (3/4), el 66.7% (2/3) se encontraron parásitos sistémicos (*Dirofilaria immitis*) y el 33.3% (1/3) un solo tipo de parásito gastrointestinal (*Ancylostoma spp.*) (Cuadro XXI).

Cuadro XXI: TIPOS DE HELMINTOS ENCONTRADOS, SEGÚN EDAD DE COYOTES ESTUDIADOS

Helmintos encontrados	Edad					
	Cachorro		Juvenil		Adulto	
	n	%	n	%	n	%
<i>Ancylostoma spp.</i>	2	50	1	33.3	1	33.3
<i>Dirofilaria immitis</i>	0	0	1	33.3	2	66.7
<i>Toxocara spp.</i>	1	25	0	0	0	0
<i>Ancylostoma spp.</i> y <i>Toxocara spp.</i>	1	25	0	0	0	0
<i>Toxocara spp.</i> y <i>Dirofilaria immitis</i>	0	0	1	33.3	0	0

En la prueba de dependencia con Chi-Cuadrado, entre las variables presencia de helmintos y la edad de los coyotes estudiados, se obtuvo un valor de significancia asintótica (bilateral) mayor al 5% ($p=0.192$), por lo que también se acepta la hipótesis nula, es decir, que no existe dependencia entre la edad de los coyotes y la presencia de helmintos (Cuadro XXII).

Cuadro XXII: PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y EDAD DE LOS COYOTES

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Gl	Sig. Asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	11.181 ^a	8	.192
Razón de verosimilitud	13.460	8	.097
Asociación lineal por lineal	2.004	1	.157
N de casos válidos	10		

Distribución de los helmintos según el sexo de los coyotes estudiados

De las cinco hembras capturadas, cuatro resultaron estar parasitadas (25% con *Dirofilaria immitis* (n=1) y 25% con *Toxocara spp.* (n=1); encontrándose dos parasitadas con dos parásitos a la vez (*Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.* (1/4, 25%) y *Toxocara spp.* y *Dirofilaria immitis* (1/4, 25%). En cuanto a los machos, de los siete estudiados seis resultaron parasitados, *Ancylostoma spp.* (4/6, 66.7%) y *Dirofilaria immitis* (2/6, 33.3%) (Cuadro XXIII).

Cuadro XXIII: DISTRIBUCIÓN DE LOS HELMINTOS, SEGÚN EL SEXO DE LOS COYOTES ESTUDIADOS

Helmintos encontrados	Sexo			
	Hembra (n=4)		Macho (n=6)	
	n	%	n	%
<i>Ancylostoma spp.</i>	0	0	4	66.7
<i>Dirofilaria immitis</i>	1	25	2	33.3
<i>Toxocara spp.</i>	1	25	0	0
<i>Ancylostoma spp.</i> y <i>Toxocara spp.</i>	1	25	0	0
<i>Toxocara spp.</i> y <i>Dirofilaria immitis</i>	1	25	0	0

En la prueba de dependencia con Chi-Cuadrado entre las variables presencia de helmintos y sexo, se obtuvo un valor de significancia asintótica (bilateral) mayor al 5% ($p=0.125$), por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir, que no existe dependencia entre el sexo y la presencia de helmintos encontrados (Cuadro XIV).

Cuadro XIV: PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y EL SEXO DE LOS COYOTES

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	GI	Sig. Asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	7.222 ^a	4	.125
Razón de verosimilitud	9.641	4	.047
Asociación lineal por lineal	3.946	1	.047
N de casos válidos	10		

Distribución de helmintos según la condición corporal de los coyotes estudiados

De los cinco coyotes con condición corporal 3, el 20% (1/5) estuvieron parasitados con *Toxocara spp.*, 20% (1/5) con *Ancylostoma spp.*, 20% (1/5) con *D. immitis*, y dos infectados con dos parásitos a la vez, 20% con *Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.* (1/5) y 20% con *Toxocara spp.* y *Dirofilaria immitis* (1/5). De los coyotes con condición corporal 2 (n=2), se encontraron el 50% (1/2) parasitados con *Ancylostoma spp.* y 50% (1/2) con *Dirofilaria immitis*. Finalmente, los coyotes clasificados con condición corporal de 1 (n=3), el 66.7% (2/3) estaban parasitados con *Ancylostoma spp.* y el 33.3% (1/3) con *D. immitis* (Cuadro XXV).

Cuadro XXV: DISTRIBUCIÓN DE HELMINTOS ENCONTRADOS, SEGÚN CONDICIÓN CORPORAL DE LOS COYOTES ESTUDIADOS

Helmintos encontrados	Condición corporal					
	3 (normal)		2 (delgado)		1 (muy delgado)	
	n	%	n	%	n	%
<i>Ancylostoma spp.</i>	1	20	1	50	2	66.7
<i>Dirofilaria immitis</i>	1	20	1	50	1	33.3
<i>Toxocara spp.</i>	1	20	0	0	0	0
<i>Ancylostoma spp.</i> y <i>Toxocara spp.</i>	1	20	0	0	0	0
<i>Toxocara spp.</i> y <i>Dirofilaria immitis</i>	1	20	0	0	0	0

En la prueba de dependencia entre las variables presencia de helmintos y condición corporal, utilizando Chi-Cuadrado, se obtuvo un valor de significancia asintótica (bilateral) mayor al 5% ($p=0.335$), por lo que se acepta la hipótesis nula y se aprueba que no existe dependencia entre la condición corporal de los coyotes y la presencia de helmintos (Cuadro XXVI).

Cuadro XXVI: PRUEBA DE DEPENDENCIA CON CHI-CUADRADO ENTRE PRESENCIA DE HELMINTOS Y CONDICION CORPORAL DE LOS COYOTES ESTUDIADOS

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	9.083 ^a	8	.335
Razón de verosimilitud	12.275	8	.139
Asociación lineal por lineal	4.976	1	.026
N de casos válidos	10		

Para resumir, de todos los análisis realizados con Chi-Cuadrado, se puede indicar que todas las variables analizadas (área de procedencia, edad, sexo y condición corporal) son independientes con respecto a la presencia de helmintos, con un 95% de confianza (Cuadro XXVI).

Cuadro XXVII: RESULTADOS DE PRUEBA DE CHI CUADRADO PARA LA VARIABLE PRESENCIA DE HELMINTOS

Variable	Valor P
Área de procedencia	0.402
Edad	0.192
Sexo	0.125
Condición corporal	0.335

Identificación de Factores de riesgo asociados a la transmisión de parásitos presentes en coyotes hacia la población humana

Con base en la revisión bibliográfica realizada, enfocada en evaluar aquellas publicaciones científicas que abordaban el tema de helmintos en cánidos silvestres y domésticos, se logró identificar algunas variables que podrían considerarse factores de riesgo y que están asociados a la posible transmisión de parásitos de los coyotes a los seres humanos. De la revisión realizada, se lograron obtener tres variables relacionadas con el animal, cuatro relacionadas con las características de la población humana y dos relacionados con el ambiente (Cuadro XXVIII). De ellas, las que estuvieron consideradas en el estudio fueron dos, ambas relacionadas con el animal (Condición corporal y Edad), pero ninguna

marcó un grado de dependencia con la prevalencia encontrada en el estudio ($p > 0.05$).

Cuadro XXVIII: FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LA TRANSMISIÓN DE HELMINTOS ZONÓTICOS EN COYOTES

Factores de riesgo asociados al animal	
Condición corporal	Sugden et. Al., 2020
Dieta	Muegge et. Al., 2011
Edad	Radomski 1989, Lightner et. Al., 1978
Factores de riesgo asociadas a la población humana	
Área geográfica	Cermeño et. Al., 2016
Ocupación de riesgo	Cermeño et. Al., 2016, Altcheh, et. Al., 2003
Edad < 10 años	Cermeño et. Al., 2016
Condición socioeconómica	Estepa, 2011
Factores de riesgo asociados al ambiente	
Contacto con el suelo	Park et. Al., 2000
Clima	Hays 1977, Theis et. Al., 1978, Zunino et. Al., 2000

4.2. DISCUSIÓN

En el estudio se pudo determinar la presencia de parásitos en coyotes, lo que podría ser considerado el primer reporte de agentes patógenos presentes en estos animales en Panamá. La prevalencia parasitaria global fue del 83.3%, mostrando una proporción muy similar a la observada en trabajos similares, como los realizados por Petters et. Al., 2019 en Samalayuca, México (refiriendo prevalencias altas del 70%) y Gompper et. Al., en el año 2003 en Nueva York (56%). Por otra parte, estudios realizados en países cercanos al nuestro, como Costa Rica (Niehaus et Al., 2021), las prevalencias reportadas fueron muy bajas (36.84%), difiriendo con los resultados encontrados.

