



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**Variación espacio-temporal de la comunidad de helmintos
parásitos de *Fulica americana* en las Ciénegas de Lerma,
Estado de México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

PRESENTA:

Biól. ANA LAURA SANABRIA ALVA

TOLUCA, MÉXICO

Febrero, 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**Variación espacio-temporal de la comunidad de helmintos
parásitos de *Fulica americana* en las Ciénegas de Lerma,
Estado de México.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

PRESENTA:

Biól. ANA LAURA SANABRIA ALVA

Comité tutorial
Dra. Petra Sánchez Nava
Dr. Guillermo Salgado Maldonado
Dr. Felipe de Jesús Rodríguez Romero

TOLUCA, MÉXICO

Febrero, 2018

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRAC	5
INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES	7
Biología de <i>Fulica americana</i>	7
Generalidades de los helmintos.....	10
Parasitosis en aves	16
Estudios de helmintos en aves de México.....	17
El papel de la ecología en el parasitismo.....	19
Helmintos parásitos reportados en <i>Fulica americana</i>	22
HIPÓTESIS	25
OBJETIVOS	26
Objetivo general.....	26
Objetivos particulares.....	26
MATERIAL Y MÉTODO	27
Área de estudio.....	27
Recolecta de hospederos.....	28
Examen helmintológico.....	29
Tinción, aclaración y montaje.....	29
Aclaración de nemátodos.....	29
Determinación taxonómica.....	30
ANÁLISIS DE DATOS	30
RESULTADOS	36
DISCUSIONES	52
CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA CITADA	58
ANEXO I	74
ANEXO II	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. a) <i>F. americana</i> adulto (Foto: Brian Sullivan), b) <i>F. americana</i>	8
Figura 2. Distribución de <i>Fulica americana</i> ; Breeding=Cria, Breeding scarce= La crianza es escasa, Migration= Migración, Nonbreeding= No hay reproducción, Year-round= presencia todo el año.....	9
Figura 3. Morfología general de un tremátodo adulto.	11
Figura 4. Ciclo de vida general de tremátodos.	12
Figura 5. A) Morfología general de un céstodo adulto, B) estructuras de proglótidos maduros.	12
Figura 6. Ciclo de vida general de céstodos.	13
Figura 7. Morfología general de acantocéfalos adultos.	14
Figura 8. Ciclo de vida general de Acantocéfalos.	14
Figura 9. Morfología general de nemátodos adultos.	15
Figura 10. Ciclo de vida general de nemátodos.	16
Figura 11. Estructura y organización de una comunidad de parásitos.....	21
Figura 12. Ubicación de las Ciénegas de Lerma.	28
Figura 13. Curva de acumulación de especies.....	31
Figura 14. Cuadrantes para clasificar la importancia de especies de helmintos parásitos.....	34
Figura 15. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en <i>Fulica americana</i> durante las 5 temporadas analizadas.	37
Figura 16. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2012-2013.	38
Figura 17. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2013-2014.	38
Figura 18. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2014-2015.	39
Figura 19. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2015-2016.	39
Figura 20. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2016-2017.	40
Figura 21. Índice de Jaccar muestra la similitud de la comunidad de helmintos presente en <i>Fulica americana</i> de acuerdo con las encontradas en cada temporada analizada.	47
Figura 22. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de <i>Fulica americana</i> durante las temporadas cinegéticas comprendidas en el periodo 2012-2017.	48
Figura 23. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2012-2013.	48
Figura 24. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2013-2014.	49
Figura 25. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2014-2015.	49

Figura 26. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2015-2016.	50
Figura 27. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de <i>Fulica americana</i> durante la temporada cinegética 2016-2017.	50
Figura 28. Adulto <i>Notocotylus pacifera</i> (10x)	76
Figura 29. Adulto <i>Cotylurus brevis</i> (10x)	76
Figura 30. Adulto <i>Amphimerus</i> sp. (10x)	76
Figura 31. Adulto <i>Cotylurus cornutus</i> (10x)	76
Figura 32. Adulto <i>Psilostomun</i> sp. (10x)	76
Figura 33. Adulto <i>Leucochloridium insigne</i> (4x)	76
Figura 34. Adulto <i>Echinoparyphium recurvatum</i> (4x)	77
Figura 35. a) Collar de espinas y b) huevos de <i>Echinoparyphium recurvatum</i> (40x).....	77
Figura 36. Adulto <i>Diorchis americana</i> (10x)	77
Figura 37. a) uniporo y b) ganchos de <i>Diorchis americana</i> (40x)	77
Figura 38. Adulto <i>Hymenolepis megalops</i> (10x)	77
Figura 39. A) Pre-adulto <i>Polymorphus</i> sp. B) Probóscide (10x).....	77
Figura 40. Adulto <i>Pseudocorynosoma constrictum</i> (4x)	78
Figura 41. Adulto <i>Polymorphus trochus</i> (4x)	78
Figura 42. Macho <i>Capillaria anatis</i> (10x)	78
Figura 43. Hembra <i>Capillaria anatis</i> (10x)	78
Figura 44. Macho <i>Capilaria</i> sp. (4x)	78
Figura 45. Huevos <i>Capilaria</i> sp. (40x)	78

RESUMEN

Las aves acuáticas son portadoras de parásitos que pueden afectar a las poblaciones de diferentes especies que se distribuyen en los humedales de México. Los objetivos del presente estudio fueron identificar las especies de helmintos parásitos gastrointestinales, calcular los parámetros de infección de las diferentes infecciones helmínticas, así como caracterizar a la comunidad componente con diferentes índices ecológicos. Un total de 50 gallaretas *Fulica americana* Gmelin, 1789, fueron examinadas durante las temporadas cinegéticas de 2012 a 2017, obteniendo un total de 1160 helmintos parásitos, de los cuales se identificaron 14 especies; entre las que se incluyen 7 tremátodos, 2 céstodos, 3 acantocéfalos y 2 nemátodos. Las prevalencias más altas las presentó *Notocotylus pacifera*, seguida por *Polymorphus trochus*, en cuanto a las especies más abundantes son *Notocotylus pacifera* y *Leucochloridium insigne*. Dos de las 7 especies de tremátodos son nuevos registros para el Estado de México; *Pilostomun* sp y *Amphimerus* sp., como registro nuevo para *Fulica americana* son *Leucochloridium insigne*, *Pilostomun* sp., *Amphimerus* sp., *Cotylurus brevis*, *Cotylurus cornutus* y *Capillaria anatis*. Las especies más dominantes son *Notocotylus pacifera*, *Polymorphus trochus* y *Diorchis americana*, las temporadas 2012-2013 y 2016-2017 mostraron mayor riqueza de especies, sin embargo, la temporada 2014-2015 mostró una mayor dominancia. Las temporadas 2015-2016 y 2016-2017 son similares en un 75%. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la abundancia de los helmintos con respecto a las temporadas 2015-2016 y 2016-2017 (U= 31.0, valor-P = 0.400867).

ABSTRACT

Waterfowl are carriers of parasites that can affect the populations of different species distributed in the wetlands of Mexico. The objectives of the present study were to identify the species of helminths gastrointestinal parasites and calculate the parameters of infection of the different helminth infections, as well as to characterize the component community with different ecological indexes. A total of 50 American coots, *Fulica americana* Gmelin, 1789, were examined during the hunting seasons 2012 to 2017, getting a total of 1160 helminth parasites, of which 14 species were identified, including 7 trematods, 2 cestods, 2 nematodes and 3 acanthocephalus. The highest prevalence presented *Notocotylus pacifera*, followed by *Polymorphus trochus*, in regard to the most abundant species was *Notocotylus pacifera* and *Leucochloridium insigne*. Two of the 7 species of trematods are new records for the State of Mexico *Amphimerus* sp. and *Pilostomum* sp., as a new record for *Fulica americana* are *Leucochloridium insigne*, *Pilostomum* sp., *Amphimerus* sp., *Cotylurus brevis*, *Cotylurus cornutus* and *Capillaria anatis*. The most dominant species are *Notocotylus pacifera*, *Polymorphus trochus* and *Diorchis americana*, the periods 2012-2013 and 2016-2017 showed greater species richness, however, the period 2014-2015 showed a greater dominance. The periods 2015-2016 and 2016-2017 are similar in 75%. There were no statistically significant differences in the abundance of the helminths with respect to the periods 2015-2016 y 2016-2017 (U= 31.0, p = 0.400867).

INTRODUCCIÓN

Los humedales de México han sido históricamente un hábitat importante durante el invierno para las aves acuáticas (Wilson y Ryan, 1997), que llegan a través de las vías migratorias del Pacífico y del Centro (Baldasarre, 1994), además de albergar numerosas especies residentes y endémicas tanto de animales como plantas (Arizmendi y Márquez, 2000). Dichas zonas proporcionan los recursos necesarios para la migración de primavera y la siguiente temporada de reproducción, lo que tiene un efecto significativo, debido a que las poblaciones de aves acuáticas migratorias dependen enteramente de los recursos disponibles durante su avistamiento (Raveling y Heitmeyer, 1989; Pérez-Arteaga y Gaston, 2004). Desafortunadamente, los humedales en el país están sujetos a una degradación constante, con hasta un 95% de la superficie afectada por la erosión y 80% por degradación biológica (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000).

