



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

**COMPARACIÓN DE DIFERENTES TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO
DE *DIROFILARIA IMMITIS* EN CANINOS DE MÉXICO**

COMPARISON OF DIFFERENT DIAGNOSTIC TECHNIQUES FOR *DIROFILARIA
IMMITIS* IN CANINES FROM MEXICO

Carla Mariana Loera Rubio

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Nora Rosalia Flores Huitrón

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Juan Pablo Martínez Labat

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Felipe Francisco Rodríguez Herrejón

Grupo Impotrade, Zapopan Jalisco México

Carlos Renato Camacho Coronado

Grupo Impotrade, Zapopan Jalisco México

Gabriel Eduardo Acevedo Jiménez

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Omar Escobar Chavarría

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Vianey Ramírez Andoney

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Alejandro Vargas Ruíz

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Flamand Marín Ernesto

Universidad Nacional Autónoma de México – México

María Eugenia Aranda Barradas

Universidad Nacional Autónoma de México – México

Marcela Autran Martínez

Universidad Nacional Autónoma de México - México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15113

Comparación de diferentes técnicas de diagnóstico de *Dirofilaria immitis* en caninos de México

Carla Mariana Loera Rubio¹mrubio98@gmail.com<https://orcid.org/0009-0001-7714-5684>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Inmunología Veterinaria
México**Juan Pablo Martínez Labat**pablomartinez@cuautitlan.unam.mx<https://orcid.org/0009-0007-6462-6183>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Parasitología Veterinaria
México**Carlos Renato Camacho Coronado**ccamacho@impotrade.com.mx<https://orcid.org/0009-0009-2187-1984>Grupo Impotrade, Zapopan Jalisco México
Laboratorios BioNOTE**Omar Escobar Chavarría**omarescobar02.oe@gmail.com<https://orcid.org/0000-0003-4347-5092>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Parasitología Veterinaria
México**Alejandro Vargas Ruíz**patologiavargas30@gmail.com<https://orcid.org/0000-0001-7213-4604>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
UIM, Laboratorio de Patología Molecular
Veterinaria
México**María Eugenia Aranda Barradas**mariaeugeniaarandab@comunidad.unam.mx<https://orcid.org/0000-0001-5182-5684>Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,
Laboratorio de Biotecnología 4, Edificio Posgrado,
Campo1,
México**Nora Rosalia Flores Huitrón**nora_huitron@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0001-7755-9684>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Salud pública y Bienestar Animal
México**Felipe Francisco Rodríguez Herrejón**frogriguez@impotrade.com.mx<https://orcid.org/0009-0004-5168-397X>Grupo Impotrade, Zapopan Jalisco México
Laboratorios BioNOTE**Gabriel Eduardo Acevedo Jiménez**geaj@cuautitlan.unam.mx<https://orcid.org/0000-0002-2026-9918>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Inmunología veterinaria
México**Vianey Ramírez Andoney**vianny102@hotmail.com<https://orcid.org/0000-0002-6391-0699>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
México**Flamand Marín Ernesto**marflamvz@comunidad.unam.mx<https://orcid.org/0000-0003-1475-8982>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
UIM
Laboratorio de PatologíaMolecular Veterinaria
México**Marcela Autran Martínez**marcelaaautranmartinez@cuautitlan.unam.mx<https://orcid.org/0000-0002-7001-7970>Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Inmunología Veterinaria
México¹ Autor PrincipalCorrespondencia: mrubio98@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio comparativo de algunas pruebas diagnósticas disponibles y establecer la prevalencia de infección en caninos por *Dirofilaria immitis* en relación con el número de pacientes muestreados en tres ubicaciones geográficas: 50 caninos en Ciudad del Carmen Campeche; (prevalencia=32%), 50 caninos en Yauhtepec, Morelos (prevalencia=2%); y 50 caninos en la Zona Metropolitana del Valle de México (prevalencia=0%). Con 5 diferentes técnicas diagnósticas se emplearon distintas herramientas estadísticas para obtener valores cualitativos y cuantitativos de importancia para esta investigación. Paralelamente, se calculó y comparó la sensibilidad (S) y especificidad (E) de las técnicas de examen en fresco (S=50%, E=97%), gota gruesa (S=52.9%, E=98.5%), Knott modificada (S=70.6%, E=98.5%), VCheck CHW Ag (S=100%, E=100%) y Anigen Rapid CHW Ag 2.0 (S=100%, E=100%) para el diagnóstico de esta parasitosis. Se resalta la amplia diferencia de pacientes positivos a *D. immitis* en Campeche con respecto a otras 2 ubicaciones. Para establecer un estudio seroepidemiológico global de Dirofilariosis en México, se debe considerar una muestra de población canina más amplia en diferentes regiones geográficas del país. Se estableció la prevalencia de dirofilariosis. Se comparó la sensibilidad y especificidad de las técnicas de diagnóstico utilizadas señalando a las pruebas VCheck CHW Ag y Anigen Rapid CHW Ag 2.0 como opciones con 100% de sensibilidad y especificidad, por lo que la recomendación emitida es implementar y priorizar el uso de estas técnicas para un diagnóstico certero de dirofilariosis en caninos.

