

El parasitismo en el Cacomixtle (*Bassariscus astutus*): una revisión sistemática

Parasitism in the Ringtail cat (*Bassariscus astutus*): a systematic review

Duran-Irigoyen, M.G.^{1*} , Martínez-Calderas J.M.² 

¹ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas: Programa de Biología;

² Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Departamento de Ciencias Veterinarias: Programa de Maestría en Ciencia Animal. Av. Benjamín Franklin no. 4650, Zona PRONAF, C. P. 33315, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.



Please cite this article as/Como citar este artículo: Duran-Irigoyen, M.G., Martínez-Calderas J.M. (2023). Parasitism in the Ringtail cat (*Bassariscus astutus*): a systematic review. *Revista Bio Ciencias*, 10, e1517.
<https://doi.org/10.15741/revbio.10.e1517>

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: May 19th 2023.

Accepted/Aceptado: September 23th 2023.

Available on line/Publicado: October 13th 2023.

RESUMEN

El cacomixtle (*Bassariscus astutus*) es un pequeño mamífero nativo de Norteamérica, cuyo rol como hospedero de parásitos es poco conocido. El presente estudio tuvo como objetivo utilizar la lista de verificación PRISMA para recopilar de manera sistemática y analizar a las especies que parasitan *B. astutus*. Se identificaron a 55 especies provenientes de 23 estudios científicos publicados entre 1945 al 2021. El 83.3 % de estas fueron ectoparásitos artrópodos, principalmente de las familias Ixodidae y Pulicidae. Se identificó que el piojo *Neotrichodectes thoracicus* y el cestodo *Taenia pencei* podrían presentar algún tipo de especificidad hacia *B. astutus*. Por otro lado, se utilizaron los estimadores Chao1, Chao2, Jack1, Jack2 y Bootstrap para estimar la riqueza de parásitos, los cuales mostraron que el inventario de especies continúa incompleto. Se espera que estos resultados sean útiles para exponer la falta de información sobre las especies que parasitan a *B. astutus*, en especial de los endoparásitos.

PALABRAS CLAVE: *Bassariscus astutus*, Cacomixtle, Parásitos, Ectoparásitos, Endoparásitos.

*Corresponding Author:

Martha Gabriela Duran-Irigoyen. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Av. Benjamín Franklin no. 4650, Zona PRONAF, C. P. 33315, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. E-mail: duran.ig@yandex.com

ABSTRACT

The ringtail cat (*Bassariscus astutus*) is a small mammal native to North America, whose role as a host for parasites is poorly understood. The present study aimed to use the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses checklist to systematically collect and analyze the species that parasitize *B. astutus*. 55 species were identified from 23 scientific studies published between 1945 and 2021. 83.3 % of these were arthropod ectoparasites, mainly from the Ixodidae and Pulicidae families. It was identified that the louse *Neotrichodectes thoracicus* and the cestode *Taenia pencei* could present some type of specificity towards *B. astutus*. On the other hand, the Chao1, Chao2, Jack1, Jack2, and Bootstrap estimators were used to estimate parasite richness, which showed that the species inventory is still incomplete. We expect our results to be helpful in exposing the lack of information about the species that parasitize *B. astutus*, especially endoparasites.

KEY WORDS: *Bassariscus astutus*, Ringtail cat, Parasites, Endoparasites, Ectoparasites.

Introducción

La alteración de la dinámica de los ecosistemas y la creciente interacción entre los humanos, animales domésticos y fauna silvestre son una fuente importante de enfermedades zoonóticas (Bengis *et al.*, 2004; Polley, 2005, Myers *et al.*, 2013; Rizzoli *et al.*, 2019; Magouras *et al.*, 2020). Estas se definen como aquellos padecimientos infecciosos de origen animal y que pueden afectar a los seres humanos. Mundialmente los parásitos fungen como vectores de transmisión para el 35 % de dichas aflicciones (Vélez-Hernández *et al.*, 2014), donde la probabilidad de adquisición es definida por factores ecológicos (Gibb *et al.*, 2020) y biológicos del ser humano, la enfermedad, el vector y el hospedero (Polley, 2005; Rizzoli *et al.*, 2019; Sooksawasdi Na Ayudhya & Kuiken, 2021).

Entre los mamíferos, el orden carnívora es el que alberga la mayor cantidad de patógenos zoonóticos y parásitos. Destaca la familia de los prociónidos, que ha sido reconocida por su papel en la transmisión de diversos patógenos de origen parasítico al ser humano (Han *et al.*, 2021). Especialmente, existe información sobre el coatí *Nasua narica* (Linnaeus, 1766) y el mapache *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758), cuya amplia distribución, cercanía a asentamientos humanos, dieta omnívora, capacidad de dispersión a grandes distancias y el uso de letrinas, contribuyen al riesgo sanitario. Sin embargo, hay pocos informes de zoonosis por otras especies de prociónidos, como el cacomixtle *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830), a pesar de tener una historia de vida y comportamiento similares. Existe poca información sobre la ecología y biología de esta

especie, así como su papel como vector o reservorio de parásitos. Por esta razón, el objetivo del presente estudio fue recopilar y sintetizar la información disponible sobre las especies que parasitan al cacomixtle. Esta información permitirá identificar áreas de oportunidad para futuros estudios sobre la especie, sus parásitos y las interacciones que tienen con otros organismos, incluyendo el ser humano.

Material y Métodos

Se realizó una revisión sistémica de las especies de metazoarios que parasitan a *B. astutus*, con base en la lista de verificación PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; Page *et al.*, 2021). Los parásitos registrados se dividieron en dos categorías: ectoparásitos y endoparásitos. Para los primeros, se investigaron a las especies pertenecientes al phylum de los artrópodos, que incluye a la mayoría de los organismos que infectan a los mamíferos (Balashov, 2006). Mientras que para los endoparásitos se incluyeron a diversos grupos taxonómicos, tales como helmintos (acantocéfalos, céstodos, tremátodos, nemátodos, etc.) y protistas (apicomplexos, euglenozoos, etc.).