El mayor número de coyotes en el estudio fueron machos de vida libre. Se sabe que la hembra se suele preparar al nacimiento de las crías dentro de madrigueras, siendo el macho quien sale a buscar comida tanto para ella como para las crías (Posadas et. Al., 2017). Cuando el alimento se encuentra en abundancia, los coyotes machos jóvenes suelen permanecer junto a los padres, cazando en manada, pero suele ser una práctica rara y no duran mucho tiempo juntos. Lo más común es que al llegar a la madurez, y debido a la competencia por alimento en la familia, los jóvenes machos sean expulsados de la manada (Posadas et. Al., 2017). En el estudio, se pudo ver una característica particular, que pudiese estar relacionado con este patrón de comportamiento de las manadas, como lo fue la presencia de cachorros y juveniles en las áreas de baja densidad poblacional, donde la presión humana en el entorno es menor, encontrándose solamente machos adultos en las zonas con alta densidad

poblacional, donde la presión humana es mayor. En este sentido, la literatura indica que los machos suelen estar más expuestos a parásitos debido al mayor rango en su área de distribución (Torres et. Al., 2006).

En cuanto a la condición corporal, en general, los coyotes estudiados fueron considerados sanos, hallándose animales con condición corporal de delgado o ideal principalmente en las áreas de baja densidad poblacional. En las áreas de alta densidad de poblacional, la condición corporal predominante fue muy delgado. La bibliografía destaca la dieta en las áreas rurales, características de las zonas de baja densidad poblacional, como más variada; pudiendo combinar semillas con proteína animal (Monroy et Al. 2003; Guerrero et Al. 2002; Guerrero et Al. 2004), además de tener mayor acceso a agua, lo que suele reflejarse en la condición corporal de los animales. Por lo contrario, en las áreas urbanas, características de las zonas de alta densidad poblacional, su alimentación es principalmente antropogénica con consumo de agua estancada, siendo igualmente más vulnerable a infecciones, pudiendo afectar también su microbiota intestinal (Muegge et. Al., 2011). Además, se conoce que la alimentación influye en el estado inmunológico de los animales en general, lo que representa un mayor riesgo para los humanos, siendo capaces de presentar una mayor carga de parásitos, liberándolos también en grandes cantidades al ambiente (Sugden et. Al., 2020).

Los helmintos identificados fueron las especies *Ancylostoma spp*, *Toxocara spp* y *Dirofilaria immitis*, todos con la capacidad de causar enfermedad en el hombre (Girard, 2011), lo que resalta un aporte importante especialmente desde

el punto de vista de Salud Pública, así como para la salud animal, sobretodo por su potencial impacto en especies domésticas. Fue evidente la marcada prevalencia de *Ancylostoma spp.* (41.7%), estando presente en todos los grupos etarios, aunque en los cachorros fue predominante, con un 100%. En este sentido, se ha hecho mención en trabajos previos la función de este parásito como control biológico natural para esta especie, siendo la vía materna la ruta de transmisión más importante entre cánidos silvestres. Los coyotes suelen vivir en manadas en etapas tempranas de su vida y los miembros de la camada anterior pueden permanecer con su madre, ayudando en la crianza de los nuevos cachorros, por lo que hay igualmente una fuerte interacción con los agentes patógenos presentes. También, la regurgitación del alimento por los padres para alimentar a las crías suelen ser una fuente importante de transmisión (Polley y Creighton, 1977; Clayton y Lindsay, 1979; Dunsmore y Spratt, 1979). En este sentido, varios estudios consideran la edad como un factor de riesgo importante en el padecimiento de enfermedades parasitarias (Radomski 1989, Lightner et. Al., 1978), estando directamente viunclado con la madurez inmunológica del huésped, que normalmente se da a partir de la quinta semana de edad. Antes, dependen en su totalidad de los anticuerpos maternos obtenidos a través del calostro (Adams, 2003). En los animales mayores, aún aquellos que no han sufrido una infestación anterior, suelen madurar pocas larvas, y las larvas infectantes presentes siguen una ruta migratoria somática, permaneciendo quiescentes en la musculatura (Martínez, 2011), pudiendo sobrevivir al menos 240 días (Soulsby, 1987). Esta estrategia del parásito constituye una forma de reserva

dentro del organismo, pudiendo migrar hacia órganos como las glándulas mamarias al comienzo de la lactancia, o el intestino para su repoblación, cuando la carga parasitaria está siendo eliminada (Soulsby, 1987). Esta dinámica favorece aún más la parasitación en cachorros, incluso antes del nacimiento, sobre todo desde el mismo momento en que empieza a alimentarse de la madre (Lightner et. Al., 1978, Radomski, 1989).

Un estudio realizado en Terranova, Canadá, describió prevalencias de *Toxocara* cercanas a las de este estudio (19%) (Bridger et. Al., 2009). En México las prevalencias descritas fueron más altas, del 49% (Petters et. Al., 2019). Por el contrario, un estudio en Nueva York, describió prevalencias bastante bajas (2%) en heces de coyotes (Gompper et. Al., 2003). Esto resalta la considerable variabilidad en las prevalencias descritas para este parásito, lo que pudiese estar relacionado con las condiciones ambientales (Plaza, 2019). Por otra parte, en el ciclo biológico del *Toxocara spp.*, los roedores juegan un papel importante como hospederos paraténicos, portando larvas infestantes y acumulando larvas del tercer estado en sus tejidos (Soulsby, 1987). Si consideramos la presencia de roedores dentro de la dieta de los coyotes (Strube et. Al., 2013), podríamos considerar que gran parte de la parasitación por este agente, es dada por la dieta, causando infestaciones patentes (Soulsby, 1987). Esto se recalca al haber un predominio de *Toxocara spp.* en coyotes procedente de zonas de baja densidad poblacional, donde la presencia de roedores silvestres es más marcada. Contrario a esto, otro estudio en Ginebra, realizado en muestras de suelo, determinó que la contaminación con huevos de *Toxocara* era considerablemente mayor en áreas

como parques y áreas verdes en zonas de alta densidad poblacional, asociando esta contaminación a una mayor densidad de carnívoros domésticos (Reperant et. Al., 2007). Comportamientos como el marcaje de territorio o la coprofagia deben suponer un riesgo de transmisión para especies como *Toxocara canis*, aunque la transmisión vertical es probablemente el mecanismo de transmisión más importante (Beaver, 1969).

Otro aspecto por considerar al momento de comparar los resultados en los diferentes estudios es el método diagnóstico utilizado para la determinación de los parásitos gastrointestinales. En este sentido, en el estudio realizado por Niehaus, et. Al., 2012 y Petters et. Al., 2019, indican la utilización de técnicas como el frotis directo, floración con Cloruro de Sodio y la técnica de Mc Master; mas no se utilizó alguna técnica para determinación de larvas, considerando además que se trataba de muestras recolectadas del suelo. Se sabe que las características ambientales definen diferencias en el periodo de eclosión de los huevos, como es el caso del *Ancylostoma* (Plascencia et al., 2013). En este sentido, el tomar las muestras directamente del recto del animal, favorece aún más la capacidad de observación de huevos, sobretodo para este parásito.

En cuanto a la *Dirofilaria immitis*, la bibliografía refiere algunas variables influyentes para esta parasitosis, como la edad, siendo los caninos de edades entre 4 a 8 años los más afectados (Rosa et. Al., 2002; Selby et. Al., 1980). En el estudio, solo se capturaron cuatro coyotes mayores de 2 años, todos parasitados por *D. immitis*, lo que apoya el considerar la edad como un elemento dependiente

en la presentación de la *Dirofilariasis*, aunque los valores de significancia no lo confirme.

Otra variable descrita es la influencia de las condiciones climáticas para el desarrollo del nematodo en el vector (Sánchez et. Al., 2011). En este sentido, Panamá es un país tropical, que brinda condiciones climatológicas propicias para la presencia de mosquitos que actúan como huésped intermediario y vector para este helminto. Esto se apoya al comparar prevalencias descritas en aquellas regiones con características climatológicas diferentes, como es el caso de algunas regiones de los Estados Unidos, donde las prevalencias son relativamente bajas, del 7% en el estado de Missouri (Wixsom et. Al., 1991). En este sentido, sería oportuno incluir en estudios posteriores otras variables que permitan reconocer factores climatológicos, a fin de evaluar la influencia de éstas en las prevalencias encontradas.

Con relación a las zonas donde provenían los coyotes incluidos en el estudio, es importante señalar que tanto las zonas consideradas de alta como de baja densidad poblacional, se caracterizaban por estar rodeadas por grandes extensiones de potrero utilizadas para la ganadería y la agricultura, lo que podría influir en la dinámica de movilidad de los animales, por la presencia de grandes espacios entre las zonas de bosque y zonas de asentamientos humanos en sí. Varios estudios indican una mayor presencia de *Ancylostoma* en áreas con alta densidad poblacional, así como de *Toxocara* en áreas de baja densidad poblacional (Nihaus et. Al., 2012; Petters et. Al., 2019). En el estudio no se reflejó una diferencia para *Ancylostoma* en el área de procedencia; sin embargo,

Toxocara marcó una notable presencia en el área de baja densidad poblacional. En este sentido, habría que valorar cuáles son los factores que contribuyen al escenario existente, que permita explicar la distribución de *Ancylostoma* en ambas zonas, viendo que los mismos podrían estar relacionadas con factores climáticos y del ambiente, el comportamiento del animal o la propia dieta de los coyotes.

