

Enfermedades transmitidas por vectores en gatos: una mirada molecular en ambientes urbanos de Medellín, Colombia

C. Ríos–Usuga¹, A. Arias², D. Gómez³, D. Pérez⁴, C. Muñoz–Cadavid¹,
I. L. Jaramillo–Delgado^{1*}

Recibido: 20/10/2022. Aprobado: 24/11/2022

RESUMEN

Los microorganismos hemotrópicos en felinos son agentes infecciosos que varían desde nematodos, protozoos y bacterias. El presente estudio retrospectivo tiene como objetivo evaluar la frecuencia de agentes hemotrópicos mediante qPCR de las bases de datos de 1.418 felinos en Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022, periodo en el que se evidencia una frecuencia del 70%, con un número de animales infectados con uno, dos o tres agentes del 56%, 14%, y 2,3%, respectivamente. La frecuencia para cada uno de los agentes es: *Rickettsia* spp. 0,21%, *Babesia* spp. 0,35%, *Ehrlichia* spp. 0,49%, *Dirofilaria* spp. 0,64%, *Anaplasma* spp. 0,7%, *Hepatozoon* spp. 5,4%, *Mycoplasma* spp. 24,4% y *Bartonella* spp. 37,9%. Las coinfecciones evidenciadas de dos agentes hemotrópicos son: *Bartonella* spp. y *Mycoplasma* spp. 7,9%, *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 2,1%, *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 2% y *Ehrlichia* spp. y *Anaplasma* spp. 0,5%. De los 15 hemogramas de felinos infectados, 11 de ellos tienen hemogramas sin alteraciones significativas. Dos de los felinos positivos evidencian anemia moderada y severa y reticulocitos de 0,9% y 0,4%, respectivamente. Solo un individuo positivo para *Mycoplasma* spp. presenta trombocitopenia y tres plaquetas en límites inferiores. Se concluye que la PCR es la prueba más confiable para el diagnóstico de agentes hemotrópicos.

Palabras clave: PCR; *Bartonella* spp., *Mycoplasma* spp., *Hepatozoon* spp., *Ehrlichia* spp., *Babesia* spp., *Anaplasma* spp., *Dirofilaria* spp.

Vector-borne diseases in cats: a molecular look at urban environments in Medellín, Colombia

ABSTRACT

Hemotropic microorganisms in felines are infectious agents that vary from nematodes, protozoa, and bacteria. The objective of this retrospective study is to evaluate the frequency of hemotropic agents by means of qPCR from the databases of 1,418 felines in

¹ Grupo de Estudio de Infectología, Zoonosis y Medio Ambiente Laboratorio Testmol–GIZMOL, Testmol SAS, Diagnostic and Research Center, carrera 45 D n.º 60-16, Medellín, Colombia.

² Centro veterinario Instinto animal, Carrera 65 n.º 97-57, Medellín, Colombia.

³ Centro veterinario Bello, Carrera 49 n.º 54-15, Bello, Antioquia, Colombia.

⁴ Centro veterinario Animall, Calle 65 n.º 56-84, Medellín, Antioquia, Colombia.

* Autor de correspondencia. Correo electrónico: testmol2019@gmail.com

the city of Medellín between July 2021 and March 2022, where a frequency of 70% is evidenced, with several infected animals, with one, two, or three agents of 56%, 14%, and 2.3%, respectively. With a frequency for each of the agents of: *Rickettsia* spp. 0.21%, *Babesia* spp. 0.35%, *Ehrlichia* spp. 0.49%, *Dirofilaria* spp. 0.64%, *Anaplasma* spp. 0.7%, *Hepatozoon* spp. 5.4%, *Mycoplasma* spp. 24.4%, and *Bartonella* spp. 37.9% The evidenced coinfections of two hemotropic agents is: *Bartonella* spp. and *Mycoplasma* spp. 7.9%, *Bartonella* spp. and *Hepatozoon* spp. 2.1%, *Mycoplasma* spp. and *Hepatozoon* spp. 2% and *Ehrlichia* spp. and *Anaplasma* spp. 0.5%. Of the 15 blood counts from infected cats, 11 of them had blood counts without significant changes. Two of the positive cats show moderate and severe anemia, and reticulocytes of 0.9% and 0.4%, respectively. Only one individual positive for *Mycoplasma* spp. presented thrombocytopenia, and three platelets in lower limits. It is concluded that PCR is the most reliable test for the diagnosis of hemotropic agents.

Keywords: PCR, *Bartonella* spp., *Mycoplasma* spp., *Hepatozoon* spp., *Ehrlichia* spp., *Babesia* spp., *Anaplasma* spp., *Dirofilaria* spp.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos hemotrópicos, comúnmente denominados hemoparásitos en felinos, son agentes infecciosos que varían desde nematodos (*Dirofilaria immitis*), protozoos (*Cytauxzoon* spp., *Hepatozoon canis*, *Babesia* spp. y *Leishmania* spp.) y bacterias (*Bartonella* spp., *Borrelia* spp., *Mycoplasma* sp., *Ehrlichia* spp., *Rickettsia* spp., *Anaplasma* spp. y *Francisella* spp.) (Otranto *et al.* 2010) que se transmiten principalmente por vectores artrópodos a una gran variedad de huéspedes mamíferos y con un gran potencial zoonótico, que podrían generar un impacto en la salud pública humana (Varou *et al.* 2007). Estos agentes ingresan a la sangre del hospedero durante la alimentación del vector infectado, en el caso de *Hepatozoon* spp., este ingresa por la ingesta de garrapatas infectadas, aunque se deben realizar más estudios sobre la transmisión, epidemiología y patogenia en gatos (Rubin *et al.* 2006). La transmisión también puede darse por el uso de agujas

contaminadas, transfusiones (Gary *et al.* 2006), transmisión vertical (Tasker 2010) y predación como un modo plausible de transmisión en el caso de *Babesia* sp. (Ayoob *et al.* 2010).