La búsqueda de datos se realizó en revistas científicas, boletines universitarios, documentos de sociedades científicas, informes técnicos y libros publicados entre 1900 y 2021. Inicialmente, se llevó a cabo en las bases de datos de Google Scholar, EBSCOhost, JSTOR, ScienceDirect, PubMed y Scielo Scientific Library. En las cuales, se ingresaron en búsquedas independientes las siguientes palabras claves: "*Bassariscus astutus*", "ringtail cat", "cacomixtle" "cacomiztle", "mammals", "carnivores", "wildlife" and "parasites", "host – parasites", "ectoparasites", "endoparasites", "Ixodes", "ticks", "fleas", "Helminths", "infectious disease", "*T. cruzi*", "Toxoplasmosis" and "Mexico", "Arizona", "New Mexico", "Texas", "California", "Nevada", "Utah", "Colorado". Se tradujeron y utilizaron las mismas palabras claves para realizar las búsquedas en español.

La información sobre las especies de parásitos reportada y citada dentro de los estudios se utilizó para construir una tabla, que incluyó las siguientes variables cualitativas: año de publicación, área de estudio, phylum, tipo de parásito (endoparásitos/ectoparásitos), hábitat (tracto gastrointestinal, pulmones, corazón, sangre, epidermis, etc.) y si funge como agente causante o vector de alguna enfermedad de interés médico consideradas por la Organización Panamericana de la Salud (PAHO, 2003). Una vez recopilada la información, se utilizó un mapa y un gráfico de línea para evaluar la tendencia en la ubicación y número de documentos publicados cada cinco años desde 1900 e identificar los phylum de parásitos más estudiados en *B. astutus*. Se calculó la frecuencia relativa para el tipo de hábitat y se realizó una Chi-cuadrada para analizar si había diferencias significativas entre ectoparásitos y endoparásitos. Adicionalmente, se construyó una curva de acumulación de especies tomando en cuenta cada publicación como unidad de muestreo; se utilizó el programa EstimateS (versión 9.1.0) para aleatorizar la información y calcular los estimadores de biodiversidad Chao1, Chao2, Jack1, Jack2 y Bootstrap, y R (R Core Team 2019) para construir una curva por cada estimador.

Resultados y Discusión

Un total de 23 publicaciones acerca de las especies que parasitan a *Bassaricus astutus* fueron identificadas e incluidas en la presente revisión (Apéndice 1). De la literatura evaluada, cuatro textos contenían de manera explícita dentro del título el nombre de *B. astutus* o su nombre común; 14 aludían a ectoparásitos, específicamente a las garrapatas, el género *Ixodes*, y/o sus hospederos; y cinco a *T. cruzi* y enfermedades en mamíferos silvestres. No obstante, al menos una especie de parásito presente en *B. astutus* fue mencionada. Los resultados presentaron un sesgo hacia estudios más recientes, algunos trabajos publicados a principio del siglo XX no fueron posibles de encontrar e incluir en la presente revisión (*i.e.*, Neumann (1911) citado por Cooley y Kohls (1945); Mac-Callum (1921) y Price (1928) citado por Pence y Willis (1978)). De este modo, la información correspondía a un periodo de 76 años, con una media de 1.5 publicaciones cada 5 años con un aumento en el número de publicaciones entre 1970-1975 y 2000-2005 (Figura 1). Respecto a su origen, estos provenían principalmente de Estados Unidos (n=17; 70 % en Texas, 15 % en Nevada, Arizona y Nuevo México, y 11 % sin ubicación específica dentro del país), seguido por México (n=7; 28 % en Nuevo León, 28 % en la Ciudad de México y el resto en Baja California Sur, Guanajuato y Guerrero) como se puede apreciar en la Figura 2.

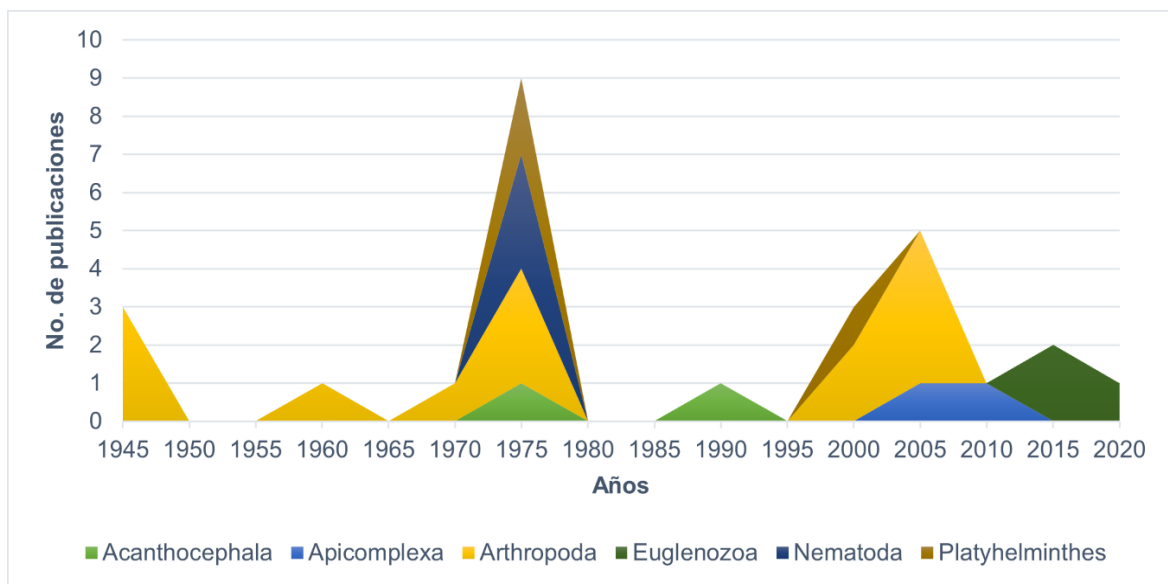


Figure 1. Publications related to *B. astutus* parasites from different phylums from 1945 to 2021.

