

Presencia de *Mycoplasma* SP. en Zarigüeyas comunes (*Didelphis marsupialis*) en Parque Zoológico Nacional La Aurora, Guatemala.

Presence of *Mycoplasma* SP. in Common Opossums (*Didelphis marsupialis*) at La Aurora National Zoo, Guatemala.

Cómo citar el artículo

Gaitan Monroy, J. P. Presencia De *Mycoplasma* Sp. En Zarigüeyas Comunes (*Didelphis Marsupialis*) En Parque Zoológico Nacional La Aurora, Guatemala. *Revista Naturaleza, Sociedad Y Ambiente*, 11(1). <https://doi.org/10.37533/cunsurori.v11i1.98>

Juan Pablo Gaitan Monroy

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Medicina Veterinaria. Guatemala, Guatemala.

Recibido: 21 de septiembre de 2023 / Aceptado: 28 de febrero de 2024

Disponible en internet el 30 de septiembre de 2024

*Autor para correspondencia, correo electrónico: summits.hunter@gmail.com

Resumen

La investigación estimó la captura de 20 zarigüeyas, sin importar rango de edad o sexo, situadas en el parque Zoológico Nacional La Aurora en Ciudad de Guatemala. El objetivo fue determinar la presencia de *Mycoplasma* sp. en las mismas, a través del método de frotis sanguíneo. Investigaciones recientes han destacado la importancia de los micoplasmas hemotrópicos como patógenos zoonóticos emergentes y subrayado la necesidad de una detección y diagnóstico precisos, así como de una mayor comprensión de su epidemiología y su impacto en la salud de los animales y posiblemente de los seres humanos.

Así como han destacado la importancia de investigar el papel de los vectores en la transmisión de estas infecciones en la fauna silvestre debido a que esta enfermedad ha estado asociada a una alta morbilidad y baja mortalidad en mamíferos de zoológicos en todo el mundo. Se registraron un total de 8 casos positivos a la prueba de frotis sanguíneo, de los cuales, 5 fueron hembras (62,00%) y 3 machos (37,05%). Se concluye que la microscopia debe ser acompañada de otras pruebas con el fin de obtener diagnósticos más certeros y conocer la especie de *Mycoplasma* que afecta a los huéspedes.

Palabras clave: Guatemala, Hemoparasitos, *Mycoplasma*, Zarigüeyas, Zoológico.

Abstract

The investigation estimated the capture of 20 opossums, regardless of age range or sex, located in the La Aurora National Zoological Park in Guatemala City. The objective was to determine the presence of *Mycoplasma* sp. in them, through the blood smear method. Recent research has highlighted the importance of hemotropic mycoplasmas as emerging zoonotic pathogens and underlined the need for accurate detection and diagnosis, as well as a greater understanding of their epidemiology and impact on animal and possibly human health.

They have also highlighted the importance of investigating the role of vectors in the transmission of these infections in wildlife because this disease has been associated with high morbidity and low mortality in mammals in zoos around the world. A total of 8 positive cases were recorded in the blood smear test, of which 5 were females (62.00%) and 3 were males (37.05%). It is concluded that microscopy must be accompanied by other tests in order to obtain more accurate diagnoses and know the species of *Mycoplasma* that affects the hosts.

Keywords: Hemoparasites, *Mycoplasma*, Possums, Zoo

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se centra en los micoplasmas hemotrópicos, bacterias sin pared celular que parasitan los glóbulos rojos de varios animales vertebrados. Estos microorganismos, anteriormente conocidos como *Haemobartonella* sp y *Eperythrozoon* sp, fueron observados por primera vez en ratones y perros en Alemania en 1928, pero desde entonces se han encontrado en una amplia variedad de animales en todo el mundo, incluyendo humanos.

La diferencia morfológica principal entre estos microorganismos se basa en su forma de presentación en la superficie de los glóbulos rojos. Los micoplasmas hemotrópicos son pequeños y pueden tomar formas variadas, como cocos, bastones o anillos. Estos microorganismos son conocidos por causar infecciones persistentes y crónicas en animales, y aunque generalmente no se consideran altamente patógenos, pueden causar anemia hemolítica y otros problemas de salud, especialmente en situaciones de inmunosupresión o estrés.

En el parque, Zoológico Nacional La Aurora, situado en Ciudad de Guatemala se observa la proliferación de zarigüeyas, las cuales se aprovechan de la comida brindada a los animales mantenidos en cautiverio. Además, las zarigüeyas poseen pulgas, aumentando el riesgo de infección de hemoparasitos en la colección.

Se capturaron 20 zarigüeyas comunes utilizando trampas cebo con fruta y se identificaron a nivel de especie. Se inspeccionaron en busca de ectoparásitos como garrapatas y pulgas, y se registraron datos como la presencia de ectoparásitos, sexo y posible etapa de crecimiento. Se utilizó un método de

muestreo no probabilístico por conveniencia para seleccionar a los animales capturados, lo que permitió una elección arbitraria sin considerar la representatividad de la población.

El objetivo del estudio fue determinar la presencia de *Mycoplasma* sp. en zarigüeyas domésticas en el Parque Zoológico Nacional La Aurora en la Ciudad de Guatemala, a través del método de frotis sanguíneo utilizando la coloración Giemsa y Panóptico. Así como la tipificación de los hemoparasitos que estas poseían. Además de registrar posibles casos de anemia en las zarigüeyas posiblemente infectadas por *Mycoplasma* sp.

Se destaca la escasez de información sobre micoplasmas hemotrópicos (hemoplasmas) y patógenos transmitidos por garrapatas en zarigüeyas (*Didelphis* sp.), desconociendo el impacto que estos microorganismos pueden tener en la salud de los individuos afectados, así como los posibles cambios en el perfil hematológico y bioquímico. Por lo tanto, se sugiere que la microscopia se acompañe de otras pruebas con el fin de obtener diagnósticos más certeros y conocer la especie de *Mycoplasma* que afecta a los huéspedes.