Palabras clave: dirofilaria immitis, caninos, técnica de knott, pruebas en punto de atención, gota gruesa

Artículo recibido 02 noviembre 2024

Aceptado para publicación: 28 noviembre 2024

Comparison of Different Diagnostic Techniques for *Dirofilaria immitis* in Canines from Mexico

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out a comparative study of some available diagnostic tests and establish the prevalence of *Dirofilaria immitis* infection in canines in relation to the number of patients sampled in three geographical locations: 50 canines in Ciudad del Carmen Campeche; (prevalence=32%), 50 canines in Yauhtepec, Morelos (prevalence=2%); and 50 canines in the metropolitan Area of the Valley of Mexico (prevalence=0%). With 5 different diagnostic techniques, different statistical tools were used to obtain qualitative and quantitative values of importance for this research. In parallel, the sensitivity (S) and specificity (E) of the fresh examination techniques (S=50%, E=97%), thick smear (S=52.9%, E=98.5%), Knott modified (S=70.6%, E=98.5%), VCheck CHW Ag (S=100%, E=100%) and Anigen Rapid CHW Ag 2.0 (S=100%, E=100%) for the diagnosis of this parasitosis. The wide difference in patients positive for *D. immitis* in Campeche compared to other 2 locations is highlighted. To establish a global seroepidemiological study of Dirofilariasis in Mexico, a larger canine population sample in different geographic regions of the country must be considered. The prevalence of heartworms was developed. The sensitivity and specificity of the diagnostic techniques used were compared, pointing to the Vcheck CHW Ag and Anigen Rapid CHW Ag 2.0 tests as options with 100% sensitivity and specificity, so the recommendation issued is to implement and prioritize the use of these techniques for an accurate diagnosis of heartworm disease in canines.

Keywords: dirofilaria immitis, canines, knott's technique, point-of-care tests, thick smear

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades caninas transmitidas por vectores, entre ellas *Dirofilariosis*, se han convertido en una gran preocupación para la salud pública canina y humana. En las últimas décadas, el surgimiento y resurgimiento mundial de muchas enfermedades vectoriales han sido documentadas a nivel mundial (Harrus S, 2005; Fritz CL, 2009; Nicholson WL, 2010). Algunos autores (Granda & Rivas, 2021; Movilla R, 2016) mencionan que esta enfermedad tiene una distribución mundial con mayor prevalencia en zonas cálidas y húmedas las cuales favorecen el desarrollo de los vectores que la transmiten (moscos de los géneros *Aedes*, *Culex* y *Anopheles*). Los caninos pueden infectarse de forma subclínica y actuar como reservorio de patógenos zoonóticos.

La presentación de esta enfermedad se condiciona por los factores que favorecen el desarrollo biológico del parásito. Es por esto, que los perros cuyas vidas tienen lugar fuera de un hogar y que no tienen acceso a programas de desparasitación constante, tienen un riesgo de cuatro a cinco veces mayor de contraer *dirofilariasis* (Labarthe N, 2009). En este estudio, se buscó enriquecer los datos epidemiológicos de prevalencia de la *dirofilariosis* canina en tres distintas zonas de México, para constatar o contrastar la información existente sobre la distribución de la *dirofilariosis* canina en el territorio mexicano comparando las pruebas de diagnóstico disponibles actualmente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Declaración ética

Este estudio fue aprobado por el **SICUAE-DC-2021/16-2 UNAM**, FES Cuautitlán, siguiendo las especificaciones de la NOM-062-ZOO-1999. Se brindaron a los tutores las directrices sobre bienestar animal y una infografía enfocada a explicar las generalidades sobre *dirofilariasis*, así como un consentimiento informado.