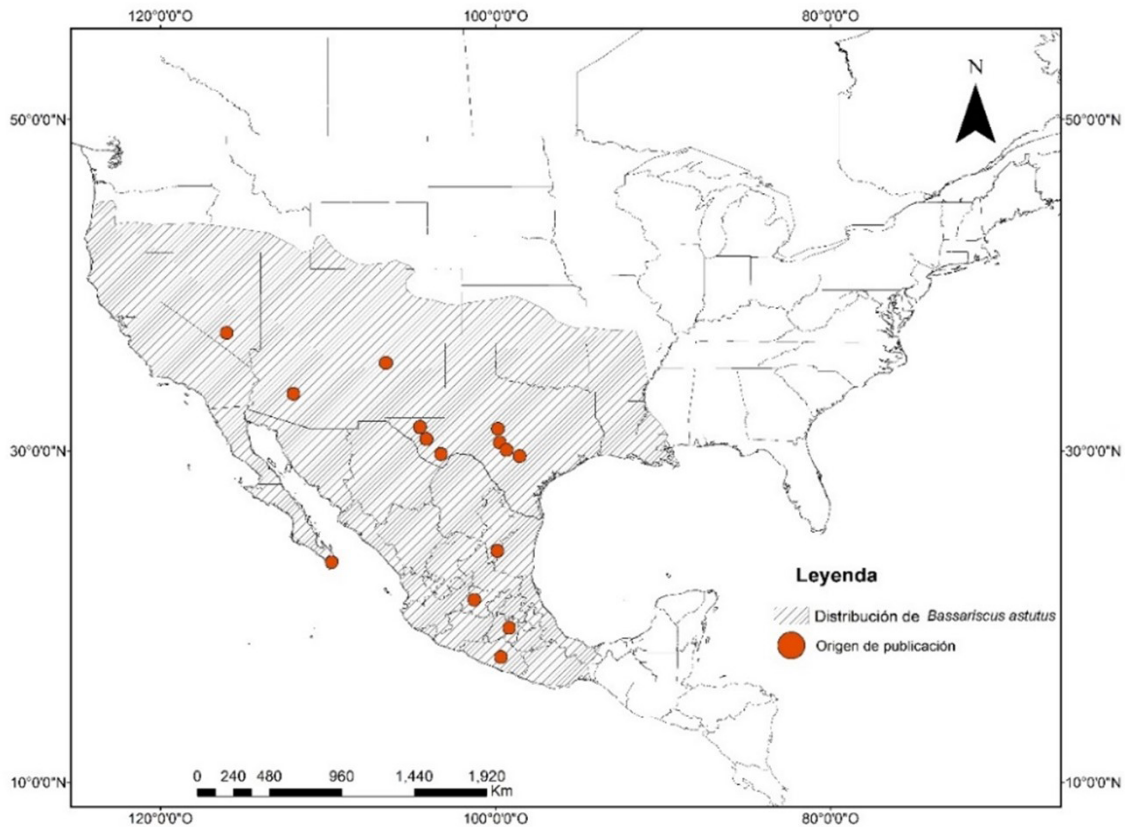


Figura 2. Procedencia de trabajos publicados sobre los parásitos de *B. astutus*.

Se recopiló información sobre la presencia de 55 especies de parásitos de los phylum: Acanthocephala (1), Apicomplexa (1), Arthropoda (46), Euglenozoa (1), Nematoda (3) y Platyhelminthes (3). Se observó que existe diferencia significativa entre los estudios de ectoparásitos y endoparásitos ($\chi^2(22, N=23) = 59.08, p > 0.05$), donde el 83 % de dichas especies, fueron ectoparásitos artrópodos presentes en la epidermis y pelaje de *B. astutus*, con pocos distribuidos en otras zonas corporales (Figura 3). Este sesgo podría deberse a que la mayoría de los reportes provienen principalmente de listados de ectoparásito-hospederos, donde *B. astutus* no suele ser el sujeto de estudio (por ejemplo: Beck *et al.*, 1963; Montiel-Parra *et al.*, 2007 y Guzmán-Cornejo *et al.*, 2009). Además, el número reducido de publicaciones de endoparásitos (16 % de las especies) podría ser resultado de la dificultad que existe en la accesibilidad de la toma de muestras, ya que las letrinas de *B. astutus* no son azarosas, se encuentran en lugares de difícil acceso con pendiente o en algún lugar elevado (Barja & List, 2006). Sumado a ello, los patrones de actividad y preferencia de hábitat de *B. astutus* puede llegar a dificultar su captura para la toma de biopsias (Ryser-Degiorgis, 2013). El número reducido de publicaciones sumado

a los pocos lugares donde fueron realizados, dejan de lado a especies de parásitos que pudieran estar asociados con alguna ecorregión en particular (Kresta *et al.*, 2009), y no muestran la fluctuación temporal y espacial que pudiese existir entre las comunidades parasitarias. Por lo que es altamente probable que existan más de las 55 especies de parásitos reportadas en *B. astutus* hasta el momento (Apéndice 1).