2. REFERENTE TEÓRICO

2.1. Clasificación y morfología

Los organismos antiguamente conocidos como *Haemobartonella* sp. y *Eperythrozoon* sp. son pequeñas bacterias pleomórficas que parasitan a los glóbulos rojos de un amplio rango de animales vertebrados. Estos parásitos sanguíneos fueron observados por primera vez en ratones (*Eperythrozoon coccoides*) y perros (*Haemobartonella canis*) en Alemania en 1928. Desde entonces, la presencia de estos parásitos fue descrita en cerdos, ovejas, cabras, bovinos, llamas y alpacas,

gatos, perros, ratas, monos e incluso en seres humanos, en todo el mundo. (Witman, 2010).

La diferenciación morfológica entre los dos géneros se basaba en la forma de presentación sobre la superficie de los glóbulos rojos, siendo la más frecuente en forma de anillos o libres en el plasma sanguíneo en *Eperythrozoon* sp en comparación a *Hemobartonella* sp. (Witman, 2010) Estas bacterias hemotróficas se clasificaron anteriormente en el orden Rickettsiales como miembro de la familia Anaplasmataceae. (Messick et al., 2002) Estas bacterias sin pared celular evolucionaron de un antepasado al reducir su genoma siendo los procariontes más pequeños con capacidad de auto replicarse. (Rojas, 2020).

Los micoplasmas hemotrópicos (hemoplasmas) son pequeñas bacterias, gramnegativas y sin pared celular, epieritrocíticas obligadas. (Maggia et al., 2013) Los hemoplasmas son pleomórficos (cocos, bastones, anillos), de 0,3 a 1 μm de diámetro, con genomas pequeños (0,5-1,0 Mb). Por lo general, están adheridos a la superficie exterior de los glóbulos rojos formando hendiduras. (Quiroz et al., 2020) Pueden causar infecciones aún no curables como la anemia hemolítica inmunomediada en animales y seres humanos. (Massini et al., 2019).

2.2. Importancia en la salud pública

Aunque el potencial patogénico de los micoplasmas hemotrópicos como causa de enfermedades humanas no se ha definido claramente, estos patógenos zoonóticos emergentes pueden plantear un problema de salud pública más grave de lo que se aprecia actualmente. (Maggia et al., 2013)

Debido a la proximidad de las viviendas

humanas y las interacciones entre humanos y animales, el seguimiento de las garrapatas y el estado de salud de las zarigüeyas es un problema de salud pública. (Antonangelo et al., 2021).

2.3 Patogenia

En general, estas bacterias inducen infecciones intravasculares asintomáticas persistentes en animales domésticos y salvajes y no se consideran altamente patógenas. Por lo tanto, las infecciones por micoplasmas hemotrópicos suelen ser de naturaleza crónica y oculta; sin embargo, se ha informado en animales la presencia de anemia hemolítica de gravedad variable, a menudo, asociada con otras enfermedades infecciosas o no infecciosas. (Maggia et al., 2013).

Las manifestaciones clínicas de la enfermedad en animales se reporta, con mayor frecuencia, asociada a cuadros de inmunosupresión inducida por fármacos o retrovirus, combinada con factores estresantes derivados de mala nutrición, embarazo o lactancia o con infecciones concurrentes con otro patógeno más virulento. (Maggia et al., 2013) Aquellos animales con infecciones agudas pueden presentar hemólisis, anorexia, deshidratación, fiebre, pérdida de peso, letargo e incluso muerte súbita. (Quiroz et al., 2020).

La pérdida de la bi concavidad y el aumento de la fragilidad de los eritrocitos, es característica de la enfermedad. Esto se genera, cuando los macrófagos del hígado, pulmones y bazo atrapan a los eritrocitos infectados, eliminándolos por medio de la opsonización. Luego retornan a la circulación, explicando así los cambios del hematocrito durante la parasitemia. (Benard, 2009).

2.4. Diagnóstico

Históricamente, el examen citológico de frotis de sangre teñidos mediante microscopía óptica ha sido la metodología tradicional utilizada para la detección de hemoplasma en medicina veterinaria, especialmente durante la fase aguda de la infección cuando se puede observar una marcada bacteriemia (con hasta el 90% de los glóbulos rojos parasitados). Sin embargo, la sensibilidad diagnóstica de un examen de frotis de sangre es generalmente inferior al 20% en animales con infección crónica, y la especificidad de un examen de frotis de sangre se ve obstaculizada por artefactos, como precipitados de tinción y cuerpos de Howell-Jolly. (Maggia et al., 2013).

El desarrollo relativamente reciente de ensayos de PCR dirigidos principalmente al gen 16S ribosomal RNA ha dado como resultado el reconocimiento de varios hemoplasmas nuevos, algunos de los cuales pueden infectar a los humanos. (Maggia et al., 2013).

Con el uso de PCR se obtiene una alta sensibilidad, además, se genera un producto que se puede secuenciar, comparar y analizar filogenéticamente. (Pinard et al., 2002) Por el mismo motivo, el PCR ha permitido conocer la prevalencia, analizar los factores de riesgo, los cuadros clínicos generados, las relaciones que tiene con otros agentes y enfermedades, entre otros, lo que explica el aumento actual de las investigaciones sobre el tema. (Witman, 2010).

Al analizar los resultados de los estudios realizados en distintos lugares del mundo, se encuentran valores y conclusiones muy variados, lo que sugiere la importancia que tienen la geografía, el clima, el estatus sanitario y la distribución de las distintas especies

de hemoplasma. (Witman, 2010).