Obtención y procesamiento de muestras

La experimentación se realizó en tres ubicaciones: Ciudad del Carmen (Campeche), Yautepec (Morelos) y Zona Metropolitana del Valle de México. Se obtuvieron 150 muestras de sangre completa en tubos con EDTA BD®, a partir de caninos enfermos y clínicamente sanos, mayores a 1 año de edad mediante venopunción cefálica, 95 hembras y 55 machos.

Examen en fresco

Se tomaron 100 μ L de sangre completa y se colocó una gota sobre un portaobjetos para posteriormente cubrirse con un cubreobjetos y se observó bajo microscopio óptico en busca de microfilarias vivas (Rodríguez R, 2015).

Técnica de gota gruesa

Se tomaron 200 μ L de sangre completa y se colocaron en la zona central de un portaobjetos, y utilizando un portaobjetos auxiliar limpio, la gota fue distribuida con 3 movimientos formando un cuadro de entre 1 y 1.5 cm (en forma de “Z” cerrada). Esto se llevó a cabo con movimientos suaves, tratando de mantener un espesor uniforme, para después dejarla secar. Una vez secas las muestras, las laminillas fueron sumergidas en una dilución 1:10 de colorante GIEMSA durante 20-25 minutos para posteriormente ser enjuagadas con agua destilada y dejarlas secar a temperatura ambiente.

Técnica de Knott modificada

Se obtuvo 1 mL de sangre completa y posteriormente se colocó en un tubo con capacidad de 10 mL, al cual se le agregaron 9 mL de formol al 2%. Posteriormente se homogeneizó suavemente y el tubo fue centrifugado a 1500 rpm durante 7 minutos. Después, con una pipeta se tomó una muestra del sedimento y se colocó en un portaobjetos junto con una gota de azul de metileno. Esta preparación fue cubierta con un cubreobjetos. A continuación, se llevó a cabo la debida identificación de la muestra para finalmente ser observada al microscopio óptico en busca de microfilarias (Granda, C.& Rivas, 2021).

VChek CHW Ag (BioNOTE)

Esta prueba que detecta antígenos de gusanos adultos hembras y machos se aplicó a los caninos evaluados en el presente estudio.

Anigen Rapid CHW Ag 2.0 (BioNOTE):

Esta prueba que se tipifica como “ensayo de inmunocromatografía”, tiene la capacidad de detectar antígenos pertenecientes a adultos hembra y macho de *D. immitis*. No se realizó la prueba Anigen Rapid CHW Ag 2.0 en Ciudad del Carmen, dado que se presentó oportunidad de adicionar posteriormente esta prueba al protocolo de investigación. El procedimiento fue realizado según las instrucciones del fabricante.

Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos, se realizó un diseño experimental usando distintas herramientas estadísticas para obtener valores cualitativos y cuantitativos de importancia para esta investigación. a) Determinación de prevalencia de dirofilariasis con cada técnica de diagnóstico (con relación en el número de pacientes muestreados, b) Determinación de sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo y negativo de las diferentes técnicas de diagnóstico aplicadas, estos índices fueron determinados a partir de la elaboración de cuadros de contingencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

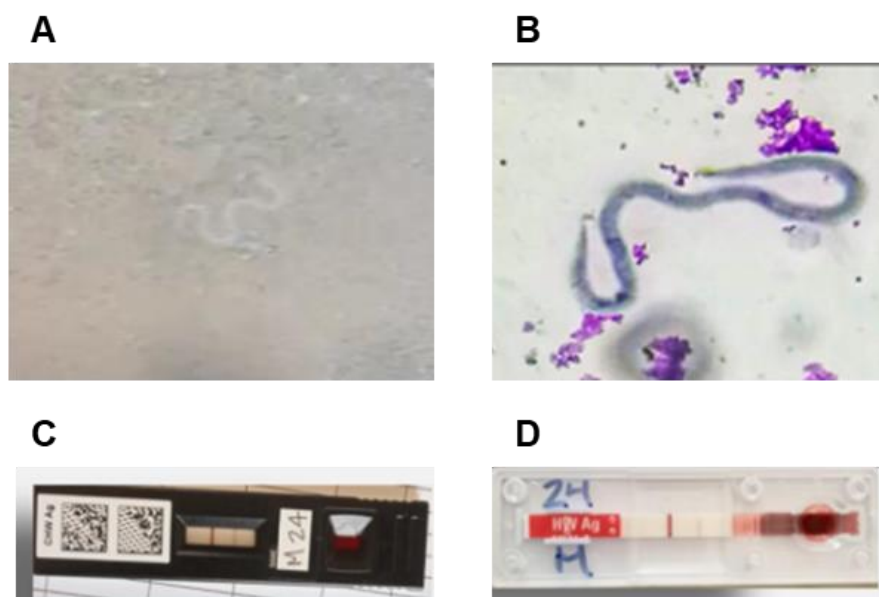
Se resalta la amplia diferencia de pacientes positivos a *D. immitis* que se diagnosticó en Ciudad del Carmen, con respecto a las otras 2 ubicaciones, estos resultados muestran la relación con las pruebas de diagnóstico que les fueron aplicadas, donde se enfatiza la mayor cantidad de pacientes positivos en Campeche respecto a la ZMVM (**Cuadro 1**). En la **Figura 1**, se observan diferentes imágenes representativas de microfilarias de *Dirofilaria immitis* obtenidas de las pruebas de examen en fresco, gota gruesa y Knott modificada, así como de los resultados obtenidos en las pruebas VCheck CHW Ag.

