

Frecuencia y factores asociados con serovares de *Leptospira* en perros del sureste de México

Frequency and associated factors with serogroups of *Leptospira* in dogs from southeastern Mexico

Marco Torres-Castro^{1*} , Enrique Reyes-Novelo¹ , Rodrigo Ramos-Vázquez² , Anabel Cruz-Romero² , Melissa Suárez-Galaz¹ , Alejandro Suárez-Galaz¹ , Elsy Beatriz Canché-Pool¹ , Roger Iván Rodríguez-Vivas³ 

¹Universidad Autónoma de Yucatán, Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi, Laboratorio de Zoonosis y otras Enfermedades Transmitidas por Vector. Avenida Itzáes, No. 490 por calle 59, Col. Centro. CP. 97000. Mérida, Yucatán, México.

²Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Rancho "Torreón del Molino", Unidad de Diagnóstico, Laboratorio de Enfermedades Infecciosas. Carretera federal Veracruz-Xalapa, Km. 14.5, Col. Valente Díaz. CP. 91697. Veracruz, Veracruz, México.

³Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Km 15.5 carretera Mérida-X'matkuil. CP. 97100. Mérida, Yucatán, México.

*Autor de correspondencia: antonio.torres@correo.uady.mx

Nota científica

Recibida: 24 de agosto 2024

Aceptada: 11 de septiembre 2025

RESUMEN. El objetivo fue estimar la frecuencia de perros con anticuerpos contra serovares de *Leptospira* y explorar su asociación con rasgos demográficos y de forma de vida en una localidad del sureste de México. Se estudiaron 109 perros de Maxcanú, Yucatán, evaluados por microaglutinación (MAT) contra siete serovares. Se consideró un suero reactivo con 1:100; que registró la mayor dilución reactiva y serovares. La MAT mostró 27 (11.93%) sueros con reacción a un serovar y 96 sueros (88.07%) con reacción a más de uno con titulaciones desde 1:100 hasta 1:1 600. Las asociaciones entre estos resultados y los datos de los perros se exploraron con Ji cuadrada, encontrando que las hembras tienen más probabilidad de contacto con serovares específicos. Este hallazgo tiene importancia para la salud pública y animal porque los perros representan un riesgo de contagio para hospederos susceptibles, particularmente las hembras que mostraron asociación con serovares específicos.

Palabras clave: Cánidos, leptospirosis, microaglutinación, salud animal, Yucatán.

ABSTRACT. The objective was to estimate the frequency of dogs with antibodies against *Leptospira* serovars and explore their epidemiological association with demographic and lifestyle characteristics in a locality in southeastern Mexico. One hundred and nine dogs from Maxcanú, Yucatan, were studied and tested by microagglutination (MAT) against seven serovars. A serum reactive with 1:100 was considered; the highest reactive dilution and serovars were recorded. MAT showed that 27 (11.93%) sera reacted to one serovar, and 96 sera (88.07%) reacted to more than one, with titers ranging from 1:100 to 1:1 600. Associations between these results and dog data were explored using chi-square tests, revealing that female dogs are more likely to come into contact with specific serovars. This finding is important for both public and animal health because dogs may pose a risk of infection to susceptible hosts, particularly females, who show an association with specific serovars.

Key words: Canids, leptospirosis, microagglutination, animal health, Yucatan.

Como citar: Torres-Castro M, Reyes-Novelo E, Ramos-Vázquez R, Cruz-Romero A, Suárez-Galaz M, Suárez-Galaz A, Canché-Pool EB, Rodríguez-Vivas RI, (2025) Frecuencia y factores asociados con serovares de *Leptospira* en perros del sureste de México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 12(3): e4288. DOI: 10.19136/era.a12n3.4288.

INTRODUCCIÓN

Leptospira Noguchi 1917 es un género de espiroquetas gramnegativas que por sus características moleculares y virulencia se divide en dos clados: patogénico y no patogénico (saprófito) (Amran *et al.* 2023). Adicionalmente, tiene una clasificación basada en criterios serológicos mayores de 300 serovares agrupadas en más de 30 serogrupos antígenicamente similares (Amran *et al.* 2023). Las especies y serovares patógenas de *Leptospira* ocasionan la leptospirosis, zoonosis considerada un problema de salud pública y animal en regiones con bajo nivel socioeconómico y deficientes medidas de higiene de Latinoamérica (Browne *et al.* 2023) y México, donde se presenta en áreas tropicales y subtropicales, incluyendo la península de Yucatán (Sánchez-Montes *et al.* 2015, Torres-Castro *et al.* 2016, Yescas-Benítez *et al.* 2020).