El parasitismo es una de las formas más exitosas y diseminadas sobre la Tierra (Windsor, 1998). Los parásitos son componentes casi invisibles de las comunidades, se mueven en la cadena trófica, generan demandas energéticas, alteran el comportamiento, pueden aumentar la mortalidad, disminuir la natalidad, afectar el crecimiento y el estado nutricional del hospedador, así como también pueden causar daños directos o indirectos a especies de importancia económica o adquirir proporciones epidémicas (Dobson y Hudson, 1988; Esch *et al.*, 1990; Marcogliese y Price, 1997).

Desde un punto de vista ecológico, los parásitos son considerados un factor selectivo importante que influye en todos los aspectos de la vida del hospedador. Tanto la composición de las comunidades de helmintos como la abundancia de las distintas especies de parásitos pueden proveer información sobre las características ambientales y la distribución espacial e interacciones tróficas de los hospederos, las variaciones en estas comunidades pueden atribuirse a la disponibilidad, la especificidad y el rango de distribución de los hospedadores intermediarios y definitivos (Wisniewski, 1958; Karvonen Y Valtonen, 2004; Ternengo *et al.*, 2009; Fernández *et al.*, 2015).

Las aves silvestres son hospedadoras de numerosos tipos de parásitos debido a que hay factores que incrementan la susceptibilidad a determinadas infecciones parasitarias, como son la migración estacional, unidos al cambio de medio ambiente, su régimen alimentario, principalmente a base de invertebrados (larvas y adultos de insectos, lombrices, pequeños caracoles, etc.), (Cardells *et al.*, 2014), de tan manera que la infección de dichos organismos afecta a temporal y espacialmente a la dinámica de las poblaciones de aves (Holmes y Price, 1986; Holmes, 1996). Además, un deterioro de la salud en el ave puede afectar a su supervivencia, al crecimiento, desarrollo (Atkinson *et al.*, 2000) y a la reproducción (Norte *et al.*, 2009).

ANTECEDENTES

BIOLOGÍA DE *Fulica americana*

TAXONOMÍA

Reino: Animalia
Phylum: Cordata
Subphylum: Vertebrata
Clase: Aves
Orden: Gruiformes
Familia: Rallidae
Género: *Fulica* (Linnaeus, 1758)
Especie: *Fulica americana* (Gmelin, 1789)



DESCRIPCIÓN

Fulica americana mejor conocida como focha americana, otras sinonimias gallareta, choca y hayno. Es un ave de buceo, mide aproximadamente de 35 a 40 cm y pesan de 0.600 a 0.900 kg, la coloración del cuerpo tiene tonalidades de gris oscuro a negro, la cabeza y el cuello son negros. Las coberteras exteriores de la cola son blancas, el pico es blancos, y presenta un punto rojo entre los ojos. Las patas son amarillentas, con dedos lobulados. Los polluelos tienen cuerpos más pálidos, las patas de gris a verde, el pico rojo brillante, y plumas anaranjadas alrededor del cuello y cabeza. El macho y la hembra son muy similares, solo se diferencian por el tamaño, siendo los machos un poco más grandes. Se reproduce

entre los meses de abril a agosto poniendo de 6 a 9 huevos blanquecinos con pintas grises, castañas y pardas, pueden darse hasta dos puestas en el año (Brisbin y Mowbray, 2002).



Figura 1. a) *F. americana* adulto (Foto: Brian Sullivan), b) *F. americana* joven (Foto: Kevin J. McGowan).

DISTRIBUCIÓN

La focha americana, es un ave migratoria (corta a media distancia), neártica con un rango que se extiende desde las latitudes medias de Canadá, la costa sur de Alaska y al sur de los 48 estados más bajos de los Estados Unidos, México, América Central, norte de Colombia, y las Indias Occidentales (Dunn *et al.*, 2009). En México se considera como un ave no endémica (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014). Sin embargo, se han propuestos sitios con mayores tendencias poblacionales y sitios importantes de invernación para la gallareta los cuales son el Golfo de México, costa alta del Pacífico, altiplano central, altiplano norte, costa baja del Pacífico (Pérez-Arteaga y Gastón, 2004). En nuestro país se considera con el estatus de residencia permanente debido a la distribución potencial y las altas poblaciones que esta presenta durante todo el año (Navarro y Peterson, 2007). Sin embargo, Berlanga y colaboradores en 2015, dan el estatus de residente (Son las especies que viven a lo largo de todo el año en una misma región) y Migratorias de invierno (Son las especies que se reproducen al norte del continente y pasan el invierno en México y más al sur, por lo general entre los meses de septiembre y abril).

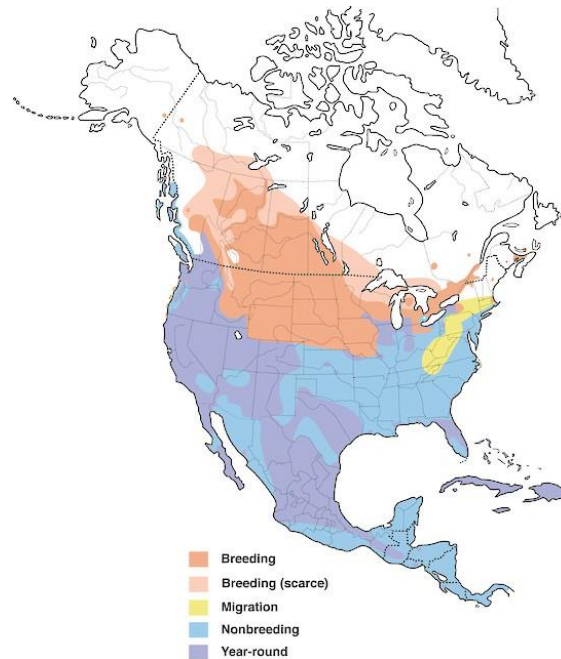


Figura 2. Distribución de *Fulica americana*; Breeding=Cria, Breeding scarce= La crianza es escasa, Migration= Migración, Nonbreeding= No hay reproducción, Year-round= presencia todo el año (Tomado de Brisbin y Mowbray, 2002).

HÁBITAT

Habita una gran variedad de humedales, incluidos los lagos de agua dulce, estanques, pantanos, marismas, zanjas al borde de la carretera y embalses de residuos industriales, hábitats marinos costeros. Durante la temporada de cría prefieren los lagos de agua dulce; con las siguientes características: (1) fuertes rodales de vegetación acuática emergente a lo largo de al menos una parte de la costa y (2) al menos un poco de profundidad de agua estancada dentro de esos rodales de vegetación (Jones 1940; Brisbin y Mowbray 2002; Villamagna y Murphy, 2010).

ALIMENTACIÓN

Es una especie omnívora (generalista), su dieta consta de un 89% de plantas y un 11% de materia animal. Entre las plantas acuáticas que consume se encuentran algas, lentejilla (*Lemna gibba*), hierba de agua (*Potamogeton illinoensis*), hidrilla, helecho de agua (*Azolla filiculoides*), también consume plantas terrestres como pastos, granos y hojas de roble (*Quercus* sp.), la materia animal consta de invertebrados como escarabajos, libélulas,

crustáceos (*Daphia* sp., *Hyaella azteca*) y molusco (*Lymnaea* sp., *Physa acuta*, *Physella* sp.) y vertebrados como salamandras (Brisbin y Mowbray, 2002; Barragán-Sáenz *et al.*, 2009; Desrochers y Ankney, 1986).

CONDUCTA

Son altamente territoriales durante la estación de crianza y tanto machos como hembras luchan con los vecinos para mantener un territorio pequeño, en donde obtienen todo su alimento. Son excelentes nadadoras, pero pesadas en el vuelo, por lo que suelen evitar volar y prefieren desplazarse haciendo caminatas cortas. No obstante, son capaces de volar largas distancias en su época de migración y lo hacen generalmente en la noche. Cuando se sienten amenazadas o asustadas, corren en la superficie del agua, haciendo chapoteos y aleteando sin levantar el vuelo totalmente (Brisbin y Mowbray, 2002).

Es un ave sociable en comparación con la mayoría de su especie, se le puede observar con facilidad nadando en aguas apartadas o desplazándose entre las praderas muy cerca del agua, suele tener un comportamiento gregario, formando grandes bandadas también conformadas por otras aves nadadoras, pues de esta manera detectan fácilmente la presencia de depredadores (Eichhorst, 1989; Brisbin y Mowbray, 2002).