Otro aspecto a considerar es la capacidad de esta especie en ocupar grandes territorios, desenvolviéndose en áreas de acción que varían entre los 100 a 1000 Km² (Ortega, 2023.), presentando igualmente una gran plasticidad, lo que les permite adaptarse a distintos entornos como las zonas de alta densidad poblacional (Hody y Kays, 2018), pudiendo desplazarse posteriormente a sitios de baja densidad poblacional. Al momento de valorar el grado de dependencia de las variables incluidas en el estudio con las prevalencias encontradas, no arrojó valores significativos ($p > 0.05$). Sin embargo, los aportes podrían considerarse altamente valiosos, ya que la ausencia de significancia estadística no implica una ausencia de significancia práctica o clínica (Cohen, 1994, Nickerson, 2000, LeFort, 1993). Este estudio tiene mucho valor desde el punto de vista de salud pública, sobre todo al reconocer la presencia de parásitos con potencial zoonótico en esta especie. Sin embargo, para realmente descartar la existencia de una relación con las variables descritas, sería necesario aumentar el tamaño de la muestra (Du-Prel, et. Al., 2009), procurando que sea representativo de la población en estudio. En este sentido, habría que aumentar los recursos en equipo y personal de campo, para aumentar las probabilidades de captura de individuos, sobre todo

considerando que el coyote es una especie que se caracteriza por ser inteligente, astuto y embaucador (Valadez, et Al., 2008).

La condición de pobreza de las comunidades se relaciona casi siempre con un mayor riesgo para la salud pública. En este sentido, muchas de las zonas donde se encontraron los coyotes estudiados eran áreas marginadas. Igualmente, la contaminación de los suelos por los excrementos de los parásitos favorece la transmisión por contacto directo, sobre todo en niños (Campos et. Al., 2018), quienes representan un grupo vulnerable por carecer de un sistema inmune maduro y tener hábitos de juego que incluyen el llevarse las manos a la boca (Medina et. Al., 2009). Adicional, existen otros grupos vulnerables como aquellas personas que se dedican a trabajar en contacto directo con la tierra, o profesiones de riesgo como los veterinarios, biólogos, científicos y agricultores (Domínguez et. Al., 2023), así como los turistas, quienes visitan las áreas rurales por sus atractivos naturales. Todos ellos podrían estar en riesgo de un mayor contacto con suelos contaminados con las heces de los coyotes, al igual que una mayor exposición a picaduras de vectores portadores de helmintos sistémicos. Adicional, la tenencia de mascotas constituye un elemento potenciador, al ser algunos de ellos reservorios de estos parásitos (Park et. Al., 2000). Domínguez y de la Torre (2002), han contribuido con hallazgos importantes sobre algunos parásitos de transmisión directa, los cuales relacionan el riesgo de parasitosis con variables como factores ambientales, densidades de población de los hospederos y la presencia de otros cánidos silvestres como los zorros.

Aunque es de sospechar que los coyotes se encuentran parasitados durante todo el año, se sabe que las formas larvianas como las del *Ancylostoma* es poco resistente a las condiciones ambientales, siendo probable que en los meses secos (febrero y marzo) se presente una reducción en su transmisión (Nihaus et. Al., 2012). Lo contrario podría estar sucediendo con aquellos helmintos transmitidos por huevecillos, como es el caso del *Toxocara*, los cuales suelen continuar presentes y viables durante estos meses (Nihaus et. Al., 2012). Se conoce que los estadios de huevos tienen una mayor resistencia en el ambiente (Hays 1977, Theis et. Al., 1978, Zunino et. Al., 2000). Si sumamos a esto, el hecho que las áreas boscosas contiguas a las zonas rurales podrían estar generando un entorno que favorece la preservación de las heces por un periodo mayor, sería viable considerar la posibilidad que los estadios presentes se logren mantener viables (Petters et. Al., 2019), contribuyendo aún más al riesgo de transmisión hacia las personas que habitan comunidades cercanas.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Este estudio podría considerarse el primer reporte que describe la fauna endoparasitaria presente en coyotes procedentes de áreas de baja densidad poblacional y alta densidad poblacional de nuestro país.

Un alto porcentaje de coyotes resultaron infectados con parásitos de importancia para la salud pública, al ser agentes con potencial zoonótico, como el *Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.*, en las heces, y *Dirofilaria immitis* en sangre, independiente del área que procedieron, edad, sexo y condición corporal de los animales.

Las parasitaciones encontradas tienen igualmente importancia para la salud de animales domésticos como perros y gatos, por lo que sería importante valorar aquellos elementos que influyen en las interacciones de estos dos grupos de animales en las áreas estudiadas, incrementando las repercusiones al permitir una transmisión bidireccional.

5.2. RECOMENDACIONES

Promover el rol de los médicos veterinarios en educar a la población sobre las medidas de prevención contra las helmintiasis, siendo capaces igualmente de promover la coexistencia entre los grupos humanos, animales domésticos y silvestres, procurando el respeto a la diversidad biológica y manteniendo el equilibrio ecológico del entorno, premisas que se enmarcan en el concepto de “Una Sola Salud”.

Es de esencial importancia para los profesionales de las ciencias biológicas, como biólogos y veterinarios, el conocimiento de los conceptos de biología y los ciclos vitales de los helmintos, procurando comprender la patogenia que causa, y las interacciones que se presenta cuando se establece un desequilibrio con los demás elementos de la cadena ecológica (agente-huésped-ambiente). Esto favorece el surgimiento de situaciones en las que se incrementa el riesgo de infección entre animales y personas, por lo que se aconseja extremar aquellas medidas encaminadas a mejorar las prácticas de higiene, especialmente cuando se tiene contacto con animales, especialmente mascotas. Otro elemento que se debe prestar atención es las precauciones que deben mantenerse al realizar actividades de esparcimiento en zonas próximas a entornos silvestres.

Promover la colaboración interdisciplinaria, exaltando el enfoque “Una sola Salud” para desarrollar un entendimiento más completo sobre las parasitosis zoonóticas, permitiendo reconocer la magnitud de los problemas presentes, con la finalidad de manejar un criterio que procure la prevención de las enfermedades que producen, particularmente en zonas de presencia activa de coyotes,

considerando que existen elementos potenciadores como la urbanización global, que se sabe está en constante crecimiento y el cambio climático, que ha favorecido la presencia de estos animales, pudiendo producir un aumento en la capacidad de exposición de los parásitos que alberga, especialmente en especies más susceptibles, como son los perros y gatos domésticos.

Se necesitan más estudios que nos permitan mayor conocimiento sobre la población parasitaria que circula en distintos grupos de animales silvestres, procurando comprender mejor los factores de riesgo asociados con la transmisión de éstos al hombre y a especies domésticas, considerando la posibilidad que se dé una superposición entre los ciclos epidemiológicos domésticos y silvestres.

BIBLIOGRAFÍA

- Acha, P. y Szyfres, B. (2003). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y los animales: tercera edición. Publicación 580.
- Adams R. (2003). Farmacología y terapéutica veterinaria. 2.º ed. Zaragoza: Acribia.
- Aguirre, A. (2009). Wild canids and sentinels of ecological health: A conservation medicine perspective. *Parasites and Vectors*, 1-8.
- Aguirre Colina, M., Bertel, L., Atencio Tello, R., & Villalobos, R. (2021). Geohelmintiasis en comunidades indígenas del estado Zulia, Venezuela. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 73(2).
- Altcheh, J., Nallar, N., Conca, M. (2003). Toxocariosis: aspectos clínicos de laboratorio en 54 pacientes. *Pediatría*. 58 (5): 425-431.
- Álvarez, F; Padilla, F; Cuesta, A. y López, A. (2003). Zoología aplicada. Ediciones Díaz de Santos. P 488.
- Aranda R., y Merizalde M. (1990). Evaluación de la enfermedad del gusano del corazón del perro (*Dirofilaria immitis*). Comparando la técnica modificada de Knott con la prueba Dirocheck (ELISA) en Bogotá,, Pág. 25.
- Araujo Z, Brandes S, Pinelli E, Bochichio MA, Palacios A, Wide A, Rivas-Santiago B, Jiménez JC. (2015). Seropositivity for ascariosis and toxocariosis and cytokine expression among the indigenous people in the Venezuelan Delta region. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 57: 47-55.
- Archelli, S. y Kozubsky, L. (2008). Toxocara y Toxocariosis. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, vol. 42, núm. 3, julio-septiembre, 2008, pp. 379-384

- Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires Buenos Aires, Argentina.
- Arjo, W.M., B. Gese, C. Bromley, A. Kozlowski & E.S. Williams. (2003). Serologic survey for diseases in freeranging coyotes (*Canis latrans*) from two ecologically distinct areas of Utah. *J. Wildl. Dis.* 39: 449-455.
- Ash, L. y Orihel T. (1987). *Parasites: a guide to laboratory procedures and identificaron.* ASCP Press. American Society of Clinical Pathologists, Chicago.
- Atias, A. (1993). *Parasitología Clínica.* Publicaciones Técnicas Mediterráneo, Santiago.
- Audigé, L., Wilson. P. R., Morris, R. S. (1998): A body condition score system and its use for farmed red deer hinds, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41:4, 545-553.
- Aydenizöz Özkayhan, M. (2006). Soil contamination with ascarid eggs in playgrounds in Kirikkale, Turkey. *Journal of Helminthology*, 80(1): 15–18.
- Bartlett, M., Harper K, Smith N, Verbanac P and Smith S. (1978). Comparative evaluation of a modified zinc sulfate flotation technique. *Journal of Clinical Microbiology* 1978, 7: 524-528.
- Bateman, P.W., Fleming, P.A. (2012). Big city life: Carnivores in urban environments. *Journal of Zoology*, 287(1): 1–23.
- Barriga O. (1988). A critical look at the Importance, prevalence and control of Toxocariasis and the possibilities of immunological control. *Vet. Parasitol.* 29: 195-234.