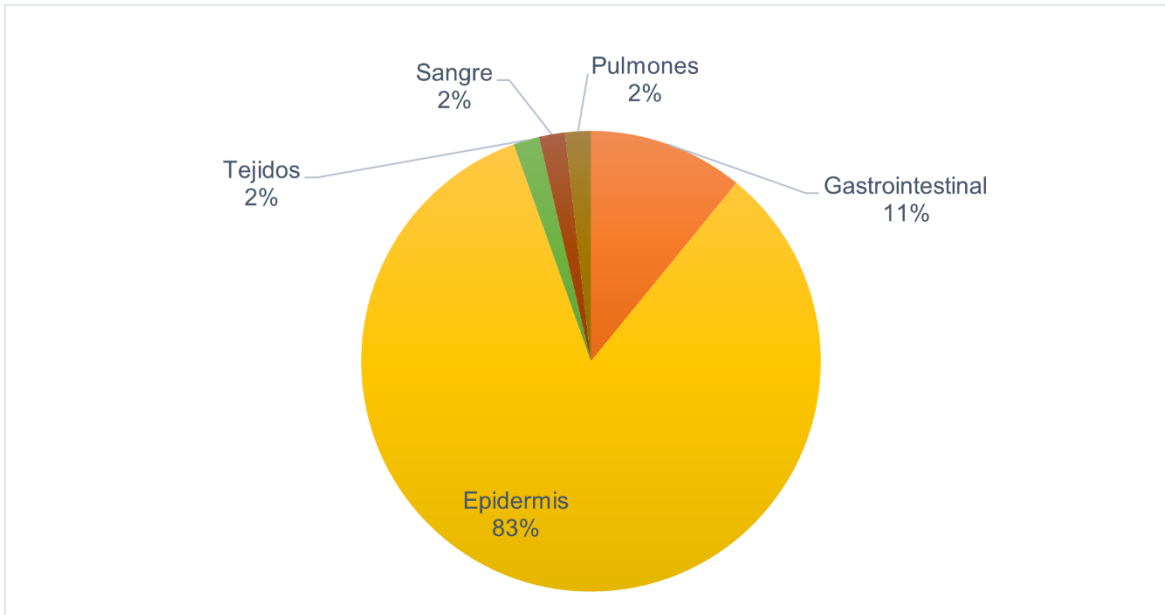


Figura 3. Distribución corporal de los parásitos presentes en *B. astutus*.

De los parásitos reportados, las familias taxonómicas más citadas fueron Ixodidae y Pulicidae. Esto podría explicarse parcialmente debido a que presentan ciclos de vida complejos, que requieren de diversos hospederos y que generalmente no presentan especificidad al momento de infectar a otras especies (Cañizales & Guerrero, 2017). La presencia de la pulga *Ctenocephalides felis* podría considerarse anómala en *B. astutus* debido a que esta especie suele hospedarse en el gato doméstico, aunque también se le ha encontrado en otros mamíferos (Durden & Traub, 2002). Por el contrario, el piojo *Neotrichodectes thoracicus* y el céstodo *Taenia pencei* solo han sido reportados en *B. astutus* hasta el momento (Osborn, 1902; Ewing, 1936; Emerson & Roger, 1985; Rausch, 2003; Kelley & Horner, 2008), lo que podría indicar algún nivel de especificidad de ambos parásitos.

En relación con la diversidad de especies de parásitos, se determinó que, tanto en las

especies observadas como en las estimadas, no se alcanzó el número asintótico de especies (Figura 4). Por esta razón, se le puede considerar al inventario de parásitos del presente trabajo como incompleto. Los estimadores Jack1, Jack2 y Chao2, sobrestimaron la riqueza de especies y presentaron mayor sesgo. Por ejemplo, Chao2 predice que faltan por reportar más de 70 especies para llegar a la asíntota total de la curva. Por otro lado, los estimadores Chao1 y Bootstrap, presentaron menos sesgo y fueron más precisos. Ambos estimadores predicen que faltan alrededor de 20 especies por inventariar para que el censo este completo. El comportamiento de los estimadores coincide con lo reportado por Poulin (1998), Romero-Tejeda *et al.* (2008) y Bautista-Hernández *et al.* (2013); quienes, para estudios de parasitología mencionan que el estimador de riqueza más recomendable es Bootstrap.

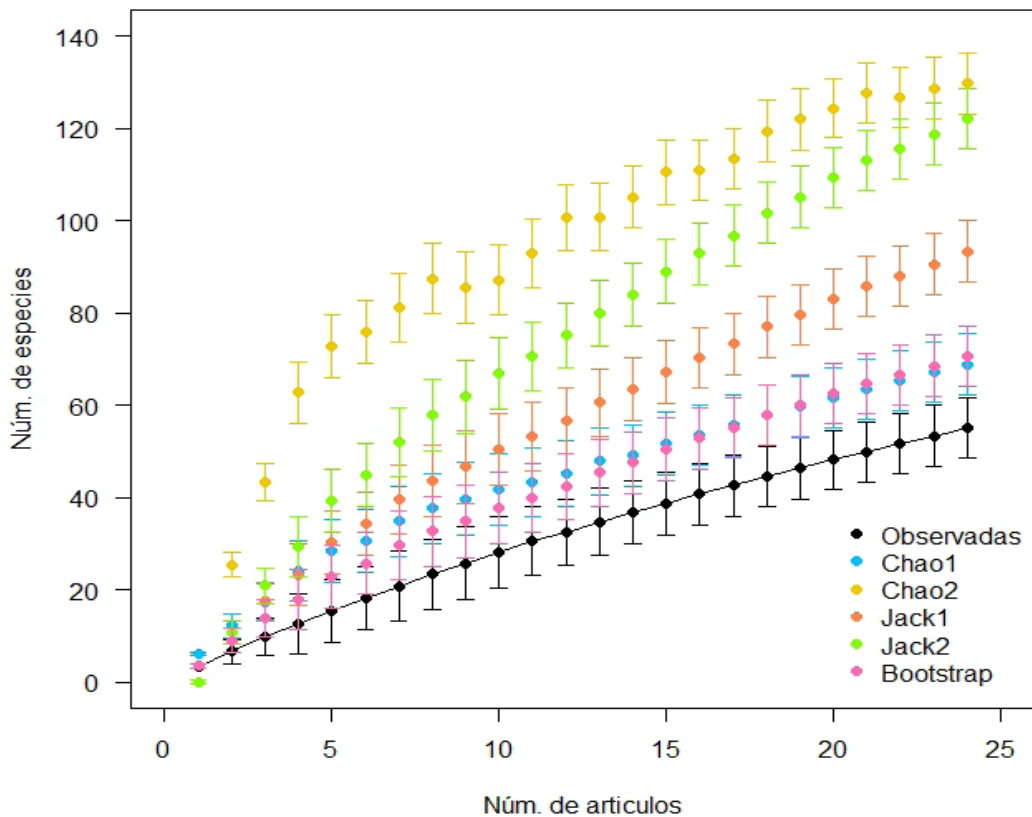


Figura 4. Curvas de acumulación de especies de parásitos observados y estimados en *B. astutus*.