Los micoplasmas se replican por fusión binaria y no ha sido posible poder cultivarlo fuera de su anfitrión principal, en agar ni en cultivo celular. (Witman, 2010) Estos presentan ausencia de pared celular y flagelo, son susceptibles a la tetraciclina y resistentes a la penicilina o antibióticos cuyo objetivo es la pared celular. (Rojas, 2020).

Muchos micoplasmas tienen su patogenia relacionada con orgánulos específicos que median la adhesión a la célula huésped de destino. Desde entonces, hemoplasmas puede usar genes o proteínas relacionadas, o haber involucrado algún mecanismo alternativa al parasitismo superficial. (Rojas, 2020).

2.5. Análisis Filogenéticos

Los análisis filogenéticos de las secuencias del gen 16S ribosomal RNA han identificado dos subgrupos principales de hemoplasmas, a saber, los grupos *Mycoplasma suis* y *Mycoplasma haemofelis*. El subgrupo de *M. suis* incluye "Candidatus *Mycoplasma haemominutum*", *Mycoplasma suis*, *Mycoplasma wenyonii*, "Candidatus *Mycoplasma haemolamae*" y "Candidatus *Mycoplasma haemodidelphidis*", que se han reportado entre gatos, cerdos, ganado vacuno, alpacas y zarigüeyas, respectivamente. (Maggia et al., 2013).

El subgrupo *M. haemofelis* incluye *M. haemofelis*, *M. haemomuris* y *M. haemocanis*, reportados en gatos, ratones y perros, respectivamente. Debido a la alta similitud en la secuencia del gen 16S rRNA entre los miembros de estos dos subgrupos principales, las diferencias en la identidad de la especie y el tropismo del huésped pueden detec-

tarse con mayor precisión mediante la secuenciación parcial del gen RNasa P. (Messick et al., 2002).

2.6. *Mycoplasma sp. en animales de vida silvestre*

Micoplasma sp. se han detectado en la vida silvestre en todo el mundo. (Goncalves et al., 2019) En Brasil, se han encontrado especies de hemoplasma en la vida silvestre, como leones (*Panthera leo*), capibaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*) y pequeños roedores, cánidos silvestres, jaguares (*Panthera onca*) en libertad y/o en cautiverio, pumas (*Puma concolor*), jaguares (*Puma yagouaroundi*), primates no humanos, prociónidos, felinos manchados (*Leopardus tigrinus*), ocelotes (*Leopardus pardalis*), murciélagos, jabalíes y zarigüeyas. (Massini et al., 2019).

2.7. *Especies de zarigüeya y hemoparasitos descritos en estas especies*

Las zarigüeyas son marsupiales sinantrópicos pertenecientes al género *Didelphis*. En América se han reportado las especies: *D. albiventris*, *D. aurita*, *D. imperfecta*, *D. pernigra*, *D. virginiana*, y *D. marsupialis*. Debido a su circulación en ambientes urbanos y rurales, las zarigüeyas son huéspedes potenciales, reservorios sugeridos y/o amplificadores potenciales de agentes infecciosos (p. ej., *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania infantum*, *Rickettsia rickettsii*). (Antonangelo et al., 2021).

En América, se ha descrito que diferentes patógenos transmitidos por garrapatas infectan a *Didelphis* sp. En 1973 se describió *Hepatozoon didelphidys* en la zarigüeya común (*Didelphis marsupialis*) en Colombia. De igual forma se ha reportado *Hepatozoon* sp. gamonts en frotis de sangre de *D. marsu-*

pialis y *D. albiventris* en la Guyana Francesa. (Ortega, 2022).

En Estados Unidos, *Hepatozoon* sp. ha sido detectado molecularmente en la sangre de *D. virginiana*. En Brasil también se identificaron *Hepatozoon* sp. en *D. albiventris* y *D. marsupialis*, respectivamente. *Babesia* sp. Se han encontrado en *D. albiventris* y en *D. marsupialis* de Brasil. Además, se han descrito nuevos agentes ehrlichiales en *D. albiventris*, *Ehrlichia* sp. cepa Natal en la región noreste de Brasil y *Ehrlichia* sp. en Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, centro-oeste de Brasil. (Ortega, 2022).

2.8. *Casos reportados de Mycoplasma sp. en zarigüeyas*

La información sobre micoplasmas hemotrópicos (hemoplasmas) y patógenos transmitidos por garrapatas en zarigüeyas (*Didelphis* sp.) es escasa. (Ortega, 2022) Dos especies de hemoplasma pueden infectar a *Didelphis*: "Candidatus *Mycoplasma haemodidelphis*" que se encuentra en la zarigüeya americana de Virginia (*Didelphis virginiana*) y "Candidatus *Mycoplasma haemoalbiventris*" que se encuentra en la zarigüeya de orejas blancas brasileña (*Didelphis albiventris*). (Antonangelo et al., 2021).

2.9. *Mycoplasma sp. en la flora conjuntival de zarigüeyas*

La flora conjuntival normal de la zarigüeya es similar a la del perro y el gato. En algunos estudios, se identificó *Mycoplasma* mediante PCR pero no pudo confirmarse mediante cultivo. El bajo porcentaje de *Mycoplasma* recuperado fue similar al encontrado en gatos.

2.10. Transmisión por vectores

La transmisión de la hemoplasmosis mediada por diferentes vectores según el patógeno. Las pulgas, garrapatas, piojos y moscas son responsables de la transmisión de hemoplasmas en gatos, perros, ratones, cerdos y ganado. (Quiroz et al., 2020).

En Brasil, se ha informado que diferentes especies de garrapatas parasitan a *D. albiventris* y *D. aurita*, como *Amblyomma sculptum*, *Amblyomma dubitatum* e *Ixodes loricatus*. Aunque se han descrito diferentes ectoparasitos que infectan a *Didelphis* sp., la información sobre hemoplasmas y ectoparasitos en *D. aurita* aún es escasa. Además, se desconoce el impacto que estos microorganismos pueden tener en la salud de los individuos afectados, así como los posibles cambios en el perfil hematológico y bioquímico. (Ortega et al., 2022).