Los reservorios naturales y portadores renales excretan y diseminan *Leptospira* patógenas con su orina, contaminando fuentes superficiales de agua y suelo húmedo, donde permanecen viables y entran en contacto con hospederos susceptibles, generando y manteniendo los ciclos de transmisión (Torres-Castro *et al.* 2016). Los roedores sinantrópicos son los reservorios más importantes (Li *et al.* 2022); no obstante, otros hospederos, entre ellos los perros, son una fuente de transmisión de *Leptospira* para los seres humanos (Brown y Prescott 2008, Romero y Sánchez 2009, López *et al.* 2019), por lo que participan en el ciclo zoonótico de transmisión (Rojas *et al.* 2010, Di Azevedo *et al.* 2023). De igual forma, los perros son centinelas de *Leptospira* para identificar serogrupos y serovares en entornos antropizados (López *et al.* 2019).

Por otra parte, los perros son reservorios de *Leptospira interrogans* serogrupo Canicola, por lo que la mayoría de las infecciones son asintomáticas o subclínicas (Ricardo *et al.* 2020). Otros serogrupos con altas tasas de contacto en estos animales son *L. interrogans* Australis, Icterohaemorrhagiae y Pomona, *Leptospira kirschneri* serogrupo Grippotyphosa, y *Leptospira borgpetersenii* serogrupo Sejroe (Ricardo *et al.* 2020, Di Azevedo *et al.* 2023). Esta diversidad de serogrupos y serovares dificulta implementar programas de vacunación para controlar y disminuir el riesgo zoonótico (Alzheimer *et al.* 2020, Scahill *et al.* 2022, Cruz-Romero *et al.* 2024).

En México, se ha identificado la exposición a distintos serogrupos y serovares de *Leptospira*, principalmente en perros de la península de Yucatán (Andrade-Silveira *et al.* 2024), donde los hallazgos sobre las características demográficas y de forma de vida que representan factores asociados con el contacto con estas bacterias, son limitados (Hernández-Ramírez *et al.* 2020). Por lo tanto, el objetivo fue estimar la frecuencia de perros con anticuerpos contra serovares de *Leptospira* y explorar su asociación epidemiológica con rasgos demográficos y de forma de vida en una localidad del sureste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Consideraciones éticas

El presente estudio fue aprobado por el Comité de Bioética del Centro de Investigaciones Regionales “Dr. Hideyo Noguchi” de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), acta: CEI-007-2018. El manejo y toma de muestras biológicas en los perros estudiados se realizó en presencia

de los tutores por médicos veterinarios zootecnistas. Se empleó equipo de seguridad y bioseguridad para proteger la salud de los animales estudiados y el personal encargado del trabajo.

Sitio y diseño de estudio

El trabajo se realizó en la localidad de Maxcanú (20° 35'04'' N-90° 00' 02'' O) ubicado en el municipio del mismo nombre en el estado de Yucatán, sureste de México. El municipio tiene una superficie de 1 320.82 km² (Gobierno del Estado de Yucatán 2023) y una población de 23 991 habitantes (Gobierno de México 2024). La temperatura promedio anual en la región es de 27.4 °C, la precipitación pluvial anual es de 1 080 mm y la altitud es de 10 m sobre el nivel del mar. La localidad se encuentra rodeada por selva baja tropical (vegetación original) que ha sido parcialmente substituida por pastos para ganadería extensiva y agricultura de temporal (Gobierno del Estado de Yucatán 2023).

La localidad de estudio se escogió por la alta presencia de perros domiciliados (observación de campo, no se cuenta con censo), por el acceso al sistema de salud pública (incluidos registros de enfermedades febriles inespecíficas) y por criterios asociados con el riesgo de enfermedades infecciosas en habitantes del sureste de México, entre ellos contacto con mascotas, animales domésticos y de producción, y artrópodos vectores; actividades económicas relacionadas con la explotación del campo o agropecuarias, etc. (Torres-Castro *et al.* 2020).

El estudio fue transversal no probabilístico y se realizó de febrero a abril de 2019. Para el tamaño de muestra se utilizó el método por conveniencia debido a que se visitaron viviendas (selección no aleatoria) y se invitó a los tutores de los perros a participar voluntariamente en el estudio (muestreo por disponibilidad). Aquellos que aceptaron, firmaron el consentimiento informado para la toma de muestras sanguíneas en los perros.

Recolección de muestras sanguíneas y de datos demográficos y estilo de vida de los perros

Las visitas al sitio de estudio se realizaron durante una semana por cada mes (febrero a abril) de muestreo. Se realizó una sola visita a las viviendas cuyos dueños aceptaron participar en el presente estudio. Se incluyeron perros presentes y disponibles durante estas visitas y se excluyeron perros con antecedentes de vacunación contra *Leptospira*, según la información proporcionada por los tutores, y cachorros menores de dos meses de edad. En cada perro estudiado, se colectaron hasta 5 mL de sangre completa por punción de la vena caudal, cefálica o yugular. Antes de la toma, el sitio de punción se desinfectó con peróxido de hidrógeno y yodo para evitar contaminación exógena. En condiciones de campo las muestras se conservaron en neveras portátiles con refrigerantes para evitar hemólisis. En estas mismas condiciones se trasladaron a las instalaciones del laboratorio para su conservación a 4 °C y procesamiento.