Posterior a la transmisión del agente infeccioso, estos agentes se diseminan por circulación sanguínea y linfática (Schäfer *et al.* 2020), se pueden encontrar invaginados en la membrana celular o internalizados en el citoplasma de eritrocitos o células del sistema mononuclear fagocítico, libres o dentro de vesículas (Razin *et al.* 1998). Es importante mencionar que algunos agentes hemotrópicos inhiben algunas funciones vitales de los neutrófilos, como la motilidad, fagocitosis, liberación de ROS y su interacción con las células endoteliales (Rikihisa 2006). Posteriormente colonizan otros órganos, en particular tejidos vascularizados (Angelakis E *et al.* 2014). Además, la unión de organismos patógenos a los eritrocitos expone antígenos eritrocíticos ocultos, con una respuesta posterior del

huésped de producir anticuerpos antieritrocitos (Greene 2012), lo que conlleva una anemia hemolítica intravascular o secuestro esplénico (Willi *et al.* 2005).

Los signos clínicos dependen de varios factores como el tipo de agente, la especie asociada, el estadio de la infección y si hay enfermedades o infecciones concurrentes (Tasker 2010). La severidad del cuadro clínico puede variar desde asintomático hasta potencialmente mortal, esto depende de manera parcial de la susceptibilidad del huésped (Messick 2004). Aquellos que se recuperan de la fase aguda permanecen como portadores, donde el agente evade el sistema inmunológico del huésped, lo que genera frecuentemente una infección crónica o subclínica, con posible reactivación de la enfermedad (Sykes 2010).

El diagnóstico puede basarse en el examen citológico de un frotis de sangre, que tiene una sensibilidad y especificidad del 0-1% y del 84-99,2%, respectivamente (Tasker 2003), y presenta una alta tasa de falsos positivos (Sushma *et al.* 2021). La detección de anticuerpos indica exposición al agente infeccioso, estos tienen una alta sensibilidad y especificidad, pero se pueden presentar reacciones cruzadas (Pennisi *et al.* 2017) y no se dispone hasta el momento de pruebas serológicas para otros hemotrópicos. Los ensayos de PCR son ahora el método de elección para el diagnóstico de hemotrópicos, pues son un método mucho más sensible y específico (Tasker *et al.* 2018). Es importante señalar que la especificidad y la sensibilidad del ensayo de PCR dependen del diseño del cebador, y es posible que algunos ensayos no amplifiquen el ADN de algunas de las especies de *M. haemofelis* o *Candidatus M. haemominutum* que circulan en los

gatos domésticos (Tasker *et al.* 2003), lo cual genera posibles falsos negativos.

La frecuencia de presentación de hemotrópicos está ligada a varios factores como la ausencia del control integral de ectoparásitos y que se brinden las condiciones ambientales y geográficas para la presencia de estos. Latinoamérica es una de las regiones más biodiversas del mundo, y en las últimas décadas una combinación de circunstancias antropogénicas ha llevado a la persistencia de vectores y patógenos en el medio ambiente y cambios en la transmisión de agentes infecciosos (Panti-May *et al.* 2020). Estudios de detección molecular de agentes bacterianos y protozoarios transmitidos por vectores en el sur de Portugal a 649 gatos mostraron que el 29,9% fue positivo para al menos uno de los agentes; el 9,9% fue positivo a *Leishmania* spp.; 8,6%, a *Hepatozoon* spp.; 6,6%, a *Babesia* spp.; 5,4% a *Anaplasma* spp. y *Ehrlichia* spp.; 2,9% a *Bartonella* spp., y 2,2% a *B. burgdorferi* s. (Maia *et al.* 2014). En España, se detectó una prevalencia para *Mycoplasma haemofelis*, *Candidatus Mycoplasma haemominutum* y *Candidatus Mycoplasma turicensis* de 3,7%, 9,9 % y 0,5, respectivamente (Roura *et al.* 2010). En Estados Unidos, se conocen seroprevalencias para *A. phagocytophilum* que oscilan entre 4,3% y 37,6 % (Schäfer *et al.* 2020). En Río de Janeiro, en 2008, se evaluó la prevalencia de hemoplasmas en felinos domésticos, donde se evidenció una prevalencia del 36% en pacientes con VIF, principalmente debido a *Candidatus M. haemominutum* (32 %) y una prevalencia más baja de 5,1% para felinos con VILEF (Macieira *et al.* 2008).

En Colombia, se han obtenido prevalencias para algunos hemotrópicos mediante diferentes técnicas diagnósticas, en 2018 se publicó un estudio de la frecuencia de

hemotrópicos en caninos y felinos de un centro veterinario de Medellín mediante serología y PCR, donde se evidenció una prevalencia del 27,8% para *Mycoplasma* sp. en felinos (Rodríguez *et al.* 2018), en 2019 se reportó un estudio sobre la prevalencia de *Mycoplasma haemofelis* en gatos en Pereira, a través de extendidos de sangre venosa, con una prevalencia resultante del 88,35% (Mayorga *et al.* 2019). Sin embargo, actualmente en Colombia no se cuenta con estudios donde se evalúen varios agentes hemotrópicos mediante qPCR en felinos, por lo que el objetivo de este estudio es evaluar la frecuencia de 9 agentes hemotrópicos en felinos de la ciudad de Medellín mediante qPCR y correlacionar la presencia de uno o más agentes infecciosos con los hallazgos en los hemoleucogramas y/o presencia de manifestaciones clínicas.

MÉTODOS Y MATERIALES

Consideraciones éticas

El estudio renunció a la revisión y aprobación de un comité de ética, ya que solo hace uso de las bases de datos del laboratorio Testmol SAS y las historias clínicas de los pacientes, brindadas por los médicos veterinarios que realizaron la toma de muestras cumpliendo con todos los protocolos de ética profesional en Colombia para la manipulación de animales en el ejercicio médico veterinario bajo la ley 576 del 2000 y la ley 84 de 1989.

Base de datos felinos

El estudio se realizó con una base de datos de 1.418 muestras de felinos remitidas al laboratorio Testmol de Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022. Del total de

muestras analizadas por qPCR, la historia clínica y hemoleucogramas provinieron de 15 felinos remitidos por tres centros veterinarios

Base de datos de hemograma

Tres centros veterinarios suministraron los datos, que se tabularon en Excel para su análisis posterior en SPSS versión 22. Las muestras hematológicas de esas bases de datos fueron analizadas usando el equipo Abacus (Abacus Vet Junior, Diatron MI Ltd, Budapest, Hungary) (Pieper *et al.* 2016), calibrado para la especie felina, para determinar 15 parámetros hematológicos, incluyendo las tres poblaciones y el conteo diferencial directo. El equipo se calibró cada vez con los blancos y calibradores proporcionados por los fabricantes. Se registraron los siguientes analitos: recuento RBC, concentración HGB, PCV (o HCT), MCV, MCH, MCHC, RDW, conteo plaquetas (PLT), conteo de WBC y niveles de neutrófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos, basófilos, fibrinógeno y proteínas totales TP. Se realizaron conteos absolutos y relativos.