- Beaver, P. C. (1950). The standardization of fecal smears for estimating egg production and worm burden. *The Journal of Parasitology*, 36(5), 451-456.
- Bekoff, M. and Wells, M.C. (1980). The social ecology of coyotes, *Sci Amer* 242:13D- 148.
- Bekoff, M. y E. M. Gese. (2003). Coyote. In *Wild Mammals of North America*, G. A. Feldhamer, B. C. Thompson y J. A. Chapman (eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. p. 467–481.
- Berenguel, P.; Quero, J., Roda; E., Vargas, D. (2012). *Larva migrans cutánea*: imagen inusual dermatológica en España. *Revista medicina general y de familia*. Junio 2012 (vol. 1).
- Bermúdez, S. E., y González, P. (2013). DEPREDACIÓN DE COYOTES (*Canis latrans*) (CARNIVORA: CANIDAE) EN ANIMALES DE PRODUCCIÓN EN LOS SANTOS, PANAMÁ. *Mesoamericana* (17) 1.
- Bermúdez, S. E., González, D., y Gleydis García, S. (2015). Ticks (Acari: Ixodidae, Argasidae) of coyotes in Panama. *Systematic and Applied Acarology*, 18(2), 112-115.
- Berenguel, P.; Quero, J., Roda; E., Vargas, D. (2012). *Larva migrans cutánea*: imagen inusual dermatológica en España. *Revista medicina general y de familia*. Junio 2012 (vol 1).
- Bixel, K. (1995). Survey of the endoparasites of south-central Pennsylvania coyotes using fecal analysis. *Journal of the Pennsylvania Academy of Science* Vol. 69, No. 1 (August, 1995), pp. 17-21 (5 pages).

- Botero Marcos, D. (1998). Parasitosis Humanas. 3 ed. Medellín, Colombia. Ediciones Rojo. 105 – 115 p.
- Boss, A. (2022). Dientes de Coyote: Fórmula Dental y Hechos. Wildlife Boss.
- Bowman D.D. (2009). Georgis Parasitology for Veterinarians 9th edition. Philadelphia, USA: Saunders Company.
- Chomel B.B., Belotto A, Meslin FX. (2007). Wildlife, exotic pets, and emerging zoonoses. *Emerg. Infect. Dis*; 13: 6-11.
- Bracho Mora, A., Rivero de Rodríguez, Z., Fuentes, M., Vera Montilla, F., Brichard S. y Sherding R. (1996). Manual clínico de pequeñas especies. McGrawHill Interamericana, México. 1747 p.
- Bridger, K., Baggs, E., Finney, J. (2009). Endoparasites of 33. Fortes, E. *Parasitologia Veterinária*, 4 ed. São Paulo: Icone, the coyote (*Canis latrans*), a recent migrant to insular 2004, 607p. *Newfoundland. J WildIDis*. 2009; 45:1221–1226.
- Brown, H. Y Neva, F. (1995). *Parasitología Clínica*. 5ª Edición. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México, D.F. págs. 21 – 22 y 107 – 110.
- Caballero, D. y Look, J. (1998). Estacionalidad de la infección por dirofilariosis e implicaciones para la quimioprofilaxis. *Clin Tech Small Anim Pract*, 1998 mayo; 13 (2): 77-82. doi: 10.1016/S1096-2867(98)80010-8.
- Cabrera, E. (2015). Repercusiones zoonóticas de *Dirofilaria immitis* en las Islas Canarias. En 2015. p. 236.
- Calderón, M., García-Fernández, L. (2014). Larva migrans cutánea tras un viaje al Caribe. *Rev Chil Infectol* 31, pp. 346-348.

Campbell, L; Gaugler, R (1991). Mechanims for Exsheathment of entomopathogenic nematodes. *Intl. J. Parasitol.* 21 (2):219- 224.

Campillo, R., Alonso, D., Bendito, B., Alonso, J. García J., Arnáiz-García E. (2016). Larva cutánea migratoria. Caso clínicoCutaneous larva migrans. Case report. *Revista Española de Podología Volumen 27, Issue 2, July–December 2016, Pages 82-85.*

Chacon SC y Candanedo PGC. (2021). Canine Dirofilariasis in Panama First Cases Report Immunochromatography and Necropsy Diagnosis. *Journal of Applied Microbiological Research. Volume 4: 1 J Appl Microb Res 2021 ISSN: 2581-7566.*

Chacon SC y Candanedo PGC. (2023). Histopathological Damage to Heart and Lungs on Canine Dirofilariasis in Panama. *J Cardiol 2023, 7(1): 000173.*

Canto, Y. y Figueroa, J. (2018). Diagnóstico de Parásitos de interés en MedicinaVeterinaria. *Manual de Parasitología. Universidad Nacional Autónoma de México.*

Campos, M., Beltrán, M., Fuentes, N., y Moreno, G. (2018). Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola, biosólidos, suelos y pastos. *Biomédica, 38 (1), 42-53.*

Cappello, M., Vlasuk, G. P., Bergum, P. W., Huang, S., y Hotez, P. J. (1995). *Ancylostoma caninum* anticoagulant peptide: a hookworm-derived inhibitor of human coagulation factor Xa. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 92(13), 6152-6156.*

- Carrada-Bravo, T. (2007). Monografía ilustrada de patología clínica. Uncinariasis: ciclo vital de vida, cuadros clínicos, patofisiología y modelos animales (en línea). Ed. rev. Guanajuato.
- Carrasquer, M.y Matamoros, S. (2017). Larva Migrans Cutánea, a propósto de un caso. Semergen. Vol.43. Núm.4. Pág. 51 a 52.
- CDC (2013). Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Parasites. Ancylostomiasis (Hookworm). 2013
- CDC (2017). Centers for Disease Control and Prevention (CDC). https://www.cdc.gov/parasites/toxocariasis/gen_info/faqs.html
- CDC (2020). Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Parasites. Toxocariasis (also known as Roundworm Infection). 2020 <https://www.cdc.gov/parasites/toxocariasis/index.html>
- Cermeño, J., Houda, S., Salvador, N., y Salaverria, C. (2016). Seroprevalencia y factores de riesgos asociados con la infección por toxocara canis en la población de la laguna, estado Anzoátegui, Venezuela. *Saber*, 28(1), 62-72.
- Červinka, J., Drahníková, L., Kreisinger, J., Šálek, M. (2014). Effect of habitat characteristics on mesocarnivore occurrence in urban environment in the Central Europe. *Urban Ecosystems*, 17(4): 893–909.
- Chelsea Marie y William A. Petri, Jr (2022). Anquilostomiasis. Manual MSD. Versión profesional, octubre 2022.
- Clayton H. y Lindsay F. (1979). Filaroides osieri infection in the dog. *JSAP*, Vol.20, Issue 12, pág 773-782.

- ClínicaVGalán (2019). Qué es la filariasis canina. Blog junio 19, 2019.
- Cooper, P. (2008). *Toxocara canis* infection: an important and neglected environmental risk factor for asthma? *Clin Exp Allergy* (38), 551-553.
- Cohen J. (1994). The earth is round ($p < .05$), 49. *Am Psychol* 1994, pp. 997-1003.
- Cordero del Campillo, M., y Rojo Vazquez, F. (1999). *Parasitología veterinaria*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Cordero del Campillo, M., Rojo, V., Martínez, F., Sánchez, A., Hernández R., Navarrete L. (2000). *Parasitología veterinaria*. Madrid, España: McGraw-Hill; 2000.
- Cordero del Campillo, M. y Rojo, F. (2002). *Parasitología Veterinaria*, McGraw-Hill Interamericana. Madrid España. Pág 279.
- Council T, Parasites CA. (2019). Directrices para el diagnóstico, tratamiento y control de endoparásitos caninos en los trópicos. TROCCAP. 2da edición mayo 2019.
- Daszak, P., Cunningham, A.A., Hyatt, A.D. (2000). Emerging infectious diseases of wildlife - threats to biodiversity and human health. *Science*; 287:443 a 449.
- Despommier, D. (2003). Toxocariasis: clinical aspects, epidemiology, medical ecology, and molecular aspects. *Clinical microbiology reviews*, 16(2), 265-272.
- Dobson A, Foufopoulos, J. (2001). Emerging infectious pathogens of wildlife. *Phil Trans R Soc Lond B* 356, 1001-1012.