GENERALIDADES DE LOS HELMINTOS

El parasitismo representa una de las formas de vida más exitosa sobre nuestro planeta (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001a), diversas estimaciones sugieren que, al menos el 50% de las plantas y animales son parasitados en alguna etapa de su ciclo de vida (Esch y Fernández, 1993; Pérez-Ponce de León y García Prieto, 2001b). De manera general el parasitismo se define como una interacción biológica entre dos especies de organismos diferentes, donde el parásito es un organismo que vive en ó sobre otro organismo (hospedero) obteniendo de este parte o la totalidad de los nutrientes (Cheng, 1978; Pulido-Flores *et al.*, 2015).

El término helminto deriva del latín “helmins”, que significa gusano; como helmintos se considera a todos aquellos organismos que poseen las características de ser vermiformes y parásitos (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996), incluye a organismos pertenecientes al Phylum

Platyhelminthes, Nematoda, Acanthocephala y Annelida; algunos de los cuales se encuentran parasitando animales domésticos, silvestres y el hombre (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001a; Salgado-Maldonado, 2009). Los platelmintos o gusanos planos se caracterizan por ser acelomados, aplanados dorsoventralmente, con simetría bilateral y mayormente hermafroditas. Tienen representantes de vida libre y parásitos, pertenecientes a 3 grupos: Trematoda, Monogenoidea y Cestoda (Roberts y Janovy, 2005; García-Prieto *et al.*, 2014).

CLASE TREMATODA

En estado adulto los tremátodos (Figura 3) habitan en intestino, vías biliares, páncreas, vejiga y pulmones. Presenta un cuerpo de forma ovoide y aplanado dorsalmente, con un par de ventosas; una anterior u oral y otra situada ventralmente denominada acetábulo (Salgado-Maldonado, 2009), sin embargo, hay especies que pueden presentar una única ventosa o raramente ninguna (Flores-Nava, 2008). El aparato digestivo está constituido por una boca seguida de una faringe y un esófago que se bifurca en dos ciegos intestinales. Son organismos hermafroditas generalmente tiene dos testículos y un ovario (Calnek, 1995).

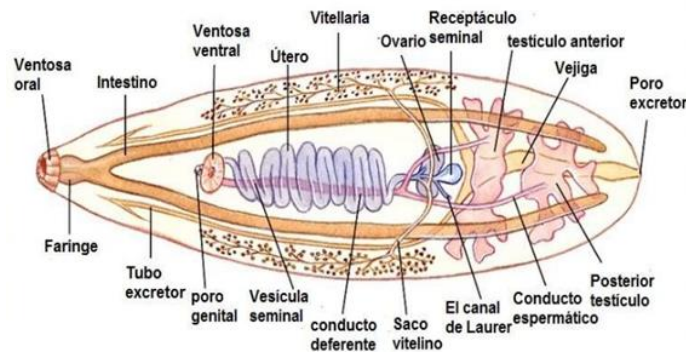


Figura 3. Morfología general de un tremátodo adulto. Tomado de Hickman *et al.*, 2009.

El ciclo de vida de los tremátodos (Figura 4) es indirecto debido a que utiliza al menos dos hospederos, comienza con la liberación de huevos en las heces fecales del hospedero definitivo (ave), los huevos tienen un embrión que eclosiona en una fase larval ciliada nombrada miracidio, la cual nada y penetra o es ingerida por el primer hospedero intermediario (un molusco), donde se transforma en esporocisto que por reproducción asexual, origina una serie de estadios larvales: esporocistos, redias y cercarias; estas

últimas, pueden penetrar activamente en el hospedador definitivo o bien, nadar y enquistarse en el medio o en un segundo hospedero intermediario, para convertirse en metacercaria, que es infectiva para el hospedero definitivo (Pérez-Ponce de León *et al.*, 2014).

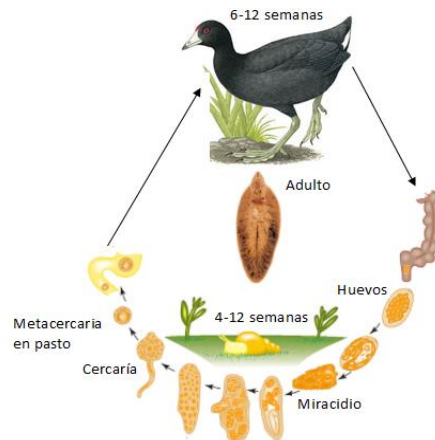


Figura 4. Ciclo de vida general de tremátodos. Tomado y Modificado de Becerril, 2014.

CLASE CESTODA

Los céstodos son organismos endoparásitos intestinales de los vertebrados, estos organismos carecen de aparato digestivo. El cuerpo típico de un céstodo (Figura 5) está dividido en 3 regiones: 1) escólex, provisto de las estructuras de fijación (ventosas, botrios, botridios, entre otros); 2) cuello, que origina la cadena de segmentos que constituyen la última parte y 3) estróbilo, formado por segmentos con distinto grado de maduración (Roberts y Janovy, 2005; García-Prieto *et al.*, 2014).

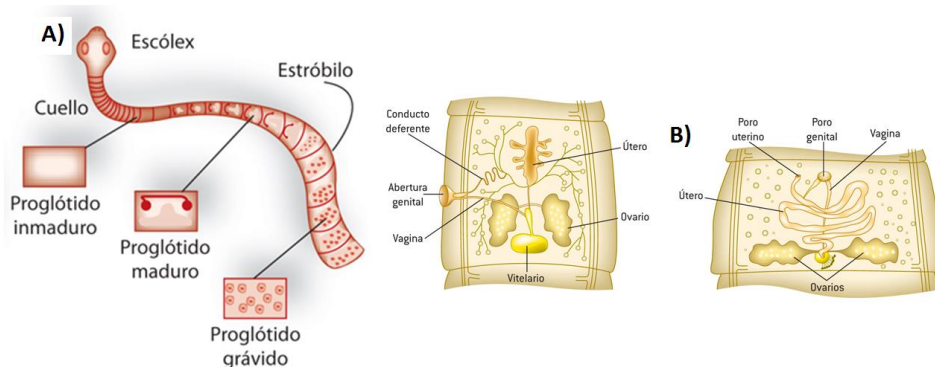


Figura 5. A) Morfología general de un céstodo adulto, B) estructuras de proglótidos maduros. (Becerril, 2014; Apt, 2013).

El ciclo de vida de los céstodos (Figura 6) es indirecto ya que requiere a más de un hospederos intermediarios y un definitivo; comienza con la liberación de huevos por medio de la expulsión de heces fecales del hospedero definitivo, el huevo fértil dará origen a una larva denominada oncosfera o larva hexacanto, la cual debe ser ingerida por el primer hospedero intermediario que puede ser un copépodo este a su vez será ingerido por un segundo hospedero intermediario que generalmente es un pez, y se desarrollará la larva hexacanto para dar origen a un metacéstodo, la cual será ingerida por el hospedero definitivo para que se desarrolle el adulto (Apt, 2013; Becerril, 2014).

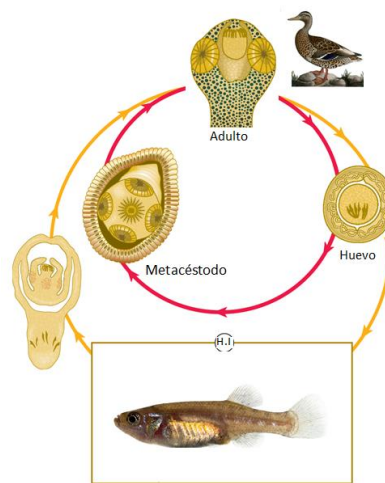


Figura 6. Ciclo de vida general de céstodos. Tomado y Modificado Apt, 2013.

PHYLUM ACANTOCEPHALA

Los acantocéfalos (Figura 7) son endoparásitos de vertebrados, con el cuerpo blando y cilíndrico, presentan una región anterior provista de un órgano de fijación llamado proboscis, la cual se encuentra armada por ganchos, carecen de aparato respiratorio y digestivo, por lo que la pared del cuerpo o tegumento absorbe los nutrientes que son distribuidos por un sistema lagunar de canales asociado a éste. Son organismos gonocóricos y presentan dimorfismo sexual con respecto al tamaño corporal, siendo las hembras más robustas que los machos (García-Prieto *et al.*, 2014).

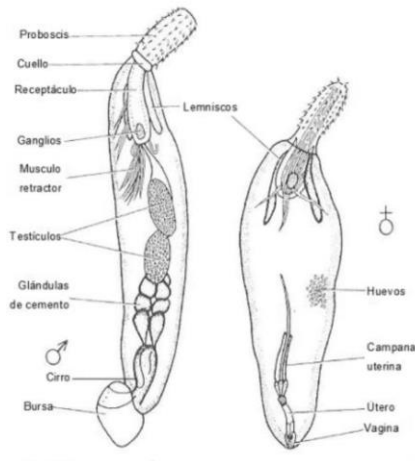


Figura 7. Morfología general de acantocéfalos adultos.