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

La investigación se realizó en el Zoológico Nacional La Aurora ubicado en 7a. Avenida o Avenida de Los Museos, 5ta calle Interior Finca La Aurora Z 13 Ciudad de Guatemala.

3.2. Diseño del estudio

Para la elección de la muestra se utilizó el método no probabilístico por conveniencia, lo que permitió tomar muestras de los animales que fueran capturados de vida libre sin estar considerando las características de inclusión de los sujetos que los hacía representativos de toda la población permitiéndonos elegir de manera arbitraria cuantos individuos podían formar parte del estudio.

3.3. Procedimiento

Se capturaron 20 zarigüeyas comunes (*Didelphis marsupialis*) utilizando trampas de malla de alambre cebadas con fruta, en el periodo de febrero a julio de 2023. Las zarigüeyas se identificaron a nivel de especie basándose en características morfológicas y fenotípicas. Se inspeccionaron visualmente para detectar ectoparasitos (garrapatas y pulgas). De cada animal se registraron los siguientes datos: presencia de ectoparasitos, sexo y posible etapa de crecimiento. Las pulgas se retiraron y almacenaron en tubos etiquetados con etanol al 70% para su posterior clasificación según claves taxonómicas morfológicas.

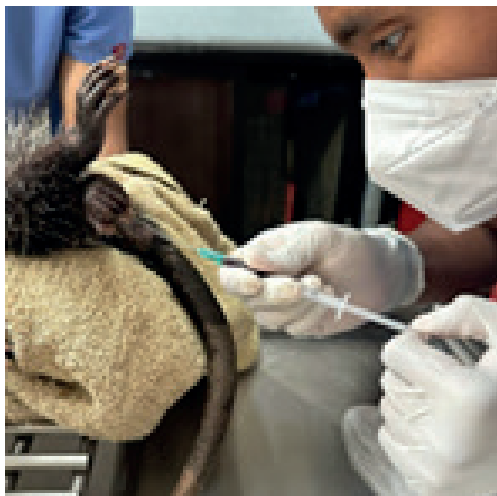
Las muestras de sangre se tomaron de las venas caudales laterales dorsales. Las muestras se tomaron mediante aspiración con jeringa empleando tubos de BD Vacutainer tapa lila pediátrico que contenían EDTA como anticoagulante. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en hieleras portátiles a una temperatura aproximada de 4 °C. En el laboratorio se realizaron dos extendidos por cada muestra: uno para coloración con panóptico y el otro para coloración con Giemsa, los cuales fueron analizados por microscopía de luz clara para determinar la presencia o ausencia de hemoparasitos.

Posterior al resultado, se realizó micro hematocrito utilizando tubos capilares en los individuos posiblemente positivos a *Mycoplasma* sp.

De los 20 animales capturados, ocho (40,0%) fueron hembras adultas, tres (15,0%) hembras juveniles, seis (30,0%) machos adultos y tres (15,0%) machos juveniles. Resaltando que un total de 10/20 (50,0 %) de zarigüeyas estaban infestadas por pulgas en el momento

del muestreo. Las pulgas fueron identificadas como *Ctenocephalides felis*. Luego del muestreo los animales fueron liberados en hábitats naturales.

Figura 1. Toma de muestra de sangre en la vena caudal lateral dorsal de zarigüeya.



3.4. Análisis estadístico

Se realizó la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2) para la asociación entre la infección por *Mycoplasma* sp. el sexo y la presencia de ectoparásitos. Considerando un nivel de significancia de 0,05 e intervalo de confianza de 95%.

Para el estudio de los valores del micro hematocrito se realizó estadística descriptiva, las zarigüeyas se dividieron en dos grupos: positivos (Anemia) y negativos; según los resultados a la prueba de micro hematocrito.

4. Resultados

4.1. Resultados de Frotis Sanguíneos

De los 20 animales capturados, catorce eran animales adultos. Entre los animales adultos, el (28.5%) 4/14 resultaron positivos a esta prueba. De los cuales, tres hembras

(21,42%) 3/14 fueron positivas, cinco hembras (35,71%) 5/14 fueron negativas, un macho adulto (7,14%) 1/14 fue positivo y cinco machos (35,71%) 5/14 fueron negativos.

Mediante microscopía óptica, pequeñas estructuras epieritrocíticas basófilas de forma cocoide, adheridas individualmente y a menudo una por eritrocito lograron observarse en las muestras positivas. Dichos resultados fueron iguales para muestras coloreadas con tinción Giemsa y tinción panóptico.

Cuadro 1. Resultados de frotis sanguíneo con tinción Giemsa y tinción Panóptico de zarigüeyas adultas.

No.	Identificación	Sexo	Resultado Tinción Panóptico	Resultado Tinción Giemsa
1	H-1	Hembra	Positivo	Positivo
2	H-2	Hembra	Negativo	Negativo
3	M-1	Macho	Negativo	Negativo
4	H-3	Hembra	Negativo	Negativo
5	M-2	Macho	Negativo	Negativo
6	M-3	Macho	Negativo	Negativo
7	M-4	Macho	Positivo	Positivo
8	H-5	Hembra	Positivo	Positivo
9	H-4	Hembra	Positivo	Positivo
10	M-5	Macho	Negativo	Negativo
11	H-6	Hembra	Negativo	Negativo
12	H-7	Hembra	Negativo	Negativo
13	H-8	Hembra	Negativo	Negativo
14	M-6	Macho	Negativo	Negativo

De los animales capturados, seis eran zarigüeyas juveniles. Entre los animales juveniles, el (66,0%) 4/6 resultaron positivos a esta prueba. De estas zarigüeyas, dos (33,33%) 2/6 fueron hembras positivas, una hembra juvenil (16,66%) 1/6 fue negativa, dos machos (33,33%) 2/6 fueron positivos y un macho juvenil (16,66%) 1/6 resulto negativo. Dichos resultados fueron iguales para muestras coloreadas con tinción Giemsa y tinción panóptico.