Tabla 1. Resumen de resultados obtenidos en las tres ubicaciones de muestreo

Lugar de muestreo	Total de caninos muestreados	Pacientes positivos/negativos a <i>D. immitis</i> .				
		Examen en fresco	Gota gruesa	Técnica de Knott modificada	VCheck CHW Ag	Anigen Rapid CHW Ag 2.0
Ciudad del Carmen, Campeche.	50	9/41	9/41	11/39	16/14	-
Yautepec, Morelos.	50	0/50	0/50	1/49	1/49	1/49
Zona Metropolitana del Valle de México.	50	0/50	0/50	0/50	0/50	0/50
Total de muestras procesadas.	150	150	150	150	130	100

Total de diagnósticos positivos a <i>D. immitis</i>.	-	9	9	12	17	1
de diagnósticos positivos a <i>D. immitis</i>.	-	6%	6%	8%	14.7%	1%

Figura 1. Imágenes representativas para cada prueba reportada



A) Examen en fresco; aumento total: 100X; donde se aprecia una microfilaria de *Dirofilaria immitis*. B) Técnica de gota gruesa; aumento total: 400X; C) Blister de prueba VCheck CHW con resultado positivo; D) Blister de prueba Anigen Rapid CHW Ag 2.0 con resultado positivo.

Tabla 2. Determinación de sensibilidad y especificidad de las pruebas aplicadas en las tres ubicaciones

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPP (%)	VPN (%)
Examen en fresco	50	97	69.2	93.4
Gota gruesa	52.9	98.5	81.8	94.2
Técnica de Knott 0.6 modificada		97.7	80	96.3
VCheck CHW Ag	100	100	100	100
Anigen Rapid CHW Ag 2.0	100	100	100	100

Resultados obtenidos en Ciudad del Carmen, Campeche

Del 10 al 23 de octubre del 2021, se muestrearon 50 caninos que radican en esta ciudad. El muestreo se aplicó a pacientes que acudían a la Clínica Veterinaria Vet Golf, que cubrían criterios específicos. Una vez obtenidas las muestras, se realizaron los procedimientos de diagnóstico previamente descritos. En la técnica de gota gruesa se realizó diferenciación morfológica de las microfilarias observadas.

Los resultados obtenidos (Datos no mostrados), se reportan: en relación con el número de pacientes muestreados, calculando la prevalencia de dirofilariosis, tomando en cuenta las **16 muestras** que indicaron un resultado positivo a este padecimiento infeccioso en una o más de las 4 pruebas de diagnóstico realizadas, el resultado de la prevalencia de dirofilariosis en el muestreo realizado en Ciudad del Carmen, Campeche fue de **32%**.

También se calculó la prevalencia de la enfermedad en relación con el número de pacientes muestreados, determinada por los resultados positivos a *D. immitis* en cada una de las 4 pruebas realizadas individualmente. Los resultados obtenidos se muestran en el **Cuadro 3**.