El volumen de células empaquetadas (PCV) se midió usando el método estándar de microhematocrito (Van Assendelft *et al.* 2001). El plasma restante de la centrifugación se depositó en un refractómetro (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan), con el cual se realizó el análisis de proteínas totales plasmáticas, como indica el proceso estándar (Walker *et al.* 1990).

En el hemograma se interpretó anemia cuando el hematocrito estaba por debajo del valor mínimo del rango normal (<37%), la severidad se determinó así: leve (30-37%), moderada (20-29%), severa (13-19%), muy severa (<13%). El porcentaje de reticulocitos corregido

con base en el hematocrito del paciente y el valor normal de 45% se empleó para determinar si la anemia era regenerativa (>1%) o no regenerativa (<1%). El leucograma inflamatorio se consideró si existía una o varias de las siguientes alteraciones: eosinofilia (>1000/ μ L), monocitosis (>1350/ μ L), leucocitosis (\geq 30.000/ μ L), presencia de neutrófilos tóxicos. Se consideró que había trombocitopenia cuando las plaquetas estaban disminuidas (<200.000/ μ L).

Procedimiento de extracción de ADN utilizado en el laboratorio

Los resultados de las bases de datos se obtuvieron de la base de datos del laboratorio Testmol, los resultados de la extracción, por el método automatizado con el equipo de extracción abierta Kingfisher™ Duo (Thermo Fisher Scientific Inc.) y el kit de purificación de ácido nucleico MagMAX™ CORE M Express-96 system (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), de acuerdo con condiciones establecidas del fabricante para muestras de sangre con EDTA.

Resultados de base de datos de qPCR y las condiciones de ensayo utilizado en el laboratorio

Los resultados para qPCR obtenidos en la base de datos se obtuvieron de procesos con cebadores específicos (Macrogen, Corea) para cada agente evaluado, los cuales iban dirigidos a los genes bacterianos 16S y parasitarios 18S. Todos los controles positivos provinieron del laboratorio Testmol—Centro de investigación y diagnóstico. Se usó agua de grado PCR como control negativo. Para control de extracción e interno, se utilizaron cebadores específicos para genes de Citocromo B en mamíferos.

El ensayo de PCR en tiempo real fue realizado en un (Mic 4 channels, Biomolecular systems, Australia), con protocolos propios del laboratorio.

Análisis estadístico

Las evaluaciones estadísticas se realizaron mediante la prueba exacta de Fisher y la prueba de chi-cuadrado; $p \leq 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. Los cálculos se realizaron utilizando Estadísticas de Ciencias Sociales. (<http://www.socscistatistics.com/>).

RESULTADOS

Al evaluar las bases de datos de felinos positivos mediante diagnóstico molecular qPCR en Medellín (Colombia), para uno o más microorganismos hemotrópicos se evidenció una frecuencia del 70% (996/1.418). El número de animales infectados con uno, dos o tres agentes fue del 56% (795/1.418), 14% (202/1.418), y 2,3% (33/1.418), respectivamente (tabla 1). A su vez, la frecuencia evidenciada para cada uno de los agentes, de menor a mayor presencia: *Rickettsia* spp. 0,21% (3/1.418), *Babesia* spp. 0,35% (5/1.418), *Ehrlichia* spp. 0,49% (7/1.418), *Dirofilaria* spp. 0,64% (9/1.418), *Anaplasma* spp. 0,7% (10/1.418), *Hepatozoon* spp. 5,4% (77/1.418), *Mycoplasma* spp. 24,4% (347/1.418) y *Bartonella* spp. 37,9% (538/1.418). Las coinfecciones más frecuentes de dos agentes hemotrópicos de mayor a menor presencia son: *Bartonella* spp. y *Mycoplasma* spp. 7,9% (112/1.418), *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 2,1% (30/1.418), *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 2% (29/1.418) y *Ehrlichia* spp. y *Anaplasma* spp. 0,5% (8/1.418). Las coinfecciones de tres o más agentes hemotrópicos evidenciadas en el

TABLA 1. Frecuencia de hemotrópicos y coinfecciones identificadas por qPCR en gatos de la ciudad de Medellín (n= 1418 gatos muestreados)

| | <i>Anaplasma</i> sp. | <i>Rickettsia</i> spp. | <i>Rickettsia</i> spp. | <i>Babesia</i> spp. | <i>Bartonella</i> spp. | <i>Dirofilaria</i> spp. | <i>Hepatozoon</i> spp. | <i>Mycoplasma</i> spp. | Total |
|--------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| <i>Anaplasma</i> spp.. | 2 (0,1%) | 0 | 8 (0,5%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 (0,7%) |
| <i>Rickettsia</i> spp.. | 2 (0,1%) | 0 | 0 | 0 | 1 (0,1%) | 0 | 0 | 0 | 3 (0,21%) |
| <i>Ehrlichia</i> spp.. | | 2 (0,1%) | 2 (0,1%) | 1 (0,1%) | 0 | 0 | 2 (0,1%) | 2 (0,1%) | 7 (0,49%) |
| <i>Babesia</i> spp.. | | | | 1 (0,1%) | 3 (0,2%) | 0 | 0 | 2 (0,1%) | 5 (0,35%) |
| <i>Bartonella</i> spp.. | | | | | 390 (27,5%) | 6 (0,4%) | 30 (2,1%) | 112 (7,9%) | 538 (37,9%) |
| <i>Dirofilaria</i> spp.. | | | | | | 3 (0,2%) | 1 (0,1%) | 5 (2,1%) | 9 (0,64%) |
| <i>Hepatozoon</i> spp.. | | | | | | | 48 (3,4%) | 29 (2,0%) | 77 (5,4%) |
| <i>Mycoplasma</i> spp.. | | | | | | | | 347 (24,5%) | 347 (24,4%) |

Fuente: elaboración propia con apoyo en las bases de datos de 1.418 muestras de felinos remitidos al laboratorio TestMol de Medellín entre julio de 2021 y marzo de 2022 para diagnóstico de hemotrópicos mediante qPCR.