Durante la toma de muestras sanguíneas se recolectaron datos demográficos: sexo (macho o hembra), edad (cachorro o juvenil, adulto o geriátrico, según Torres-Castro *et al.* 2022) y talla (pequeña, mediana o grande, según Torres-Castro *et al.* 2022). Además, al tutor se le preguntó sobre características del estilo de vida: acceso del perro a áreas selváticas (con o sin contacto), el lugar donde pasa la noche (pernocta adentro o afuera de la casa) y el número de perros en el predio (uno o más de uno). Todos los datos se capturaron en una base digital de datos en el programa Excel (Microsoft®, Estados Unidos de América).

Prueba de microaglutinación (MAT)

El suero sanguíneo se obtuvo por centrifugación (1 000 g durante cinco minutos) y se colectó en tubos para microcentrífuga de 1.5 mL (Eppendorf®, EUA) que se conservaron en congelación (-20 °C) hasta su uso en la prueba de MAT que es la prueba oro para el diagnóstico de *Leptospira* (OIE 2018).

La MAT se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Enfermedades Infecciosas de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Se utilizó la metodología descrita por Ochoa-Valencia *et al.* (2022) conforme a lo establecido por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE por sus siglas en francés) para el diagnóstico de *Leptospira* en animales terrestres (OIE 2018) y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (WHO 2003). Una vez listo el panel de referencia que incluyó siete serovares (Tabla 1), se contaron las leptospiras en una cámara Petroff-Hausser y la concentración se ajustó a 1×10^8 leptospiras/mL. El suero se diluyó 1:25 en buffer fosfato salino (PBS por sus siglas en inglés) estéril como dilución inicial para la detección en una placa para ELISA de 96 pozos, después se incubó a 30 °C a baño maría con el antígeno vivo (50 µL de suero diluido y 50 µL ~10⁸ de cultivo) para una dilución final del suero de detección de 1:50. Después de dos horas, se observó la reacción y se consideró positiva una aglutinación del 50% o más. Los sueros positivos se titularon utilizando diluciones seriadas de 1:50 a 1:1 600, repitiendo el procedimiento descrito. Los antígenos vivos se mantuvieron según lo descrito por la OMS (WHO 2003).

Tabla 1. Serogrupos y serovares utilizados en el diagnóstico de anticuerpos anti-*Leptospira* mediante la prueba de microaglutinación (MAT).

Especie	Serogrupo	Serovares	Cepa de referencia
<i>Leptospira borgpetersenii</i>	Ballum	Ballum	Mus 127
<i>Leptospira interrogans</i>	Pomona	Pomona	Pomona
<i>Leptospira interrogans</i>	Canicola	Canicola	Hond Utrecht IV
<i>Leptospira interrogans</i>	-	Hardjo	FMVZ-UV01
<i>Leptospira kirschneri</i>	Grippotyphosa	Grippotyphosa	CAL4
<i>Leptospira santarosai</i>	Tarassovi	Tarassovi	Moca 45
<i>Leptospira interrogans</i>	Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae	UV

Análisis estadístico

Los datos fueron agrupados de acuerdo con la frecuencia de contacto con *Leptospira* arrojada por la MAT. La exploración de asociación epidemiológica entre las características demográficas y de estilo de vida de los perros y la frecuencia de contacto (presencia de anticuerpos) se realizó mediante pruebas de Ji cuadrada (χ^2). Se consideró un valor estadísticamente significativo de $P < 0.05$. Adicionalmente, para las variables que resultaron significativas se obtuvieron los odds ratio (OR) y los intervalos de confianza al 95% (IC 95%). Todos los análisis estadísticos se realizaron usando programación estadística en R (R Core Team 2024) en el ambiente Rstudio (Posit Team 2024).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se incluyeron 109 perros de los cuales 60 (55.05%) fueron machos y 49 (44.95%) hembras; 38 (34.86%) en edad juvenil, 44 (40.37%) en edad adulta y 22 (24.77%) geriátricos. De estos 32 (29.36%) fueron de talla pequeña, 55 (50.46%) de talla mediana y 22 (20.18%) de talla grande (Tabla 2). La mayor parte de los perros (78/109, 71.56%) no tuvieron acceso a las áreas selváticas; 97 (88.99%) pernoctaron afuera de la vivienda y 12 (11.01%) pernoctaron adentro de ella. De estos 90 (82.57%) convivieron con otro perro o perros en la misma vivienda y 19 (17.4%) fueron únicos en el predio (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia de contacto con *Leptospira* por microaglutinación y factor asociado en perros de Maxcanú, Yucatán, México.