Tabla 3. Cuadro de prevalencia de dirofilariosis por *D. immitis* en Ciudad del Carmen, Campeche

Prueba de Diagnóstico	Muestras positivas/totales	Porcentaje prevalencia
Examen en fresco	9/50	18 %
Gota gruesa	9/50	18 %
Knott	11/50	22 %
VCheck CHW Ag	16/30	56 %

Resultados obtenidos en Yauhtepec, Morelos

Del 13 al 17 de junio de 2022, se muestrearon 50 caninos que radican en este municipio. El muestreo se aplicó a pacientes beneficiarios de campañas itinerantes de vacunación antirrábica llevadas a cabo por el Centro de Control Canino Yauhtepec, el cual es administrado por el gobierno municipal de la entidad. También se realizaron visitas en las colonias de la entidad, donde se solicitó permiso para ingresar a las viviendas a realizar el muestreo correspondiente. En relación con el número de pacientes muestreados se calculó la prevalencia de dirofilariosis, tomando en cuenta la única muestra que indicó un resultado

positivo a este padecimiento infeccioso en una o más de las 5 pruebas de diagnóstico realizadas. El resultado calculado fue de 2%.

Cuadro 4. Cuadro de prevalencia de dirofilariosis por *D. immitis* en Yautepec, Morelos

Prueba de Diagnóstico	Muestras	
	positivas/totales	Porcentaje prevalencia
Examen en fresco	0/0	0 %
Gota gruesa	0	0 %
Knott	1/50	2 %
VCheck CHW Ag	1/50	2 %
Anigen Rapid CHW Ag 2.0	1/50	2 %

Resultados obtenidos en Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

Del 19 de marzo al 6 de diciembre de 2022, se muestrearon caninos que radican en diferentes alcaldías en la Ciudad de México y en el Estado de México. El resultado de cada una de las pruebas realizadas en esta región fue negativo. Con estos resultados, y en relación al número de pacientes muestreados se calculó la prevalencia de dirofilariosis canina en la ZMVM, considerando un resultado positivo a una o más de las 5 pruebas de diagnóstico realizadas. El resultado obtenido fue del 0%, por lo que fue imposible la determinación de sensibilidad y especificidad de las pruebas aplicadas en esta entidad.

El primer punto importante por abordar es la comparación de efectividad de las pruebas de diagnóstico utilizadas en este trabajo a través de la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo calculados para cada una de las pruebas mencionadas.

Las pruebas comerciales VCheck CHW Ag y Anigen Rapid CHW Ag 2.0, indicaron sin margen de error a todos los verdaderos positivos y verdaderos negativos a infección por *D. immitis* en la población muestreada, por consecuencia, el cálculo de la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo y el porcentaje de prevalencia de ambas pruebas fue del 100%, estas detectan antígenos de gusano adulto hembra y macho de *D. immitis*, a diferencia de pruebas similares disponibles en el mercado que únicamente detectan antígenos de fases hembras adultas. Es importante tomar en

cuenta que el costo económico de ambas pruebas es más elevado que el de las demás, especialmente la prueba VCheck CHW Ag, ya que para realizarla se requiere contar con el equipo VCheck V200.

Por el contrario, la prueba con menor sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivo y negativo más bajos es la prueba de examen en fresco. La sensibilidad de esta prueba es tan sólo de la mitad que la de VCheck CHW Ag y Anigen Rapid CHW Ag 2.0, por lo que es la prueba menos recomendada para el diagnóstico certero de dirofilariosis canina en la práctica clínica. Una prueba que tiene un costo económico accesible que se puede realizar si se cuenta con un microscopio y una centrífuga, es la técnica de Knott modificada, la cual demostró tener una sensibilidad del 70.6%, es decir 17.7% y 20.6% superior que la reportada en las pruebas de gota gruesa y examen en fresco, respectivamente; las cuáles también llevan como fundamento la observación a microscopio. Es por esta razón, que, si se cuenta con estos elementos ya mencionados en la clínica, la técnica de Knott modificada es la mejor para realizar un diagnóstico más certero. Incluso se puede tomar en cuenta hacer el estudio por duplicado o triplicado para incrementar la posibilidad de identificar microfilarias. En este estudio, la prevalencia de dirofilariosis canina fue del 32%. En 2016, Movilla realizó un estudio de seroprevalencia de distintos hemoparásitos en todas las regiones que conforman a la República Mexicana, reportando una seroprevalencia general de 7.86% (Movilla R, 2016).