TABLA 2. Perfil hemático de 15 gatos infectados con uno o más microorganismos hemotrópicos en la ciudad de Medellín

| Raza | Sexo | Edad | Patógeno | G.R (10 ⁹ / µL) | Hb | Hematocrito (%) | Reticulocitos (%) | Plaquetas (10 ⁹ /µL) | G.B. (10 ⁹ /µL) | Neutrófilos (µL) | Monocitos (µL) | Linfocitos (µL) | Bandas (µL) | Eosinófilos (µL) |
|---------|--------|------|--|-------------------------------|------|--------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|----------------|---------------------|
| Criolla | Hembra | 0,7 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 5,01 | 7,1 | 20,6 | 0,9 | 180 | 34,3 | 17836 | 1029 | 13377 | 1029 | 1029 |
| Mestizo | Hembra | 10 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 6,26 | 8,5 | 25,5 | 0,1 | 500 | 21,39 | 14973 | 0 | 5133 | 0 | 1283 |
| Criollo | Hembra | 0,3 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 7,37 | 9,5 | 30,3 | 0,3 | 609 | 8,76 | 6044 | 0 | 2277 | 0 | 438 |
| Criollo | Hembra | 0,6 | <i>Mycoplasma</i> spp. | 7,06 | 12 | 35 | 0,3 | 392 | 13,2 | 7300 | 700 | 4000 | 1200 | 0 |
| Criollo | Hembra | 2 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Bartonella</i> spp. | 5,8 | 8,6 | 25,9 | 0,9 | 396 | 51,5 | 29000 | 4500 | 16000 | 1000 | 0 |
| Mestizo | Hembra | 5 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Bartonella</i> spp. | 3,39 | 5,3 | 14,9 | 0,4 | 210 | 13,39 | 11515 | 0 | 1740 | 0 | 133 |
| Criolla | Macho | 13 | <i>Mycoplasma</i> spp. + <i>Bartonella</i> spp. | 4,97 | 9,7 | 29,3 | 0,5 | 321 | 10,4 | 8500 | 700 | 1200 | 0 | 0 |
| Mestizo | Hembra | 1 | <i>Bartonella</i> spp. + <i>Mycoplasma</i> spp. | 10,3 | 11,1 | 34,9 | 0,6 | 203 | 11,3 | 6210 | 0 | 5100 | 0 | 0 |
| Mestizo | Hembra | 0,1 | <i>Bartonella</i> spp. | 8,45 | 11,8 | 24,2 | 0,1 | 254 | 8,28 | 5216 | 0 | 3063 | 0 | 0 |
| Mestizo | Macho | 7 | <i>Bartonella</i> spp. | 9,56 | 13,9 | 42,8 | 0,1 | 214 | 6 | 3300 | 0 | 2220 | 0 | 300 |
| Mestizo | Macho | NR | <i>Bartonella</i> spp. | 9,19 | 13,9 | 41 | 0,2 | 280 | 9,2 | 5520 | 0 | 3680 | 0 | 0 |
| Mestizo | Macho | 4 | <i>Bartonella</i> spp. | 7,94 | 14,6 | 40,2 | 0,4 | 386 | 5,1 | 3366 | 0 | 1377 | 0 | 357 |
| Mestizo | Macho | 2 | <i>Bartonella</i> spp. | 7,53 | 9,9 | 31,4 | 0,2 | 426 | 5,82 | 2444 | 58 | 1280 | 0 | 2037 |
| Criolla | Hembra | 1,5 | <i>Bartonella</i> spp. | 7,25 | 10,9 | 32,7 | 0,1 | 383 | 27,8 | 21600 | 500 | 3900 | 1000 | 800 |
| Mestizo | Hembra | 0,11 | <i>Bartonella</i> spp. | 8,13 | 12 | 38,7 | 0,1 | 316 | 6,9 | 3795 | 69 | 2622 | 0 | 414 |
| Mestizo | Macho | 6 | <i>Bartonella</i> spp. + <i>Rickettsia</i> spp | 6,77 | 10,6 | 32,2 | 0,1 | 373 | 7,5 | 5259 | 0 | 2175 | 0 | 75 |

Fuente: elaboración propia con apoyo en las bases de datos de 15 hemoleucogramas de felinos positivos remitidos al laboratorio TestMol de Medellín entre julio de 2021 y marzo del 2022. *GR: glóbulos rojos, Hb: hemoglobina, GB: glóbulos blancos. **. Negrilla para valores fuera de los parámetros normales en felinos.

estudio son: *Mycoplasma* spp., *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp 0,99% (14/1.418), *Rickettsiales*, *Mycoplasma* spp. y *Bartonella* spp. 0,6% (9/1.418), *Mycoplasma* spp., *Filarias* y *Bartonella* spp. 0,07% (1/1.418), *Rickettsiales*, *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 0,28% (4/1.418), *Rickettsiales*, *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 0,21% (3/1.418), y *Rickettsiales*, *Mycoplasma* spp., *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 0,14% (2/1.418).

Los datos de los hemogramas de quince felinos infectados con uno o más agentes hemotrópicos se muestran en la tabla 2. Once de ellos fueron positivos por un solo agente infeccioso, cuatro en coinfección con *Mycoplasma* spp. y *Bartonella* spp. y un felino con *Rickettsia* spp. y *Bartonella* spp. De los individuos positivos, once de ellos tenían hemogramas sin alteraciones de los rangos de referencia, aunque tres de ellos presentaban coinfecciones con otro agente. Dos de los felinos positivos, uno para *Mycoplasma* spp. y otro para *Mycoplasma* spp. y *Bartonella* spp., tenían anemia moderada (hematocrito 20,6%) y severa (hematocrito 14,9%) y reticulocitos de 0,9% y 0,4%, respectivamente. Solo un individuo positivo para *Mycoplasma* spp. presentaba trombocitopenia (plaquetas 180.000), tres tenían plaquetas en límites inferiores (<250.000 plaquetas).