Se identificaron ocho especies de parásitos en *B. astutus*, que causan o sirven de vector para 14 zoonosis consideradas por PAHO (2003). El 14.28 % de ellas son a causa de protistas, el 28.57 % por céstodos y el 57.14 % por garrapatas de la familia Ixodidae. La seroprevalencia reportada para *Toxoplasma gondii* en *B. astutus* en ambientes suburbanos fue del 20 % (Suzán & Ceballos, 2005) y en el sur de Texas para la enfermedad de Chagas del 100 % (Kramm *et al.*, 2019). Sin embargo, no se considera que *B. astutus* sea un reservorio para ninguno de estos dos protozoarios debido que los reportes son escasos y provienen de pocas muestras. En relación con las helmintiasis, destacan la cenurosis, teniasis y mesocestoidiasis, provocados principalmente por los géneros *Taenia* y *Mesocestoides*. La prevalencia de *Mesocestoides* del 20 % encontrada por Pence y Willis (1978) podría indicar que *B. astutus* funge como hospedero definitivo para estos organismos, ya que de acuerdo con Chelladurai y Brewer (2021) la prevalencia de *Mesocestoides* en hospederos intermedios es del 7.09 % y en hospederos definitivos el 21.72 %. Respeto a patologías causadas por artrópodos, a la fecha no se ha investigado si *B. astutus* funge algún rol en la historia natural de estos patógenos. Sin embargo, es importante destacar que las garrapatas del género *Haemaphysalis*, *Dermacentor*, *Ixodes* y *Amblyomma* (todos identificados en *B. astutus*) son responsables en la reserva y transmisión de la mayoría de las zoonosis entre los artrópodos (Sosa-Gutierrez *et al.*, 2016; Rizzoli *et al.*, 2019). Si bien la dinámica entre *B. astutus* y las zoonosis sigue siendo desconocida, la especie podría considerarse como indicador de los parásitos presentes en un ecosistema (Han *et al.*, 2021). Esto es importante ya que, entre las zoonosis transmitidas por la vida silvestre, la tasa de descubrimiento de nuevos parásitos es baja en relación con bacterias y virus (Polley, 2005).

Conclusiones

Se recopiló información de 55 especies que parasitan a *B. astutus*, provenientes de 23 artículos científicos publicados en un periodo mayor a 76 años. Los datos recabados mostraron un sesgo hacia ectoparásitos, por lo que se requiere de mayor esfuerzo de investigación hacia endoparásitos. Se identificó que es posible que el piojo *Neotrichodectes thoracicus* y el cestodo *Taenia pencei*, presenten algún tipo de especificidad hacia *B. astutus*. Así mismo, la curva de acumulación de especies mostró que aún faltan por identificar más de 20 taxones para completar el inventario de parásitos de la especie, así como identificar patrones temporales y espaciales de los mismos. Finalmente, falta información para reconocer si *B. astutus* juega algún rol como reservorio o vector de enfermedades zoonóticas.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, MGDI; desarrollo de la metodología, MGDI; manejo de software, MGDI; validación experimental, JMMC; análisis de resultados, MGDI, JMMC; Manejo de datos, MGDI; escritura y preparación del manuscrito, MGDI, JMMC; redacción, revisión y edición, MGDI, JMMC; administrador de proyectos, MGDI, JMMC; adquisición de fondos, MGDI, JMMC. “Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.”

Agradecimientos

Se agradece a M.C. Isaac Morales Yáñez por su apoyo técnico.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Apéndice 1. Parásitos presentes en *Bassariscus astutus*

Clase	Orden	Familia	Especie	Zoonosis	Referencia
Archiacanthocephala	Oligacanthorhynchida	Oligacanthorhynchidae	<i>Macracanthorhynchus ingens</i>		13
Conoidasida	Eucoccidiorida	Sarcocystidae	<i>Toxoplasma gondii</i>	Toxoplasmosis	22
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Amblyomma americanum</i>	Ehrliquiosis (<i>Ehrlichia spp.</i>), Rocky Mountain spotted fever (<i>Rickettsia rickettsii</i>)	5, 11, 14, 19
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Dermacentor parumapertus</i>	Tularemia (<i>F. tularensis</i>),	8
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Dermacentor variabilis</i>	Rocky Mountain spotted fever (<i>Rickettsia rickettsii</i>)	14
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Haemaphysalis leporispalustris</i>		14
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes angustus</i>		20
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes conepati</i>		14, 20
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes cookei</i>	Encefalitis (<i>Flavivirus spp.</i>)	4, 11, 19, 23
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes dampfi</i>		29
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes kingi</i>		8, 11
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes rubidus</i>		1, 7
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes scapularis</i>	Babiosis (<i>Babesia microti</i>), Lyme disease (<i>Borrelia burgdorferi</i>)	19
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes sculptus</i>		4