El ciclo de vida de acantocéfalos (Figura 8) es indirecto y siempre se asocia a un artrópodo como hospedero intermediario. Las formas adultas maduran sexualmente en el intestino de vertebrados; los huevos fecundados, que son eliminados con las heces, contienen una larva denominada acantor, que se desarrolla en la forma infectiva (acantela) en el hospedero intermediario (un artrópodo terrestre o acuático). En el artrópodo, la acantela se transforma en cistacanto que puede infectar directamente al hospedero definitivo, o bien, a un hospedero paraténico vertebrado en el cual permanece, pero no se desarrolla solo lo transporta al hospedero definitivo (García-Prieto *et al.*, 2014).

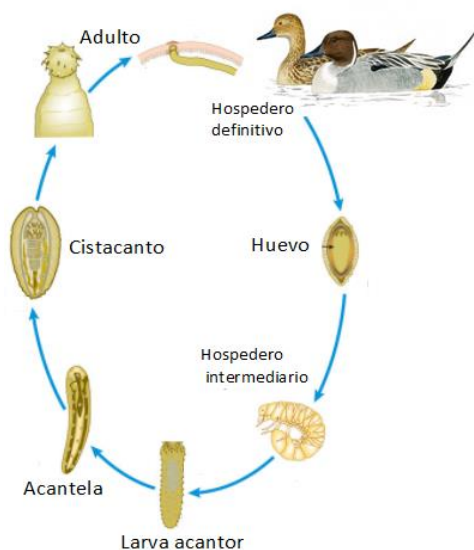


Figura 8. Ciclo de vida general de Acanthocephalans. Tomada y Modificada de Apt, 2013.

PHYLUM NEMATODA

También conocidos como nematelmintos (gusanos redondos), gonocóricos, con forma cilíndrica, los cuales exhiben una enorme diversidad pues incluyen especies tanto de vida libre como parásitos de plantas y vertebrados. La pared del cuerpo se compone de cutícula o exoesqueleto, la hipodermis y una capa muscular. El cuerpo se compone de cuatro regiones principalmente: 1) cefálica; abarca la abertura oral hasta el inicio del esófago, de formas y tamaños diferentes, 2) Cervical; esófago hasta la válvula esófago intestinal, 3) Tronco; entre la válvula esófago intestinal y la abertura anal o cloacal y 4) Caudal; del ano a la cloaca hasta el término del cuerpo (Figura 7a) (Fernández y Rivas, 2007).

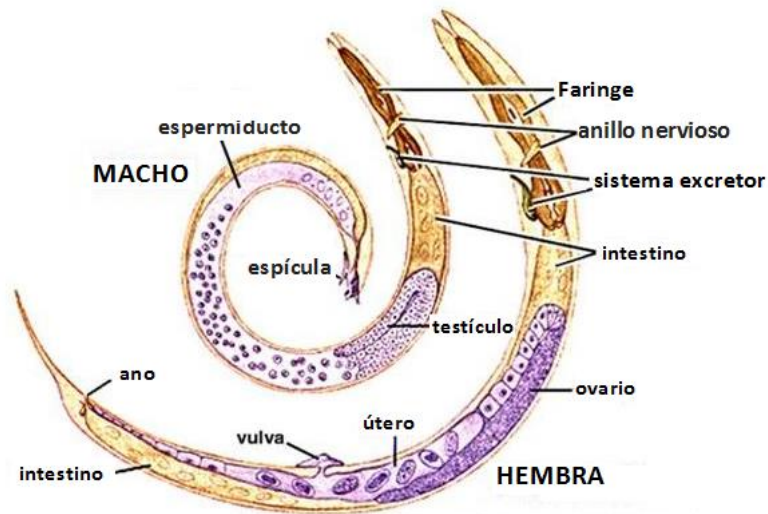


Figura 9. Morfología general de nemátodos adultos. Tomado y modificado de Smyth, 1994.

El ciclo de vida (Figura 10) generalmente es simple y directo; para este caso la larva se desarrolla dentro de un huevo el cual es muy resistente por las condiciones ambientales, este es ingerido por un ave donde eclosiona en el intestino; y muda hasta cuatro veces antes de alcanzar la madurez sexual (Fernández y Rivas, 2007).

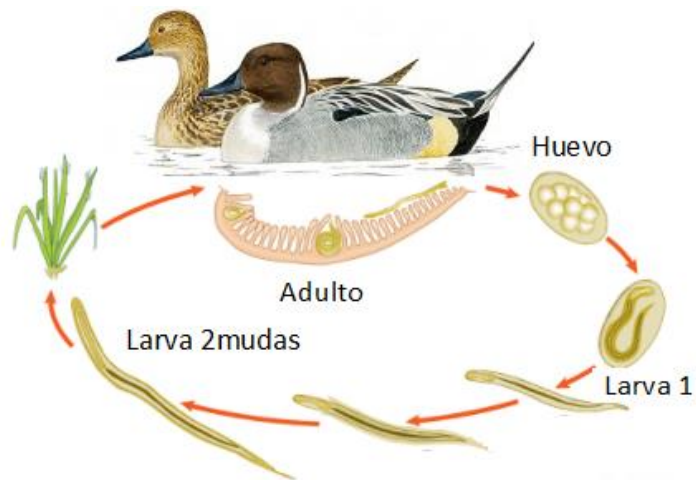


Figura 10. Ciclo de vida general de nemátodos. Tomado y Modificado de Apt, 2013.

PARASITOSIS EN AVES

Los estudios de aves a nivel mundial están dirigidos principalmente a aves de migración o de interés económico. En su mayoría el objetivo de dichos estudios es reportar nuevas especies u hospederos en algunos casos se reporta los parámetros de infección, sin embargo, estudios referentes a la ecología de los helmintos o la dinámica de la comunidad de helmintos entre las poblaciones son muy pocos.

Hinojosa-Sáez *et al.*, (2009) Analizaron los parásitos de 65 ejemplares de *Anas geórgica* provenientes de seis localidades de Chile, además evaluaron estadísticamente las variaciones entre localidades en la prevalencia e intensidad de ectoparásitos y endoparásitos, en la abundancia total de parásitos y en la riqueza de las infracomunidades. De igual manera valoraron si el peso corporal y el sexo de los hospedadores eran relevantes para entender las variaciones de la abundancia de cada taxón. se encontraron 1,653 parásitos, pertenecientes a un total de 11 taxa. No se encontraron diferencias significativas en la abundancia o riqueza de los parásitos entre sexos de las aves, pero sí en la riqueza de especies y en la abundancia total entre sitios.

Garvon *et al.*, (2011) Evaluaron las helmintiasis de 184 *Anas discors* provenientes de dos corredores migratorios Florida (corredor migratorio oriental) y Louisiana, Texas (corredor migratorio oeste). Se identificaron 40 especies de helmintos, la composición de la comunidad de helmintos fue similar en ambos corredores, difieren en las abundancias

que presenta cada especie por corredor. Dos especies de helmintos (*T. querquedulae* y *E. rosseteri*) estuvieron presentes en todos los hospederos.

Huang *et al.*, (2014) Realizaron un estudio en tres lagos de China, para determinar los taxa de parásitos intestinales presentes en *Grus monacha*, así como observar si los parásitos se distribuyen homogéneamente en los tres lagos y determinar si el periodo de hibernación modifica la composición de la diversidad de especies de helmintos. Se identificaron 11 especies de parásitos de 821 muestra fecales, todas las especies de parásitos se encontraron presentes en los tres lagos, a excepción de la *Hymenolepis* sp. No hubo diferencias significativas en la riqueza, diversidad y equitatividad de especies entre los tres lagos.

Canaris y Waldmann, (2017) Analizaron las parasitosis de 100 *Fulica americana* pertenecientes a Texas, y Colorado entre los años 198-1986. Identificaron 25 especies de endoparásitos y 9 ectoparásitos. No hubo diferencias significativas en la riqueza de especies de helmintos o la abundancia media entre las 2 localidades. Quince de las 25 especies de helmintos recolectadas fueron comunes en ambos sitios, y la similitud fue del 65%. Las especies con mayores prevalencias y abundancias en ambos sitios fueron *Notocotylus pacifera*, *Diorchis americana*, *Amidostomum fulicae*, y *Polymorphus* spp. Ocho de las 9 especies de ectoparásitos son comunes, la similitud fue del 91%. *Pseudomenopon pilosum* y *Rallicola avensis* fueron las especies más prevalentes y abundantes.

