

Artículo original

Nuevos registros y listado de protozoarios y artrópodos de aves acuáticas de la familia Anatidae en humedales mexicanos

New records and checklist of protozoans and arthropods of Anatidae waterfowl in Mexican wetlands

¹PATRICIA PADILLA-AGUILAR, ¹EVANGELINA ROMERO-CALLEJAS,

²LUIS JORGE GARCÍA-MÁRQUEZ, ¹IRENE CRUZ-MENDOZA,

 ^{1*}YAZMIN ALCALÁ-CANTO

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Av. Universidad 3000, C.P. 04510, Ciudad de México, México.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima (U. de C.), Avenida Universidad 333, Las Víboras, C.P. 28040, Colima, Colima, México.

Editor responsable: Ricardo Rodríguez-Estrella



OPEN ACCESS

***Autor corresponsal:**

 Yazmin Alcalá-Canto
yazmin@unam.mx

Cita:

Padilla-Aguilar, P., Romero-Callejas, E., García-Márquez, L. J., Cruz-Mendoza, I., Alcalá-Canto, Y. (2022)

Nuevos registros y listado de protozoarios y artrópodos de aves acuáticas de la familia Anatidae en humedales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 38, 1–24.
10.21829/azm.2022.3812424
elevation-id: e3812424

Recibido: 24 mayo 2021

Aceptado: 05 abril 2022

Publicado: 06 junio 2022

RESUMEN. El objetivo de este estudio fue realizar el primer inventario de protozoarios y artrópodos de aves acuáticas de la familia Anatidae en México, para lo cual se realizó una colecta de estos grupos de organismos en campo a partir de la revisión de sangre, músculos y plumas de 55 aves acuáticas de 41 especies procedentes de humedales de México y posteriormente se llevó a cabo una revisión de la bibliografía y colecciones biológicas para analizar los datos y desarrollar un listado general con los registros para México. De los anátidos colectados en campo se identificó a *Haemoproteus nettionis* y a *Sarcocystis* sp. Con respecto a los artrópodos, se determinaron cinco taxa de piojos, *Anaticola* sp., *Anaticola crassicornis*, *Anatoecus dentatus*, *Holomenopon maxbeieri* y *Trinoton querquedulae*, además de tres especies de ácaros, *Bdellorhynchus* sp., *Freyana largifolia* y *Freyana anatina*. Mediante la recopilación de registros publicados en la literatura del año 1989 hasta 2019, se obtuvieron 46 registros de cinco especies de protozoarios y 59 registros de artrópodos correspondientes a nueve especies de piojos y tres de ácaros,



CC BY-NC-SA

Atribución-NoComercial-CompartirIgual

Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

e-ISSN 2448-8445

asociados con 15 especies de aves de la familia Anatidae, distribuidos en diez estados de la República Mexicana (Coahuila, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala y Yucatán). También se realizaron mapas de la distribución actual de los protozoarios y artrópodos que parasitan a especies de este grupo de aves en México. El conocimiento sobre las especies de protozoarios y ectoparásitos que se asocian con aves acuáticas de la familia Anatidae contribuye a la elaboración de planes y programas de manejo de especies para garantizar la conservación de las aves migratorias en Norteamérica. El conocimiento de la distribución de los patógenos que afectan a estas aves podrá sustentar la toma de decisiones, principalmente para aplicar estrategias de medicina preventiva que ayuden a la conservación de las especies de hospederos a fin de poder mantenerlos a largo plazo en nuestro país.

Palabras clave: Parasitología aviar; Haemosporida; Sarcocystidae; Phthiraptera; Acari

ABSTRACT. The aim of this research was to develop the first checklist of protozoa and arthropods recovered from blood, muscles, and feathers of 55 waterfowl of the family Anatidae, from wetlands of Mexico. Two protozoan taxa were identified: *Haemoproteus nettionis* and *Sarcocystis* sp. Regarding the arthropods, five lice taxa were identified, *Anaticola* sp., *Anaticola crassicornis*, *Anatoecus dentatus*, *Holomenopon maxbeieri* y *Trinoton querquedulae*, also, three mite taxa were recorded, *Bdellorhynchus* sp., *Freyana largifolia* and *Freyana anatina*. Maps were also made of the current distribution of protozoa and arthropods that parasitize species of this group of birds in Mexico, through the compilation of records published in the literature, records were obtained from 1989 to 2019; we obtained 46 records of five species of protozoa and 59 records of arthropods corresponding to nine species of lice and three of mites, associated with 15 species of birds of the family Anatidae, distributed in ten states of the Mexican Republic (Coahuila, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tlaxcala and Yucatán). Maps were also made of the current distribution of protozoa and arthropods that parasitize species of this group of birds in Mexico. Knowledge of the protozoan and ectoparasite species associated with waterfowl of the family Anatidae contributes to the development of species management plans and programs to guarantee the conservation of migratory birds in North America. Knowledge of the distribution of the pathogens that affect these birds can support decision making, mainly to apply preventive medicine strategies that help the conservation of the host species in order to maintain them in the long term in our country.

Key words: Avian parasitology; Haemosporida; Sarcocystidae; Phthiraptera; Acari

INTRODUCCIÓN

Las aves acuáticas son consideradas uno de los grupos de vertebrados con mayor riqueza parasitaria debido a que están expuestos a diferentes formas infectivas por su amplio espectro en dieta, amplia capacidad de desplazamiento y a la complejidad de su tubo digestivo (Poulin, 1995). Entre los parásitos más comunes asociados con las diversas familias de aves acuáticas se encuentran grupos de protozoarios y artrópodos que utilizan a estos animales como huéspedes intermedios o definitivos (Cawthorn *et al.*, 1981; Wobeser, 1981; Johnson & Clayton, 2003; Kutkiené & Sruoga, 2004; Valkiūnas, 2004; Kutkiené *et al.*, 2006; Atkinson *et al.*, 2008; Kanegae *et*

al., 2008). La mayoría de las especies de protozoarios y artrópodos (piojos masticadores y ácaros plumícolas) no son patógenos para los huéspedes, esto se debe probablemente a las asociaciones evolutivas entre el huésped y el artrópodo a lo largo del tiempo (Martin, 1975; Walter & Proctor, 1999; Johnson & Clayton, 2003; Kutkiené & Sruoga, 2004; Kutkiené *et al.*, 2006; Reeves *et al.*, 2015; Meixell *et al.*, 2016). Los humedales mexicanos reciben el 84 % del total de aves acuáticas que migran de América del Norte durante el invierno, principalmente anátidos (Barragán *et al.*, 2002; SEMARNAT, 2009).

A nivel mundial, los estudios sobre protozoarios y artrópodos asociados con la familia Anatidae son escasos o nulos, los que existen están dispersos o enfocados a una sola especie de protozoario o artrópodo (Pérez *et al.*, 2014; Sánchez-Montes *et al.*, 2018). En Norteamérica se han generado listados sobre protozoarios sanguíneos y del género *Sarcocystis* que afectan diferentes especies de anátidos, los cuales fueron identificados a través de sus características morfológicas, y más recientemente, mediante técnicas moleculares (Erickson, 1940; Cornwell, 1963; Kocan *et al.*, 1979; Loven *et al.*, 1980; Bennett *et al.*, 1982; Bennett *et al.*, 1991; Bennett *et al.*, 1993; DeJong & Muzzall, 2000; Ramey *et al.*, 2013; Reeves *et al.*, 2015; Garvon *et al.*, 2016; Meixell *et al.*, 2016).

En México, en las últimas décadas se han producido avances sobre la investigación de los helmintos que afectan a las aves acuáticas, sin embargo, los estudios relacionados con la distribución geográfica de parásitos en la familia Anatidae son pocos. La mayoría de las publicaciones incluyen descripciones de géneros o especies. No obstante, esta información se encuentra totalmente dispersa, a pesar de que las aves de esta familia constituyen un grupo importante para actividades cinegéticas del país y representan un ingreso económico sustancial para los pobladores locales que manejan estos recursos (Leopold, 1990; SEMARNAT, 2009).

Debido a lo anterior, los objetivos de este estudio fueron colectar e identificar protozoarios y artrópodos en aves acuáticas de la familia Anatidae en dos localidades de Hidalgo y Jalisco, realizar una búsqueda bibliográfica en bases de datos especializadas, así como en colecciones científicas para recopilar información sobre protozoarios y artrópodos de estos hospederos en México, y enlistar las especies de protozoarios y artrópodos asociados a este grupo de vertebrados en nuestro país, así como generar mapas de distribución de las especies referidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo. Este estudio contó con el permiso otorgado por el Comité Interno para el Cuidado y Uso de los Animales (CICUA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los animales fueron donados por cazadores que contaban con los permisos correspondientes para las actividades cinegéticas.