Al evaluar los leucogramas de los quince felinos positivos, cuatro de ellos mostraban aumentos de los glóbulos blancos (leucocitos), de los cuales uno estaba en coinfección y con la leucocitosis más severa de $51,5 \times 10^3/\mu\text{L}$, solo tres presentaban neutrofilia de 17.836 Neu/ μL , 29.000 Neu/ μL y 21.600 Neu/ μL , respectivamente. Además, hubo tres con linfocitosis reportadas en: 13.377 Linf/ μL , 5.133 Linf/ μL y 16.000 Linf/ μL . Sin embargo, aunque algunos individuos

presentaran alteraciones en los hemoleucogramas, estos no manifestaban alteraciones en el examen clínico general y sus tutores mencionaron no haber evidenciado alguna modificación de su estado normal en casa, ya que comían con avidez, se veían activos y sus procesos fisiológicos se llevaban a cabo con normalidad y sin dificultad, cabe agregar que a estos individuos se les tomaron los exámenes de sangre y qPCR como protocolo prequirúrgico para orquiectomía y ovariectomía (OVH), según el caso.

DISCUSIÓN

El presente análisis retrospectivo se realizó a partir de resultados moleculares obtenidos en un centro de diagnóstico especializado TestMol utilizando PCR en tiempo real cuantitativa, la cual utiliza como *target* las subunidades 16S y 18S de rDNA. Es sabido que, si bien las regiones del rDNA son extremadamente conservadas, lo cual puede llevar a problemas de inespecificidades en las pruebas basadas en PCR, es posible encontrar regiones que permitan diferenciar géneros como especies a partir de pruebas moleculares (White 1993).

Al determinar la frecuencia de pacientes felinos positivos a uno o más agentes hemotrópicos de los 9 evaluados mediante diagnóstico molecular basado con qPCR en muestras de pacientes remitidos de diferentes centros veterinarios de Medellín, el 70% (996/1418) fue positivo para uno o más agentes infecciosos, datos comparables con los reportados en gatos domésticos de Tailandia, donde se evidenció una prevalencia de 82,9% (63/275) mediante evaluación del gen 16 rRNA (Maruyama *et al.* 2001), y en otro reporte de gatos domésticos que circulan libres en Brasil, se

demonstró que el 89% (33/37) fue positivo para uno de los agentes evaluados mediante PCR (André *et al.* 2014).

Al evaluar la frecuencia de cada uno de los agentes hemotrópicos en este estudio, se evidenció una frecuencia para *Rickettsia* spp. de 0,21% (3/1.418), en comparación con estudios en Estados Unidos donde se demostraron anticuerpos en el 5,6% para *R. felis*, pero el DNA no fue amplificado mediante PCR en felinos con presencia de pulgas y fiebre (Bayliss *et al.* 2009), similar a otro estudio en este país, donde evaluaron mediante PCR convencional en muestras de sangre de felinos y sus pulgas, y se demostró que el 67,4% (62/92) de las pulgas fueron positivas para *Rickettsia felis*, aunque el resultado fuera negativo para todas las muestras de sangre, donde los autores mencionan que la causa factible es quizás la baja carga del agente circulante en el momento de la toma de las muestras, por lo que sugieren el uso de qPCR para futuros estudios (Hawley *et al.* 2007). En cuanto a *Babesia* spp. se evidenció una frecuencia de 0,35% (5/1.418), datos que distan de lo reportado en Brasil, donde se ha demostrado una prevalencia de 19% (7/37) mediante PCR en felinos domésticos de libre circulación (André *et al.* 2014), y de Portugal, que reportan una prevalencia de 9,4% (30/320) (Vilhena *et al.* 2013).

En cuanto a *Ehrlichia* spp. se observó una frecuencia del 0,49% (7/1.418), aunque existen pocos reportes de *Ehrlichia* spp. en felinos, en el norte de Estados Unidos, algunos estudios han evidenciado una prevalente de 3,2% (13/406) (Hegarty *et al.* 2015), y en Brasil se conocen datos con una alta prevalencia del 9,4% (20/122) en gatos domésticos (Braga *et al.* 2014). La frecuencia de *Dirolofaria* spp. en este estudio es del 0,64% (9/1.418), datos

comparables con lo reportado en múltiples áreas de este país mediante evaluación de antígeno, donde se observó una prevalencia del 0,5% (12/2.181) (Miller *et al.* 2000). En cuanto a *Anaplasma* spp., se demostró una frecuencia del 0,7% (10/1.418), similar a estudios en Portugal que reportan una prevalencia de 0,6% (2/320) (Vilhena *et al.* 2013), sin embargo, en Estados Unidos se conoce una prevalencia más alta con valores de 3,2 % (13/406) (Hegarty *et al.* 2015) y en Brasil se ha reportado hasta el 8% (3/37) (André *et al.* 2014). La frecuencia que en este estudio se evidencia para *Hepatozoon* spp. es del 5,4% (77/1.418), datos comparables con lo reportado en Italia con una prevalencia de 5,1% (10/196) (Gianelli *et al.* 2017) y que dista de lo reportado en Estados Unidos, donde la prevalencia fue del 2,4% (2/84) (Qurollo *et al.* 2018).

La frecuencia de *Mycoplasma* spp. (este es uno de los agentes hemotrópicos frecuentemente aislado en felinos en el mundo) en este estudio es del 24,4%, datos similares a lo observado en Brasil en felinos domésticos de libre circulación, donde se reporta una frecuencia de 32% (12/37) (André *et al.* 2014), y a un estudio en 2018 en la ciudad de Medellín donde evaluaron la frecuencia de varios hemotrópicos en caninos y felinos mediante diferentes técnicas diagnósticas, entre ellas PCR, donde se reporta una frecuencia del 27,8% (5/32) (Rodríguez *et al.* 2018). Por último, el agente hemotrópico con mayor frecuencia de presentación en este estudio es *Bartonella* spp., con un 37,9% (538/1.418), similar a lo reportado en ciertas zonas de Estados Unidos, donde en las llanuras centrales se han obtenido de seroprevalencias en promedio de 36,6% e incluso en Hawái del 47,4% (Jameson *et al.*

1995), contrario a otros estudios en Brasil, donde se han reportado prevalencias del 17,02% (8/47) (Staggemeier *et al.* 2010).