Variables	Número de perros (%) n = 109	MAT ≥ 1: 100 (%) n = 96	MAT contra serovar específico ≥ 1: 100 (%) n= 27	χ^2	p	OR (IC 95 %)
Sexo						
Macho	60 (55.05)	44 (45.83)	10 (37.04)	4.7	0.03*	2.66 (1.08-6.52)
Hembra	49 (44.95)	52 (54.17)	17 (62.96)			
Edad						
Juvenil	38 (34.86)	34 (35.41)	9 (33.33)	0.04	0.98	
Adulto	44 (40.37)	39 (40.63)	11 (40.74)			
Geriátrico	27 (24.77)	23 (23.96)	7 (25.93)			
Talla						
Pequeña	32 (29.36)	29 (30.21)	9 (33.33)	0.28	0.87	
Mediana	55 (50.46)	48 (50)	13 (48.15)			
Grande	22 (20.18)	19 (19.79)	5 (18.52)			
Contacto con selva						
Sin contacto	78 (71.56)	68 (70.83)	21 (77.78)	0.68	0.41	
Con contacto	31 (28.44)	28 (29.17)	6 (22.22)			
Pernocta						
Afuera de casa	97 (88.99)	85 (88.54)	25 (92.59)	0.48	0.49	
Adentro de casa	12 (11.01)	11 (11.46)	2 (7.41)			
Número de perros en el predio						
Uno	19 (17.43)	18 (18.75)	6 (22.22)	0.57	0.45	
Más de uno	90 (82.57)	78 (81.25)	21 (77.78)			

MAT = microaglutinación, χ^2 = prueba de Ji cuadrada, p = probabilidad, IC 95 % = intervalo de confianza al 95 %, *estadísticamente significativo.

Respecto a los serovares, se observó ocurrencia de anticuerpos contra todos las serovares empleadas en la MAT. Específicamente, las frecuencias de cada serovar se observan en la Tabla 3. El serovar con mayor proporción de reacciones fue *L. interrogans* Canicola Canicola (44.03% de los perros estudiados). Los perros que mostraron anticuerpos exclusivamente contra un serovar siguieron la misma tendencia general, observándose mayor proporción para Canicola (7.34%), seguida de Pomona (4.59%) y Grippotyphosa (3.67%).

Tabla 3. Frecuencia de reacciones de los sueros de perros evaluados por microaglutinación contra serovares de *Leptospira* (N = 109).

Serovares	Perros con anticuerpos contra uno o más serovares (%)	Perros con anticuerpos contra un serovar específico (%)
<i>L. borgpetersenii</i> Ballum Ballum	28 (25.69)	3 (2.75)
<i>L. kirschneri</i> Grippotyphosa Grippotyphosa	36 (33.03)	4 (3.67)
<i>L. interrogans</i> Pomona Pomona	35 (32.11)	5 (4.59)
<i>L. interrogans</i> Icterohaemorrhagiae	32 (29.36)	3 (2.75)
<i>L. interrogans</i> Canicola Canicola	48 (44.03)	8 (7.34)
<i>L. interrogans</i> Hardjo	21 (19.27)	2 (1.83)
<i>L. santarosai</i> Tarassovi	28 (25.69)	2 (1.83)

El contacto de serogrupos de *Leptospira* con perros de Yucatán ha sido documentado por MAT (Andrade-Silveira *et al.* 2014). Entre estos se encuentran Canicola, Australis (Ortega-Pacheco *et al.* 2017), Icterohaemorrhagiae (Ortega-Pacheco *et al.* 2008), Panama, Pyrogenes (Jiménez-Coello *et al.* 2008) y Grippotyphosa (Cárdenas-Marrufo *et al.* 2011). Adicionalmente, Torres-Castro *et al.* (2021) revelaron ADN de *Leptospira*. No obstante, a nivel regional son pocos los estudios sobre los factores asociados con el riesgo de contacto de estos animales con *Leptospira* (Ortega-Pacheco *et al.* 2017).

En perros de otros estados de México, también se han detectado anticuerpos contra serogrupos y serovares de *Leptospira*. Por ejemplo, en perros de Sinaloa, Hernández-Ramírez *et al.* (2017, 2020) hallaron anticuerpos, por medio de MAT, contra las serovares Canicola, Icterohaemorrhagiae, Bratislava, Grippotyphosa, Shermani, Pyrogenes, Pomona y Hebdomadis, y contra los serogrupos Ballum, Wolffi, Australis y Hardjo. Asimismo, Blum-Domínguez *et al.* (2013) en perros de Campeche, identificaron aglutinaciones contra serovares de *L. interrogans*, entre ellos Canicola, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Bataviae, Grippotyphosa y Hardjo.