Trabajo de laboratorio. Para la búsqueda de protozoarios sanguíneos se realizaron cinco frotis *post mortem* por pato, se obtuvieron haciendo improntas del coágulo sanguíneo obtenido del corazón, con lo que se obtuvieron suficientes células sanguíneas para hacer un frotis fino y adecuado (Clark *et al.*, 2009). Posteriormente, los frotis fueron secados al aire y fijados en metanol al 95 % durante 1 min y se tiñeron con la tinción Diff-Quik. Para la búsqueda de *Sarcocystis*, a cada

ejemplar se le revisó el cuello, los músculos de las piernas y los pectorales en busca de macroquistes. Las secciones de músculo donde se encontraron los macroquistes fueron cortadas en secciones de 1 cm³ y se fijaron en formol al 10 %, después se incluyeron en parafina y se cortaron con un grosor de 5 µm (Prophet *et al.*, 1995). Se tiñeron con hematoxilina y eosina. Posteriormente se observaron con un microscopio fotónico Leica DM750 (Leica Microsystems, México) a 40X. El procesamiento de las muestras se realizó en el Laboratorio de Diagnóstico de Parasitología y Laboratorio de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Las especies de parásitos sanguíneos fueron determinadas a través del uso de una clave taxonómica especializada (Valkiūnas 2004). Para determinar la prevalencia por especie de parásito, se observó cada frotis durante 15 min (30 min por ejemplar) con un microscopio a 1000X aumentos. Posteriormente, se hizo el registro como positivo o negativo y se determinó la prevalencia al calcular el número de huéspedes positivos de la población estudiada.

El procedimiento para colectar piojos y ácaros se realizó introduciendo al ejemplar en una bolsa hermética y rociando su superficie con un insecticida comercial a base de praletrina y fenotrina, después de pasados 10 min las plumas fueron cepilladas en dirección contraria a su disposición natural (Martin, 1994). Los ectoparásitos fueron colectados sobre un papel filtro, preservados en alcohol al 70 %. Los especímenes fueron transportados al laboratorio antes mencionado.

En el caso de los ácaros, se colocaron en lactofenol para aclararlos y observar sus estructuras, el cual se calentó a 100 °C de tres a cinco min. Posteriormente, se montaron en porta y cubreobjetos con líquido de Hoyer. Las laminillas se dejaron secar en una estufa con una temperatura constante de 30 °C por 20 días, después de ese periodo de tiempo se sacaron de la estufa, se sellaron los bordes de la preparación con un líquido no soluble al agua (glyptal) y se etiquetaron (Krantz, 1978). Los ácaros fueron observados y medidos bajo el microscopio óptico, además de ser fotografiados en un microscopio óptico Zeiss® (modelo Primostar 1) para identificarlos con ayuda de claves y literatura específica para ácaros plumícolas (Aksin, 2007; Bravo Mojica *et al.*, 1988; Dabert, 1987; Gaud, 1996; Walter & Krantz, 2009).

Los piojos se colectaron con pinzas o pinceles bajo el microscopio estereoscópico y fueron colocados en tubos Eppendorf con alcohol al 70 % para su fijación y conservación. La preparación de los ectoparásitos para su montaje en laminillas se realizó siguiendo el procedimiento de Wirth y Marston (1968), con la modificación del uso de hidróxido de sodio al 10 % debido al grosor del exoesqueleto que presentan estos artrópodos. Posteriormente, se realizaron lavados con agua destilada y los especímenes se expusieron durante 30 min a una solución de ácido acético glacial al 10 %. La deshidratación se llevó a cabo mediante el uso de diferentes concentraciones de alcoholes (40 %, 70 % y 96 %) y un periodo de 24 horas en esencia de clavo (Guzmán-Cornejo *et al.*, 2012). Los ejemplares fueron fijados en Entellan® (Merk, Alemania) y secados en estufa a 30 °C. Para la determinación de los piojos, se utilizaron claves taxonómicas especializadas (Castresana *et al.*, 1999; Clayton *et al.*, 2015; Grossi *et al.*, 2014; Martín Mateo, 1975; Martín Mateo *et al.*, 1979-80; Price, 1971).

Revisión de bibliografía. La base de datos de protozoarios y artrópodos asociados con aves de la familia Anatidae se construyó a partir de la recopilación de registros de literatura especializada; lo anterior se realizó mediante una búsqueda exhaustiva en la plataforma ISI Web of Science® y bases de datos como: BioOne, Google Scholar, Medline, Pubmed y Scopus. Se realizó la búsqueda para cada una de las 41 especies de anátidos referidos en el listado de aves de México (Berlanga *et al.*, 2019), mediante el uso de la siguiente combinación de términos, *e.g.*, parásitos, patógeno, enfermedad infecciosa, enfermedades, parasitosis, parasitiasis, infección, infestación, patologías, ácaro, piojo, pulga, pato y *Anas*.

Búsqueda en colecciones biológicas. También se realizaron búsquedas de registros de protozoarios y artrópodos de diferentes colecciones científicas. Debido a que en México no existen colecciones para protozoarios, la búsqueda se hizo solo para el grupo de los artrópodos. Se revisaron registros de piojos, pulgas y ácaros en dos colecciones científicas: Colección Nacional de Ácaros, Instituto de Biología y Colección de piojos y pulgas "Alfredo Barrera", Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Se descartaron aquellos registros de aves domésticas o en cautiverio (zoológicos, experimentos o mascotas). Los registros de protozoarios y artrópodos que se tomaron en cuenta fueron aquellos cuya información aparecía completa en tesis o memorias de congresos. Con respecto a los criterios de inclusión, solamente se conservaron aquellos registros que contribuían a la descripción de la diversidad parasitaria de aves acuáticas de la familia Anatidae.

Se elaboró una base de datos con el programa Access 2010 utilizando diferentes campos: 1) especie de anátidos; 2) taxón del protozoario o artrópodo; 3) localidad y estado de la República Mexicana donde el parásito fue encontrado; 4) referencia; 5) número y acrónimo de la colección científica donde el ejemplar fue depositado o la secuencia genética disponible en GeneBank y 6) coordenadas geográficas de cada localidad.

Los datos correspondientes al número de especies de artrópodos (piojos y ácaros) por cada especie de pato obtenidos de la literatura buscada en *Web of Science* y recursos adicionales (Cuadro 4), se ordenaron de manera alfabética por subfamilia y tribu de anátidos, de conformidad con trabajos previos (Edwards *et al.*, 1989; Berlanga *et al.*, 2019; Clements *et al.*, 2019).

Posteriormente, la base de datos fue exportada a un programa de Sistemas de Información Geográfica (ArcGis 10.4.1) para la elaboración de los mapas con la distribución actual de protozoarios y artrópodos asociados a la familia Anatidae en la República Mexicana.

RESULTADOS

Colecta de protozoarios y artrópodos en campo. Los nuevos registros que se aportan en el presente trabajo se obtuvieron a partir de 55 patos correspondientes a ocho especies: *Spatula discors* (Linnaeus, 1766), *Spatula cyanoptera* (Viellot, 1816), *Spatula clypeata* (Linnaeus, 1758), *Mareca strepera* (Linnaeus, 1758), *Anas crecca* (Linnaeus, 1758), *Anas acuta* (Linnaeus, 1758), *Anas diazi* (Ridgway, 1886) y *Aythya collaris* (Donovan, 1809). Con respecto a las especies hospederas, solamente *A. diazi* es residente y el resto son migratorias.

La colecta de especímenes se realizó durante los meses de noviembre del 2017 a febrero del 2018 en la Laguna de Metztitlán ($n = 32$), ubicada en la Reserva de la Biosfera de la Barranca de Metztitlán, en el estado de Hidalgo ($20^{\circ} 30' 58''$ N, $98^{\circ} 43' 34''$ O) y en la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre Patolajara ($n = 23$), en el estado de Jalisco ($20^{\circ} 39' 42.8832''$ N, $-103^{\circ} 23' 40.0632''$ O).

Los protozoarios se observaron en el 40 % de los anátidos estudiados, es decir, en 22 patos de los 55 estudiados. De la revisión de los frotis sanguíneos y la musculatura de los patos se identificaron dos especies de protozoarios: *Haemoproteus nettionis* (Johnston & Cleland, 1909) y *Sarcocystis* sp. (Fig. 1). El protozoario sanguíneo más común fue *H. nettionis*, reportándose en nueve especies de patos, con una prevalencia de 20 % (Cuadro 1).

En cuanto al grupo de los artrópodos, se detectaron piojos distribuidos en tres taxas de la familia Philopteridae (*Anatoecus*, *Anaticola*, *Acidoproctus*); una especie de la familia Acistrionidae (*Holomenopon*) y una especie de la familia Menoponidae (*Trinoton querquedulae* (Linnaeus, 1758)). Asimismo, se determinaron tres especies de ácaros correspondientes a dos familias Freyanidae (*Freyana anatina* (Koch, 1844), *Freyana largifolia* Megnin & Trouessart, 1884 y Avenzoariidae (*Bdellorhynchus* sp., *F. largifolia* y *F. anatina*) (Fig. 2). De los patos muestreados, el 70 % fue positivo a algún tipo de artrópodo (Cuadro 1). Las especies migratorias de anátidos que fueron más estudiadas y, como resultado, presentaron mayor cantidad de registros y riqueza de protozoarios y artrópodos fueron las pertenecientes a la tribu Anatini (Cuadro 2 y 3).