La comparación entre el presente trabajo y el de Movilla entre 2016- 2021, arrojó diferencias que sugieren un incremento en la transmisión de *D. immitis*, quizá por algún factor medioambiental, ya que la mayoría de los caninos muestreados contaban con un esquema sólido de desparasitación interna y un estilo de vida de poca exposición a factores de riesgo de infección. De igual forma, debe considerarse que el tamaño y región geográfica de la población muestreada es mayor; además, en ese estudio sólo se utilizó un método de diagnóstico: SNAP 4DX (IDEXX), detectando únicamente antígenos de hembras adultas de *D. immitis* (Movilla R, 2016; Cafarelli C, 2019), mientras que, en el presente trabajo, se aplicaron cuatro diferentes técnicas de diagnóstico. De cualquier manera, cabe señalar que esta región del país debe permanecer en constante vigilancia por este y otros hemoparásitos de transmisión vectorial que afectan a animales y humanos.

Siguiendo el mismo estudio, Movilla agrupa al estado de Morelos, Ciudad de México y Estado de México dentro de una misma región de estudio identificada como “Sur-centro”. En esta, se encuentran

geográficamente la ZMVM y Yautepéc (Morelos). En esta región se muestrearon 86 aninos, cuya seroprevalencia fue de 2.32% mientras que, en el presente estudio, en Yautepéc la prevalencia encontrada fue del 2% y en la ZMVM fue del 0%.

Yautepéc, Morelos cuyo clima es “semicálido- subhúmedo”, posee una temperatura promedio de 22.7°C, su altura es de 1210 metros sobre el nivel del mar. Por su parte, la ZMVM cuenta con un clima “templado” cuya temperatura oscila entre los 13 y 17°C, su altura sobre el nivel del mar es de 2240 metros. A pesar de las bajas prevalencias reportadas, por medio de este trabajo se destaca la importancia de mantener una vigilancia epidemiológica en estas regiones incrementando el número de pacientes, ya que como menciona (Muñoz, 2003), el ciclo biológico de *D. immitis* puede completarse por arriba de los 12°C, además se demostró en este trabajo que los caninos de estas regiones no cuentan con esquemas completos de desparasitación interna y los parámetros de tenencia responsable se encuentran por debajo de los ideales del Bienestar Animal, particularmente la ZMVM tiene un estatus de cosmopolita en el que el riesgo de transmisión de enfermedades que no se encuentran ahí establecidas es cada vez más latente.

Para finalizar el análisis, se destaca como hallazgo una microfilaria ajena a *D. immitis* en Yautepéc, Morelos, encontrada en un canino adulto con estilo de vida exterior, donde no existió aplicación de medicina preventiva en el último año, presentando pulicosis y ectoparásitos al momento del muestreo. Solo se identificó en esta muestra mediante el examen en fresco una microfilaria, sin embargo, ni en la técnica de Knott modificada ni en la prueba de gota gruesa realizadas se observaron microfilarias, tampoco las pruebas de inmunocromatografía aplicadas a la muestra arrojaron un resultado positivo a *D. immitis*. A través de los criterios morfológicos se identifica como *Dirofilaria repens*. Esta diferencia taxonómica es la razón por la que las pruebas de inmunocromatografía indicaron un resultado negativo, ya que estas pruebas son 100% específicas para el diagnóstico de *D. immitis*.

Aspectos demográficos y predisposición a dirofilariasis en caninos

En base al análisis de resultados de los cuestionarios aplicados a tutores acerca de aspectos intrínsecos y extrínsecos en los caninos, se identifica de amplia relevancia lo siguiente: a) Rango etario: en caninos a mayor edad, mayor probabilidad de padecer esta parasitosis; b) la ubicación geográfica, donde se encontró un mayor número de pacientes positivos a dirofilariasis fue Ciudad del Carmen, Campeche, ahí se pudo identificar que los tutores de caninos que radican aquí cuentan con mucho mayor conocimiento en torno a la dirofilariasis que los tutores de caninos de Yauhtepec (Morelos) y la ZMVM; c) Medicina preventiva: En Campeche, la desparasitación interna es un hábito preventivo que se ejerce con mayor rigurosidad, el 84% de los pacientes muestreados fueron desparasitados internamente entre 1 y 6 meses previos al muestreo, y no hubo ningún paciente que nunca hubiese sido previamente desparasitado.

En Yauhtepec, Morelos, el 34% de los pacientes muestreados nunca había sido desparasitado internamente y sólo el 42% de ellos recibieron dicha profilaxis entre 1 y 6 meses previos al muestreo.

Por otro lado, en la ZMVM, el 12% de los pacientes nunca habían sido desparasitados internamente y del 8% no se tiene información certera ya que no cuentan con un tutor definitivo. Importante es resaltar que sólo el 12% de los pacientes aquí muestreados fueron desparasitados internamente entre 1 y 6 meses antes del muestreo, mientras que para el 38% fueron desparasitados internamente entre 1 y 2 años previos al muestreo.