En el presente estudio se encontró una frecuencia de 88.07% de sueros reactivos contra alguna de las serovares incluidas. Esta frecuencia es más elevada en comparación con las obtenidas en trabajos previos en perros de Yucatán realizados por Ortega-Pacheco *et al.* (2017) (45.2%, 42/93), Cárdenas-Marrufo *et al.* (2011) (36%, 22/61), Jiménez-Coello *et al.* (2008) (35%, 140/400), Ortega-Pacheco *et al.* (2008) (34%, 122/350) y Vado-Solís *et al.* (2002) (19%, 36/192). Asimismo, estudios realizados con perros de otras partes de México reportan frecuencias más bajas. En Sinaloa, Hernández-Ramírez *et al.* (2017, 2020) encontraron un 9% (15/165) y 17% (18/106); mientras que, en Campeche, Blum-Domínguez *et al.* (2013) obtuvieron un 21.3% (69/323).

Recientemente, Cruz-Romero *et al.* (2024) reportaron una frecuencia del 100% (19/19) de anticuerpos contra distintas serovares (Ballum, Sejroe, Bratislava, Canicola, Icterohaemorrhagiae, Pomona, Grippotyphosa y Tarassovi) de *Leptospira* en perros ferales de la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel, México. Este estudio es, hasta el momento, el único en identificar una seroprevalencia más elevada que la de este trabajo.

A nivel internacional, se han identificado diferentes frecuencias de anticuerpos contra serogrupos y serovares de *Leptospira*. En un metaanálisis realizado con registros históricos de 1989 a finales de 2019 sobre el contacto de perros con serogrupos de *Leptospira*, Ricardo *et al.* (2020) señalan que la frecuencia global de anticuerpos en estos animales es 18.5%. De manera similar, Pinto *et al.* (2017),

en su revisión sobre investigaciones en perros de Latinoamérica, las frecuencias de seroreacción fueron desde 4.9% hasta 72% con una media de 20.1%. En ambos casos, la frecuencia de anticuerpos encontrada en los perros estudiados es mayor.

Sin considerar las aglutinaciones inespecíficas, la mayor frecuencia fue contra el serogrupo y serovar Canicola, lo cual es equivalente con lo reportado en perros de Sinaloa (Hernández-Ramírez *et al.* 2017) y de Lima, Perú, (Siuze *et al.* 2015). También, en perros de la región de Los Ríos, Chile, se identificaron anticuerpos contra este serovar (Lelu *et al.* 2015). El serovar Canicola ha sido asociado con casos de leptospirosis humana. Por ejemplo, en Texas, EUA, los perros que habitaban casas en las que se identificaron casos de leptospirosis severa en niños, estaban infectados con este serovar (Zamora *et al.* 1990). De igual manera, en Argentina, se describieron casos en pacientes sintomáticos febriles ocasionados por esta serovar (Landolt *et al.* 2022). Los sueros evaluados también presentaron aglutinaciones contra el serovar Pomona, lo cual, al igual que con el serovar Canicola, implica un riesgo para la salud pública y animal. En un estudio realizado en España, sueros recolectados de dueños de perros mostraron reacción contra este serovar, incluso en una frecuencia mayor que Canicola (López *et al.* 2019).

Las elevadas tasas de contacto con diferentes serovares de *Leptospira* como las encontradas en perros de Maxcanú están asociadas con la exposición directa con reservorios naturales (roedores) (White *et al.* 2017). La mayor parte de las aglutinaciones en los perros estudiados correspondieron a serovares de *L. interrogans*, identificada en roedores de Yucatán (Torres-Castro *et al.* 2014, 2018). Otro factor que influye en la presentación de altas tasas de seroconversión es la casi nula cobertura de vacunación contra *Leptospira* en perros de comunidades rurales de Yucatán (Torres-Castro *et al.* 2021). No obstante, la cobertura en perros de la ciudad de Mérida (capital de Yucatán) es de 52.4% (Ortega-Pacheco *et al.* 2020).

Se observó que las hembras de la población estudiada tuvieron mayor probabilidad de contacto con serovares de *Leptospira* que los machos. La información relacionada con este hallazgo es limitada. Este resultado difiere con lo reportado en estudios realizados alrededor del mundo donde los machos tuvieron mayor riesgo de contacto (Lee *et al.* 2014; Major *et al.* 2014; Azócar-Aedo y Monti 2016), pero es equivalente a lo descrito por Altheimer *et al.* (2020) en perros de Tailandia. Este hallazgo refleja la importancia del sexo para el contacto con *Leptospira* en algunas poblaciones de perros. Por lo tanto, se necesitan analizar otras características de conducta y fisiológicas de las hembras como son el ciclo estral (que genera contacto directo con varios machos, sobre todo, cuando hay acceso al exterior de las viviendas), cuidado de la camada y el olfateo urogenital que ha sido planteado como mecanismo de transmisión de *Leptospira* en perros (White *et al.* 2017).