Cuadro 2. Resultados de frotis Sanguíneo con tinción Giemsa y tinción Panóptico de zarigüeyas juveniles.

No.	Identificación	Sexo	Resultado tinción Panóptico	Resultado tinción Giemsa
1	HJ-1	Hembra	Positivo	Positivo
2	HJ-2	Hembra	Positivo	Positivo
3	MJ-1	Macho	Positivo	Positivo
4	MJ-2	Macho	Positivo	Positivo
5	HJ-3	Hembra	Negativo	Negativo
6	MJ-3	Macho	Negativo	Negativo

4.2. Resultados de tipificación de ectoparásitos

Un total de 10/20 (50,0 %) de zarigüeyas estaban infestadas por pulgas en el momento del muestreo. Las pulgas fueron identificadas como Ctenocephalides felis.

De las 14 zarigüeyas adultas capturadas, el (35,71%) 5/15 resultaron positivas a C. felis. De las cuales tres (21,42%) 3/14 fueron hembras positivas, cinco hembras adultas (35,71%) 5/14 fueron negativas, dos machos (14,28%) 2/14 fueron positivos y cuatro machos (28,57%) 4/14 fueron negativos.

Cuadro 3. Resultados de presencia de Ctenocephalides felis en zarigüeyas adultas.

No.	Identificación	Sexo	Resultado
1	H-1	Hembra	Positivo
2	H-2	Hembra	Negativo
3	M-1	Macho	Negativo
4	H-3	Hembra	Negativo
5	M-2	Macho	Negativo
6	M-3	Macho	Negativo
7	M-4	Macho	Positivo
8	H-5	Hembra	Positivo
9	H-4	Hembra	Positivo
10	M-5	Macho	Positivo
11	H-6	Hembra	Negativo
12	H-7	Hembra	Negativo
13	H-8	Hembra	Negativo
14	M-6	Macho	Negativo

De las 6 zarigüeyas juveniles capturadas, el (83,33%) 5/6 resultaron positivas a C. felis. De las cuales dos (33,33%) 2/6 fueron hembras positivas, una hembra juvenil (16,66%) 1/6 fue negativa, tres machos (50,00%) 3/6 fueron positivos y ningún macho resulto negativo.

Cuadro 4. Resultados de presencia de Ctenocephalides felis en zarigüeyas juveniles.

No.	Identificación	Sexo	Resultado
1	HJ-1	Hembra	Positivo
2	HJ-2	Hembra	Positivo
3	MJ-1	Macho	Positivo
4	MJ-2	Macho	Positivo
5	HJ-3	Hembra	Negativo
6	MJ-3	Macho	Positivo

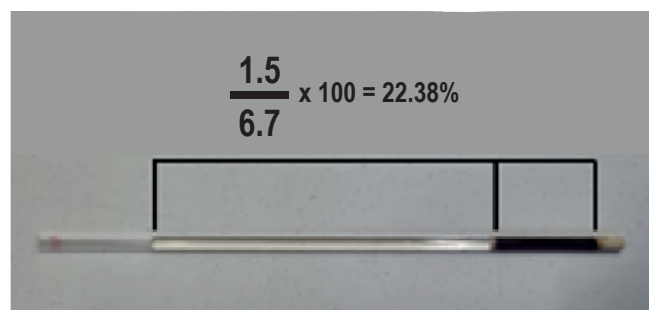
4.3. Resultados de micro hematocrito

De las ocho zarigüeyas positivas a la prueba de frotis sanguíneo, cuatro de ellas (50,00%) 4/8 resultaron con un porcentaje abajo del 40% indicador de posible anemia. De las cuales el (100%) fueron de zarigüeyas adultas.

Cuadro 5. Resultados micro hematocrito.

No.	Identificación	Sexo	Edad	Resultado
1	H-1	Hembra	Adulta	22.3% (Anemia)
2	M-4	Macho	Adulto	34.3% (Anemia)
3	HJ-1	Hembra	Juvenil	45.7%
4	H-5	Hembra	Adulta	29.8% (Anemia)
5	HJ-2	Hembra	Juvenil	51.0%
6	MJ-1	Macho	Juvenil	49.4%
7	H-4	Hembra	Adulta	25.3% (Anemia)
8	MJ-2	Macho	Juvenil	51.3%

Figura 2. Micro hematocrito de zarigüeya <40% (H-1) Hembra Adulta.



5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Resultados de la asociación entre la presencia de ectoparásitos e infección

Al realizar la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2) se determinó que existió asociación entre la presencia de ectoparásitos y el número de individuos positivos a la prueba de frotis sanguíneo. Se rechazó la hipótesis nula, ya que el valor de X^2 calculado = 16.6, es mayor al valor de X^2 teórico = 3.84

Cuadro 6. Número de zarigüeyas comunes, con ectoparásitos y sin ectoparásitos positivas y negativas a *Mycoplasma* sp. a la prueba de frotis sanguíneo.

	Positivos a C. felis	Negativos a C. felis
Positivos a frotis sanguíneo	8 (4)	0 (4)
Negativos a frotis sanguíneo	2 (6)	10 (6)

Las zarigüeyas infectadas por *Mycoplasma* sp. presentaron ectoparásitos con mayor frecuencia que las zarigüeyas sin ectoparásitos.

5.2. Resultados de la asociación entre el sexo e infección

Al realizar la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2) se determinó que no existió asociación entre el sexo y el número de individuos positivos a la prueba de frotis sanguíneo. Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor de X^2 calculado = 0.29, es menor al valor de X^2 teórico = 3.84.