CONCLUSIONES

Se estableció la prevalencia de dirofilariasis en cada una de las tres ubicaciones planteadas, a través de cinco técnicas de diagnóstico distintas. La prevalencia calculada para Campeche fue de 32%, Morelos fue del 2% y ZMVM fue de 0%. También se determinó y comparó la SE y SP de las distintas técnicas de diagnóstico utilizadas (examen en fresco, gota gruesa, técnica de Knott modificada, VCheck CHW Ag y Anigen Rapid CHW 2.0), los resultados señalan a las pruebas VCheck CHW Ag y Anigen Rapid CHW Ag 2.0 como opciones con 100% de sensibilidad y especificidad, por lo que la recomendación emitida para los veterinarios en el ejercicio clínico profesional es implementar y priorizar el uso de estas técnicas para un diagnóstico certero de dirofilariasis. Por el contrario, el examen en fresco y la prueba de gota gruesa poseen una sensibilidad diagnóstica menor al 55%, a su par el examen en fresco tiene el

menor porcentaje de especificidad en comparación con las otras cuatro pruebas sujetas a comparación, por lo que no se recomienda el uso de estas pruebas como herramientas diagnósticas determinantes. Por su parte, la técnica de Knott modificada, cuenta con una (SE) superior al 70%, por lo que en caso que no se cuente con los insumos necesarios para inmunocromatografía, esta es la técnica más recomendable para el diagnóstico de dirofilariasis bajo observación microscópica.

Disponibilidad de datos

Los datos extensos presentados en este estudio están disponibles por solicitud al autor correspondiente.

Agradecimientos

Todas las muestras fueron obtenidas a partir de la Clínica Veterinaria Vet Golf (MVZ. Fernando Erick Estrada Mier), al Centro de Control Canino Yautepec, administrado por el gobierno municipal de Morelos, Refugio Tonka y Jack, Clínica de Esterilización (CLES), Hospital Veterinario Durango, Jurisdicción Sanitaria Álvaro Obregón y Clínica Veterinaria La Chiripa.

Declaración de financiamiento

Este estudio fue realizado con el apoyo otorgado por el programa de CÁTEDRAS UNAM FES Cuautitlán CI 2275, la empresa IMPOTRADE, Guadalajara y la empresa BioNOTE Korea.

Conflicto de intereses

Ninguno de los autores declara conflicto de interés ante esta publicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almazán C, González-Álvarez VH, de Mera FIG, Cabezas-Cruz A, Rodríguez-Martínez R, De la Fuente J. Molecular identification and characterization of *Anaplasma platys* and *Ehrlichia canis* in dogs in Mexico. *Ticks Tick Borne Dis.* 2016;7:276–83.
2. Beugnet F, Marie JL. Emerging arthropod-borne diseases of companion animals in Europe. *Vet Parasitol.* 2009;163:298–305.
3. Cafarelli C, Russo G, Mathis A, Silaghi C. De novo genome sequencing and comparative stage-specific transcriptomic analysis of *Dirofilaria repens*. *Int J Parasitol.* 2019 Nov;49(12):911-919. doi: 10.1016/j.ijpara.2019.04.008. Epub 2019 Sep 23. PMID: 31557466.
4. Cantó GJ, García MP, García A, Guerrero MJ, Mosqueda J. The prevalence and abundance of helminth parasites in stray dogs from the city of Querétaro in central Mexico. *J Helminthol.*