Deben mencionarse las limitaciones metodológicas. Por ejemplo, el tamaño de muestra estudiado no es representativo ni se obtuvo por estadísticos, por lo que los resultados no incluyen a la población total de perros en el sitio de estudio. Igualmente, la MAT presenta reacciones cruzadas entre serovares y serogrupos endémicos de *Leptospira*, aunque es considerada la prueba oro para el diagnóstico de *L. interrogans* en perros de México y otras partes del mundo (Andrade-Silveira *et al.* 2024).

El presente estudio corrobora la alta exposición de perros del sureste de México a *Leptospira*, principalmente serovar Canicola. Se observó que las hembras de la población estudiada tienen

asociación con distintas serovares de *Leptospira*. Son necesarios estudios enfocados en caracterizar su participación en los ciclos de transmisión de las diferentes serovares. Asimismo, debe realizarse vigilancia epidemiológica para identificar casos de leptospirosis humana ocasionadas por *L. interrogans* serovar Canicola, y para evitar brotes y epidemias en habitantes del sitio de estudio. Por último, se recomienda el uso de herramientas moleculares, como PCR, para identificar las especies de *Leptospira* en los perros expuestos.

AGRADECIMIENTOS

A los habitantes de la localidad de Maxcanú por permitir el acceso a sus perros. A los Médicos Veterinarios que apoyaron durante la obtención de muestras sanguíneas y el trabajo de campo. Al CONAHCYT de México (47934).

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Altheimer K, Jongwattapanisan P, Luengyosluwachakul S, Pusoonthornthum R, Prapasarakul N, Kurilung A, Broens EM, Wagenaar JA, Goris MGA, Ahmed AA, Pantchev N, Reese S, Hartmann K (2020) *Leptospira* infection and shedding in dogs in Thailand. BMC Veterinary Research 16(1): 89. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-2230-0>
- Amran F, Noor Halim NA, Muhammad AH, Mohd Khalid MKN, Dasiman NM, Shamsusah NA, Abd-Talib AKA, Noh MA, Mohd Ali MR, Hashim R (2023) Application of Multilocus Sequence Typing for the characterization of *Leptospira* strains in Malaysia. Tropical Medicine and Infectious Disease 8(2): 69. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8020069>
- Andrade-Silveira E, Ortega-Pacheco A, Jiménez-Coello M, Cárdenas-Marrufo M (2024) Review of leptospirosis in dogs from Mexico: Epidemiology, diagnosis, prevention, and treatment. Veterinary World 17(6): 1356-1361. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.1356-1361>
- Azócar-Aedo L, Monti G (2016) Meta-analyses of factors associated with leptospirosis in domestic dogs. Zoonoses and Public Health 63(4): 328-336. <https://doi.org/10.1111/zph.12236>
- Blum-Domínguez S del C, Chi-Dzib MY, Maldonado-Velázquez MG, Nuñez-Oreza LA, Gómez-Solano MI, Caballero-Poot RI, Tamay-Segovia P (2013) Detection of reactive canines to *Leptospira* in Campeche City, Mexico. Revista Argentina de Microbiología 45(1): 34-38.
- Brown K, Prescott J (2008) Leptospirosis in the family dog: A public health perspective. Canadian Medical Association Journal 178(4): 399-401. <https://doi.org/10.1503/cmaj.071097>
- Browne ES, Pereira M, Barreto A, Zeppelini CG, Oliveira D, Costa F (2023) Prevalence of human leptospirosis in the Americas: a systematic review and meta-analysis. Revista Panamericana de Salud Pública 47: e126. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.126>