Continuación

Apéndice 1. *Bassariscus astutus* parasites

Clase	Orden	Familia	Especies	Zoonosis	Referencia
Arachnida	Ixodida	Ixodidae	<i>Ixodes texanus</i>		5, 11, 24, 25
Arachnida	Mesostigmata	Hirstionyssidae	<i>Hirstionyssus breviseta</i>		14
Arachnida	Mesostigmata	Hirstionyssidae	<i>Hirstionyssus staffordi</i>		14
Arachnida	Mesostigmata	Laelapidae	<i>Androlaelaps circularis</i>		16
Arachnida	Mesostigmata	Laelapidae	<i>Androlaelaps fahrenheitzi</i>		14
Arachnida	Sarcoptiformes	Glycyphagidae	<i>Homopus hypudaei</i>		14
Arachnida	Trombidiformes	Cheyletidae	<i>Cheyletus eruditus</i>		14
Arachnida	Trombidiformes	Cheyletidae	<i>Eucheyletia hardyi</i>		14
Arachnida	Trombidiformes	Trombiculidae	<i>Euschoengastia eadsi</i>		14
Arachnida	Trombidiformes	Trombiculidae	<i>Microtrombicula fisheri</i>		10
Arachnida	Trombidiformes	Trombiculidae	<i>Microtrombicula tragulata</i>		10
Arachnida	Trombidiformes	Trombiculidae	<i>Pseudoschoengastia apista</i>		14
Insecta	Phthiraptera	Trichodectidae	<i>Neotrichodectes thoracicus</i>		6, 14
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Dactylopsylla percernis</i>		19
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Malaraeus sinomus</i>		14, 15
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Monopsyllus wagneri</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Orchopeas neotomae</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Orchopeas sexdentatus</i>		14, 19
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Oropsylla montana</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Thrassis aridis</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Anomiopsyllus novomexicanensis</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Anomiopsyllus nudatus</i>		14
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Atyphloceras echis</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Epitedia stanfordi</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Megarhroglossus bisetis</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Meringis arachis</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Micropsylla sectilis</i>		15
Insecta	Siphonaptera	Hystrichopsyllidae	<i>Stenistomera alpina</i>		15

Continuación

Apéndice 1. *Bassariscus astutus* parasites

Clase	Orden	Familia	Especies	Zoonosis	Referencia
Insecta	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Ctenocephalides felis</i>		9
Insecta	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Echidnophaga gallinacea</i>		14, 15, 18, 19
Insecta	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Hoplopyllus affinis</i>		11
Insecta	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Pulex irritans</i>		11, 17
Insecta	Siphonaptera	Pulicidae	<i>Pulex simulans</i>		14, 15, 18, 19
Insecta	Siphonaptera	Rhopalopsyllidae	<i>Polygenis gwyni</i>		14
Kinetoplastea	Trypanosomatida	Trypanosomatidae	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Chagas disease	26, 27, 28
Chromadorea	Rhabditida	Ancylostomatidae	<i>Placoconus lotoris</i>		3, 13
Chromadorea	Rhabditida	Pneumospiruridae	<i>Pneumospirura bassaris</i>		12, 13
Secernentea	Spirurida	Physalopteridae	<i>Physaloptera sp</i>		13
Cestoda	Cyclophyllidea	Mesocestoididae	<i>Mesocestoides bassaris</i>	Mesocestoidiasis	2
Cestoda	Cyclophyllidea	Mesocestoididae	<i>Mesocestoides sp</i>	Mesocestoidiasis	13
Cestoda	Cyclophyllidea	Taeniidae	<i>Taenia pencei</i>	Coenurosis, Taeniasis	21

Fuente: ¹ Neumann (1911) citado por Cooley y Kohls (1945), ² MacCallum (1921) citado por Pence y Willis, (1978), ³ Price (1928) citado por Pence y Willis (1978), ⁴ Bishopp y Trembley (1945), ⁵ Brennan (1945), ⁶ Wiseman (1959) citado por Mayberry *et al.* (2000), ⁷ Hoffmann (1962) citado por Whitaker y Morales-Malacabra (2005), ⁸ Beck *et al.* (1963), ⁹ Barrera (1968) citado por Whitaker y Morales-Malacabra (2005), ¹⁰ Webb y Loomis (1970), ¹¹ Toweill y Price (1976), ¹² Pence y Stone (1977), ¹³ Pence y Willis (1978), ¹⁴ Custer y Pence (1979), ¹⁵ Eads *et al.* (1979), ¹⁶ Bassols (1981) citado por Whitaker y Morales-Malacabra (2005), ¹⁷ Morales-Muciño y Llorente-Bousquets (1986) citado por Whitaker y Morales-Malacabra (2005), ¹⁸ Ayala-Barajas *et al.* (1988) citado por Whitaker y Morales-Malacabra (2005), ¹⁹ Richerson *et al.* (1992), ²⁰ Samuel *et al.* (2001), ²¹ Rausch (2003), ²² Suzán y Ceballos (2005), ²³ Montiel-Parra *et al.* (2007), ²⁴ Gordillo-Perez *et al.* (2009), ²⁵ Guzmán-Cornejo *et al.* (2009), ²⁶ Brown *et al.* (2010), ²⁷ Curtis-Robles *et al.* (2018), ²⁸ Kramm *et al.* (2019) y ²⁹ Sánchez-Montes *et al.* (2021).