ESTUDIOS DE HELMINTOS EN AVES DE MÉXICO

El estudio de los helmintos en México se ha desarrollado como una tradición desde hace 75 años, tiempo en el cual numerosas especies de vertebrados han sido examinados en busca de helmintos; sin embargo, los peces, tanto marinos como dulceacuícolas y esturianos, han sido el grupo de hospederos privilegiados por la mayoría de los autores, la principal razón de esta decisión es porque los peces representan el grupo de vertebrados más diverso y accesible, acción que ha ocasionado un sesgo en la descripción y descubrimiento de parásitos helmintos de los vertebrados en México (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996), Algunos estudios han estimado que se han descubierto menos

del 15 al 20% de las especies de parásitos del helminto, por consiguiente los mejores descritos son los parásitos de peces que están representados con 814 especies, seguido de mamíferos con 249sp., reptiles con 237sp. , aves con 223sp. y anfibios con 109sp. (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001). Entre los grupos de helmintos los más comunes que se encuentran en los vertebrados en México en términos de riqueza de especies y abundancia son los tremátodos y los nemátodos (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001; Pérez-Ponce de León *et al.*, 2007).

A nivel nacional los estudios existentes de aves acuáticas solo se han enfocado en registrar a nuevas especies de helmintos u hospederos; generando listados de especies y descripciones morfológicas.

Uno de los primeros estudios sobre helmintos en aves acuáticas fue el realizado por Larios, (1943) quien registró dos especies de tremátodos encontrados en el aparato digestivo de aves acuáticas migratorias del lago de Texcoco.

Farias y Canaris, (1986) identificaron 25 especies de helmintos, en 129 patos trigueros en el norte-centro de México (Aguascalientes, Jalisco, Durango y Chihuahua) y sureste de Estados Unidos (Nuevo México y Texas), además registraron la prevalencia para cada grupo de helmintos tremátodos 68.2%, céstodos 98.4%, acantocéfalos 6.9% y 13.1% de nemátodos.

Orozco-Flores, (2000) registró 47 helmintos, 8 especies de la clase Trematoda y una especie de la clase Cestoda, en una comunidad de 45 cercetas (*Anas crecca carolinensis*, *Anas cyanoptera* y *Anas discors*), colectadas en dos puntos de la Subcuenca del Alto Lerma.

Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, (2008) evaluaron la helmintofauna de aves Ciconiiformes de la ciénaga de Chuburná, Yucatán registrando por primera vez al digéneo *Cotylotretus grandis* y registran nuevos hospederos para las especies de helmintos *Euhaplorchis californiensis* y *Southwellina hispida*, así como para el género *Ascocotyle*.

Mercado-Reyes *et al.*, (2010), realizaron un estudio en pato triguero de altiplano zacatecano (*Anas platyrhynchos diazi*), en una población de 24 patos registran tres especies de tremátodos, dos especies de nemátodos, dos especies de acantocéfalos y una especie de cestodos, pertenecientes a las familias Polymorphidae, Hymenolepididae,

Psilostomidae, Paranfistomidae, Echinostomatidae, Trychostrongylidae, Trichuridae y Echinorhynquidae.

Aguilar-Morales, (2010) determinó especies del género *Notocotylus* presentes en aves de la laguna de Chicahuapan, tanto de la familia Anatidae como Rallidae.

Martínez *et al.*, (2012), realizaron un inventario de helmintos gastrointestinales de aves acuáticas pertenecientes a las familias Anatidae, Rallidae y Threskiornithidae, procedentes de la subcuenca alta del río Lerma, Estado de México, recuperando un total de 462 gusanos los cuales corresponde a 20 especies de helmintos: 9 tremátodos, 8 céstodos, 2 nemátodos y 1 acantocéfalo, las prevalencias e intensidades fueron diferentes entre las especies de hospederos examinados.

Alemán-Canales *et al.*, (2014) Evaluaron los helmintos intestinales de aves acuáticas en el estado de Hidalgo, revisaron 70 aves de cinco especies: *Anas americana*, *Anas discors*, *Aythya valisineria*, *Gallinula chloropus* y *Fulica americana*, se identificaron 8 especies; *Echinostoma revolutum*, *Zygocotyle lunata*, *Echinoparyphium recurvatum*, *Notocotylus pacifer*, *Apatemon gracilis*, *Pseudoapatemon* sp., *Polymorphus trochus* y *Pseudocorynosoma constrictum*. *Echinostomum revolutum* tuvo la mayor prevalencia, abundancia e intensidad promedio en las aves de la Familia Anatidae.

EL PAPEL DE LA ECOLOGÍA EN EL PARASITISMO

La esencia del parasitismo se apoya en la naturaleza de la relación parásito-hospedero, que bajo una definición ecológica es el estudio de las relaciones entre organismo y su medio ambiente. Sin embargo, ecológicamente la relación parásito-hospedero es una “espada de doble filo”. Debido a que puede considerarse simultáneamente la ecología del hospedero en el ciclo de vida de un parásito, de tal forma que el hospedero es el hábitat para el parásito. Muchas de las variantes bióticas y abióticas influyen en la ecología de los hospederos, afectando también al parásito. Pero un hospedero vivo puede ser capaz de responder fisiológicamente e inmunológicamente a la infección del parásito (Bush *et al.*, 2001; Roberts y Janovy, 2005).

La ecología contemporánea utiliza a los parásitos como indicadores de la biología y del comportamiento de sus hospedadores. Sus complejos ciclos de vida están integrados dentro de intrincadas tramas tróficas y, de este modo, se constituyen en buenos indicadores de la estructura de estas redes. Dentro de este contexto ecotrófico los parásitos pueden indicar la posición del hospedador dentro de la trama trófica; el uso que realizan de diferentes microhábitats, el tiempo que transcurren en ellos y los posibles cambios de dieta durante el ciclo de vida del hospedador (Brooks y Hoberg, 2000).

Las poblaciones de parásitos se caracterizan por poseer una disposición espacial agregada (Anderson y Gordon, 1982; Poulin, 1998). Este tipo de disposición es aquella en la cual los parásitos se encuentran distribuidos de forma no uniforme en el espacio, hallándose pocos individuos hospedadores que albergan muchos parásitos y muchos hospedadores donde hay pocos o ningún parásito (Poulin, 1998).

En el caso de los parásitos, para los cuales su hábitat no es continuo, los hospedadores representan parches de hábitats disponibles. Distintos factores actúan para generar este patrón, tales como la heterogeneidad en la susceptibilidad y en la exposición del hospedador a la infección, la reproducción directa de algunos parásitos dentro del hospedador y la heterogeneidad en la habilidad del hospedador para matar a los parásitos ya sea por respuesta inmunológica o de otro tipo (Anderson y Gordon, 1982, Poulin, 1998).

Para analizar y comprender la estructura y dinámica de las poblaciones de helmintos, Esch y colaboradores en 1975 propusieron un esquema de clasificación jerárquico (Figura 11), el cual incluye 3 niveles; comunidad compuesta, componente de comunidad y infracomunidad. La comunidad compuesta es el nivel más alto, son todas las especies de parásitos presentes en un ecosistema, es decir, incluye a todos los hospederos ya sean definitivos o intermediarios, el componente de comunidad incluye a todas las especies de parásitos en una población o comunidad de hospederos y la Infracomunidad es el nivel más bajo está compuesta por todas las especies de parásitos en un solo hospedero. (Bush *et al.*, 1997; Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).



Figura 11. Estructura y organización de una comunidad de parásitos (Tomado y modificado de Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

En una población de parásitos se puede evaluar la caracterización de la infección. Esto es la dinámica del parásito, en una población o comunidad de hospederos. A través de esto se puede conocer la competencia intraespecífica que existe en un hospedero. Esto se determina con la medida de intensidad, mientras que la infestación de un parásito se logra por medio de la prevalencia (Pulido-Flores *et al.*, 2015).

El estudio descriptivo de las comunidades incluye, entre otros aspectos, el análisis de su composición taxonómica, la riqueza específica (número de especies presentes), la prevalencia y la abundancia de las especies parásitas presentes. La diversidad es otro descriptor de las comunidades. Este índice estima la relación entre la riqueza específica y la abundancia relativa de las especies (equitabilidad o uniformidad) en la comunidad. La diversidad puede ser medida tanto a nivel de infracomunidad como de comunidad componente (Carballo, 2008).

La importancia de los parásitos es diversa; son útiles para diferentes tipos de inventarios debido a su importancia como indicadores estables de interacciones tróficas en los ecosistemas, importantes reguladores de las poblaciones, y son potentes agentes de mantenimiento de los ecosistemas de la integridad y estabilidad (Brooks, 2000).