Cuadro 7. Número de zarigüeyas comunes, machos y hembras positivas y negativas a *Mycoplasma* sp. a la prueba de frotis sanguíneo.

	Zarigüeyas machos	Zarigüeyas hembras
Positivos a frotis sanguíneo	3 (3.6)	5 (5.4)
Negativos a frotis sanguíneo	6 (5.4)	6 (6.6)

Las zarigüeyas infectadas por *Mycoplasma* sp. no se presentaron en zarigüeyas machos con mayor frecuencia que en las zarigüeyas hembras.

5.3. Resultados de la asociación entre la edad e infección

Al realizar la prueba estadística de Chi-cuadrado (χ^2) se determinó que no existió asociación entre la edad y el número de individuos positivos a la prueba de frotis sanguíneo. Se acepta la hipótesis nula, ya que el valor de X^2 calculado = 2.47, es menor al valor de X^2 teórico = 3.84.

Cuadro 8. Número de zarigüeyas comunes, adultas y juveniles positivas y negativas a *Mycoplasma* sp. a la prueba de frotis sanguíneo.

	Zarigüeyas adultas	Zarigüeyas juveniles
Positivos a frotis sanguíneo	4 (5.6)	4 (2.4)
Negativos a frotis sanguíneo	10 (8.4)	2 (3.6)

Las zarigüeyas infectadas por *Mycoplasma* sp. no se presentaron en zarigüeyas adultas con mayor frecuencia que en las zarigüeyas juveniles.

6. DISCUSIÓN

En el presente estudio se logró observar mediante microscopía óptica, pequeñas estructuras epieritrocíticas basófilas de forma cocoide, adheridas individualmente y a menudo una por eritrocito en por lo menos el (40,00 %) 8/20 de las muestras de los individuos muestreados. Sugiriendo que podrían ser individuos positivos a *Mycoplasma* sp. Esto debido a que varios estudios mencionan que en muestras positivas a *Mycoplasma* sp. se puede apreciar al microorganismo sobre la superficie del glóbulo rojo. (Rojas, 2020).

Por lo general, cuando estos eritrocitos son afectados por la presencia de esta bacteria, experimentan una alteración en su morfología normal, pasando de su forma bicóncava característica a adoptar una forma de esferocitos o estomatocitos. Al aplicar técnicas de tinción en los frotis sanguíneos utilizando colorantes como el Wright o Giemsa, los microorganismos se revelan en un profundo tono púrpura, tal como se evidenció en las muestras analizadas en el curso de esta investigación. (Rojas, 2020) Si bien la microscopia resulta ser una herramienta valiosa para la detección de hemoparasitos, es importante destacar que debido a su limitada sensibilidad y especificidad, no se considera un método de diagnóstico confirmatorio.

Los resultados obtenidos en relación a la edad y el sexo, se obtuvieron 5 adultos positivos (35,7%) 5/14 a *Mycoplasma* sp. de los cuales, tres eran hembras y uno macho. Además se obtuvieron 5 individuos juveniles posiblemente positivos (66,00%) 4/6, de los cuales, 2 eran hembras y dos machos, concluyendo que el sexo a pesar de dar resultados significativos a favor de las hembras en el presente estudio, no son resultados concluyentes. Esto debido a que es necesario realizar un muestreo con una mayor pobla-

ción, para tener datos más significativos.

La diferencia observada en la aparición de hemoplasmas se ha asignado a distintos factores biológicos, como el grupo de animales analizados (por ejemplo, animales en libertad versus animales en cautiverio), tipos de hábitat (por ejemplo, sitios no perturbados versus sitios perturbados), comportamiento gregario de los huéspedes y edad. Por otro lado, una mayor disponibilidad de alimentos en las zonas urbanas puede haber llevado a una mayor tolerancia por parte de los roedores, reduciendo la interacción agresiva y, por tanto, la transmisión del hemoplasma a través de saliva o sangre infectada. (Goncalves et al., 2019).

La mayor disponibilidad de alimentos podría mejorar la respuesta inmune contra la infección por hemoplasma. Sin embargo, el bajo número de animales muestreados en el presente estudio impidió un análisis estadístico preciso y, por lo tanto, cualquier especulación al respecto debe tratarse con precaución. Además, considerando que la aparición de hemoplasma podría atribuirse a distintos factores biológicos, se recomiendan más estudios destinados a determinar los parámetros biológicos (por ejemplo, interacciones con el huésped y densidad, presencia y riqueza de especies de vectores) que pueden desempeñar un papel en la prevalencia de hemoplasmas entre diferentes mamíferos. (Goncalves et al., 2019).

De las muestras de las zarigüeyas posiblemente positivas a *Mycoplasma* sp. se realizó micro hematocrito demostrando que el (50,00%) 4/8 presentaban como resultado un micro hematocrito menor al 40% indicando una posible anemia. Las principales alteraciones en el micro hematocrito se observaron

en animales con hemoplasma positivo, encontrando una relación con los estudios realizados en zarigüeyas en donde se afirma que la infección por 'Ca. M. haemodidelphis produce anemia severa en la especie D. virginiana. (Ortega et al., 2022).

Otros estudios afirman que el tipo de anemia detectada en los pacientes con afección de Mycoplasmosis primaria es regenerativa, y los cambios que más se evidencian son gránulos de basófilos difusos en los eritrocitos más grandes, nucleados, policromatosis, anisocitosis, cuerpos de Howell-Jolly y los reticulocitos aumentados. Esta anemia es causada por la adherencia del parásito a la superficie externa del glóbulo rojo y respuesta inmune del hospedador, causando la destrucción de los glóbulos rojos. (Rojas, 2020).