Entre las coinfecciones evidenciadas en este estudio, las más frecuentemente encontradas son *Bartonella* spp. y *Mycoplasma* spp. 7,9% (112/1.418), seguido de *Bartonella* spp. y *Hepatozoon* spp. 2,1% (30/1.418) y *Mycoplasma* spp. y *Hepatozoon* spp. 2% (29/1.418), si bien no se conocen estudios de prevalencias de coinfecciones de diferentes agentes hemotrópicos, sí se han obtenido como reportes de caso, como la coinfección con *Anaplasma platys*, *Bartonella henselae*, *Bartonella koehlerae* y *Candidatus Mycoplasma haemominutum* en un gato diagnosticado con plasmocitosis esplénica y mieloma múltiple, el cual presentaba en su hemoleucograma anemia, trombocitopenia y eosinofilia en Norteamérica (Qurollo *et al.* 2014), en otro estudio de 3 gatos con signos inespecíficos e inclusiones sugestivas de hemotrópicos en el frotis de sangre en Brasil, se evidenció *Cytauxzoon felis*, *Candidatus Mycoplasma haemominutum* y *Ehrlichia* sp. estrechamente relacionado con *Ehrlichia canis* y *Anaplasma* spp. en dos de los tres gatos muestreados, los cuales no mostraron anomalías hematológicas ni bioquímicas (André *et al.* 2017), situación evidenciada también en los individuos de este estudio donde se evaluaron los hemoleucogramas e historias clínicas. Por lo anterior, es importante recordar que muchos hemotrópicos en felinos pueden desarrollar signos clínicos que varían en severidad, y algunos estar de forma asintomática, y las variables que influyen en el grado de enfermedad corresponden a la vía de infección, estadio de la enfermedad (aguda, subclínica o crónica), el genotipo del patógeno, la respuesta inmunológica del huésped e incluso la presencia de

coinfecciones con otros agentes hemotrópicos o algunos retrovirus.

Este estudio evidenció la frecuencia de 9 agentes hemotrópicos de las bases de datos del laboratorio TestMol en Medellín, hasta el momento no existe reporte de tantos agentes infecciosos transmitidos por vectores en felinos en el país mediante diagnóstico molecular (qPCR), lo que contribuye a la epidemiología de agentes con potencial zoonótico en el país, ya que existen reportes de caso de *Ehrlichia* monocítica humana (Botero *et al.* 2014), coinfección de babesiosis y erlichiosis en Cartagena (Farah *et al.* 2012) y se conocen estudios de seroprevalencia en habitantes urbanos y rurales del Caribe colombiano para *Anaplasma*, *Babesia*, *Bartonella* y *Coxiella* (Máttar *et al.* 2006; Buelvas *et al.* 2008).

Si bien los datos son similares en muchos de los casos a los reportados como prevalencias en otros países de Europa, Asia y América, estos datos no pueden ser extrapolables al total de la población, ya que no son muestras aleatorizadas de pacientes sanos o sintomáticos y se carece de información actualizada de la población total de felinos que permitan correlacionar los datos con una prevalencia, sin embargo, es posible identificar en pacientes semiológicamente sanos la presencia de agentes hemotrópicos, situación descrita en estudios previos (Sakura *et al.* 1992; Bauer *et al.* 2008), que podrían en algún momento ser de importancia clínica frente a algún estímulo inmunológico en el huésped, lo que evidencia la importancia del diagnóstico molecular en este tipo de agentes que pueden tener un curso asintomático (André *et al.* 2017).

Frente a los hallazgos encontrados en este estudio, es importante evaluar la frecuencia de los mismos agentes en otras zonas del

país que podrían variar de acuerdo con condiciones medioambientales y considerar otros agentes hemotrópicos reportados en otros países como *Coxiella burnetti* (De Oliveira *et al.* 2022) y considerar estudios con más individuos y posibles coinfecciones con retrovirus.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo enfatiza la importancia y necesidad de confirmación molecular de infecciones de agentes hemotrópicos y coinfecciones por múltiples enfermedades transmitidas por vectores en felinos que presentan signos clínicos inespecíficos, hemoleucogramas con o sin alteraciones e inclusiones de estructuras compatibles con agentes infecciosos hemotrópicos en frotis de sangre. Además, muchos individuos positivos para uno o más agentes patógenos transmitidos por vectores pueden permanecer subclínicos por mucho tiempo, sin embargo, frente a cualquier estímulo inmunológico, se puede desencadenar una fase aguda o estar generando una enfermedad crónica con manifestaciones clínicas a futuro, por lo que se requiere evaluar de manera individual la pertinencia de realizar tratamiento en un paciente en una zona no endémica de la enfermedad, ya que la ausencia de tratamiento expone al huésped a una complicación médica a futuro, y que además este se comporta como un reservorio para otros animales, e incluso para la especie humana, lo que puede dificultar el control de enfermedades transmitidas por vectores.

CONFLICTO DE INTERESES

Declaramos que no existe conflicto de intereses entre los autores.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Investigación realizada con recursos propios, no se recibieron recursos de ninguna entidad para la investigación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las clínicas veterinarias que aportaron los hemogramas de los pacientes y ayudaron en el análisis de los datos, y al señor David Villar y David Gómez por la generación de la propuesta y ayuda en análisis de datos y organización de la base de datos.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores contribuyeron de forma equitativa en el proceso del análisis de datos y elaboración del artículo.

DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS Y MATERIALES

Todos los datos y materiales están disponibles con el autor de correspondencia, sin embargo, las condiciones de ensayo hacen parte de propiedad intelectual de la compañía TestMol SAS y su disponibilidad está asociada a un contrato legal por las partes interesadas.