HELMINTOS PARÁSITOS REPORTADOS EN *Fulica americana*

Cuadro 1. Registro de helmintos parásitos presentes en *Fulica americana*

PARÁSITO	LUGAR	REFERENCIA
T R E M A T O D A		
<i>Notocotylus pacifer</i> sinónimo <i>N.pacifera</i>	Florida, Hidalgo, Colorado, Texas, Estado de México, California, Arizona	Roudabush (1942); Larios (1943); Colbo (1965); Kinsella (1973); Eley (1976); Flowers <i>et al.</i> , (2004); Martínez-Haro <i>et al.</i> , (2012); Alemán-Canales <i>et al.</i> , (2014); Hannon <i>et al.</i> , (2016); Canaris y Waldmann, (2017)
<i>Notocotylus</i> sp.	Estado de México	Martínez-Haro <i>et al.</i> , (2012)
<i>Notocotylus gibbus</i>	El salvador	Herber (1961)
<i>Catatropis pacifier</i>	Iowa, California	Noble (1933); Roudabush (1942)
<i>Pseudoapatemon</i> sp.	Hidalgo	Alemán <i>et al.</i> , (2014)
<i>Echinostoma revolutum</i>	Iowa; Alberta; Arizona, California	Roudabush (1942); Colbo (1965); Eley (1976)
<i>Echinoparyphium recurvatum</i>	Hidalgo	Alemán <i>et al.</i> , (2014)
<i>Echinostoma attenuatum</i>	Florida Colorado, Texas	Colbo (1965); Kinsella (1973); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Echinostoma americanum</i>	Cuba	Pérez-Vigueras (1944)
<i>Echinostoma chloropodis</i>	El salvador, Alberta, Arizona, California	Herber (1961); Colbo (1965); Eley (1976)
<i>Microparyphium facetum</i>	California	Flowers <i>et al.</i> , (2004)
<i>Cyclocoelum mutabile</i>	Florida, Estado de México, Colorado, Texas	Kinsella (1973); McLaughlin, (1986); Larios(1944a); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Cyclocoelum oculeum</i>	Florida	Kinsella (1973)
<i>Cyathocotyle bushiensis</i>	Mississippi, Minnesota	Herrmann y Sorensen (2011); Roy <i>et al.</i> , (2016)
<i>Cyclocoelum microcotyleum</i>	California	Noble (1933)
<i>Cyclocoelum pseudomicrostomum</i>	Iowa, México	Roudabush (1942); Larios (1944)
<i>Cotylurus hebraicus</i>	Alberta	Colbo (1965)
<i>Cotylurus</i> sp.	Iowa	Roudabush (1942)
<i>Leucocholoridium problematicum</i>	Florida, Colorado, Texas	Kinsella (1973); Canaris y Waldmann (2017)

<i>Tanaisia atra</i>	Florida	Kinsella (1973)
<i>Prosthogonimus ovatus</i>	Florida	Kinsella (1973)
<i>Conspicuum icteridorum</i>	Florida	Kinsella (1973)
<i>Athesmia heterolecithodes</i>	Texas	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Hypoderaeum gnedini</i>	Colorado, Texas	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Hyptiasmus arcuatus</i>	Colorado, Texas	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Hypoderaeum conoideum</i>	Alberta	Colbo (1965)
<i>Ribeiroia thomasi</i>	Colorado, Texas	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Ribeiroia ondatrae</i>	U.S.A.	Beker <i>et al.</i> , (2004)
<i>Sphaeridiotrema globulus</i>	U.S.A.	Trainer y Fischer (1963)
<i>Leyogonimus polyoon</i>	Washington	Cole y Friend (1999); Roy <i>et al.</i> , (2016)
<i>Orchipedium tracheicola</i>	Alberta	Colbo (1965)
<i>Philophthalmus gralli</i>	Hawaii	Alicata y Noda (1960)
<i>Prohyptiasmus</i> sp.	Oklahoma	Dronen <i>et al.</i> , (2012)
<i>Protechinostoma mucronisertulatum</i>	Alberta	Colbo (1965)
<i>Sphaeridiotrema</i> spp.	Minnesota	Roy <i>et al.</i> , (2016)
<i>Tanaisia byrdentoni</i>	U.S.A.	Yamaguti (1958)
CESTODA		
<i>Diorchis ransomi</i>	Florida, Colorado, Texas; Alberta, Manitoba	Colbo (1965); Kinsella (1973); McLaughlin y Burt (1975); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Diorchis americana</i>	Florida, Colorado, Texas Iowa; Alberta, Manitoba	Roudabush (1942); Colbo (1965); Kinsella (1973); McLaughlin y Burt (1975); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Diorchis inflata</i>	Arizona y California	Eley (1976)
<i>Diorchis longibursa</i>	Oklahoma	Steelman (1939)
<i>Diorchis</i> sp.	Estado de México, Colorado, Texas	Martínez-Haro <i>et al.</i> , (2012); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Cloacotaenia megalops</i>	México; Alberta; Arizona, California; Colorado	Larios (1944b); Colbo (1965); Eley (1976); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Aploparaksis furcigera</i>	Alberta	Colbo (1965)
<i>Fimbriarioides lintoni</i>	Manitoba U.S.A.	Yamaguti (1959); McDonald (1969)
<i>Hymenolepis albertensis</i>	Alberta	Denny (1969)
<i>Lateriporus clerci</i>	Alberta	Denny (1969)
<i>Lateriporus mathevossianae</i>	Alberta	Denny (1969)
<i>Liga gallinulae</i>	Iowa	Roudabush (1942)
<i>Microsomacanthus fulvicicola</i>	U.S.A.	Yamaguti (1959)
<i>Schistocephalus solidus</i>	Alberta	Colbo (1965)

<i>Sobolevicanthus krabbeella</i>	México	Martinez-Haro <i>et al.</i> , (2012)
ACANTHOCEPHALA		
<i>Polymorphus trochus</i>	California, Nevada, Alberta, Florida, Arizona, Montana, Hidalgo, Tamaulipas, Colorado, Texas	Matthias (1963); Colbo (1965); Kinsella (1973); Eley (1976); Schmidt y Neiland (1966); Alemán-Canales <i>et al.</i> (2014); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Corynosoma constrictum</i>	Alberta, Colorado, Texas	Colbo (1965); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Polymorphus acutis</i>	Colorado, Texas	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Polymorphus minutus</i>	California, Colorado, Texas	Eley (1976); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Polymorphus contortus</i>	Alberta	Denny (1969)
<i>Polymorphus marilis</i>	Alberta	Denny (1969)
<i>Polymorphus paradoxus</i>	Alberta	Connell and Corner (1957); Colbo (1965); Denny (1969)
<i>Polymorphus sp.</i>	Colorado, Texas	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Estado de México,	Martínez-Haro <i>et al.</i> , (2012)
NEMATODA		
<i>Amidostomum fulicae</i>	Alberta, Florida, Arizona, California, Colorado, Texas	Colbo (1965); Kinsella (1973); Eley (1976); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Amidostomum chevreuxi</i>	Iowa	Roudabush (1942)
<i>Amidostomum raillieti</i>	California	Gullion (1952)
<i>Chandlerella bushi</i>	Manitoba	Bartlett y Anderson (1987)
<i>Conspicuum icteridorum</i>	Florida	Kinsella (1973)
<i>Tetrameres globosa</i>	Florida, Colorado, Texas	Kinsella (1973); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Strongyloides sp.</i>	Florida	Kinsella (1973)
<i>Capillaria fulicae</i>	Alberta, Florida	Colbo (1965); Kinsella (1973)
<i>Hystrichis tricolor</i>	Florida	Kinsella (1973)
<i>Capillaria sp.</i>	Florida, Texas	Kinsella (1973); Canaris y Waldmann (2017)
Nematode sp. 1	Texas	Canaris y Waldmann (2017)
Nematode sp. 2	Colorado	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Streptocara sp.</i>	Alberta, Texas	Colbo (1965); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Strongyloides avium</i>	U.S.A.	Yamaguti (1961); Colbo (1965)
<i>Splendidofilaria caperata</i>	Mb	Bartlett y Anderson (1987)
<i>Pelecitus fulicaeatrae</i>	U.S.A. California, Dakota, Wisconsin, Texas	Yamaguti (1961) Colbo (1965); Bartlett y Anderson (1989); Canaris y Waldmann (2017)
<i>Echinuria sp.</i>	Colorado, Texas	Canaris y Waldmann (2017)
<i>Echinuria heterobrachia</i>	Alberta	Colbo (1965)
<i>Echinuria uncinata</i>	Alberta	Colbo (1965)

HIPÓTESIS

Considerando que las comunidades de parásitos presentan cambios en la estructura debido a factores ambientales y aspectos ecológicos del hospedero, se espera que la composición de helmintos parásitos de *Fulica americana* presente variaciones en tiempo y espacio, así como diferencias en la riqueza y diversidad.

OBJETIVOS

General:

- Analizar la variación espacial que presentan las comunidades parásitas en *Fulica americana* de las Ciénegas de Lerma, Estado de México y sus fluctuaciones con respecto al tiempo (2015-2017).

Particulares:

- Elaborar un inventario de helmintos parásitos de *Fulica americana*.
- Describir los parámetros de infección de las distintas helmintiasis detectadas en el hospedero.
- Caracterizar las comunidades de helmintos de *Fulica americana* con base en su riqueza, diversidad y similitud.
- Analizar las fluctuaciones de helmintiasis de *Fulica americana* con respecto a dos temporadas cinegéticas 2015-2016 y 2016-2017.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Las tres ciénegas del río Lerma son también conocidas bajo el nombre de Chignahuapan, Chimaliapan y Chiconahuapan, son áreas naturales protegidas, importantes para la conservación de aves y una de las regiones hidrológicas prioritarias, amenazadas y con alta diversidad biológica en México, poseen especies endémicas y nativas en riesgo, algunas de importancia estética y económica (Pérez-Ortiz y Valdez, 2006; Zepeda *et al.*, 2012).