Referencias

- Bautista-Hernández, C. E., Monks, S., & Pulido-Flores, G. (2013). Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies. Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas, 4. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=hidalgo>
- Balashov, Y. S. (2006). Types of parasitism of acarines and insects on terrestrial vertebrates. *Entomological Review*, 86(8), 957–971. <https://doi.org/10.1134/s0013873806080112>
- Barja, I., & List, R. (2006). Faecal marking behaviour in ringtails (*Bassariscus astutus*) during the non-breeding period: Spatial characteristics of latrines and single faeces. *Chemoecology*, 16(4), 219–222. <https://doi.org/10.1007/s00049-006-0352-x>
- Beck, D. E., Dorald, A. M., & Brinton, E. P. (1963). Ticks of the Nevada Test Site. Brigham Young University Science Bulletin, *Biological Series*, 4(1). <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=byuscib>
- Bengis, R. G., Leighton, F. A., Fischer, J. R., Artois, M., Morner, T., & Tate, C. M. (2004). The role of wildlife in emerging and re-emerging zoonoses. *Revue scientifique et technique-office international des epizooties*, 23(2), 497-512. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=1de835d8169d6954d39e7888d92856343e47c568>
- Bishopp, F. C., & Trembley, H. L. (1945). Distribution and Hosts of Certain North American Ticks. *The Journal of Parasitology*, 31(1), 1–54. <https://doi.org/10.2307/3273061>
- Brennan, J. M. (1945). Field investigations pertinent to Bullis fever. Preliminary report on the species of ticks and vertebrates occurring at Camp Bullis, Texas. *Texas Reports on Biology and Medicine*, 3, 112-121.
- Brown, E. L., Roellig, D. M., Gompper, M. E., Monello, R. J., Wenning, K. M., Gabriel, M. W., & Yabsley, M. J. (2010). Seroprevalence of *Trypanosoma cruzi* Among Eleven Potential Reservoir Species from Six States Across the Southern United States. *Vector-Borne and Zoonotic Disease*, 10(8), 757-763. <https://doi.org/10.1089/vbz.2009.0009>
- Cañizales, I., & Guerrero, R. (2017). Artrópodos y helmintos parásitos de mamíferos silvestres (Mammalia) de Venezuela: Carnívoros (Carnivora). *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 51(3), 162-184. https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Guerrero-15/publication/329254386_ARTROPODOS_Y_HELMINTOS_PARASITOS_DE_MAMIFEROS_SILVESTRES_MAMMALIA_DE_VENEZUELA_CARNIVOROS/links/5d373706a6fdcc370a59bf05/ARTROPODOS-Y-HELMINTOS-PARASITOS-DE-MAMIFEROS-SILVESTRES-MAMMALIA-DE-VENEZUELA-CARNIVOROS.pdf
- Chelladurai, J. R. J., & Brewer, M. T. (2021). Global prevalence of Mesocestoides infections in animals—A systematic review and meta-analysis. *Veterinary Parasitology*, 298, 109537. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109537>
- Cooley R. A., & Kohls, G. M. (1945). The genus *Ixodes* in North America. National Institute of Health Bulletin, No. 184.
- Curtis-Robles R., Meyers, A. C., Auckland, L. D., Zecca, I. B., Skiles, R., & Hamer, S. A. (2018). Parasitic interactions among *Trypanosoma cruzi*, triatomine vectors, domestic animals, and wildlife in Big Bend National Park along the Texas-Mexico border. *Acta Tropica*, 188, 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.09.002>

- Custer, J. W., & Pence, D. B. (1979). Ectoparasites of the ringtail, *Bassariscus astutus*, from West Texas. *Journal of Medical Entomology*, 15(2), 132–133. <https://doi.org/10.1093/jmedent/15.2.132>
- Durden, L. A., & Traub, R. (2002). Fleas (Siphonaptera). *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press. 103-125. <https://doi.org/10.1016/B978-012510451-7/50009-8>
- Eads, R. E., Campos, E. G., & Barnes, A. M. (1979). New records for several flea (Siphonaptera) species in the United States, with observations on species parasitizing carnivores in the Rocky Mountain region. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 81(1), 38-42. <https://ia800200.us.archive.org/22/items/biostor-75987/biostor-75987.pdf>
- Emerson, K. C. & Roger, D. P. (1985). Evolution of Mallophaga on Mammals. Offprints from coevolution of parasitic arthropods and mammals. John Wiley & Sons, inc.
- Ewing, H. E. (1936). The Taxonomy of the Mallophagan Family Trichodectidae, with Special Reference to the New World Fauna. *The Journal of Parasitology*, 22(3), 233–246. <https://doi.org/10.2307/3271530>
- Gibb, R., Redding, D. W., Chin, K. Q., Donnelly, C. A., Blackburn, T. M., Newbold, T., & Jones, K. E. (2020). Zoonotic host diversity increases in human-dominated ecosystems. *Nature*, 584(7821), 398-402. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2562-8>
- Gordillo-Perez, G., Vargas, M., Solorzano-Santos, F., Rivera, A., Polaco, O.J., Alvarado, L., Muñoz O., & Torres, J. (2009). Demonstration of *Borrelia burgdorferi* sensu stricto infection in ticks from the northeast of Mexico. *Clinical Microbiology and Infection*, 15(5), 496–498. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2009.02776.x>
- Guzmán-Cornejo, G., Robbins, R. G., & Pérez, T. M. (2007). The Ixodes (Acari: Ixodidae) of Mexico: parasite-host and host-parasite checklists. *Zootaxa*, 1553, 47–58. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1553.1.2>
- Han, B. A., Castellanos, A. A., Schmidt, J. P., Fischhoff, I. R., & Drake, J. M. (2021). The ecology of zoonotic parasites in the Carnivora. *Trends in Parasitology*, 37(12), 1096-1110. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2021.08.006>
- Kelley, S. W. & Horner, N. V., (2008). The prevalence of cestodes in raccoons (*Procyon lotor*) from North-Central Texas. *Comparative Parasitology*, 75(2), 292-298. <https://doi.org/10.1654/4342.1>
- Kramm III, M. M., Montalvo, A. E., Parker, I. D., Lopez, R. R., Gorchakov, R., & Nolan, M. S. (2019). Immunochromatographic antibody screening for diagnosis of *Trypanosoma cruzi* in South Texas meso-mammals. *Wildlife Society Bulletin*, 43(4), 678-682. <https://doi.org/10.1002/wsb.1030>
- Kresta, A. E., Henke, S. E., & Pence, D. B. (2009). Gastrointestinal helminths in raccoons in Texas. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(1), 1-13. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-45.1.1>
- Magouras, I., Brookes, V. J., Jori, F., Martin, A., Pfeiffer, D. U., & Dürr, S. (2020). Emerging zoonotic diseases: Should we rethink the animal–human interface?. *Frontiers in veterinary science*, 7, 582743. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.582743>
- Mayberry, L. F., Canaris, A. G., Bristol, J. R., & Gardner, S. L. (2000). Bibliography of Parasites and Vertebrate Hosts in Arizona, New Mexico, and Texas (1893–1984). Faculty Publications from the Harold W. Manter Laboratory of Parasitology, 2. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=parasitologyfacpubs>
- Montiel-Parra, G., Fuentes-Moreno, H., & Vargas, M. (2007). Primer registro de *Ixodes cookei*