- Domínguez, G. y J.A. De la Torre, J. (2002). Aportaciones al conocimiento de los endoparásitos del lobo ibérico (*Canis lupus signatus*, Cabrera 1907) en el Norte de Burgos. *Galemys* 14: 49-58.
- Domínguez Hermenejildo, M., Maldonado Gómez, M., y Torres Solís, T. (2023). Parasitosis como riesgo biológico ocupacional. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 4157-4167.
- Dunsmore, J. D., & Spratt, D. M. (1979). The life history of *Filaroides osleri* in wild and domestic canids in Australia. *Veterinary Parasitology*, 5(2-3), 275-286.
- Du-Prel, J., Hommel, G., Röhrig, B., Blettner, M. (2009). Confidence interval or p-value: part 4 of a series on evaluation of scientific publications. *Dtsch Arztebl Int*, 106: 335-339.
- Ehrhard, T. y Kernbaum, S. (1979). *Toxocara canis* y toxocarosa humana. *Bulletin de l'Institut Pasteur*, 77 (1979), pp. 225 – 287.
- Epstein PR. (2002). Biodiversity, climate change, and emerging infectious diseases, p. 27-35. In A.A. Aguirre, R.S. Ostfeld, G.M. Tabor, C. House & M.C. Pearl (eds.). *Conservation medicine: ecological health in practice*. Oxford University Press, Nueva York, EEUU.
- Estepa, J. (2011). Documento técnico línea de intervención eventos transmisibles de origen zoonótico. Bogotá, Colombia: Política Distrital de Salud Ambiental para Bogota D.C.
- Ettinger, S.; Feldman, E. (1995). *Textbook of Veterinary Internal Medicine* (4th edición). W.B. Saunders Company. ISBN 0-7216-6795-3.

- Floyd M. S., Mauritz C. S., and David E. W. (1983). Helminths of the Coyote (*Canis latrans* Say) in Montana. *Journal of Wildlife Diseases*, 19(1), pp. 54-55.
- Fortin, D., Beyer, H.L., Boyce, M.S., Smith, D.W., Duchesne, T., Mao, J.S. (2005). Wolves influence elk movements: behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. *Ecology*, 86: 1320–1330.
- Forrester, D.; Jackson, R.; Miller, I.; Clifford, B. (1973). Heartworms in captive California sea lions. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 163: 568-570.
- Foster, G., Main, M., Kinsella, J., Dixon, L., Terrell, S., Forrester, D. (2003). Helminths and arthropod parasites of coyotes (*Canis latrans*) of Florida, EE. UU. *Parasitología comparada* 70 (2) 162-166.
- Fragío, C., Daza, M^a. A., García, E. (2009). Transfusiones sanguíneas en perros y gatos. Dpto. Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.
- Franson, J., Richard, J., Boggess, E. y Greve, J. (1978). Parasitismo gastrointestinal de los coyotes de Iowa en relación con la edad. *El Diario de Parasitología* vol. 64, núm. 2 (abril de 1978), págs. 303-305.
- Gaasenbeek C. y Borgsteede F. (1998). Studies on the survival of *Ascaris suum* eggs under laboratory and simulated field conditions *Veterinary Parasitology*, 75 (2-3), pp. 227-234.
- Gamboa MI, Basualdo JA, Kozubsky L, Costas E, Cueto Rúa E & Lahitte HB (1998). Prevalence of intestinal parasitosis within three population groups in La Plata, Argentina. *European Journal of Epidemiology* 14, 55– 61.

- García-Prieto, L, Falcón-Ordaz, J., Guzmán-Cornejo, C. (2012). Parásitos helmintos de mamíferos silvestres mexicanos. Lista de especies, hospedadores y distribución geográfica *Zootaxa*, 3.290, pp. 1 – 92.
- García, L. (2007). *Diagnostic Medical Parasitology*. 5ª Edición, ASM Press Washington, D.C.
- Gehrt, S.D. (2007). Ecology of coyotes in urban landscapes. *Wildlife Damage Management Conferences, Proceedings, Paper 63*, University of Nebraska, Lincoln, USA.
- Genchi, C. M. (2011). Changing climate and changing vector-borne disease distribution: The example of *Dirofilaria* in Europe. *Veterinary Parasitology*, 295-299.
- Gianchandani, C.; Ramrath, C.; Correoso, C.; Balado, J.; Orozco, C.; Aranda, V. (2018). LARVA CUTÁNEA MIGRANS. *Semergen*; 44:15
- Gier, H.T. (1975). Ecology and behavior of the coyote (*Canis latrans*). In *the Wild Canids*, M.W. Fox, ed., Van Nostrand Reinhold, New York, NY.
- Girard, R. (2011). *Parasitología clínica. Guía Metodológica*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Gómez, M., Rojo, F., Guerrero, J. (1999). *Filariatosis. Parasitología Veterinaria*. McGraw-Hill Interamericana, Madrid. España.
- Gompper, M.E. (2002). Top carnivores in the suburbs. Ecological and conservation issues raised by colonization of north- eastern North America by coyotes. *Bioscience*, 52: 185–190.

- Gompper, M.E., R.M. Goodman, R.W. Kays, J.C. Ray, C.V. Fiorello, S.E. Wade (2003). A survey of the parasites of coyotes (*Canis latrans*) in New York based on fecal analysis. *J. Wildl. Dis.* 39: 712-717.
- González-Gallina, A., Hidalgo-Mihart, M. G., & Castelazo-Calva, V. (2018). Conservation implications for jaguars and other neotropical mammals using highway underpasses. *PLoS One*, 13(11), e0206614.
- Grajales-Tam, K. M. y González-Romero, A. (2014). Determinación de la dieta estacional del coyote (*Canis latrans*) en la región norte de la Reserva de la Biosfera Mapimí. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85 (2), pp. 553-564.
- Guerrero, S., M. H. Badii, S. S. Zalapa, y J. A. Arce. (2002). Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jagouarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 86:119-137.
- Guerrero, S., M. H. Badii, S. S. Zalapa, y A. E. Flores. (2004). Variación espaciotemporal en la dieta del coyote en la Costa Norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 20:145-157.
- Gutiérrez, M. (2004). *Animales Extraordinarios del Desierto de Chihuahua*. Edit. Missouri StateUniversity, 7.
- Hall, R. E. (1981). *The Mammals of North America*. John Wiley and Sons. New York, USA.
- Han-Gómez, L. (1988). Determinación de nemátodos gastroentéricos en carnívoros del zoológico regional de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tesis

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

Harris, N.C. y Dunn, R.R. (2010). Using host associations to predict spatial patterns in the species richness of the parasites of North American carnivores. *Ecology Letters*, 13: 1411-1418.

Hays, BD (1977). Potencial de transmisión de enfermedades parasitarias con la aplicación al suelo de efluentes y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. *Agua Res.* 11: 583-595.

Heide-Jorgensen MP, T Harkonen, R Dietz, PM Thompson (1992). Retrospective of the 1988 European seal epizootic. *Dis Aquat Organisms* 13, 37-62.

Henke, SE, DB Pence y FC Bryant. (2002). Efecto de la eliminación de coyotes a corto plazo en las poblaciones de helmintos coyotes. *J. Wildl. Dis.* 38: 54-67.

Hernández, C.y Pineda, L. (2012). Primer registro de *Dirofilaria immitis* (Spirurida: Onchocercidae) en coyotes de México. *Acta Zoológica Mexicana*, págs. 659 – 662.

Hernández-Camacho, N., Jones, R. W., Pineda-López, R. F., y López-González, C. A. (2012). Mexican wild and domestic canids: a potential risk of zoonosis? A review, pp. 229-237. In: Fausto Boeri and Jordan A. Chung (Eds.) *Nematodes: morphology, functions and management strategies*. Nova Science Publishers, Inc. Hauppauge, New York.

Herskovic P. (1991). Larvas migrantes. En: Atias Neghme A, ed. *Parasitología clínica*. 3 ed. Santiago de Chile: Mediterráneo, 1991:314-8.

- Hidalgo-Mihart, M. G., Cantú-Salazar, L., González-Romero, A. y López-González, C. (2004). Historical and present distribution of coyote (*Canis latrans*) in Mexico and Central America. *Journal of Biogeography* 31: 2025-2038.
- Hollant C.V., Smith H.V. (2006). *Toxocara: The Enigmatic Parasite*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Hody, J. W. y Kays, R. (2018). Mapping the expansion of coyotes (*Canis latrans*) across North and Central America. *ZooKeys*, (759), 81.
- Hody, A. W., Moreno, R., Meyer, N. F., Pacifici, K., y Kays, R. (2019). Canid collision expanding populations of coyotes (*Canis latrans*) and crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) meet up in Panama. *Journal of Mammalogy*, 100(6), 1819-1830.
- Huxley, C. y Servín, J. 1992. ¡De coyotes... a coyotes! *Ciencias* núm. 25, enero-marzo, pp. 37-40.
- Izquierdo, A.; Boucourt, E.; Jiménez, M.; Carrera, M. (2019). Actualización clínica-epidemiológica: infección humana por dirofilaria immitis y otras filarias zoonóticas. *Revista Ciencia e Investigación* Vol. 4, N°. 3.
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., & Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990-993.
- Kardjadj, M. & Ben-Mahdi, M. (2019). The epidemiology of dog-mediated zoonotic diseases in algeria: proposition of one health control approach.