REFERENCIAS

André MR, Baccarim Denardi NC, Marques de Sousa KC, Gonçalves LR, Henrique PC, Grosse Rossi Ontivero CR, Lima González IH, Cabral Nery CV, Fernandes Chagas CR, Monticelli C, Alexandre de Santis ACG y Machado RZ. 2014. Arthropod-borne pathogens circulating in free-roaming domestic cats in a zoo environment in Brazil. *Ticks and Tick-Borne Diseases*. 5(5):545-551. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.03.011>

- André MR, Filgueira KD, Calchi AC, De Sousa KCM, Gonçalves LR, Medeiros VB, Ximenes PA, Lelis VCNG, De Meireles MVN y Machado RZ. 2017. Co-infection with arthropod-borne pathogens in domestic cats. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*. 26(4):525-531. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612017064>
- Angelakis E y Raoult D. 2014. Pathogenicity and treatment of *Bartonella* infections. In *International Journal of Antimicrobial Agents*. 44(1):16-25. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2014.04.006>
- Ayoob AL, Prittie J y Hackner SG. 2010. Feline babesiosis. In *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. 20(1):90-97. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00493.x>
- Bauer N, Balzer HJ, Thüre S y Moritz A. 2008. Prevalence of feline haemotropic mycoplasmas in convenience samples of cats in Germany. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 10(3):252-258. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2007.12.004>
- Bayliss DB, Morris AK, Horta MC, Labruna MB, Radecki SV, Hawley JR, Brewer MM y Lappin MR. 2009. Prevalence of *Rickettsia* species antibodies and *Rickettsia* species DNA in the blood of cats with and without fever. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 11(4):266-270. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2008.06.007>
- Botero AH, Ramírez FM y Miranda JV. 2014. Primer caso de ehrlichiosis monocítica humana reportado en Colombia. *Infectio*. 18(4):162-166. <https://doi.org/10.1016/j.infect.2014.04.001>
- Buelvas F, Alvis N, Buelvas I, Miranda J y Mattar S. 2008. A high prevalence of antibodies against *Bartonella* and *Babesia microti* has been found in villages and urban populations in Cordoba, Colombia. *Revista de Salud Pública*. 10(1):168-177. <https://doi.org/10.1590/s0124-00642008000100016>
- De Oliveira LB, Calchi AC, Vultão JG, Yogui DR, Kluyber D, Alves MH y André MR. 2022. Molecular investigation of haemotropic mycoplasmas and *Coxiella burnetii* in free-living Xenarthra mammals from Brazil, with evidence of new haemoplasma species. *Transboundary and Emerging Diseases*. <https://doi.org/10.1111/tbed.14523>
- Farah JM, Del Risco FDLV, Espinosa AB y Salvador ASF. 2012. Coinfección de babesiosis y ehrlichiosis: Un caso en Cartagena de Indias, Colombia. *Revista Ciencias Biomédicas*. 3(2):339-345. Disponible en: <https://revistas.unicartagena.edu.co/index.php/cbiomedicas/article/view/3132/2660>
- Gary AT, Richmond HL, Tasker S, Hackett TB y Lappin MR. 2006. Survival of *Mycoplasma haemofelis* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* in blood of cats used for transfusions. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 8(5):321-326. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2006.04.005>
- Giannelli A, Latrofa MS, Nachum-Biala Y, Hodžić A, Greco G, Attanasi A, Annoscia G, Otranto D y Baneth G. 2017. Three different Hepatozoon species in domestic cats from southern Italy. *Ticks and Tick-Borne Diseases*. 8(5):721-724. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.05.005>
- Greene CE. 2012. *Infectious diseases of dog and cat*. Fourth edition. Elsevier. ISBN: 978-1-4160-6130-4.
- Hawley JR, Shaw SE y Lappin MR. 2007. Prevalence of *Rickettsia felis* DNA in the blood of cats and their fleas in the United States. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 9(3):258-262. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2006.12.005>
- Hegarty BC, Quorllo BA, Thomas B, Park K, Chandrashekar R, Beall MJ y Breitschwerdt EB. 2015. Serological and molecular analysis of feline vector-borne anaplasmosis and ehrlichiosis using species-specific peptides and PCR. *Parasites & vectors*. 8(1):1-9. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0929-8>
- Jameson P, Greene C, Regnery R, Dryden M, Marks A, Brown J y Greene R. 1995. Prevalence of *Bartonella henselae* antibodies in pet cats throughout regions of North America. *Journal of Infectious Diseases*. 172(4):1145-1149. <https://doi.org/10.1093/infdis/172.4.1145>
- Maia C, Ramos C, Coimbra M, Bastos F, Martins Â, Pinto P, Nunes M, Vieira ML, Cardoso L y Campino L. 2014. Bacterial and protozoal agents of feline vector-borne diseases in domestic and stray cats from southern Portugal. *Parasites and Vectors*. 7(1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-115>
- Maruyama S, Poapolathep A, Morita Y, Tanaka S, Chang CC, Sakai T y Chomel BB. 2001. Prevalence of *Bartonella* species and 16s rRNA