Revisión de bibliografía y colecciones biológicas

Protozoarios. Se obtuvieron 46 registros a partir del año 1991 hasta 2019 correspondientes a dos órdenes (Apicomplexa y Trypanosomatida), cuatro familias (Haemoproteidae, Sarcocystidae, Trypanosomatidae y Leucocytozoidae), cinco géneros (*Sarcocystis*, *Haemoproteus*, *Leucocytozoon*, *Trypanosoma* y *Toxoplasma*) y cinco especies (*Trypanosoma avium* Danilewsky, 1885, *Toxoplasma gondii* (Nicolle & Manceaux, 1908), *Leucocytozoon simondi* (Mathis & Leger, 1910), *Sarcocystis rileyi* (Stiles, 1893) y *H. nettionis*) asociados a 15 especies de patos. *Sarcocystis* sp. se encontró en 14.5 % de los patos. El huésped con la mayor cantidad de registros fue el pato *A. diazi*. *Haemoproteus nettionis* se detectó en el 20 % de las aves estudiadas. Los datos georreferenciados correspondieron a seis localidades de seis estados de la República Mexicana, destacando el Estado de México con 15 registros y Sinaloa con 13 (Fig. 3a).

Artrópodos. De 1989 a 2019 se obtuvieron 41 registros de artrópodos en seis localidades de seis entidades federativas: Atarasquillo, Estado de México; Atlangatepec, Tlaxcala; Xochitepec, Puebla; Tamuín, San Luis Potosí; Laguna de Metztitlán, Hidalgo; Patolajara, Jalisco; Chuburná, Yucatán. Con respecto a los piojos, se compiló información correspondiente a un orden (Phthiraptera), dos subórdenes (Amblycera e Ischnocera), dos familias (Menoponidae y Philopteridae), cinco géneros (*Acidoproctus*, *Anaticola*, *Anatoecus*, *Holomenopon* y *Trinoton*) y seis especies (*Acidoproctus maximus* Piaget, 1878, *Anaticola crassicornis* (Scopoli, 1763), *Anaticola mergiserrati* (De Geer, 1778), *Anatoecus dentatus* (Scopoli, 1763), *Holomenopon maxbeieri* Eichler, 1954 y *T. querquedulae*).

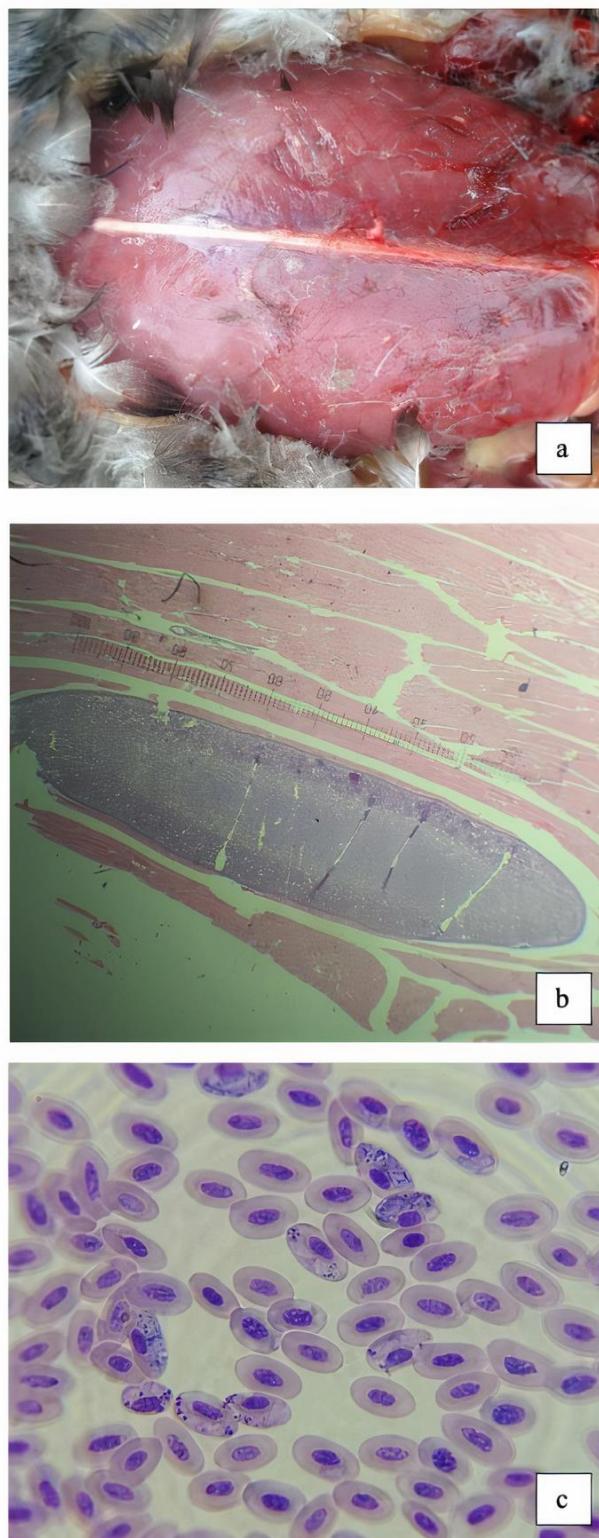


Figura 1. Protozoarios colectados en aves acuáticas de la familia Anatidae en los estados de Hidalgo y Jalisco, México: a) Macroquistes de *Sarcocystis* sp. en los músculos pectorales de una cerceta canela (*Anas cyanoptera*); b) Estructura del macroquiste de *Sarcocystis* sp. en *Anas cyanoptera*. H-E, 10X; c) *Haemoproteus nettionis* en frotis sanguíneo de pato mexicano (*Anas diazi*). Diff-Quick, 40X.

Cuadro 1. Lista de registros de protozoarios y artrópodos (piojos y ácaros) encontrados en aves acuáticas de la familia Anatidae, en dos localidades de los estados de Hidalgo y Jalisco, México.

Huésped	Protozoario	Piojo	Ácaro
<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758	<i>Haemoproteus nettionis</i> <i>Leucocytozoon simondi</i> <i>Sarcocystis</i> sp.	<i>Anatoecus dentatus</i> <i>Anaticola crassicornis</i> <i>Trinoton querquedulae</i>	<i>Bdellorhynchus</i> sp. <i>Freyana anatina</i>
<i>Anas crecca</i> Linnaeus, 1758	<i>H. nettionis</i> <i>L. simondi</i> <i>Sarcocystis</i> sp.	<i>Anaticola</i> sp. <i>A. crassicornis</i> <i>Anatoecus</i> sp. <i>A. dentatus</i> <i>Trinoton</i> sp. <i>T. querquedulae</i>	<i>F. anatina</i> <i>F. largifolia</i>
<i>Anas diazi</i> Ridgway, 1886	<i>H. nettionis</i> <i>L. simondi</i> <i>Sarcocystis</i> sp. <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Trypanosoma avium</i>	<i>Anaticola</i> sp. <i>A. crassicornis</i> <i>A. dentatus</i> <i>Holomenopon maxbeieri</i> <i>T. querquedulae</i>	<i>F. anatina</i> <i>F. largifolia</i>
<i>Anas platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	<i>T. gondii</i>		
<i>Aythya affinis</i> Eyton, 1838	<i>Sarcocystis</i> sp.	<i>Anaticola</i> sp. <i>Anaticola</i> sp. <i>A. mergiserrati</i>	<i>F. anatina</i>
<i>Aythya collaris</i> (Edward Donavan, 1809)	<i>H. nettionis</i> <i>Sarcocystis</i> sp.		
<i>Bucephala albeola</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Sarcocystis</i> sp.		
<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Sarcocystis</i> sp.	<i>A. dentatus</i> <i>Acidoproctus maximus</i>	
<i>Dendrocygna bicolor</i> (Vieillot, 1816)	<i>Sarcocystis</i> sp.		
<i>Mareca americana</i> (Gmelin, 1789)	<i>H. nettionis</i> <i>L. simondi</i>	<i>A. crassicornis</i> <i>T. querquedulae</i>	<i>F. anatina</i>
<i>Mareca strepera</i> (Linnaeus, 1758)	<i>H. nettionis</i>	<i>Anaticola</i> sp. <i>A. crassicornis</i> <i>Anatoecus</i> sp. <i>A. dentatus</i> <i>H. maxbeieri</i> <i>Trinoton</i> sp. <i>T. querquedulae</i>	<i>Bdellorhynchus</i> sp. <i>F. anatina</i>
<i>Oxyura jamaicensis</i> (Gmelin, 1789)	<i>Sarcocystis</i> sp.	<i>A. crassicornis</i> <i>T. querquedulae</i>	<i>F. anatina</i>
<i>Spatula clypeata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>H. nettionis</i> <i>Sarcocystis</i> sp. <i>S. rileyi</i> <i>L. simondi</i>	<i>Anaticola</i> sp. <i>A. crassicornis</i> <i>Anatoecus</i> sp. <i>A. dentatus</i> <i>Trinoton</i> sp. <i>T. querquedulae</i>	<i>Bdellorhynchus</i> sp. <i>F. anatina</i>

Huésped	Protozoario	Piojo	Ácaro
<i>Spatula cyanoptera</i> (Vieillot, 1816)	<i>H. nettionis</i>	<i>A. crassicornis</i>	<i>F. anatina</i>
	<i>L. simondi</i>	<i>T. querquedulae</i>	<i>F. largifolia</i>
	<i>Sarcocystis</i> sp.		
<i>Spatula discors</i> (Linnaeus, 1766)	<i>H. nettionis</i>	<i>Anaticola</i> sp.	<i>Bdellorhynchus</i> sp.
	<i>Sarcocystis</i> sp.	<i>A. crassicornis</i>	<i>F. anatina</i>
		<i>T. querquedulae</i>	<i>F. largifolia</i>

Cuadro 2. Lista parásito-hospedero de registros de protozoarios y artrópodos (piojos y ácaros) encontrados en aves acuáticas de la familia Anatidae en México. (*) Nuevo registro.