La adhesión de este patógeno en los eritrocitos produce como resultado un daño en la membrana celular, lo cual influirá negativamente en el tiempo de supervivencia celular, y a su vez revelará al sistema inmunitario antígenos que se encontraban ocultos, el sistema inmune se encargará de enviar anticuerpos dirigidos a estos antígenos, provocando una reacción inmunitaria de tipo II, además se dirigirá contra el propio organismo, provocando una reacción inmunitaria de tipo III. (Castillo y Pasaca, 2022).

El bazo será el órgano encargado de eliminar las células dañadas, los macrófagos ubicados en el bazo se ocuparán de eliminar las bacterias que se encuentren en la superficie de los glóbulos rojos, de esta manera los que no se encuentren tan afectados serán devueltos a la circulación sanguínea. (Castillo y Pasaca, 2022) De igual forma se puede concluir que dicha anemia no puede ser confirmada, debido a la falta de pruebas comple-

mentarias y a la escasa información de valores hemáticos en la especie *Didelphis marsupialis*.

Las infestaciones por pulgas observadas en este estudio, (Cuadro 3 y 4) podrían indicar que las pulgas son uno de los factores asociados a la transmisión de la enfermedad. (Catillo y Pasaca, 2022).

Estudios anteriores han sugerido altas tasas de prevalencia de hemoplasma en las regiones tropicales, lo que puede favorecer la transmisión por vectores artrópodos. Hasta la fecha no ha habido evidencia adecuada que respalde la afirmación de que los hemoplasmas son verdaderamente patógenos transmitidos por vectores. Existen estudios en donde las zarigüeyas estaban infestadas por *Amblyoma dubitatum* y *Amblyomma* sp. garrapatas, se necesitan más estudios para dilucidar el papel de las garrapatas *A. dubitatum*, así como la especie de pulga *Ctenocephalides felis* en la transmisión de hemoplasmas. (Massini et al., 2019).

Si bien el papel real de las garrapatas y pulgas en los ciclos de transmisión del hemoplasma sigue estando mal evaluado, los resultados positivos de las pruebas PCR encontrados en ectoparásitos deben analizarse cuidadosamente, ya que pueden representar ADN que recuerda a muestras de sangre de mamíferos. De hecho, la competencia del vector de garrapatas y pulgas para los hemoplasmas debería realizarse en estudios futuros. (Goncalvesa et al., 2019).

Con el tiempo, los hemoplasmas que se encuentran solos o en coinfecciones se convierten en un riesgo para los animales de compañía, fauna silvestre y de producción e

incluso para la salud humana. La ausencia o presencia de signos clínicos en animales infectados podría estar relacionada con las interacciones establecidas por los patógenos en el huésped. De ahí la importancia de desarrollar herramientas moleculares más precisas para el diagnóstico temprano. (Quiroz et al., 2020).

7. Conclusiones

El examen microscópico por sí solo no es suficiente para confirmar el diagnóstico de *Mycoplasma* sp. por su baja sensibilidad y especificidad. La microscopia debe ser acompañada de otras pruebas con el fin de obtener diagnósticos más certeros y conocer la especie de micoplasma que afecta a los huéspedes. Se requieren estudios posteriores de este agente en técnicas complementarias como es el PCR de tiempo real, lo que permitiría estudiar las características adicionales del agente, su efecto clínico y epidemiología.

Aunque no se han establecido signos clínicos de infección ni vectores de garrapatas y pulgas para micoplasmas descritos en las zarigüeyas, más estudios deberían centrarse en evaluar este grupo de marsupiales para comprender y caracterizar mejor al patógeno. Sin embargo, se desconocen los signos clínicos asociados con la infección causada por este organismo y sus supuestos vectores. Se requiere el análisis de una muestra de tamaño mayor para demostrar una relación más significativa.

La distribución de los hemoplasmas comprende diferentes huéspedes. Con el tiempo, los hemoplasmas que se encuentran solos o en coinfecciones se convierten en un riesgo para los animales del zoológico Nacional La Aurora e incluso para la salud humana. La

ausencia o presencia de signos clínicos en animales infectados podría estar relacionada con las interacciones establecidas por los patógenos en el huésped. De ahí la importancia de desarrollar herramientas moleculares más precisas para el diagnóstico temprano.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antonangelo, R., Meira, F., Roeder, L., dos Santos, V., de Albuquerque, N., de Souza, A., de Oliveira, W., Galvão, S., Kafka, R., Delai, R., Martini, R., Saldanha, A., Pereira, L., Cubas, Z., Ribas, R., Wischral, T., Vieira, J., da Costa, R. (2021). 'Candidatus *Mycoplasma haemoalbiventris*' and tick-borne pathogens screening in white-eared opossums (*Didelphis albiventris*) from Curitiba and Foz do Iguaçu Cities, Paraná State, southern Brazil. <https://www.scielo.br/j/rbpv/a/x4PJtVK-fzXbPFKVS3Bggxg/?format=pdf&lang=en>

Benard, J. (2009). Determinación de la presencia del *Mycoplasma haemofelis* en gatos, en el refugio AWARE de Sumpango, Sacatepéquez, Guatemala. <https://core.ac.uk/download/pdf/84773578.pdf>

Castillo, M., Pasaca, K. (2022). Prevalencia de *Mycoplasma haemofelis* en colonias ferales de gatos del parque forestal del cantón Guayaquil provincia del Guayas. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/61440/1/2022-446%20Castillo%20V%c3%a9lez%20Mar%c3%ada%20Fernanda%20y%20Pasaca%20Lapo%20Kevin%20Leonardo.pdf>

Gonçalves, L., Herreras, H., Gimenes, W., Santosc, F., De Oliveira, G., Gomes, W., De Macedoc, G., De Oliveira, W., Vilela, J.,