- gene types of *Bartonella henselae* from domestic cats in Thailand. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 65(6): 783-787. <https://doi.org/10.4269/AJTMH.2001.65.783>
- Máttar S y Parra M. 2006. Detection of antibodies to *Anaplasma*, *Bartonella* and *Coxiella* in rural inhabitants of the Caribbean area of Colombia. Revista MVZ Córdoba. 11(2):781-789. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3300021>
- Mayorga D, Echeverry-Bonilla D, Buriticá-Gaviria E y Rondón-Barragán I. 2019. *Mycoplasma haemominutum* in the city of Ibagué (Colombia): Report of five cases. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú. 30(3):1351-1359. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.15527>
- Messick JB. 2004. Hemotropic mycoplasmas (hemoplasmas): a review and new insights into pathogenic potential. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2004.tb00342.x>
- Miller MW, Atkins CE, Stemme K, Robertson-Plouch C y Guerrero J. (2000). Prevalence of exposure to *Dirofilaria immitis* in cats in multiple areas of the United States. Vet Ther. 1(3):169-75. Disponible en: http://assets.prod.vetlearn.com.s3.amazonaws.com/mmah/e3/0291a276b24d81adb7f784aad378e6/fileVTX_01_03_169.pdf
- Otranto D y Dantas-Torres F. 2010. Canine and feline vector-borne diseases in Italy: current situation and perspectives. Disponible en: <http://www.parasitesandvectors.com/content/3/1/2>
- Panti-May JA y Rodríguez-Vivas RI. 2020. Canine babesiosis: A literature review of prevalence, distribution, and diagnosis in Latin America and the Caribbean. In Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports. 21. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2020.100417>
- Pennisi MG, Hofmann-Lehmann R, Radford AD, Tasker S, Belák S, Addie DD y Möstl K. 2017. *Anaplasma*, *Ehrlichia* and *Rickettsia* species infections in cats: European guidelines from the ABCD on prevention and management. Journal of feline medicine and surgery. 19(5):542-548. <https://doi.org/10.1177/1098612X17706462>
- Qurollo BA, Balakrishnan N, Cannon CZ, Maggi RG y Breitschwerdt EB. 2014. Co-infection with *Anaplasma platys*, *Bartonella henselae*, *Bartonella koehlerae* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* in a cat diagnosed with splenic plasmacytosis and multiple myeloma. Journal of Feline Medicine and Surgery. 16(8):713-720. <https://doi.org/10.1177/1098612X13519632>
- Qurollo B, Walsh E, Lemler E *et al.* 2018. Feline vector-borne disease in cats with acute onset fever. Disponible en: <https://www.vin.com/acvim/2018>
- Qurollo B. 2019. Feline vector-borne diseases in North America. Veterinary Clinics: Small Animal Practice. 49(4):687-702. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.02.012>
- Rikihisa Y. 2006. Ehrlichia subversion of host innate responses. Current Opinion in Microbiology. 9(1):95-101. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2005.12.003>
- Rodríguez, AMM, Buitrago JA y Caro DCO. 2018. Frecuencia de hemoparasitismo en caninos y felinos que consultan en la clínica veterinaria Rosales de la ciudad de Medellín durante el segundo semestre de 2018. Revista Sinergia. 1(4):66-80. Disponible en: <http://sinergia.colmayor.edu.co/ojs/index.php/Revistasinergia/article/view/58>
- Roura X, Peters IR, Altet L *et al.* 2010. Prevalence of hemotropic *Mycoplasmas* in healthy and unhealthy cats and dogs in Spain. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 22(2):270-274. <https://doi.org/10.1177/104063871002200219>
- Rubini AS, Dos Santos Paduan, K, Pérez RR, Ribolla PEM y O'Dwyer LH. 2006. Molecular characterization of feline *Hepatozoon* species from Brazil. Veterinary Parasitology. 137(1-2):168-171. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.12.008>
- Sukura A, Grohn YT, Junttila J, Palolahti T. 1992. Association between feline immunodeficiency virus antibodies and host characteristics in Finnish cats. Acta Medica Veterinaria 33:325e334. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/BF03547298>
- Sushma RE. 2021. Comparative studies on diagnostic methods of feline haemotropic mycoplasmosis. Disponible en: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2021/vol10issue12S/PartQ/S-10-12-154-547.pdf>
- Sykes JE. 2010. Feline hemotropic *Mycoplasmas*. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. 20(1):62-69. <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00491.x>

- Schäfer I y Kohn B. 2020. *Anaplasma phagocytophilum* infection in cats: A literature review to raise clinical awareness. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 22(5):428-441. <https://doi.org/10.1177/1098612X20917600>
- Staggemeier R, Venker CA, Klein DH, Petry M, Spilki FR y Cantarelli VV. 2010. Prevalence of *Bartonella henselae* and *Bartonella clarridgeiae* in cats in the south of Brazil: a molecular study. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 105:873-878. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762010000700006>
- Tasker S. 2010. Haemotropic mycoplasmas. What's their real significance in cats? *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 12(5):369-381. <https://doi.org/10.1016/j.jfms.2010.03.011>
- Tasker S, Binns SH, Day MJ, Gruffydd-Jones TJ, Harbour DA, Helps CR, Jensen WA, Olver CS y Lappin MR. 2012. Use of a PCR assay to assess the prevalence and risk factors for *Mycoplasma haemofelis* and *Candidatus Mycoplasma haemominutum* in cats in the United Kingdom Blood samples from 426 healthy and sick cats in the UK were tested in a PCR assay for *Candidatus*. <https://doi.org/10.1136/vr.152.7.193>
- Tasker S, Hofmann-Lehmann R, Belák S, Frymus T, Addie DD, Pennisi MG, Boucraut-Baralon C, Egberink H, Hartmann K, Hosie MJ, Lloret A, Marsilio F, Radford AD, Thiry E, Truyen U y Möstl K. 2018. Haemoplasmosis in cats: European guidelines from the ABCD on prevention and management. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 20(3):256-261. <https://doi.org/10.1177/1098612X18758594>
- Van Assendelft OW, Bull BS, Fujimoto K, Groner W, Houwen B, Van Hove L *et al.* 2001. Recommendations for reference method for the packed cell volume (ICSH Standard 2001). *Laboratory Hematology*. 2001-7(3):148-170.
- Vilhena H, Martínez-Díaz VL, Cardoso L, Vieira L, Altet L, Francino O y Silvestre-Ferreira AC. 2013. Feline vector-borne pathogens in the north and centre of Portugal. *Parasites & Vectors*, 6(1):1-6.
- Vorou RM, Papavassiliou VG y Tsiodras S. 2007. Emerging zoonoses and vector-borne infections affecting humans in Europe. *Epidemiology and Infection*. 135(8):1231-1247. <https://doi.org/10.1017/S0950268807008527>
- Willi B, Boretto FS, Cattori V, Tasker S, Meli ML, Reusch C y Hofmann-Lehmann R. 2005. Identification, molecular characterization, and experimental transmission of a new hemoplasma isolate from a cat with hemolytic anemia in Switzerland. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(6):2581-2585. <https://doi.org/10.1128/JCM.43.6.2581-2585.2005>
- Wolf-Jäckel GA, Jäckel C, Museux K, Hoelzle K, Tasker S, Lutz H y Hofmann-Lehmann R. 2010. Identification, characterization, and application of a recombinant antigen for the serological investigation of feline hemotropic *Mycoplasma* infections. *Clinical and vaccine immunology*. 17(12):1917-1925. <https://doi.org/10.1128/CVI.00282-10>

Forma de citación del artículo:

C. Ríos–Usuga C, Arias A, Gómez D, Pérez D, Muñoz–Cadavid C, Jaramillo–Delgado IL. 2023. Enfermedades transmitidas por vectores en gatos: una mirada molecular en ambientes urbanos de Medellín, Colombia. *Rev Med Vet Zoot*. 70(2):220-233. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v70n2.105407>