Especie de parásito	Especie de hospedero	Estado	Referencia
Protozoarios			
<i>Haemoproteus nettionis</i> (Johnston & Cleland, 1909)	* <i>Anas acuta</i>	Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>A. diazi</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>A. crecca</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>Aythya collaris</i>		Jalisco	Presente estudio
		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
<i>Mareca americana</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>M. strepera</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>Spatula clypeata</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>S. cyanoptera</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>Leucocytozoon simondi</i> (Mathis & Leger, 1910)	<i>A. diazi</i>	Coahuila	Bennett <i>et al.</i> , 1991
		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
<i>A. acuta</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
<i>A. crecca</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
<i>M. americana</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
<i>S. clypeata</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
<i>S. cyanoptera</i>		Estado de México	Segura-Tinoco, 2019
<i>Sarcocystis</i> Lankester, 1882	<i>A. acuta</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010
	<i>A. crecca</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010
<i>A. diazi</i>		Sinaloa	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010
<i>A. affinis</i>		Sinaloa	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010

Espece de parásito	Espece de hospedero	Estado	Referencia
	<i>A. collaris</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	<i>Bucephala albeola</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	<i>D. bicolor</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	<i>M. americana</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	* <i>Spatula clypeata</i>	Hidalgo	Presente estudio
		Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	* <i>S. cyanoptera</i>	Hidalgo	Presente estudio
		Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	<i>S. discors</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
	<i>Oxyura jamaicensis</i>	Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
<i>Sarcocystis rileyi</i> (Stiles, 1893)	<i>S. clypeata</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar et al., 2016
		Sinaloa	Galaviz-Renteria et al., 2010
<i>Toxoplasma gondii</i> (Nicolle & Manceaux, 1908)	<i>A. diazi</i>	Durango	Alvarado-Esquivel et al., 2011
	<i>A. platyrhynchos</i>	Durango	Alvarado-Esquivel et al., 2011
<i>Trypanosoma avium</i> Danilewsky, 1885	<i>A. diazi</i>	Coahuila	Bennett et al., 1991
Piojos			
<i>Acidoproctus maximus</i> Piaget, 1878	<i>D. autumnalis</i>	San Luis Potosí	Sánchez-Montes et al., 2018
<i>Anaticola</i> Clay, 1935	<i>A. crecca</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>A. diazi</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>A. affinis</i>	Jalisco	Presente estudio
		Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>M. strepera</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>S. clypeata</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
<i>Anaticola crassicornis</i> (Scopoli, 1763)	* <i>A. acuta</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>A. crecca</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>A. diazi</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio

Espece de parásito	Espece de hospedero	Estado	Referencia
	* <i>A. diazi</i>	Jalisco	Presente estudio
	<i>M. americana</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
	* <i>M. strepera</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
	<i>O. jamaicensis</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
	* <i>S. cyanoptera</i>	Hidalgo	Presente estudio
	* <i>S. clypeata</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
	* <i>S. discors</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>Anaticola mergiserrati</i> (De Geer, 1778)	<i>A. affinis</i>	Puebla	Sánchez-Montes, et al., 2018
<i>Anatoecus</i> Cummings, 1916	<i>A. crecca</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>A. affinis</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>M. strepera</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>S. clypeata</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>S. discors</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
<i>Anatoecus dentatus</i> (Scopoli, 1763)	<i>A. acuta</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
	* <i>A. crecca</i>	Hidalgo	Presente estudio
	* <i>A. diazi</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
	<i>D. autumnalis</i>	San Luis Potosí	Sánchez-Montes et al., 2018
	* <i>M. strepera</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>S. clypeata</i>	Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
<i>Holomenopon maxbeieri</i> Eichler, 1954	* <i>A. diazi</i>	Hidalgo	Presente estudio
	<i>M. strepera</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
<i>Trinoton</i> Nitzsch, 1818	<i>A. crecca</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>M. strepera</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>S. clypeata</i>	Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
<i>Trinoton querquedulae</i> (Linnaeus, 1758)	* <i>A. acuta</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>A. crecca</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>A. diazi</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
	<i>M. americana</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
	* <i>M. strepera</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio

Especie de parásito	Especie de hospedero	Estado	Referencia
	<i>O. jamaicensis</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
	* <i>S. cyanoptera</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>S. clypeata</i>	Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
	* <i>S. discors</i>	Estado de México	Padilla-Aguilar, 2018
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
		Yucatán	Canaris & Lei, 1989
Ácaros			
<i>Bdellorhynchus</i> (Trouessart, 1885)	* <i>A. acuta</i>	Hidalgo	Presente estudio
	<i>M. strepera</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
	* <i>S. discors</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
	* <i>S. clypeata</i>	Hidalgo	Presente estudio
<i>Freyana anatina</i> (Koch, 1844)	* <i>A. acuta</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>A. crecca</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	* <i>A. diazi</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
		Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>A. affinis</i>	Jalisco	Presente estudio
		Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>M. americana</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
<i>Freyana largifolia</i> Megnin & Trouessart, 1884	* <i>M. strepera</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	<i>O. jamaicensis</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
	* <i>S. clypeata</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
		Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	* <i>S. cyanoptera</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
	* <i>S. discors</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
		Hidalgo	Presente estudio
		Jalisco	Presente estudio
		Tlaxcala	Ortiz-Romero, 2014
	* <i>A. crecca</i>	Hidalgo	Presente estudio
	<i>A. diazi</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019
	* <i>S. discors</i>	Estado de México	Díaz-Lara, 2019

Espece de parásito	Espece de hospedero	Estado	Referencia
	* <i>S. discors</i>	Hidalgo	Presente estudio

Cuadro 3. Número de especies de protozoarios por especie de pato, obtenidos de bases de datos especializadas y colecciones científicas. Eh, Especie de huésped; Nh, Número total de huéspedes estudiados; E, Estados; Np, Número total de especies de protozoarios por especie de pato.

Subfamilia	Tribu	Eh	Nh	E	Np	Referencia
Anatinae	Anatini	<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758	109	3	4	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010. Segura-Tinoco, 2019. Presente estudio.
		<i>A. crecca</i> Linnaeus, 1758	225	3	4	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010. Segura-Tinoco, 2019. Presente estudio.
		<i>A. diazi</i> Ridgway, 1886	33	6	8	Alvarado-Esquivel <i>et al.</i> , 2011. Bennett <i>et al.</i> , 1991. Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010. Segura-Tinoco, 2019. Presente estudio.
		<i>A. platyrhynchos</i> Linnaeus, 1758	2	1	1	Alvarado-Esquivel <i>et al.</i> , 2011.
		<i>Mareca americana</i> (Gmelin, 1789)	50	1	3	Segura-Tinoco, 2019. Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010.
		<i>Mareca strepera</i> (Linnaeus, 1758)	45	2	2	Segura-Tinoco, 2019. Presente estudio.
		<i>Spatula clypeata</i> (Linnaeus, 1758)	360	4	8	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010. Padilla-Aguilar <i>et al.</i> , 2016. Segura-Tinoco, 2019. Presente estudio.
		<i>S. cyanoptera</i> (Vieillot, 1816)	84	2	4	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010. Segura-Tinoco, 2019. Presente estudio.
		<i>S. discors</i> (Linnaeus, 1766)	101	3	3	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010. Presente estudio.
Athyini	Athyini	<i>Aythya affinis</i> Eyton, 1838	41	1	2	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010.
		<i>A. collaris</i> (Edward Donovan, 1809)	2	2	3	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010. Presente estudio.
	Mergini	<i>Bucephala albeola</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010.
Dendrocygninae	Oxyurini	<i>Oxyura jamaicensis</i> (Gmelin, 1789)	31	1	1	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010.
	Dendrocygninae	<i>Dendrocygna bicolor</i> (Vieillot, 1816)	34	1	1	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010.
		<i>D. autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	220	1	1	Galaviz-Renteria <i>et al.</i> , 2010.

En lo que se refiere a los ácaros, se recopiló información sobre un orden (Sarcoptiformes), un suborden (Oribatida), un cohorte (Astigmatina), dos superfamilias (Pterolichoidea y Analgoidea), dos familias (Freyanidae y Avenzoariidae), dos géneros (*Bdellorhynchus* y *Freyana*) y dos especies (*F. anatina* y *F. largifolia*).

La mayoría de los registros de los artrópodos se reportaron en Atarasquillo y Atlangatepec correspondientes al Estado de México y Tlaxcala, respectivamente (Cuadro 2; Fig. 3b). Los ectoparásitos que presentaron la mayor cantidad de registros fueron 12 hallazgos de *T. querquedulae* y 16 registros de *F. anatina*.