- Cárdenas-Marrufo MF, Vado-Solís I, Pérez-Osorio CE, Segura-Correa JC (2011) Seropositivity to leptospirosis in domestic reservoirs and detection of *Leptospira* spp. from water sources, in farms of Yucatan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14(2011): 185-189.
- Cruz-Romero A, Gil-Alarcón G, Ochoa-Valencia JL, Ramos-Vásquez JR, Romero-Salas D, Becker I, Sánchez-Montes S, Arenas P (2024) Seroprevalencia de *Leptospira* en perros ferales de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, México. *Revista Científica de la Universidad del Zulia* 34(2): 6. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e34384>.
- Di Azevedo MIN, Aymée L, Borges ALDSB, Lilenbaum W (2023) Molecular epidemiology of pathogenic *Leptospira* spp. infecting dogs in Latin America. *Animals* 13(15): 2422. <https://doi.org/10.3390/ani13152422>.
- Gobierno del Estado de Yucatán (2023) Municipios de Yucatán. Maxcanú. https://www.yucatan.gob.mx/estado/ver_municipio.php?id=48. Fecha de consulta: 12 de julio de 2024.
- Gobierno de México (2024) Maxcanú. Municipio de Yucatán. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/maxcanu>. Fecha de consulta: 07 de julio de 2024.
- Hernández-Ramírez CV, Gaxiola Camacho SM, Osuna-Ramírez I, Enríquez-Verdugo I, Castro del Campo N, López Moreno HS (2017) Prevalence and risk factors associated with serovars of *Leptospira* in dogs from Culiacan, Sinaloa. *Veterinaria México OA* 4(2): 1-12. <https://doi.org/10.21753/vmoa.4.2.369>.
- Hernández-Ramírez C, Gaxiola-Camacho S, Enríquez-Verdugo I, Rivas-Llamas R, Osuna-Ramírez I (2020) Serovariedades de *Leptospira* y riesgos de contagio en humanos y perros de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México. *Abanico Veterinario* 10: e130. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.40>.
- Jiménez-Coello M, Vado-Solís I, Cárdenas-Marrufo MF, Rodríguez-Buenfil JC, Ortega-Pacheco A (2008) Serological survey of canine leptospirosis in the tropics of Yucatan Mexico using two different tests. *Acta Tropica* 106(1): 22-26. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2007.12.011>.
- Landolt NY, Chiani YT, Pujato N, Jacob P, Schmeling MF, García Effron G, Vanasco NB. (2022) Utility evaluation of two molecular methods for *Leptospira* spp. typing in human serum samples. *Heliyon* 9(2): e12564. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12564>.
- Lee HS, Guptill L, Johnson AJ, Moore GE (2014) Signalment changes in canine leptospirosis between 1970 and 2009. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 28(2): 294–299. <https://doi.org/10.1111/jvim.12273>.
- Lelu M, Muñoz-Zanzi C, Higgins B, Galloway R (2015) Seroepidemiology of leptospirosis in dogs from rural and slum communities of Los Rios Region, Chile. *BMC Veterinary Research* 11: 31. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0341-9>.
- Li JM, Li LM, Shi JF, Li T, Wang Q, Ma QX, Zheng W, Feng HF, Liu F, Du R (2022) Prevalence of *Leptospira* in murine in China: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science* 9: 944282. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.944282>.
- López MC, Vila A, Rodón J, Roura X (2019) *Leptospira* seroprevalence in owned dogs from Spain. *Heliyon* 5(8): e02373. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02373>.
- Major A, Schweighauser A, Francey T (2014) Increasing incidence of canine leptospirosis in Switzerland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11(7): 7242–720. <https://doi.org/10.3390/ijerph110707242>.
- Ochoa-Valencia JL, Cruz-Romero A, Sánchez-Montes S, Esparza-González SC, Romero-Salas D, Domínguez-Mancera B, Ramos-Vásquez JR, Becker I, Torres-Castro M (2022) Evidencia serológica y molecular de especies patógenas de *Leptospira* en rastros de bovinos del estado de Veracruz, México. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia* 33: 1-9. <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e33201>.

- OIE (2018) Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals (mammals, birds and bees). 8th. Ed. Volume 3. Chapter 3.1.12. Leptospirosis. Organización de Sanidad Animal. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/A_summry.htm. Fecha de consulta: 07 de julio de 2024.
- Ortega-Pacheco A, Colin-Flores RF, Gutiérrez-Blanco E, Jiménez-Coello M (2008) Frequency and type of renal lesions in dogs naturally infected with *Leptospira* species. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1149: 270-274. <https://doi.org/10.1196/annals.1428.088>.
- Ortega-Pacheco A, Guzmán-Marín E, Acosta-Viana KY, Vado-Solís I, Jiménez-Delgadillo B, Cárdenas-Marrufo M, Pérez-Osorio C, Puerto-Solís M, Jiménez-Coello M (2017) Serological survey of *Leptospira interrogans*, *Toxoplasma gondii* and *Trypanosoma cruzi* in free roaming domestic dogs and cats from a marginated rural area of Yucatan Mexico. *Veterinary Medicine and Science* 3(1): 40-47. <https://doi.org/10.1002/vms3.55>.
- Ortega-Pacheco A, Gutiérrez-Blanco E, Cauich-Méndez W, Cárdenas-Marrufo F, Jiménez-Coello M (2020) *Leptospira* spp. in cats from tropical Mexico. *Journal of Zoonotic Diseases* 4(1): 1-8. <https://doi.org/10.22034/jzd.2020.10583>.
- Pinto PS, Libonati H, Lilenbaum W (2017) A systematic review of leptospirosis on dogs, pigs, and horses in Latin America. *Tropical Animal Health and Production* 49(2): 231-238. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1201-8>.
- Posit Team (2024). RStudio: Integrated development Environment For r. Posit Software, PBC. [software] <http://posit.co/products/enterprise/team/>. Fecha de consulta: 2 de julio de 2024.
- R Core Team (2024). R Foundation for statistical computing. [software] <http://www.R-project.org/>. Fecha de consulta: 2 de julio de 2024.
- Ricardo T, Previtali MA, Signorini M (2020) Meta-analysis of risk factors for canine leptospirosis. *Preventive Veterinary Medicine* 181: 105037. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105037>.
- Rojas P, Monahan AM, Schuller S, Miller IS, Markey BK, Nally JE (2010) Detection and quantification of leptospires in urine of dogs: a maintenance host for the zoonotic disease leptospirosis. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* 29(10): 1305-1309. <https://doi.org/10.1007/s10096-010-0991-2>.
- Romero PM, Sánchez VJ (2009) Seroprevalencia de la leptospirosis canina de tres municipios del Departamento del Tolima – Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 14(2): 1684-1689.
- Sánchez-Montes S, Espinosa-Martínez DV, Ríos-Muñoz CA, Berzunza-Cruz M, Becker I (2015) Leptospirosis in Mexico: Epidemiology and potential distribution of human cases. *PLoS One* 10(7): e0133720. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133720>.
- Scahill K, Windahl U, Boqvist S, Pelander L (2022) *Leptospira* seroprevalence and associated risk factors in healthy Swedish dogs. *BMC Veterinary Research* 18(1): 376. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03472-5>.
- Siuce MJ, Calle E S, Pinto JPJ, Pacheco SG, Salvatierra RG (2015) Identificación de serogrupos patógenos de *Leptospira* en canes domésticos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 26(4): 664-675. <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i4.11221>.
- Torres-Castro MA, Gutiérrez-Ruiz E, Hernández-Betancourt S, Peláez-Sánchez R, Agudelo-Flórez P, Cordero-Guillermo L, Puerto FI (2014) First molecular evidence of *Leptospira* spp. in synanthropic rodents captured in Yucatan, Mexico. *Revue de Médecine Vétérinaire* 165(7-8): 213-218.
- Torres-Castro M, Hernández-Betancourt S, Agudelo-Flórez P, Arroyave-Sierra E, Zavala-Castro J, Puerto FI (2016) Revisión actual de la epidemiología de la leptospirosis. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* 54(5): 620-625.
- Torres-Castro M, Cruz-Camargo B, Medina-Pinto R, Reyes-Hernández B, Moguel-Lehmer C, Medina R, Ortiz-Esquivel J, Arcila-Fuentes W, López-Ávila A, Noh-Pech H, Panti-May A, Rodríguez-Vivas I,