- (Acari: Ixodidae) para México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 205-206. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000100020&lng=es
- Myers, S. S., Gaffikin, L., Golden, C. D., Ostfeld, R. S., Redford, K. H., Ricketts, T. H., Osofsky, S. A. (2013). Human health impacts of ecosystem alteration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(47), 18753–18760. <https://doi.org/10.1073/pnas.1218656110>
- Osborn, H. (1902). Mallophagan records and descriptions. *Ohio Naturalist*, 2(3), 175 – 178.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International journal of surgery*, 88, 105906. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- PAHO. (2003). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre: Parasitosis. (O. Barriga, Ed.), Publicación Científica y Técnica (3rd ed.). Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/711/9275119936.pdf>
- Pence, D. B., & Stone, J. E. (1977). Lungworms (Nematoda: Pneumospiruridae) from West Texas carnivores. *Journal of Parasitology*, 63,979-991. <https://doi.org/10.2307/3279830>
- Pence D.B., & Willis, K. D. (1978). Helminths of the Ringtail, *Bassariscus astutus*, from West Texas. *The Journal of Parasitology*, 64(3), 568-569. <https://doi.org/10.2307/3279820>
- Poglayen-Neuwall, I., & Toweill, D. E. (1988). *Bassariscus astutus*. *Mammalian Species*, (327), 1–8. <https://doi.org/10.2307/3504321>
- Polley, L. (2005). Navigating parasite webs and parasite flow: emerging and re-emerging parasitic zoonoses of wildlife origin. *International Journal for Parasitology*, 35(11-12), 1279-1294. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.07.003>
- Poulin, R. (1998). Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal of Parasitology*, 84(3), 485–490. <https://doi.org/10.2307/3284710>
- Rausch, R. R. (2003). *Taenia penci* n. sp. From the ringtail *Bassariscus astutus* (Carnivora: Procyonidae) in Texas, U.S.A. *Comparative Parasitology*, 70,1-10. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1350&context=parasitologyfacpubs>
- R Core Team. (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Consultado el 20 de diciembre de 2021, de: <https://www.r-project.org>
- Richerson, J. V., Scudday, J. F. y Tabor, S. P. (1992). An ectoparasite survey of mammals in Brewster County, Texas, 1982–1985. *Southwestern Entomologist*, 17,7–15.
- Rizzoli, A., Tagliapietra, V., Cagnacci, F., Marini, G., Arnoldi, D., Rosso, F., & Rosà, R. (2019). Parasites and wildlife in a changing world: The vector-host-pathogen interaction as a learning case. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 9, 394-401. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2019.05.011>
- Romero-Tejeda, M. L., García-Prieto, L., Garrido-Olvera, L., & Pérez-Ponce de León, G. (2008). Estimation of the endohelminth parasite species richness in freshwater fishes from La Mintzita reservoir, Michoacán, Mexico. *Journal of Parasitology*, 94(1), 288-292. <https://www.jstor.org/stable/40059007>

- Ryser-Degiorgis, M. P. (2013). Wildlife health investigations: needs, challenges and recommendations. *BMC veterinary research*, 9(1), 223. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-223>
- Samuel, W. M., Pybus M. J., & Kocan, A. A. (2001). Parasitic diseases of wild mammals (2nd ed.). Iowa State University. https://www.researchgate.net/profile/Grant-Singleton/publication/229698454_Hepatic_Capillariasis/links/5af96d6aaca2720af9ef24a7/Hepatic-Capillariasis.pdf
- Sooksawasdi Na Ayudhya, S., & Kuiken, T. (2021). Reverse zoonosis of COVID-19: lessons from the 2009 influenza pandemic. *Veterinary Pathology*, 58(2), 234-242. <https://doi.org/10.1177/0300985820979843>
- Sosa-Gutierrez, C. G., Vargas-Sandoval, M., Torres, J., & Gordillo-Pérez, G. (2016). Tick-borne rickettsial pathogens in questing ticks, removed from humans and animals in Mexico. *Journal of Veterinary Science*, 17(3), 353-360. <https://doi.org/10.4142/jvs.2016.17.3.353>
- Suzán, G., & Ceballos, G. (2005). The role of feral mammals on wildlife infectious disease prevalence in two nature reserves within Mexico City limits. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 36(3), 479–484. <https://www.jstor.org/stable/20096487>
- Toweill, D. E., & Price, M. A. (1976). Ectoparasites of ringtails collected from Kerr County, Texas. *Southwestern Entomologist*, 1, 20.
- Vélez-Hernández, L., Reyes-Barrera, K. L., Rojas-Almaráz, D., Calderón-Oropeza, M. A., Cruz-Vázquez, J. K., & Arcos-García, J. L. (2014). Riesgo potencial de parásitos zoonóticos presentes en heces caninas en Puerto Escondido, Oaxaca. *Salud Pública de México*, 56(6), 625–630. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342014000600012&lng=es&tlng=es
- Webb Jr, J. P., & Loomis, R. B. (1970). Four species of Microtrombicula (Acarina: Trombiculidae) from Mexico and Nicaragua. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 69(3), 133-144. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/34157622#page/995/mode/1up>
- Whitaker, J. O., & Morales-Malacabra, J. B. (2005). Ectoparasites and other associates (ectodytes) of mammals of Mexico, Cap 43, 535-666 en Contribuciones Mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa, 706 p. Instituto de Biología, UNAM; CONABIO, México. https://books.google.com.mx/books?id=PQphdAd9KKcC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false