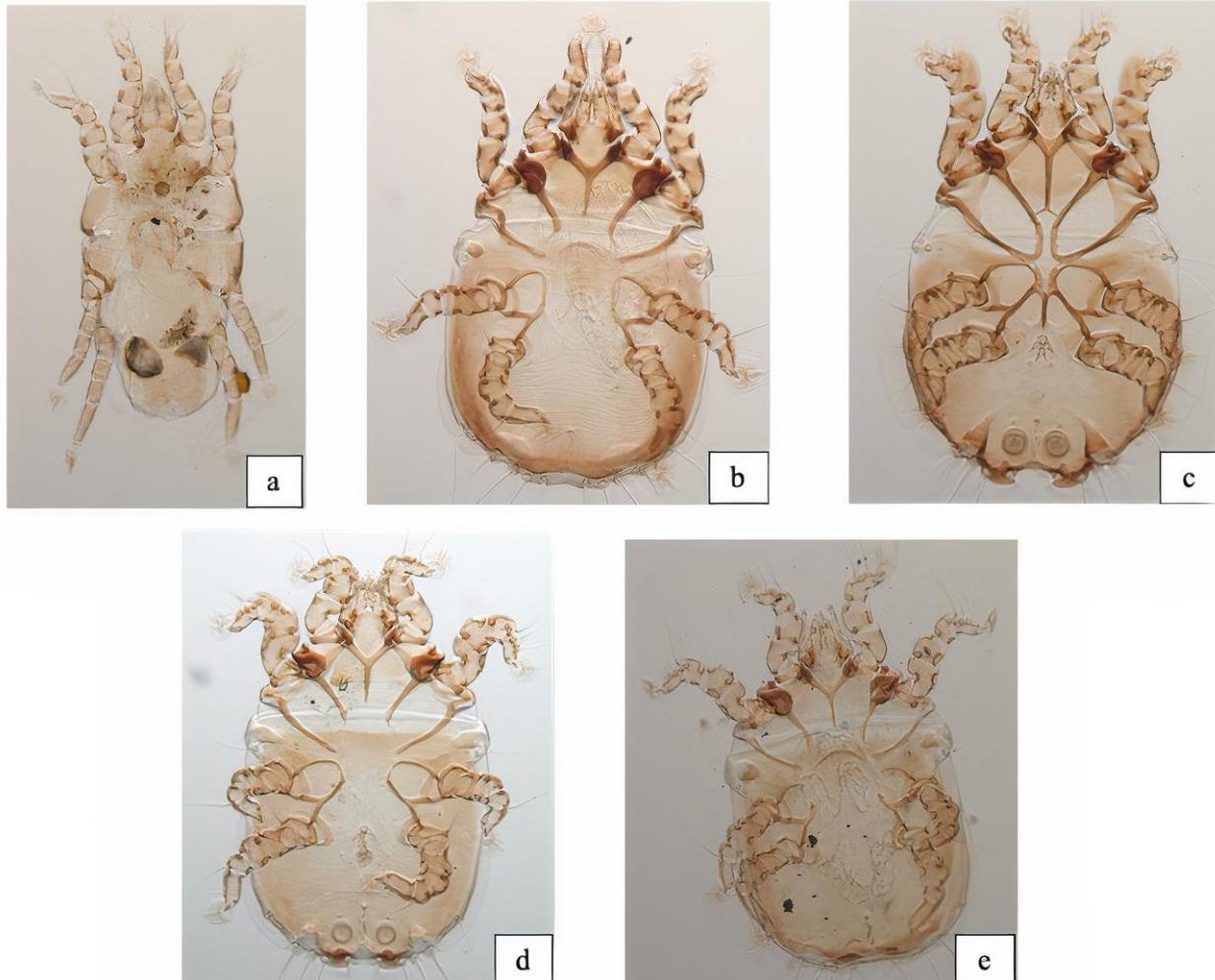


Figura 2. Artrópodos colectados en aves acuáticas de la familia Anatidae en los estados de Hidalgo y Jalisco, México: a) *Bdellorhynchus* sp. hembra; b) *Freyana largifolia* hembra; c) *Freyana largifolia* macho; d) *Freyana anatina* macho; e) *Freyana anatina* hembra.

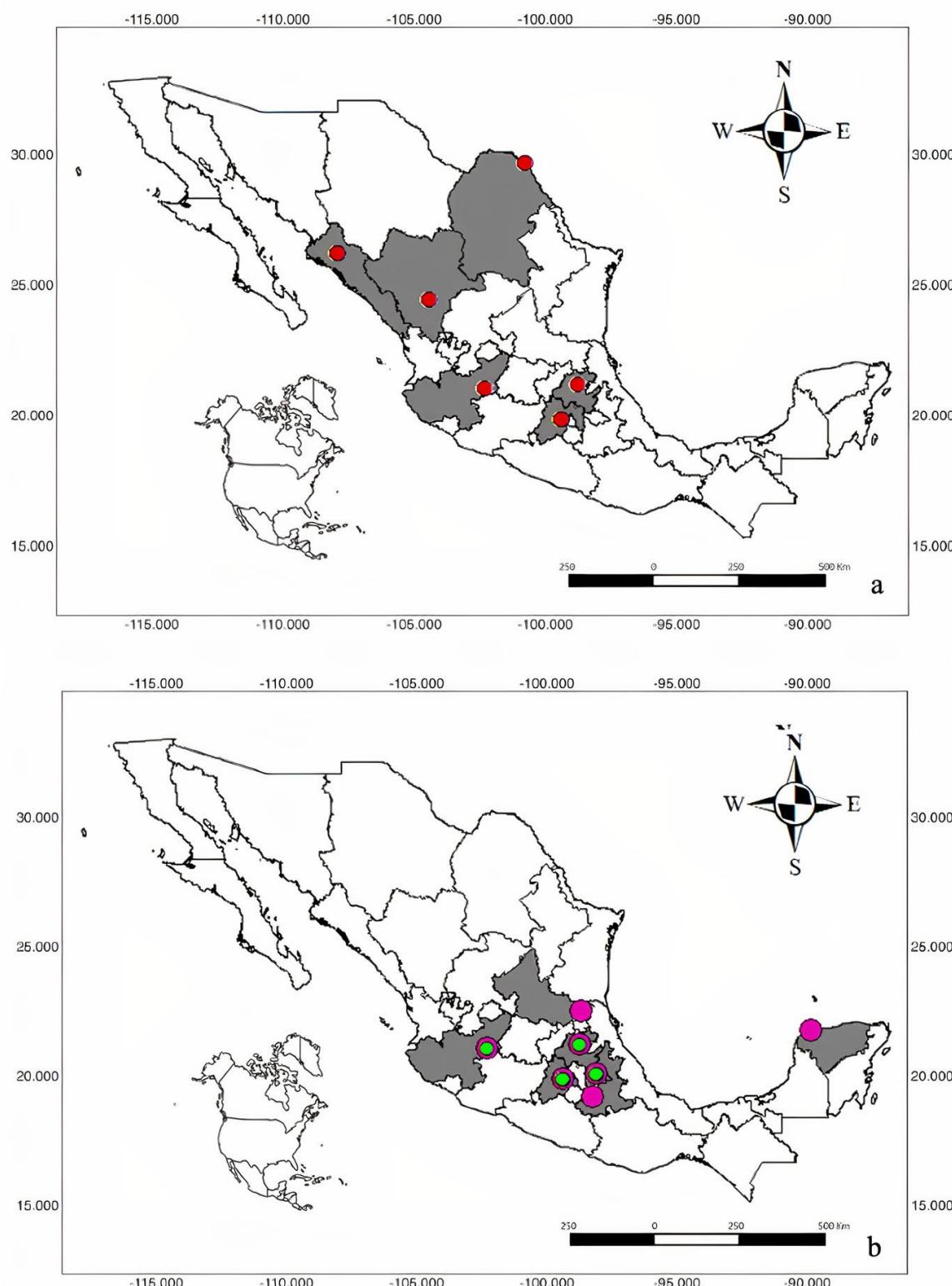


Figura 3. Distribución geográfica de protozoarios (a) y artrópodos (b) identificados en aves acuáticas de la familia Anatidae en México. En la Figura 3b, el punto rosa hace referencia a piojos y el punto verde a ácaros.

Cuadro 4. Número de especies de artrópodos (piojos y ácaros) por cada especie de pato, obtenidos de la literatura buscada en Web of Science y recursos adicionales. H, Huésped; Nh, Número total de huéspedes estudiados; E, Estados; Na, Número total de especies de artrópodos por especie de pato (Piojo/Ácaro).

Subfamilia	Tribu	H	Nh	E	Na	Referencia
Anatinae	Anatini	<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758	17	2	5 (3/2)	Díaz-Lara, 2019. Padilla-Aguilar, 2018. Presente estudio.
		<i>A. crecca</i> Linnaeus, 1758	17	3	8 (6/2)	Díaz-Lara, 2019. Ortiz-Romero, 2014. Padilla-Aguilar, 2018. Presente estudio.
		<i>A. diazi</i> Ridgway, 1886	19	4	7 (5/2)	Díaz-Lara, 2019. Ortiz-Romero, 2014. Padilla-Aguilar, 2018. Presente estudio.
		<i>Mareca americana</i> (Gmelin, 1789)	7	1	3 (2/1)	Díaz-Lara, 2019. Padilla-Aguilar, 2018.
		<i>M. strepera</i> (Linnaeus, 1758)	27	3	9 (7/2)	Díaz-Lara, 2019. Ortiz-Romero, 2014. Padilla-Aguilar, 2018.
		<i>Spatula cyanoptera</i> (Vieillot, 1816)	6	2	4 (2/2)	Díaz-Lara, 2019. Padilla-Aguilar, 2018. Presente estudio.
		<i>S. clypeata</i> (Linnaeus, 1758)	19	4	8 (6/2)	Díaz-Lara, 2019. Ortiz-Romero, 2014. Padilla-Aguilar, 2018. Presente estudio.
		<i>S. discors</i> (Linnaeus, 1766)	27	5	6 (3/3)	Canaris & Lei, 1989. Díaz-Lara, 2019. Ortiz-Romero, 2014. Padilla-Aguilar, 2018. Presente estudio.
	Aythyni	<i>Aythya affinis</i> Eyton, 1838	3	3	4 (3/1)	Ortiz-Romero, 2014. Sánchez-Montes <i>et al.</i> , 2018. Presente estudio.
	Oxyurini	<i>Oxyura jamaicensis</i> (Gmelin, 1789)	4	1	3 (2/1)	Díaz-Lara, 2019. Padilla-Aguilar, 2018.
Dendrocygninae		<i>Dendrocygna autumnalis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	2 (2/0)	Sánchez-Montes <i>et al.</i> , 2018.