- Puerto FI (2018) Detección molecular de leptospirosis patógenas en roedores sinantrópicos y silvestres capturados en Yucatán, México. *Biomédica* 38(Sup. 2): 51-58. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i3.3938>.
- Torres-Castro M, Reyes-Novelo E, Noh-Pech H, Tello-Martín R, Lugo-Caballero C, Dzúl-Rosado K, Puerto-Manzano F, Rodríguez-Vivas RI (2020) Personal and household factors involved in recent *Rickettsia* exposure in a rural population from Yucatán, Mexico. *Zoonoses Public Health* 67(5): 506–515. <https://doi.org/10.1111/zph.12714>.
- Torres-Castro M, Díaz-Aceves D, Suárez-Galaz A, Reyes-Novelo E, Rodríguez-Vivas RI (2021) Evidencia de *Leptospira* spp. en sangre de perros de una comunidad rural de Yucatán, México. *Revista MVZ Córdoba* 26(2): e2098. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2098>.
- Torres-Castro M, Reyes-Novelo E, Bolio-González M, Lugo-Caballero C, Dzúl-Rosado K, Colunga-Salas P, Sánchez-Montes S, Noh-Pech H, Puerto FI, Rodríguez-Vivas RI (2022) Epidemiological study of the occurrence of Typhus Group *Rickettsia* natural infection in domiciliated dogs from a rural community in south-eastern Mexico. *Animals* 12(20): 2885. <https://doi.org/10.3390/ani12202885>.
- Vado-Solís I, Cárdenas-Marrufo MF, Jiménez-Delgadillo B, Alzina-López A, Laviada-Molina H, Suarez-Solís V, Zavala-Velázquez JE (2002) Clinical-epidemiological study of leptospirosis in humans and reservoirs in Yucatán, México. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 44(6): 335-340. <https://doi.org/10.1590/s0036-46652002000600008>.
- White AM, Zambrana-Torrel C, Allen T, Rostal MK, Wright AK, Ball EC, Daszak P, Karesh WB (2017) Hotspots of canine leptospirosis in the United States of America. *Veterinary Journal* 222: 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.02.009>.
- World Health Organization (WHO) (2003) Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control, Malta. 25–29pp.
- Yescas-Benítez JE, Rivero-Perez N, Montiel-Díaz HE, Valladares-Carranza B, Peláez-Acero A, Morales-Ubaldo AL, Zaragoza-Bastida A (2020) Comportamiento epidemiológico de la leptospirosis en México durante el periodo 2013-2019. *Revista de Salud Pública* 22(4): 421-427. <https://doi.org/10.15446/rsap.V22n4.87535>.
- Zamora J, Riedemann S, Montecinos MI, Cabezas X (1990) Encuesta serológica de leptospirosis humana en ocupaciones de alto riesgo en Chile. *Revista Médica de Chile* 118(3): 247-252.