- Kartman L. (1953). Factors influencing infection of the mosquito with *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856). *Exp Parasitol.* 1953; 2:27-78.
- Kassai, T. (2002). *Helminología Veterinaria*, Editorial Acribia S.A. Zaragoza España.
- Kick, Thomas J., (1980). "Dirofilaria immitis en los cánidos salvajes de Illinois". *Tesis de Maestría.* 3112.
- Kittleson, M., Kienle, R. (2000). *Medicina cardiovascular de pequeños animales.* 2a ed., Multimédica, Barcelona. España.
- Kleinbaum, D.; Kupper, L.; Morgenstern, H. (1982). *Epidemiologic Research. Principles and Quantitative Methods* Van Nostrand Reinhold Company.
- Kruse H., Kirkemo AM., Handeland K. (2004). Wildlife as source of zoonotic infections. *Emerg Infect DIS.*, 10: 2067-2072.
- Lapenta J. (2017). The Powassan virus, a review. *Dermagic express* 24/7.
- Laborda, L. (2021). Coyotes alimentados con residuos son más agresivos y están más enfermos. *Reporte científico Universidad de Alberta.* Publicado 26 de enero de 2021.
- Lee, A. C. Y., Montgomery, S. P., Theis, J. H., Blagburn, B. L. y Eberhard, M. L. (2010). Public health issues concerning the widespread distribution of canine heartworm disease. *Trends in Parasitology*, 26: 168-173.
- LeFort SM. (1993). The statistical versus clinical significance debate, 25. *J Nurs Scholarsh*, pp. 57-62.

- Lightner, L., Christensen, B., Beran, G. (1978). Epidemiologic findings on canine and feline intestinal nematode infections from records of the Iowa State University Veterinary Clinic. *J Am Vet Med Assoc* ;172: 564-7.
- Luna-Estrada, M.; Mosqueda- Cabrera, M.; Servín, J. (2017). Nuevos registros de Helmintos en Coyotes *Canis latrans impavidus* (Carnívora: *Canidae*) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 250-252.
- Macpherson, C. M. (2012). *Dogs, Zoonoses and Public Health*. 2012; 2nd 173 (2nd ed.). Wallingford, UK: CABI.
- Macpherson, C. N. (2013). The epidemiology and public health importance of toxocariasis: a zoonosis of global importance. *International journal for parasitology*, 43(12-13), 999-1008.
- Madrid, V. (2012). *Manual de parasitología humana*, Universidad de Concepción. Primera Edición, Septiembre de 2012.
- Manning, D.L. (2007). A comparative ecological study between coyotes (*Canis latrans*) in a protected and urban habitat: a closer look at enteric parasites and diet between Florida coyotes. Tesis de Maestría, University of South Florida, Florida, EE. UU.
- Marineros, L.y Marineros, E. (2020). Dos casos clínicos con *Larva migrans cutánea* por contacto con heces de un jaguar (*Panthera onca*) en Costa Rica. *Scientia hondurensis* 3 (1):22-25.
- Martínez, F. (2019). Helmintofauna del visón americano (*Neovison vison*), el lobo ibérico (*Canis lupus signatus*) y el zorro (*Vulpes vulpes*) en el noroeste de la península ibérica. Tesis. Universidad de Murcia.

- Martínez-Vásquez, J.; González Monroy, R.; Díaz-Díaz, D. (2010). Hábitos alimentarios del Coyote en el parque nacional Pico de Orizaba. *Therya* vol.1 no.2, La Paz.
- Medina Lozano, A., García Montoya, G., Galván Díaz, A. y Botero Garcés, J. (2009). Prevalencia de parásitos intestinales en niños que asisten al Templo Comedor Sagrado Corazón Teresa Benedicta de la Cruz, del barrio Vallejuelos, Medellín, Latreia. *Scielo* 22 (3), 227-234.
- Méndez, E., Delgado, F. y Miranda D. (1981). The Coyote, *Canis latrans* in Panama. *Int. Stud. Anim. Prob.* 2(5).
- Méndez-Carvajal, P. G., y Moreno, R. (2014). Mammalia, Carnivora, *Canidae*, *Canis latrans* (Say, 1823): actual distribution in Panama. *Check list.* 10(2), 376-379.
- Miller, J. (1975). Filariasis en coyotes de Kansas y Colorado. *The Journal of Parasitology*, Vol.61, Num. 3, P 513-516.
- Miller, M. (1999). Filariosis cardiaca. En: Morgan, R. V. 1999. *Clínica de pequeños animales*. 3ª ed. Harcourt Brace, Madrid. España.
- Monje-Nájera J. y Morera B. (1987). Why is the coyote (*Canis latrans*) expanding its range? A critique of the deforestation hypothesis. *Rev. Biol. Trop.*, 35 (1):169-171.
- Mino, D., Romero, E., Ramírez, E., Aguilar, A. (2016). Determinación de parásitos gastrointestinales en carnívoros en el centro de México. *Acta Zool. Mex* vol.32 no.2 Xalapa ago. 2016.

- Monroy, V. O. y R. R. Rubio. (2003). Guía de Identificación de Mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.
- Monroy, O., González, J., Balbuena, A., Elvir, F., Zarco, M., Rodríguez, C. (2020). Coyote (*Canis latrans*) en América del Sur: rutas potenciales de colonización. Revista Integrative Zoology, Vol 15. Pág. 471-481.
- Monsalve, S., Mattar, S., V, González, M. (2009). Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. Rev.MVZ Cordoba vol.14 no.2 Córdoba May/Aug. 2009.
- Morse, S.S. (1993). Examining the origins of emerging viruses. In: Morse, S.S. (Ed.), Emerging Viruses. New York: Oxford University Press.
- Muegge, B. (2011). La dieta impulsa la convergencia en las funciones del microbioma intestinal a través de la filogenia de los mamíferos y dentro de los humanos. Ciencia 332, 970–974.
- Muñoz, C. I. (2009). Efecto de la dieta sobre los endoparásitos presentes en heces de coyote (*Canis latrans*) según el tipo de hábitat en México. Tesis de maestría. México, México: FMVZ-UNAM.
- Muro, A., C. Genchi, M. Cordero, F. (1999). Human Dirofilariasis in the European Union. Parasitol. Today. 15: 386-389.
- Murray MH, Hill J, Whyte P, Clair CCS (2016). Urban compost attracts coyotes, contains toxins, and may promote disease in urban-adapted wildlife. EcoHealth 13: 285–292.

- Ngui R, Lim YA, Traub R, Mahmud R, Mistam MS. (2012). Datos epidemiológicos y genéticos que respaldan la transmisión de *Ancylostoma ceylanicum* entre humanos y animales domésticos. *PLoS Negl Trop Dis.* 2012; 6: e1522.
- Nickerson RS. (2000). Null hypothesis significance testing: A review of an old and continuing controversy. *Psychol Methods*, pp. 241-301.
- Niehaus, C., Valerio, I., Blanco, K., Chichilla, M. (2012). Infecciones parasitarias del coyote, *Canis latrans* (Carnivora: *Canidae*) en un Parque Nacional y una zona agrícola en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, Vol 60 (2): 799-808.
- Niño, C.; Vargas, L.; Chacón, A. (2020). Larva migratoria cutánea: caso clínico. *Rev. argent. dermatol.* vol.101 no.4 Ciudad Autónoma de Buenos Aires dic. 2020.
- Nzeako, BC. (1992). Seasonal prevalence of protozoan parasites in Nsukka, Nigeria. *Journal of Communicable Diseases* 24, 224– 230.
- O'NEIL J. (2018). Zoonotic Infections From Common Household Pets. *Jnp-Journal for Nurse Practitioners.* 14(5): 363-372.
- Okoniewski, J. C., y Stone, W. (1983). Causes of morbidity and mortality in coyotes in New York. *New York Fish and Game Journal* 30: 224– 27
- OMS (1991). *Métodos Básicos de Laboratorio en Parasitología.* Ginebra: OMS.
- OMS (2020). Geohelmintiasis. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections> Revisado: 7/9/22

- OPS (2003). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Tercera edición. Volumen II. Publicación Científica y Técnica No. 580.
- Ortega, J .2023. Biologging Insights: Home Range, Activity, and Preliminary Diet of the Coyote (*Canis latrans*) in Panama. Tesis de Maestría. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
- Park, S. Y., Glaser, C., Murray, W. J., Kazacos, K. R., Rowley, H. A., Fredrick, D. R., y Bass, N. (2000). Raccoon roundworm (*Baylisascaris procyonis*) encephalitis: case report and field investigation. *Pediatrics*, 106(4), e56-e56.
- Pence, DB, FF Knowlton y LA Windberg. (1988). Transmisión de *Ancylostoma caninum* y *Alaria marciana* en coyotes (*Canis latrans*). *J. Wildl. Dis.* 24: 560-563.
- Pence, D. B. (1990). Helminth community of mammalian hosts: concepts at the infracommunity, component and compound community levels. Pp: 233-260. In: G. Esch, A. Bush & J. Aho (Eds.). *Parasite communities: patterns and processes*. Chapman and Hall. London. 335 pp.
- Peña, M. (2017). Presencia de parásitos zoonóticos (*Ancylostoma spp.* y *Toxocara spp.*) en heces de perros (*Canis lupus familiaris*) en los parques. Bicentenario, Cafetalón, Colonia Stélite y Cuscatlán. Tesis. Universidad de El Salvador.
- Pereda, Y.; Martínez, T.; Díaz, M., Dot, L.; Madera, R. (2016). Larva migrans cutánea. Un caso clínico. *Rev Ciencias Médicas* vol.20 no.3 Pinar del Río may.-jun. 2016.