En este trabajo se documentan cinco especies de protozoarios (*Sarcocystis* sp., *T. avium*, *T. gondii*, *L. simondi* y *H. nettionis*) en 15 especies de patos (*A. acuta*, *A. crecca*, *A. diazi*, *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758, *A. collaris*, *Bucephala albeola* (Linnaeus, 1758), *Dendrocygna autumnalis* (Linnaeus, 1758), *Dendrocygna bicolor* (Vieillot, 1816), *Mareca americana* (Gmelin, 1789), *M. strepera*, *Oxyura jamaicensis* (Gmelin, 1789), *S. clypeata*, *S. cyanoptera*, *S. discors* y *Aythya*

affinis Eyton, 1838) que fueron identificados en siete entidades federativas de México (Coahuila, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Sinaloa, Tlaxcala).

Del mismo modo, se proporciona información sobre ocho artrópodos, de los cuales cinco corresponden a los piojos *Anaticola* sp., *A. crassicornis*, *A. dentatus*, *H. maxbeieri* y *T. querquedulae* y tres ácaros, *Bdellorhynchus* sp., *F. largifolia* y *F. anatina*, que fueron detectados en 11 especies de hospederos (*S. clypeata*, *O. jamaicensis*, *M. strepera*, *M. americana*, *D. autumnalis*, *A. affinis*, *A. acuta*, *A. crecca*, *A. diazi*, *S. cyanoptera* y *S. discors*) en siete estados de México (Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Yucatán).

DISCUSIÓN

De las 145 especies de anátidos a nivel mundial, 41 se encuentran en México y de éstas, hasta el momento se han estudiado 15 especies de patos (*A. acuta*, *A. crecca*, *A. diazi*, *A. platyrhynchos*, *A. collaris*, *B. albeola*, *D. autumnalis*, *D. bicolor*, *M. americana*, *M. strepera*, *O. jamaicensis*, *S. clypeata*, *S. cyanoptera*, *S. discors* y *A. affinis*) en siete estados de México (Coahuila, Durango, Estado de México, Jalisco, Hidalgo, Sinaloa, Tlaxcala) para protozoarios. Con respecto a artrópodos, se han estudiado 11 especies de anátidos (*S. clypeata*, *O. jamaicensis*, *M. strepera*, *M. americana*, *D. autumnalis*, *A. affinis*, *A. acuta*, *A. crecca*, *A. diazi*, *S. cyanoptera* y *S. discors*) en siete estados de la república (Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala y Yucatán). Es importante destacar que *D. autumnalis*, *D. bicolor* y *A. diazi* son especies residentes y el resto son migratorias.

De estas especies destaca el pato mexicano *A. diazi* con 24 registros. Esta ave se encuentra catalogada como especie amenazada (regulado estrictamente para su aprovechamiento) en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y es considerada endémica de México. Esta especie se encuentra todo el año en nuestro país y es el único pato residente que se distribuye en los humedales interiores del Altiplano Mexicano (Leopold, 1959; Aldrich & Baer, 1970; Bellrose, 1980; Saunders & Saunders, 1981; Colón-Quezada, 2009; SEMARNAT, 2009); lo anterior podría explicar por qué sobre esta especie existe un mayor número de estudios sobre protozoarios y artrópodos asociados, ya que al tener presencia en toda la República Mexicana se facilita su captura.

La mayoría de los protozoarios y artrópodos reportados en la literatura revisada, incluyendo el presente estudio, son muy comunes en aves acuáticas de la familia Anatidae (Cawthorn *et al.*, 1981; Wobeser, 1981; Kutkiené & Sruoga, 2004; Valkiūnas, 2004; Kutkiené *et al.*, 2006; Atkinson *et al.*, 2008). Ejemplo de lo anterior son los protozoarios del género *Sarcocystis* reportado en 13 anátidos. Su presencia en patos se puede atribuir a que dentro del ciclo biológico de este parásito los zorrillos (*Mephitis mephitis*) actúan como huéspedes definitivos, y estos al defecar los ooquistes en el agua contaminan el alimento que después es ingerido por los anátidos (huéspedes intermediarios) y es en los músculos de estas aves en donde se lleva a cabo la reproducción asexual (Cawthorn *et al.*, 1981; Wobeser, 1981; Kutkiené & Sruoga, 2004; Kutkiené *et al.*, 2006).

En el presente estudio, *H. nettionis* fue el hemoparásito más común. Lo anterior se podría atribuir a que el vector díptero *Culicoides downesi* Wirth & Hubert, 1962 como probablemente otros ceratopogónicos que infectan a las aves acuáticas son comunes y abundantes en la región Neártica (Atkinson, *et al.*, 2008; Mullen & Murphree, 2019; Valkiūnas, 2004). Lo anterior también explica que la prevalencia reportada para este hemoparásito (20 %) es similar en todos los estudios realizados en nuestro país, la cual fue de 20 % en *A. acuta*, 12 % en *A. crecca*, 18.18 % en *A. diazi*, 11.11 % en *M. americana*, 30 % en *M. strepera*, 33.33 % en *O. jamaicensis*, 15.38 % en *S. clypeata*, 25 % en *S. cyanoptera* y 13.04 % en *S. discors* (Segura-Tinoco, 2019).

En ninguno de los estudios realizados en México se encontró referido al género *Plasmodium*, incluyendo la presente investigación. Esto podría estar relacionado con la estrategia del hemosporidio de no producir cantidades elevadas de gametocitos durante el otoño y el invierno cuando las poblaciones del vector han declinado o son mínimas (Allan & Mahart 1989). Por otro lado, el género *Plasmodium* se transmite por otra familia de dípteros, Culicidae, los cuales tienen diferentes requerimientos y necesitan temperaturas más altas para su desarrollo en comparación con muchos ceratopogónidos (Mullen & Murphree, 2019). Otro factor que es importante resaltar es que los muestreos solamente se realizaron durante el periodo de caza, la cual se realiza durante la época invernal. Dentro de los artrópodos, un ejemplo son los piojos masticadores *T. querquedulae* y *A. crassicornis* que representaron nuevos registros. Ambos fueron reportados en nueve especies de patos, por lo que lo anterior se puede atribuir a que estos piojos masticadores son específicos de las especies de aves que parasitan (Castresana *et al.*, 1999; Johnson & Clayton, 2003; Price, 1971). Lo mismo ocurre con el ácaro *F. anatina*, que resultó ser el más común con 26 registros en 10 especies de anátidos (Mironov & Dabert, 2001).

Con respecto a las otras especies residentes, *D. bicolor* y *D. autumnalis*, no están bajo ninguna categoría de protección (SEMARNAT, 2009), y sólo se obtuvo un registro en Sinaloa y uno en San Luis Potosí. Es razonable especular que esto podría deberse a que los anátidos habitan principalmente en humedales costeros (DUMAC, 2005); no obstante, son especies que tienen una distribución más restringida en esos ecosistemas. La mayor cantidad de registros y riqueza de protozoarios y artrópodos se obtuvo en las especies pertenecientes a la tribu Anatini. Lo anterior puede deberse a que estos patos son muy comunes en los humedales de toda la República Mexicana durante la época de invierno, por lo cual se facilita su muestreo (Carrera-González & de la Fuente-de León, 2003).

De los protozoarios reportados en la literatura revisada, incluyendo el presente estudio, sólo se identificó uno con potencial zoonótico: *T. gondii* que presentó dos registros reportados en *A. platyrhynchos* en el estado de Durango (Alvarado-Esquível *et al.*, 2011). Este protozoario es muy importante en la salud pública, ya que infecta al 30 % de la población humana a nivel mundial al consumir carne y otros alimentos infectados con quistes tisulares, pero puede llegar a ser del 80 % en algunos países y regiones (Dubey, 2004; Caballero-Ortega & Ortíz-Alegria, 2014). Una forma de transmisión adicional a la oral es por vía sanguínea-placentaria, aunque se ha propuesto el paso de taquizoitos a través del líquido amniótico por deglución fetal (Montoya & Remington,

2008). En México existen diversos estudios que estiman una seroprevalencia de toxoplasmosis de 40.0 % a 43.9 % (Caballero-Ortega *et al.*, 2012).

Con respecto a los artrópodos reportados, ninguno presenta potencial zoonótico (Atkinson *et al.*, 2008; Saif *et al.*, 2008).