El Lago de Almoloya ó Chignahuapan, se ubica en el municipio de Almoloya del Río, con una extensión aproximada de 596 ha, a partir del cual se origina el cauce principal del río Lerma. Se decretó como área natural protegida en el año de 1978 y se localiza geográficamente entre las siguientes coordenadas geográficas 19° 11' 20'' N; 99° 29' 30'' W aproximadamente a 2670 m s.n.m. (Zepeda *et al.*, 2012).

La Ciénega de Lerma ó Chimaliapan a 20 km de Toluca, se localiza geográficamente entre los paralelos 19° 11' 20'' N; 99° 30' 32'' W, a 2571 ms.n.m.; entre los municipios de San Mateo Atenco, Santiago Tianguistenco, Ocoyoacac y Lerma, es la más grande de las tres abarca 2081 ha (Zepeda *et al.*, 2012).

El lago Atarasquillo o Ciénega Chiconahuapan es un cuerpo de agua dulce que se ubica dentro de la subcuenca del Alto Lerma, se localiza a 2560 ms.n.m., tiene una extensión de 346 ha y se encuentra entre los 19°20' – 19°21' latitud norte y 99°29' – 99°31' longitud oeste (Zepeda *et al.*, 2012).

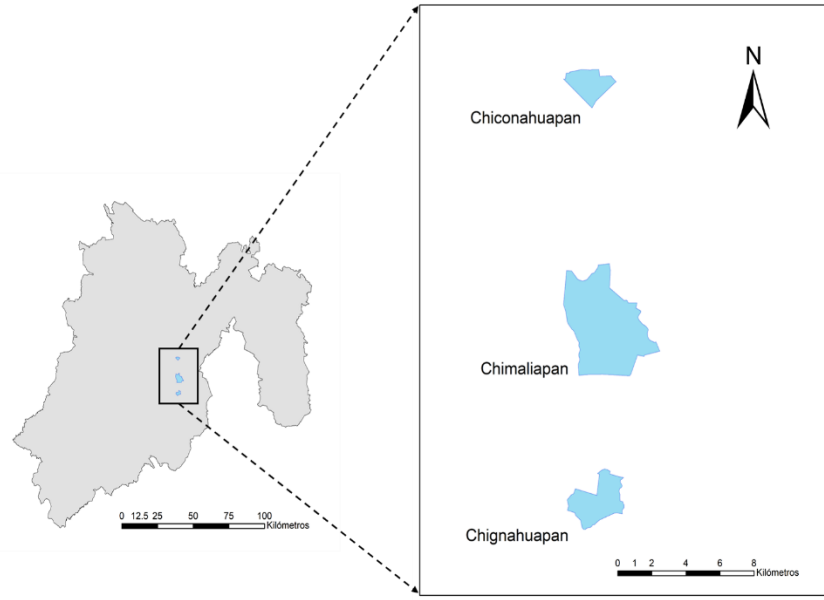


Figura 12. Ubicación de las Ciénegas de Lerma. Tomado y Modificado de CONANP, 2013.

Recolecta de Hospederos

Las temporadas cinegéticas comprendidas de 2012 a marzo de 2016, cuenta con previos registros en hojas de campo, de los cuales se obtuvo la información necesaria (número de hospedero, número de parásitos, especies de parásitos) para posteriormente realizar los índices ecológicos.

El calendario de épocas hábiles del aprovechamiento extractivo a través de la caza deportiva de la temporada 2016-2017, para *Fulica americana* en el Estado de México es del primer viernes de noviembre de 2016 a primer domingo de marzo 2017, periodo donde se recolectaron aves de la Ciénega de Lerma (Chimaliapan), las cuales, se obtuvieron por donaciones de cazadores durante la temporada cinegética.

Se trasladaron al laboratorio de sistemas biosustentables, Facultad de Ciencias, UAEMex., donde se identificaron con el uso de guías ornitológicas, se pesaron y se les tomaron medidas biométricas tales como: longitud pico-cloaca, longitud de pico, longitud del tarso y envergadura (Svensson, 1996). Enseguida se realizó la extracción del aparato digestivo, esto con la finalidad de evitar la mucosidad *post-mortem* la cual impide observar a los helmintos y, en su caso, evita extraer con éxito a los céstodos y nemátodos, los cuales

son frágiles o se encuentran embebidos en el epitelio (Salgado-Maldonado, 1979; Lamothe-Argumedo, 1997).

Examen helmintológico

Se procuro revisar el aparato digestivo en las tres horas siguientes a la muerte del ave, se fueron revisando tramos del tracto digestivo bajo el microscopio estereoscópico con ayuda de agujas de disección, los helmintos encontrados se tomaron cuidadosamente con un pincel fino y se colocaron en una pequeña caja Petri con solución salina (0.8%), después se realizó un aplanamiento a céstodos y tremátodos estos fueron fijados con alcohol al 70% y guardados en viales para su posterior uso, en tanto que los acantocéfalos fueron colocados en agua destilada y puestos en refrigeración entre 6 y 12 horas para que evertieran la probóscide y después fijados en alcohol al 70% (Salgado-Maldonado, 2009).

Tinción, aclaración y montaje

Para poder identificar a las especies de parásitos, se realizaron preparaciones permanentes se céstodos, tremátodos y acantocéfalos, los cuales se procesaron con la tinción de paracarmín de Mayer propuesta por Salgado-Maldonado (1979) y se montaron en Bálsamo de Canadá.

Aclaración de nemátodos

Debido al grosor de la cutícula de los nemátodos, éstos se aclararon para lograr ver las estructuras internas; para ello, se realizarán preparaciones temporales, las cuales consisten en colocar el parásito entre porta y cubre objetos para ser aclarados utilizando diluciones graduales de glicerina-agua destilada en concentraciones de mayor a menor 1:20, 1:15, 1:10, 1:5 y 1:1, de acuerdo con Salgado-Maldonado (1979), la glicerina se colocará por capilaridad a las preparaciones, al mismo tiempo que permanecerán en una plancha de calor (parilla), para evitar que se quemem se observará bajo el microscopio estereoscópico en diferentes tiempos.

Determinación taxonómica

Para la identificación de cada helminto se utilizó un microscopio óptico con la finalidad de observar las estructuras de carácter taxonómico, distribución, forma, órganos de fijación (ventosas, ganchos, papilas), ovarios, testículos, glándulas vitelógenas entre otras.

Se tomaron fotografías de cada helminto y se digitalizarán en el programa Pixel Pro 2.7, además de referencia se utilizaron las claves taxonómicas específicas de cada grupo de helminto: tremátodos; Schell (1985), Gibson *et al.*, (2002), Gibson *et al.*, (2005), Jones *et al.*, (2005), acantocéfalos; McDonald (1988) y nemátodos; Anderson (1986), Céstodos; Khalil *et al.*, (1994), así como de artículos relacionados con las especies de helmintos encontrados. Algunos especímenes fueron cotejados con preparaciones de la Colección Nacional de Helmintos de México del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Análisis de datos

Curvas de acumulación de especies

Las curvas de acumulación permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Las curvas fueron ajustadas con el modelo de Clench ($S_n = a*n/(1+b*n)$) según este modelo, la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará (hasta un máximo) conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir especies nuevas eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo la aumenta (Moreno, 2001; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

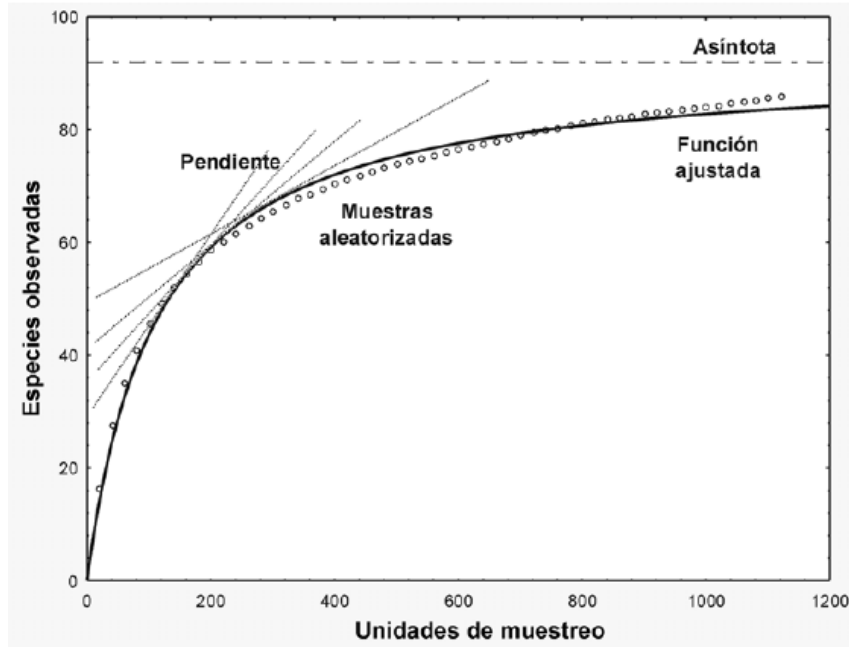


Figura 13. Curva de acumulación de especies; en el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado, el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado, línea continua: función de Clench ajustada a la curva y finalmente, la línea horizontal de puntos y rayas marca la asíntota predicha por la función (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003)

Inventario y parámetros de infección

Se realizó una tabla donde incluían las especies identificadas por cada temporada analizada, así como el total de cada especie, después se calculó los parámetros de infección propuesto por Margolis *et al.* (1982).