- Petters J., Vital-Garcia C., Batista L., Gatica-Colima A., Martínez-Calderas J., Abarca-De Hoyos N., Quezada A., Escárcega-Ávila A. (2019). Prevalencia y carga parasitaria invernal en heces de *Canis latrans* (coyote) del area natural protegida Médanos de Samalayuca México. *Compend. cienc. vet.*; 09 (02): 11 – 17.
- Pineda, E. (1994). "Metodología de la Investigación; Manual para el Desarrollo del Personal Salud". Paltex. OPS. Edit. Organización Panamericana de la Salud. 1994.
- Pizza, J. y Mosquera, G. (2019). Diagnóstico endoscópico de uncinariasis: presentación de un caso con anemia ferropénica grave. *Revista Colombiana de Gastroenterología*, vol. 34, núm. 4, pp. 433-437, 2019.
- Plascencia G., Proy H, Eljure N, Atoche DC, Calderón RC, Bonifaz A. (2013). Larva migrans cutánea relacionada con *Ancylostomas*. *Dermatología Revista Mexicana*. (6): 454-460. ISSN: 0185-4038.
- Plaza, M. (2019). Frecuencia de parásitos y factores ambientales relacionados en la arena de playa del corregimiento Insular de Caño del Oro Cartagena-Bolivar. Tesis. Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena.
- Plumer, L., Davison, J., Saarma, U., Cameron, E.Z. (2014). Rapid urbanization of red foxes in Estonia: distribution, behaviour, attacks on domestic animals, and health-risks related to zoonotic diseases. *PLoS ONE*, 9(12).
- Polizopoulou, Z.; Koutinas, M.; Saridomichelakis, M.; Patsikas, L.; Leontidis, N., Roubies, A.; Desiris, K. (2000). Clinical and laboratory observations in 91

- dogs infected with *Dirofilaria immitis* in northern Greece. *Vet. Rec.* 146: 466-469.
- Polley, L., y Creighton, S. R. (1977). Experimental direct transmission of the lungworm *Filaroides osleri* in dogs. *Veterinary Record*.
- Posadas, C., Santos, R.; Vega, D. (2017). Coyote (*Canis latrans*) su hábitat y comportamiento. *Revista de Divulgación Científica Universitarios Potosinos*, Año 13, N° 209, marzo 2017, ISSN 1870-1698.
- Prociv P., Croese J. (1996). Human enteric infection with *Ancylostoma caninum*: Hookworms reappraised in the light of a 'new' zoonosis *Acta Tropica*, 62 (1), pp. 23-44.
- Prough L. R., Stoner, C. J., Epps, C. W., Bean, W. T., Ripple, W. J., Laliberte, A. S., Brashares, J. S. (2009). The rise of the mesopredator. *Bioscience*, 59: 779- 791.
- Pumarola, A. y Rodríguez Torres, A. (s.f.). *Microbiología y parasitología médica* 2 ed. Madrid, E. Salvat editores, S. A. VII, 881 p.
- Quiroz, H. (1986). *Parasitología y Enfermedades Parasitarias de Animales Domésticos*. Mexico: Limusa.
- Quiroz, H. (1999). *Parasitología y Enfermedades Parasitarias de Animales Domésticos*. Mexico: Limusa.
- Rabinowitz, P. K. (2013). Toward proof of concept of a one health approach to disease prediction and control. *Emerg Infect Dis*, 19, e 130265.
- Radomski, AA (1989). Relaciones huésped-parásito de helmintos en una población de coyotes del sur de Texas con referencia particular al

- anquilostoma del perro. Tesis de Maestría, Texas Tech University, Lubbock, Texas, EEUU.
- Ramírez, J. y León, L. (2015). Distribución del coyote (*Canis latrans*) en el continente americano. *Biocenosis* • Vol. 29(1-2) 2015.
- Rawlings, C.; Calvert, C. (1997). Verminosis cardiaca. En: ETTINGER, S J., E. C. FELDMAN. 1997. Tratado de Medicina Interna Veterinaria. 4a ed., Inter-Médica, Buenos Aires. Argentina.
- Reperant, L.A., Hegglin, D., Fischer, C., Kohler, L., Weber, J.M., Deplazes, P. (2007). Influence of urbanization on the epidemiology of intestinal helminths of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Geneva, Switzerland. *Parasitology Research*, 101(3): 605–611.
- Ricardo, R. R. (1993). Determinación de la prevalencia y distribución de parásitos gastrointestinales de perros con dueño en la ciudad de Magdalena, Jalisco. repositorio.cucba.udg.mx consultado: 15/9/22
- Richard, A. (2001). *Tratado de Neumología*. Elsevier, España. p. 23.5. ISBN 8481745278.
- Riley, S.P.D., R.M. Sauvajot, T.K. Fuller, E.C. York, D.A. Kamradt, C. Bromley & R.K. Wayne. (2003). Effects of urbanization and habitat fragmentation on bobcats and coyotes in Southern California. *Conservat. Biol.* 17: 566-576.
- Risher, W., Crocker, E., Blalock, J., Ochsner, J., Beckman, E. (1989). *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, Volumen 97 Numero 2, pág. 303-308.

- Rodden, M., Siminski, P., Waddell, W., Quick, M. (2012). Manual para cuidado de grandes cánidos (Canidae). Asociación de Zoológicos y Acuarios, Silver Spring, MD. p. 169.
- Roddie G, Stafford P, Holland C, Wolfe A. (2008). Contamination of dog hair with eggs of *Toxocara canis*. *Vet Parasitol.* 2008; 152 (1-2): 85-93.
- Rodríguez-Ortiz, B., L. García-Prieto y G. Pérez-Ponce de León. (2004). Checklist of the helminth parasites of vertebrates in Costa Rica. *Rev. Biol.Trop.* 52 (Supl.1): 1-41.
- Roemer, G.W., Gompper, M.E., Van Valkenburgh, B. (2009). The Ecological Role of the Mammalian Mesocarnivore. *BioScience*, 59(2): 165–173.
- Rosa, A.; Ribicich, G.; Pérez, T.; Betti A.; Basso, N.; Sigal, G.; Volpin, C.; Hallu, R. (2000). *Dirofilariosis canina. Tratamiento con melarsomina.* *Rev. Med. Vet. Ag.* 81: 368,371-372.
- Rozsa L., Reiczigel J., Majoros G. (2000). Quantifying parasites in samples of hosts. *J. Parasito*, 86 228-232 Riley, S.P.D., R.M.
- Sacks, B. N. & Caswell-Chen, E. P. (2003). Reconstructing the spread of *Dirofilaria immitis* in California Coyotes. *Journal of Parasitology*, 89: 319-323.
- Saco, B. (1998). Aumento de la prevalencia del gusano del corazón canino en coyotes de California. *J Wildl Dis* (1998) 34 (2): 386–389.
- Šálek, M., Drahníková, L., Tkadlec, E. (2015). Changes in home range sizes and population densities of carnivore species along the natural to urban habitat gradient. *Mammal Review*, 45(1): 1–14.

- Sánchez, A., Contreras, A., Corrales, J., Fe, Ch. (2022). En el principio fue la zoonosis: One Health para combatir esta y futuras pandemias. Informe SESPAS 2022. Elsevier Public Health Emergency Collection, 36: S61–S67.
- Sánchez, J. y Salazar, J. (2021). Caso Clínico: Larva Migrans Cutánea. *Práctica Familiar Rural*. 2021 marzo; 6(1).
- Sánchez K.; Calvo, P.; Mutis, C. (2011). *Dirofilaria immitis*: una zoonosis presente en el mundo. Bogotá. Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. (52) 57-68.
- Sangster, C., Bergeson, D., Lutze-Wallace, C., Crichton, V., & Wobeser, G. (2007). Feasibility of using coyotes (*Canis latrans*) as sentinels for bovine mycobacteriosis (*Mycobacterium bovis*) infection in wild cervids in and around Riding Mountain National Park, Manitoba, Canada. *Journal of wildlife diseases*, 43(3), 432–438.
- Savioli L, Bundy D, Tomkins A. (1992). Intestinal parasitic infections: a soluble public health problem. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 1992;86(4):353-354.
- Schmith HV. (1998). Detection of parasites in the environment. *Parasitology* 117, 113– 141.
- Schulz, S. y Kroeger, A. (1992). Soil contamination with *Ascaris lumbricoides* eggs as an indicator of environmental hygiene in urban areas of north/east Brazil. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 95, 95– 103.
- Scott Weese, J., Peregrine, A., Andeson, M. & Fulford, M. (2011). Parasitic Diseases. En: J. Scott Weese & M. Fulford, edits. *Companion Animal Zoonoses*. s.l. Blackwell Publishing Ltd., pp. 36-37.