Ciertas características de los protozoarios y artrópodos, como su ciclo biológico, tamaño, localización, características morfológicas, entre otros, provocan que las investigaciones parasitológicas en aves acuáticas sea todo un reto (Kutkiené *et al.*, 2006). El primer problema es la obtención de las muestras biológicas, la mayoría de los individuos revisados se obtuvieron mediante donaciones de los cazadores; otra limitante es el corto periodo de tiempo para los muestreos, ya que solamente se pueden realizar durante la temporada de caza que tiene una duración de tres meses. La mayoría de los estudios que se analizaron indican dentro de su metodología que los muestreos se realizaron en el periodo invernal, que es la temporada de caza en México; en este periodo se permiten las actividades cinegéticas (SEMARNAT, 2009). Lo anterior ocurre entre los meses de noviembre a enero cuando llegan a los humedales mexicanos alrededor del 7 al 17 % de anátidos (aproximadamente 100 millones de ejemplares principalmente de la Familia Anatidae), los cuales se mezclan con las poblaciones de patos residentes (SEMARNAT, 2009). De todos los trabajos revisados, la mayoría realizó la identificación de los protozoarios y artrópodos utilizando caracteres morfológicos y escasos son los estudios que utilizaron análisis moleculares; lo anterior solo lo realizaron para los protozoarios del género *Sarcocystis* encontrados en músculos de *Spatula clypeata*, el cual fue identificado como *S. rileyi* (Padilla-Aguilar *et al.*, 2016).

Con respecto a la distribución geográfica de los protozoarios y artrópodos en aves de la familia Anatidae en México, la mayoría de los registros se concentran en los humedales de centro del país (Estado de México, Hidalgo y Jalisco). Estos lugares reúnen las condiciones ecológicas necesarias para que se lleve a cabo la interacción huésped-parásito y exista un equilibrio, por lo que algunas especies de protozoarios sanguíneos no tienen el potencial para causar daño a las aves acuáticas (Valkiūnas 2004; Garvon *et al.*, 2016).

AGRADECIMIENTOS. Un especial agradecimiento a los cazadores que amablemente donaron los patos para la toma de muestras, sin ellos, el trabajo no hubiera sido posible y al proyecto DGAPA-PAPIIT IN218720.

LITERATURA CITADA

Aksin, N. (2007) *Freyana anatina* (Koch, 1844) Feather mites (Acarina, Freyanoidea) recorded for the first time on wild ducks (Subfamily, Anatinae) in Turkey. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31, 302–305.

Aldrich, J. W., Baer, K. P. (1970) Status and speciation in the Mexican duck (*Anas diazi*). *The Wilson Bulletin*, 63–73.
<https://www.jstor.org/stable/4159924>

Allan, R. A., Mahrt, J. L. (1989) Influence of transmission period on primary and relapse patterns of infection of *Leucocytozoon* spp. and *Haemoproteus mansoni*. *American Midland Naturalist*, 121, 341–349.
<https://doi.org/10.2307/2426038>

Alvarado-Esquivel, C., Rajendran, C., Ferreira, L. R., Kwok, O. C. H., Choudhary, S., Alvarado-Esquivel, D., Dubey, J. P. (2011) Prevalence of *Toxoplasma gondii* infection in wild birds in Durango, Mexico. *Journal of Parasitology*, 97, 809–812.
<https://doi.org/10.1645/GE-2844.1>

Atkinson, C. T., Thomas, J. N., Bruce, D. H. (2008) *Parasitic diseases of wild birds*. U.S.A., Wiley-Blackwell.
<https://doi.org/10.1002/9780813804620>

Barragán, S. J., López-López, E., Babb, K. A. (2002) Spatial and temporal patterns of a waterfowl community in a reservoir system of the Central Plateau, Mexico. *Hydrobiologia*, 467, 123–131.
<https://doi.org/10.1023/A:1014969606303>

Bellrose, F. C. (1980) Ducks, gesse and swans of North America. Tercera Edición. Stackpole, Books, Harrisburg, Pennsylvania.

Bennett, G. F., Aguirre, A. A., Cook, R. S. (1991) Blood parasites of some birds from northeastern Mexico. *The Journal of Parasitology*, 77, 38–41.
<https://doi.org/10.2307/3282552>

Bennett, G. F., Nieman, D. J., Turner, B., Kuy, T. E., Whiteway, M., Greiner, E. C. (1982) Blood parasites of prairie anatids and their implication in waterfowl management in Alberta and Saskatchewan. *Journal of Wildlife Diseases*, 18, 287–296.
<https://doi.org/10.7589/0090-3558-18.3.287>

Bennett, G. F., Peirce, M. A., Ashford, R. W. (1993) Avian haematozoa: mortality and pathogenicity. *Journal of Natural History*, 993–1001.
<https://doi.org/10.1080/00222939300770621>

Berlanga, H., Gómez de Silva, H., Vargas-Canales, V. M., Rodríguez-Contreras, V., Sánchez-González, L. A., Ortega-Álvarez, R., Calderón-Parra, R. (2019) Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México, D.F.

Bravo Mojica, H., López Collado, J., Leyva Vázquez, J. (1988) *Diccionario de acarología*. Montecillo, México, Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados.

Caballero-Ortega, H., Ortiz-Alegría, L. B. (2014) Toxoplasmosis. Pp. 167–172. En: D. Correa, R. Figueroa-Damián (Eds.). *Infecciones congénitas y perinatales: Una visión integral. 1ª edición*. México. Editorial Médica Panamericana.

Caballero-Ortega, H., Uribe-Salas, F. J., Conde-González, C. J., Cedillo-Peláez, C., Vargas-Villavicencio, J. A., Luna-Pastén, H., Cañedo-Solares, I., Ortiz-Alegría, L. B., Correa, D. (2012) Seroprevalence and national distribution of human toxoplasmosis in Mexico: analysis of the 2000 and 2006 National Health Survey. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 106, 653–659.
<https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2012.08.004>

Canaris, A. G., Ching, H. L. (1989) *Levinsiella yucatanensis* n. sp. (Digenea: Microphallidae) and other parasites from the blue-winged teal, *Anas discors*, from Yucatan, Mexico. *The Journal of parasitology*, 75 (5) 669–672.

<https://doi.org/10.2307/3283046>

Carrera-González, E., De la Fuente-de León, G. (2003) *Inventario y clasificación de humedales en México (parte 1)*. Ducks Unlimited, Inc., Pew Charitable Trust, North American Wetlands Conservation Act, SEMARNAT.

Castresana, L., Notario, A., Mateo, P. M. (1999) Estudio de los malófagos ectoparásitos de anátidas (Insecta, Mallophaga) en la Península Ibérica. Identificación, características biométricas y aspectos biológicos. *Zoologica Baetica*, 10, 63–86.

Cawthorn, R. J., Rainnie, D., Wobeser, G. (1981) Experimental transmission of *Sarcocystis* sp. (Protozoa: Sarcocystidae) between the Shoveler (*Anas clypeata*) Duck and the Striped Skunk (*Mephitis mephitis*). *Journal of Wildlife Diseases*, 17, 389–394.
<https://doi.org/10.7589/0090-3558-17.3.389>

Clark, P., Boardman, W. S. J., Raidal, S. R. (2009) *Atlas of clinical avian hematology*. Reino Unido, Wiley-Blackwell.

Clayton, D. H., Bush, S. E., Johnson, K. P. (2015) *Coevolution of life on hosts*. University of Chicago Press.

Clements, J. F., Schulenberg, T. S., Illiff, M. J., Roberson, D., Fredericks, T. A., Sullivan, B. L., Wood, C. L. (2019) The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2016. Available in: <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>

Colón-Quezada, D. (2009) Composición de la dieta de otoño del Pato Mexicano (*Anas diazi*) en el vaso sur de las Ciénegas del Lerma, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 193–202.

Cornwell, G. (1963) New waterfowl host records for *Sarcocystis rileyi* and a review of sarcosporidiosis in birds. *Avian Diseases*, 7, 212–216.
<https://doi.org/10.2307/1588054>

Dabert, J. (1987) Monophological analysis of *Freyana anatina* (Koch, 1844), feather mites (Acari, Freyanoidea). *Acta Parasitologica Polonica*, 32, 239262.

DeJong, R. J., Muzzall, P. M. (2000) Hematozoa of waterfowl from Michigan. *Journal of Wildlife Diseases*, 36, 767–773.
<https://doi.org/10.7589/0090-3558-36.4.767>

Díaz-Lara, M. (2019) *Identificación de ácaros en Aves acuáticas (Anatidae: Anatinae) del Lago de Atarasquillo, Estado de México*. Reporte de Trabajo Profesional, México, CDMX, Universidad Nacional Autónoma de México.

Dubey, J. P. (2004) Toxoplasmosis-a waterborne zoonosis. *Veterinary Parasitology*, 126, 57–72.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.09.005>

DUMAC (2005) *Conozca los patos y Gansos. Una guía para la identificación de Anátidos en México*. Monterrey, Nuevo León, México, Ducks Unlimited de México.

Edwards, E. P., Butler, E. M., O'Neill, J. P. (1989) *A field guide to the birds of México*. EP Edwards.

Erickson, A. B. (1940) *Sarcocystis* in birds. *The Auk*, 57, 514–519.
<https://doi.org/10.2307/4078693>

Galaviz, R. X. (2010) *Incidencia e identificación taxonómica de parásitos del género Sarcocystis en Anátidos silvestres en el Estado de Sinaloa*. Tesis de Licenciatura, México, Sinaloa, Universidad Autónoma de Sinaloa.