- 2011;85:263–9.
5. Clima en México, (CONAGUA) Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional, 2015. <http://smn.cna.gob.mx>. Accessed 2 Dec 2015.
 6. Colwell DD, Dantas-Torres F, Otranto D. Vector-borne parasitic zoonoses: emerging scenarios and new perspectives. *Vet Parasitol.* 2011;182:14–21.
 7. Enlace Hispano Americano de Salud. (2012). “Procesamiento de muestras sanguíneas para diagnóstico de malaria”. España.
 8. Fritz CL. Emerging tick-borne diseases. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2009;39:265–78.
 9. Galaviz-Silva L, Pérez-Treviño KC, Molina-Garza Z. Distribution of ixodid ticks on dogs in Nuevo León, Mexico, and their association with *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Exp Appl Acarol.* 2013;61:491–501.
 10. Genchi C, Kramer LH. The prevalence of *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in the Old World. *Vet Parasitol.* 2020 Apr;280:108995. doi: 10.1016/j.vetpar.2019.108995. Epub 2019 Nov 21. PMID: 32155518.
 11. Genchi M, Rinaldi L, Venco L, Cringoli G, Vismarra A, Kramer L. *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in dog and cat: A questionnaire study in Italy. *Vet Parasitol.* 2019 Mar;267:26-31. doi: 10.1016/j.vetpar.2019.01.014. Epub 2019 Feb 13. PMID: 30878081.
 12. Gordillo-Pérez G, Vargas M, Solórzano-Santos F, Rivera A, Polaco OJ, Alvarado L, et al. Demonstration of *Borrelia burgdorferi* sensu stricto infection in ticks from the northeast of Mexico. *Clin Microbiol Infect.* 2009;15:496–8.
 13. Granda, C. & Rivas, M. (2021). Prevalencia de *Dirofilaria immitis* en perros de las ciudadelas Santa Cecilia y Mapasingue de la ciudad de Guayaquil. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil.
 14. Harrus S, Baneth G. Drivers for the emergence and re-emergence of vector-borne protozoal and bacterial diseases. *Int J Parasitol.* 2005;35:1309–18.
 15. Illoldi-Rangel P, Rivaldi CL, Sissel B, Trout R, Gordillo-Pérez G, Rodríguez- Moreno A, et al. Species distribution models and ecological suitability analysis for potential tick vectors of Lyme disease in Mexico. *J Trop Med.* 2012;2012:959101.

16. Labarthe N, Guerrero J. Epidemiology of heartworm: what is happening in South America and Mexico? *Vet Parasitol.* 2005;133:149–56.
17. Laboratorio BioNOTE. (2015). Ficha técnica de prueba Anigen Rapid CHW Ag 2.0.
18. Movilla, R., García C., Roura, X. & Siebert, S. (2016) Countrywide serological evaluation of canine prevalence for *Anaplasma* spp., *Borrelia burgdorferi* (sensu lato), *Dirofilaria immitis* and *Ehrlichia canis* in Mexico. *BioMed Central.* vol 9. Recuperado el 13 de marzo de 2023, de <https://link.springer.com/article/10.1186/s13071-016-1686-z>
19. Nicholson WL, Allen KE, McQuiston JH, Breitschwerdt EB, Little SE. The increasing recognition of rickettsial pathogens in dogs and people. *Trends Parasitol.* 2010;26:205–12.
20. Pat-Nah H, Rodríguez-Vivas RI, Bolio-Gonzalez ME, Villegas-Pérez SL, Reyes-Novelo E. Molecular diagnosis of *Ehrlichia canis* in dogs and ticks *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in Yucatan, Mexico. *J Med Entomol.* 2015;52:101–4.
21. Rodríguez, R. (2015). Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. México: AMPAVE.
22. Salinas-Meléndez JA, Ávalos-Ramírez R, Riojas-Valdez VM, Martínez-Muñoz A. Serological survey of canine borreliosis. *Rev Latin Microb.* 1999;41:1–3.
23. Samano RF, Nájera R, Herrera D, Quiroz H. Frecuencia de *Dirofilaria immitis* en perros de seis ciudades de México. *Vet Mex.* 1996;27:107–9.
24. Shaw SE, Day MJ, Birtles RJ, Breitschwerdt EB. Tick-borne infectious diseases of dogs. *Trends Parasitol.* 2001;17:74–80.
25. Tinoco-Gracia L, Quiroz-Romero H, Quintero-Martinez MT, Renteria-Evangelista TB, Barreras-Serrano A, López-Valencia G, et al. Seroprevalence of *Borrelia burgdorferi* in dogs from Mexico-U.S. border desert region: pilot study. *J Anim Vet Adv.* 2007;6:787–9.
26. Trotz-Williams LA, Trees AJ. Systematic review of the distribution of the major vector-borne parasitic infections in dogs and cats in Europe. *Vet Rec.* 2003 Jan 25;152(4):97-105. doi: 10.1136/vr.152.4.97. PMID: 12572938.
27. Venco L, Manzocchi S, Genchi M, Kramer LH. Heat treatment and false-positive heartworm antigen testing in ex vivo parasites and dogs naturally infected by *Dirofilaria repens* and *Angiostrongylus vasorum*. *Parasit Vectors.* 2017 Nov 9;10(Suppl 2):476. doi: 10.1186/s13071-017-2444-6. PMID: 29143662; PMCID: PMC5688472.