- Vieira, T., Colovatti, L., Barros, D., Zaccarias, Andréb, M. (2019). Genetic diversity and lack of molecular evidence for hemoplasma crossspecies transmission between wild and synanthropic mammals from CentralWestern Brazil. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X19316122?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=803d659d7db067c2
- Itw Reagents (s,f). Kit de tinción rápida en hematología (panóptico rápido). Recuperado de: https://itwreagents.com/download_file/ce_ivd_instructions/CEIVD23/es/CEIVD23_es.pdf
- Itw Reagents (s,f). Tinción Giemsa. Recuperado de: https://www.itwreagents.com/download_file/ce_ivd_instructions/CEIVD10/es/CEIVD10_es.pdf
- Maggia, R., Compton, S., Trulla, C., Mascarellia, P., Mozayenib, R., Breitschwerdt, E., (2013). Infection with Hemotropic Mycoplasma Species in Patients with or without Extensive Arthropod or Animal Contact. <https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/jcm.01125-13>
- Massini, P., Nascimento, R., Haragushiku, F., Baumel, A., Marinho, J., De Ornelas, M., Martins, T., Vidotto, O., Thállitha, J., da Costa, R. (2019). Detection of Hemotropic Mycoplasma sp. in white-eared opossums (*Didelphis albiventris*) from Southern Brazil. <https://www.scielo.br/j/rbpv/a/bwx8kWPwyHvYwkqhFKLNvYS/?format=pdf&lang=en>
- Messick, J., Walker, P., Raphael, W., Berent, L., Shi, X. (2002). 'Candidatus Mycoplasma haemodidelphidis' sp. nov., 'Candidatus Mycoplasma haemolamae' sp. nov. and *Mycoplasma haemocanis* comb. nov., haemotrophic parasites from a naturally infected opossum (*Didelphis virginiana*), alpaca (*Lama pacos*) and dog (*Canis familiaris*): phylogenetic and secondary structural relatedness of their 16S rRNA genes to other mycoplasmas. https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-52-3-693;jsessionid=FGisZdsce6A_6CCoFBrT2IPV4N6m_rfpzBHJAK.mbslive-10-240-10-171
- Ortega, A., Drumond, L., Cordeiro, P., Modolo, F., Nogueira, B., Seiti, R., Campos, A., Cray, C., Montiani, F., Meira, F., Jayme, T., Da Costa, F., Da Fonseca, L. (2022). 'Candidatus Mycoplasma Haemoalbiventris' and Tick-Borne Pathogens in Black-Eared Opossum (*Didelphis aurita*) from Southeastern Brazil. https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Vieira-8/publication/364087529_'Candidatus_Mycoplasma_Haemoalbiventris'_and_Tick-Borne_Pathogens_in_Black-Eared_Opossum_Didelphis_aurita_from_Southeastern_Brazil/links/633876ee9cb4fe44f3f3b985/Candidatus-Mycoplasma-Haemoalbiventris-and-Tick-Borne-Pathogens-in-Black-Eared-Opossum-Didelphis-aurita-from-Southeastern-Brazil.pdf
- Pinard C, Brightman A, Yeary T, Everson T, Cox L, Chengappa M, Davidson H. (2002). Normal conjunctival flora in the North American opossum (*Didelphis virginiana*) and raccoon (*Procyon lotor*). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12528457/>
- Quiroz, R., Estrada, I., Rodriguez, C., Aguilar, J. (2020). Hemotropic mycoplasmas, occurrence and detection methods in

- animals of veterinary importance. [HTTP://SCIELO.SLD.CU/SCIELO.PHP?PID=S0253-570X2020000100001&SCRIPT=SCI_ARTTEXT](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-570X2020000100001&script=sci_arttext)
- Ramírez, L. (2020). Protocolo Preventivo de Hemoparasitos Transmitidos por Garrapatas en Caninos. Obtenido de Universidad de Santander UDES: https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/5448/1/Protocolo_Preventivo_de_Hemopar%C3%A1sitos_Transmitidos_por_Garrapatas_en_Caninos.pdf
- Rojas, A. (2020). Comportamiento y detección de la anemia infecciosa felina causada por mycoplasmas. <https://repositorio.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/4531-df11-1161-4283-b202-1d4b1c4ad5ce/content>
- Ruiz, M., Barolin, J., Candellero, C., Zimmermann, R., Jaime, J., & Aguirre, F. (2019). Hemoparásitos en caninos: coinfección de Ehrlichia canis y piroplasmas en un canino de la ciudad de Santa Fe. Obtenido de Universidad Nacional Del Litoral: <https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/131-SA-Ruiz-Hemoparasitosis.pdf>
- Witman, O. (2010). Ensayo de PCR para determinar la presencia y la identidad de mycoplasma hemotrópico en gatos de Israel. Recuperado de: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131414/Ensayo-de-PCR-para-determinar-la-presencia-y-la-identidad-de-Mycoplasma-hemotropico-en-gatos-de-Israel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sobre autor

Juan Pablo Gaitan Monroy

Guía de Ecoturismo con conocimientos en flora y fauna de los Volcanes de Guatemala y Centroamérica. Estudiante con pensum cerrado de la licenciatura de medicina veterinaria en la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Realizó su Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el Parque Zoológico Nacional La Aurora, Ciudad de Guatemala. Voluntario en varios proyectos relacionados a la conservación de fauna y flora endémica de Guatemala. También ha cursado diplomados en línea sobre, fauna silvestre, animales no convencionales, medicina zoológica, cardiología en pequeñas especies, patología, rabia en herbívoros y fiebre aftosa en la Universidad de San Carlos de Guatemala (FMVZ, USAC).

summits.hunter@gmail.com

Copyright (c) 2024 Juan Pablo Gaitan Monroy



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)

Revista digital: ISSN 2707-9643
Revista impresa: ISSN 2313-786X
Editorial Servi Prensa, Guatemala
<https://doi.org/10.37533/cunsurori.v11i1.105>

Vol. 11 No. 1
Enero - Diciembre
2024