Garvon, J. M., Mott, J. B., Jacobs, S. S., Fedynich, A. M. (2016) Blood parasites of Blue-winged Teal (*Anas discors*) from two migratory corridors, in the Southern USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 52, 725–729.
<https://doi.org/10.7589/2016-01-010>

Gaud, J., Atyeo, W. T. (1996) Feather mites of the world (Acarina, Astigmata): the supraspecific taxa. *Musée Royal de l'Afrique Centrale, Annales, Sciences Zoologiques*, 277, 1–193.

Grossi, A., Sharanowski, B., Galloway, T. (2014) *Anatoecus* species (Phthiraptera: Philopteridae) from Anseriformes in North America and taxonomic status of *Anatoecus dentatus* and *Anatoecus icterodes*. *The Canadian Entomologist*, 146, 598–608.
<https://doi.org/10.4039/tce.2014.12>

Guzmán-Cornejo, C., García-Prieto, L., Rivas, G., Mendoza-Garfias, B., Osorio-Sarabia, D., Montiel-Parra, G. (2012) *Manual de Prácticas de Metazoarios Parásitos de Vertebrados*. Las Prensa de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Johnson, K. P., Clayton, D. H. (2003) The biology, ecology, and evolution of chewing lice. *Illinois Natural History Survey Special Publication*, 24, 449–476.

Kanegae, M. F., Valim, M., Fonseca, M. A. D., Marini, M. Â., Freire, N. M. S. (2008) Ácaros plumícolas (Acari: Astigmata) em aves do cerrado do Distrito Federal, Brazil. *Biota Neotropica*, 8, 31–39.
<https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000100003>

Kocan, A. A., Shaw, M. G., Morgan, P. M. (1979) Some parasitic and infectious diseases in waterfowl in Oklahoma. *Journal of Wildlife Diseases*, 15, 137–141.
<https://doi.org/10.7589/0090-3558-15.1.137>

Krantz, G. A. (1978) *A Manual of Acarology*. Second Ed. Corvallis, Oregon.

Kutkiené, L., Sruoga, A. (2004) *Sarcocystis* spp. in birds of the order Anseriformes. *Parasitology Research*, 92, 171–172.
<https://doi.org/10.1007/s00436-003-1018-z>

Kutkiené, L., Sruoga, A., Butkauskas, D. (2006) *Sarcocystis* sp. from white-fronted goose (*Anser albifrons*): cyst morphology and life cycle studies. *Parasitology Research*, 99, 562–565.
<https://doi.org/10.1007/s00436-006-0196-x>

Leopold, A. S. (1959) *Fauna silvestre de México*. Editorial Pax México.

Leopold, S. A. (1990) *Fauna silvestre de México: Aves y mamíferos de caza*. 2da Ed. Ediciones Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.

Loven, J. S., Bolen, E. G., Cain, B. W. (1980) Blood parasitemia in a south Texas wintering waterfowl population. *Journal of Wildlife Diseases*, 16, 25–28.
<https://doi.org/10.7589/0090-3558-16.1.25>

Martín Mateo, M. P. (1975) Revisión de malófagos Philopteridae denunciados en España como parásitos de aves domésticas. *Revista Iberoamericana de Parasitología*, 35, 41.

Martín Mateo, M. P., Sánchez, C., Albala, F. (1979–1980) Estudio taxonómico y biométrico de Malófagos ectoparasites de aves Anátidas en España. *Eos*, LV-LVI, 115–130.

Martin, M. P. (1994) *Manual de recolección y preparación de ectoparásitos (Malófagos, Anopluros, Sifonápteros y Ácaros)*. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales Consejo Superior de investigaciones científicas.

Martin, N. A. (1975) Observations on the relationship between *Eylais* and *Hydrachna* (Acar: Hydracarina) and *Sigara* spp. (Insecta: Hemiptera: Corixidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 2, 45–50.
<https://doi.org/10.1080/03014223.1975.9517861>

Meixell, B., Todd, A., Lindberg, M., Smith, M. M., Runstadler, J. A., Ramey, A. (2016) Detection, prevalence, and transmission of avian hematozoa in waterfowl at the Arctic/sub-Arctic interface: Co-infections, viral interactions, and sources of variation. *Parasites & Vectors*, 9.
<https://doi.org/10.1186/s13071-016-1666-3>

Mironov, S. V., Dabert, J. (2001) *Monofreyana* gen. n.—a new feather mite genus of the family Freyanidae (Acar: Astigmata) from plovers (Charadriiformes: Charadriidae). *Acarina*, 9, 223–231.

Montoya, J. G., Remington, J. S. (2008) Management of *Toxoplasma gondii* infection during pregnancy. *Clinical Infectious Diseases*, 47, 554–66.
<https://doi.org/10.1086/590149>

Mullen, G. R., Murphree, C. S. (2019) Biting midges (Ceratopogonidae). Pp. 213–236. En: G. R. Mullen, L. A. Mullen (Eds.). *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press.

Ortiz-Romero., Muñoz, C., Rendón, E., Acosta, R., Montiel, G. (2014) Artrópodos asociados a las aves de la familia Anatidae del estado de Tlaxcala, México. *Entomología Mexicana*, 1, 458–463.

Padilla-Aguilar, P., Alfonso-Toledo, J., Romero-Callejas, E., Manterola, C., Zarza, H. (2018) Identificación de piojos masticadores (Insecta: Mallophaga) de aves acuáticas (Anatidae: Anatinae) del lago de Atarasquillo, Estado de México. En: E. Candil (Presidencia). *XXII Congreso Nacional de Parasitología*. Puebla, México.

Padilla-Aguilar, P., Romero-Callejas, E., Osorio-Sarabia, D., Ramírez-Lezama, J., Cigarroa-Toledo, N., Machain-Williams, C., Zarza, H. (2016) Detection and molecular identification of *Sarcocystis rileyi* (Apicomplexa: Sarcocystidae) from a Northern Shoveler (*Anas clypeata*) in Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*, 52 (4), 931–935.
<https://doi.org/10.7589/2016-01-004>

Poulin, R. (1995) Phylogeny, ecology, and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecological Monographs*, 65, 283–302.
<https://doi.org/10.2307/2937061>

Price, R. D. (1971) A review of the genus *Holomenopon* (Mallophaga: Menoponidae) from the Anseriformes. *Annals of the Entomological Society of America*, 64, 633–646.
<https://doi.org/10.1093/aesa/64.3.633>

Prophet, E. B., Millis, B., Arrington, J. B., Sabin, L. H. (1995) *Métodos Histotecnológicos*. Washington, D.C. Instituto de Patología de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América (AFIP).

Ramey, A. M., Fleskes, J. P., Schmutz, J. A., Yabsley M. J. (2013) Evaluation of blood and muscle tissues for molecular detection and characterization of hematozoa infections in northern pintails (*Anas acuta*) wintering in California. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 5, 102–109.
<https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2013.02.001>

Reeves, A. B., Smith, M. M., Meixell, B. W., Fleskes, J. P., Ramey, A. M. (2015) Genetic diversity and host specificity varies across three genera of blood parasites in ducks of the Pacific Americas Flyway. *PLoS One*, 10, e0116661.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116661>

Saif, Y. M., Fadly, A. M., Glisson, J. R., McDougald, L. R., Nolan, L. K., Swayne, D. E. (2008) *Disease of poultry*. Blackwell Publishing, Iowa.

Sánchez-Montes, S., Colunga-Salas, P., Álvarez-Castillo, L., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G. (2018) Chewing lice (Insecta: Phthiraptera) associated with vertebrates in Mexico. *Zootaxa*, 4372 (1), 1–109.
<https://doi.org/10.11164/zootaxa.4372.1.1>

Saunders, G. B., Saunders, D. C. (1981) *Waterfowl and their wintering grounds in Mexico*, 1937–64. Washington, D.C., U.S. Fish and Wildlife Service (resource publication 138).

Segura-Tinoco, J. C. (2019) *Estudio morfológico de parásitos sanguíneos de aves acuáticas (Anatidae: Anatinae) en las Ciénegas de Lerma, Estado de México*. Tesis de Licenciatura. CDMX, México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.

SEMARNAT (2009) Plan de manejo y tipo de manejo, conservación y aprovechamiento sustentable de aves acuáticas y playeras. México, D.F.

SEMARNAT (2010) Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental a especies nativas de México de flora y fauna silvestres o en categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, diciembre de 2010.

Valkiūnas, G. (2004) *Avian Malaria Parasites and other Haemosporidia*. Lithuanian, CRC press.
<https://doi.org/10.1201/9780203643792>

Walter, D. E., Krantz, G. W. (2009) Collecting, rearing, and preparing specimens. *A manual of Acarology*, 3, 83–96.

Walter, D. E., Proctor, H. C. (1999) *Mites: ecology, evolution, and behaviour*. Wallingford, CABI Publishing.

Wirth, W. W., Marston, N. (1968) A method for mounting small insects on microscope slides in Canada balsam. *Annals of the Entomological Society of America*, 61, 783–784.
<https://doi.org/10.1093/aesa/61.3.783>

Wobeser, G. A. (1981) *Diseases of Wild Waterfowl*. Plenum Press, New York, United States of America.