- Selby, L.; Corwin, R.; Hayes, H. (1980). Risk Factors Associated with Canine Heartworm Infection. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 176: 33-35.
- Selva, M. (2019). Aparato reproductor del perro, componentes en hembra y macho. <https://animalesbiologia.com/perros/anatomia-canina/aparato-reproductor-del-perro-componentes-en-macho-y-hembra>. Revisado: 24 de noviembre de 2022.
- Shea, K., Chesson, P. (2002) Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 17: 170–176.
- Servín, J. y E. Chacón. (2005). Coyote. In *Los mamíferos silvestres de México*, G. Ceballos y G. Oliva (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 349–350.
- Sillero-Zubiri, C. (2009). «Family Canidae (Dogs)». in: *Wilson, D. E. & Mittermeier, R. A. eds (2009). Handbook of the Mammals of the World (en inglés). Vol I. Carnivores. Barcelona: Lynx edicions. p. 415.*
- Smith, H.M., Dekaminsky, R. Nwass, Soto, R. Jolly P. (2001). Prevalence and intensity of infections of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris* sp. And associates Socio-demographic variables in four rural Honduras Communities Men inst Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Pag 303-14.
- Soriano, SV; Barbieri, LM; Pierangeli, NB (2001) Intestinal parasites and the environment: frequency of intestinal parasites in children of Neuquén, Patagonia, Argentina. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 43, 96– 101.

- Sosa-Escalante, X., Hernández, S., Segovia, A. y Sánchez, V. (1997). First record of the coyote, *Canis latrans* (Carnivora: *Canidae*) in the Yucatán Peninsula, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 42:494-495.
- Soulsby, E.J.L. (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. 7ed. Trad. A Martínez; F Vásquez. México, Interamericana. 823 p.
- Springer, M. T., Carver, A. D., Nielsen, C. K., Correa, N. J., Ashmore, J. R., Lee, J. G. (2012). Relative abundance of mammalian species in a central Panamanian rainforest. *Revista Latinoamericana de Conservación| Latin American Journal of Conservation*, 3(1). 22-23.
- Springer, M., Schicht, S., Pantchev, N., Strube, C. (2018). Seroprevalence and current infections of canine vector-borne disease in Nicaragua. *Parasit Vectors*. 11:585 In: <http://doi.org/10.1186/s13071-018-3173-1>
- Springer A, Montenegro VM, Schicht S, Vrohvec MG, Pantchev N, Balzer J. et al. (2019). Seroprevalence and Current Infections of Canine Vector-Borne Diseases in Costa Rica. *Front Vet Sci*. 6:164. [Frontiersin.org In: doi 10.3389/fvets.2019.00164](https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00164)
- Strube, C., Heuer, L., Janecek, E. (2013). *Toxocara* spp. infections in paratenic hosts. *Veterinary Parasitology*, 193(4): 375–389.
- Sugden, S., Sanderson, D., Ford, K. (2020). Un microbioma alterado en coyotes urbanos media en las relaciones entre la dieta antropogénica y la mala salud. *Informe científico* 10, 22207.

- Taylor LH, Latham SM, Woolhouse ME. (2001). Risk factors for human disease emergence *Philos Trans R Soc B Biol Sci.*2001; 356: 983-989.
- Theis, J., Volton, V., Storm, D. (1978). Óvulos de helmintos en suelo y lodos de doce áreas urbanas de EE. UU. *J. Contaminación del agua. Control Federal* 50: 2485-2493.
- Thompson, R. (2013). Parasite zoonoses and wildlife: One health, spillover and human activity. *Int. J. Parasitol*, 2013. 11: 43 (12): 1079-1088.
- Thompson, R., Kutz, S.J., Smith, A. (2009). Parasite zoonoses and wildlife: Emerging issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(2): 678– 693.
- Thompson, R., Lymbery, A.J., Smith, A. (2010). Parasites, emerging disease and wildlife conservation. *International Journal for Parasitology*, 40(10): 1163– 1170.
- Toledo Fernández, M. (2004). Estudio descriptivo de patologías y lesiones orales en pacientes caninos domésticos. Tesis de pregrado. Universidad de Chile.
- Torres, J., Miquel, J., Casanova, J.C., Ribas, A., Feliu, C., Morand, S. (2006). Endoparasite species richness of Iberian carnivores: influences of host density and range distribution. *Biodiversity and Conservation*, 15(14): 4619– 4632.
- Torres, Y.; Pérez, F.; Pérez, J. (2017). Larva migrans cutánea. *NetMD* 20 Julio 2017.
- Torres P, Otth L, Montefusco A, Wilson G, Ramirez C & Acuña M. (1997). Infection by intestinal protozoa and Helminths in schoolchildren

- from riverside sectors, with different fecal contamination levels Valdivia River, Chile. *Boletín Chileno de Parasitología* 52, 3– 11.
- Trout, J.M., M. Santín & R. Fayer. (2006). Giardia and Cryptosporidium species and genotypes in coyotes (Canis latrans). *J. Zoo Wildl. Med.* 37: 141-144.
- Uribarren, T. (2015). "Larva Migrans Visceral". Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Urquhart, G., Armour, J.; Duncan, J.; Dunn, A.; Jennings, F. (2001). *Parasitología Veterinaria*. Editorial Acribia, Zaragoza. España.
- Valadez, R.; Blanco, A.; Rodríguez, B. (2008). El Coyote (Canis latrans) dentro del universe mesoamericano. *Revista de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios especialistas en pequeñas especies* 19(1), 2008.
- Van Valkenburgh, B. (2007). Déjà vu: The evolution of feeding morphologies in the Carnivora. *Integrative and Comparative Biology*, 47(1): 147–163.
- Vaughan, C. (1983). Coyote Range Expansion in Costa Rica and Panamá. *Brenesia* 21: 2732.
- Vidaña, L.; Piñero, E., Pons, D. (2016). Obtención, procesado y almacenaje de muestras de suero sanguíneo. CIBERES – Plataforma Biobanco Pulmonar. Pág. 3
- Villanueva, A., Cortés, B.; Cardona, M.; García, S.; Rodas, A.; Soria, V.; Morán, K. (2011). Larva migrans cutánea. Comunicación de tres casos. *Rev Cent Dermatol Pascua* • Vol. 20, Núm. 3 • Sep-Dic 2011.

- Weissenbacher, M, Salvatella R, Hortal, M. (1998). El desafío de las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev Med Urug* 1998; 14: 34-48.
- Wijers, D. J. B. ; Smit, A. M. (1966). Early symptoms after experimental infection of man with *Ancylostoma braziliense* var. *ceylanicum*. *Journal Tropical and Geographical Medicine* 1966 Vol.18 No.1 pp.48-52.
- Wixsom, M; Green, S.; Corwin, R. (1991). *Dirofilaria immitis* in Coyotes and Foxes in Missouri. *J Wildl Dis* (1991) 27 (1): 166–169.
- Wong MS & Bundy DA. (1990). Quantitative assessment of contamination of soil by the eggs of *Ascaris lumbricoides* and *Trichuris trichiura*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 84, 567– 570.
- Zinsstag J, S. E.-T. (2011). from “one medicine” to “one health” and systematic approaches to health and wellbeing. *Prev.Vet.Med*, 101, 148-56.
- Zunino, M., MV De Francesco, J. Kuruc, N. Schweigmann, M. Wisnivesky-Colli Y Jensen, O. (2000). Contaminacion por helmintos en espacios públicos de la provincia de Chubut, Argentina. *Bol. Chil. parásito.* 55: 78-83

ANEXOS**Anexo 1****INFORME DE NECROPSIA**

Caso N° 1

Fecha de Ingreso: 30 marzo 2022

Fecha de Necropsia: 30 marzo 2022

Prosector: Dra. Kathia Guerra

I.- ANTECEDENTES GENERALES

Entregado por: Eric Mojica y Evelio Concepción

Recibido por: Bernardo Peña, Ministerio de Ambiente, Regional de Veraguas

Localidad de Origen: Potuga, Santa María, Herrera

Coordenadas: 8°04'47''N 80°36'34''W

Especie: *Canis latrans*

Sexo: Hembra

Edad: Juvenil

Condición Corporal: Buena

Medidas morfométricas: longitud corporal: 94 cm, longitud de la cola: 34 cm,

altura: 64 cm, cráneo: 24 cm

Anamnesis: Atropello

Condición post mortem: Cadáver fresco.

II.- EXAMEN MACROSCÓPICO**Piel y anexos:** Con heridas**Mucosas y subcutáneo:** Lengua y mucosa ocular de color rojo oscuro (hiperémica)**Linfonódulos:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Musculatura esquelética:** hemorragia y traumas**Articulaciones y esqueleto:** fractura abierta y conminuta en tibia derecha, radio y húmero derechos**Cabeza:** fracturas en cráneo, maxilar superior e inferior**Cavidad pleural:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Esófago:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Tráquea y bronquios:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Pulmones:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Corazón:** Presencia de filarias en aurícula derecha**Cavidad peritoneal:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Bazo:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Hígado:** Sin lesiones visibles macroscópicamente**Estómago:** abundante contenido alimenticio (ratones y materia vegetal)**Páncreas:** Sin lesiones visibles macroscópicamente

Intestino delgado: Sin lesiones visibles macroscópicamente

Intestino grueso: Sin lesiones visibles macroscópicamente

Aparato urinario: Sin lesiones visibles macroscópicamente

Aparato genital: Sin lesiones visibles macroscópicamente, no había tenido crías.

III.- DIAGNÓSTICO

Traumatismo y hemorragia craneal.

V.- OBSERVACIONES

No se tomaron muestras para histopatología.



Kathia A. Guerra M.
Médico Veterinario
Reg.933 Folio.470