Prevalencia: Número de hospederos infectados con una especie particular de helminto entre el número total de hospederos examinados de una especie (expresada como porcentaje) (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

Fórmula:

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{No. de hospedadores infectados}}{\text{No. de hospedadores examinados}} \times 100$$

Abundancia: Número total de individuos de una especie particular de helminto dividido entre el total de hospederos examinados (infectados y no infectados) (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

Fórmula:

$$A = \frac{\text{Total de una especie de parásito de una muestra de hospedadores infectados}}{\text{Hospedadores analizados}}$$

Intensidad promedio: Número total de parásitos entre el número de hospederos infectados (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

Fórmula:

$$\text{Intensidad promedio} = \frac{\text{Total de individuos de una especie de parásito}}{\text{Número de hospedadores infectados}}$$

Intervalos de confianza para parámetros de infección

Los intervalos de confianza nos permiten aproximar, una vez calculado el valor de la variable en la muestra, entre qué rango de valores se encuentra el valor real inaccesible de la variable en la población, con un grado de incertidumbre que podemos determinar, además aportan información añadida que se pierde cuando únicamente se valora la probabilidad de significación estadística, ya que nos permiten estudiar la precisión de la estimación del estudio y la relevancia de los resultados desde el punto de epidemiológico (Molina, 2013).

Riqueza diversidad y similitud

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para el estudio de los parásitos a nivel de comunidad componente se evaluará la riqueza, con el **índice de Bootstrap**, este estimador de la riqueza de especies se basa en p_j , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Moreno, 2001).

$$\text{Bootstrap} = S + \sum (1 - p_j)^n$$

S=Riqueza de las especies observadas

p_j = número de hospederos individuales en la muestra parasitados con la especie j

n = número de hospederos en la muestra

La diversidad se considera como el número de especies en una comunidad, región o muestra, esta puede ser medida por sus dos componentes; la variabilidad, registro del número de especies, describiendo la abundancia relativa.

Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. **Índice de Berger-Parker** es una media de dominancia numérica, que expresa la abundancia proporcional de especies del total de una muestra, debido a la especie más abundante (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001; Moreno, 2001).

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

D = dominancia

N = Total de individuos en la muestra.

N_{\max} = es el número de individuos en la especie más abundante.

La similitud expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere

al cambio de especies entre dos muestras. **Coefficiente de similitud de Jaccard** Este es un coeficiente descriptivo-cualitativo que evalúa la proporción promedio de especies parásitas compartidas por distintas comunidades, el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Holmes, 1990; Moreno, 2001).

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

a = número de especies presentes en la comunidad A

b = número de especies presentes en la comunidad B

c = número de especies presentes tanto en A como en B.

Clasificación ecológica de las especies parásitas

Para la categorización de las especies de acuerdo con su importancia ecológica se utilizó el análisis de Gastón o análisis de Olsmted-Tukey, el cual ubica las especies estudiadas tomando en cuenta su abundancia y frecuencia de aparición. Analiza gráficamente la prevalencia de cada taxón (eje X) contra el logaritmo de la abundancia + 1 de cada especie (eje Y). *Todos los análisis descritos anteriormente se realizaron en el software PAST versión 3.0 y STATGRAPHICS Centurion versión 11.0

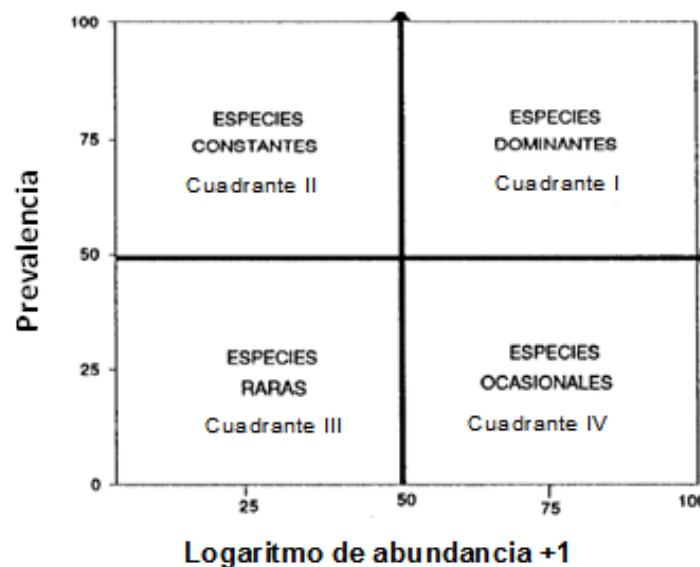


Figura 14. Cuadrantes para clasificar la importancia de especies de helmintos parásitos, tomado de González-Acosta (2005).

Cuadrante I especie **dominante**: especies muy abundantes y prevalentes.

Cuadrante II especie **constante o comunes**: especies poco abundantes y muy prevalentes

Cuadrante III especie **rara**: Especies poco abundantes y poco prevalentes.

Cuadrante IV especie **ocasional**: Especies poco prevalentes y abundantes.

Análisis Estadísticos

Prueba de normalidad: Para determinar la normalidad de nuestros datos de manera estadística se realizó una prueba de normalidad con la prueba Shapiro-Wilk ($p < 0.05$).

U de Mann-Whitney: Se realizó la prueba no paramétrica para evaluar si existen diferencias significativas en la abundancia de los helmintos de las temporadas cinegéticas 2015-2016 y 2016-2017 con el software STATGRAPHICS Centurion versión 11.0

Kruskal-Wallis: Se realizó para determinar diferencias significativas en las abundancias de comunidad componente entre las temporadas cinegéticas (2012-2017) con el software STATGRAPHICS Centurion versión 11.0

Correlación: El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables. AÑOS/ABUNDANCIA

RESULTADOS

De las 5 temporadas cinegéticas analizadas se revisó un total de 50 gallaretas, de las cuales 46 presentaron infección parasitaria por una o más especies de helmintos. Se obtuvo un total de 1160 helmintos parásitos. Se identificaron 14 especies; entre las que se incluyen 7 tremátodos, 2 céstodos, 3 acantocéfalos y 2 nemátodos (Cuadro 2). Los tremátodos representan el 78% de toda la población de helmintos obtenidos de las aves examinadas, seguida de los acantocéfalos con 14%, los céstodos con el 6% y nemátodos con el 2%. Las ubicaciones de los parásitos dentro del tracto digestivo de la gallareta no fueron muy variables puesto que la mayoría de las especies fueron localizadas en intestino delgado y grueso, solo tres especies fueron observadas en diferentes zonas, *Notocotylus pacifera* en ambos ciegos, *Leucochloridium insigne* y *Hymenolepis megalops* en la cloaca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de parásitos encontrados en *Fulica americana* y su ubicación en el tracto digestivo.

Especies de helmintos	Localización
<i>Echinoparyphium recurvatum</i>	Intestino medio y anterior
<i>Notocotylus pacifera</i>	Ciegos
<i>Amphimerus</i> sp.	Intestino
<i>Leucochloridium insigne</i>	Cloaca
<i>Psilostomum</i> sp.	Intestino medio
<i>Cotylurus brevis</i>	Intestino medio
<i>Cotylurus cornutus</i>	Intestino medio
<i>Diorchis americana</i>	Intestino medio
<i>Hymenolepis megalops</i>	Cloaca
<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Intestino medio
<i>Polymorphus</i> sp.	Intestino medio y posterior
<i>Polymorphus trochus</i>	Intestino medio y posterior
<i>Capillaria</i> sp.	Intestino medio
<i>Capillaria anatis</i>	Intestino medio

La calidad del inventario se reflejó en las curvas de acumulación de especies. Se realizó una curva general (Figura 15), la cual tiene un valor de $R^2 = 98.04\%$, la riqueza estimada es de 13 especies, la proporción de fauna registrada es del 85%, por lo que se requiere analizar a 50 gallaretas más para culminar el inventario. A si mismo se realizó una curva por cada temporada, siendo la temporada 2013-2014 (Figura 17), quien mostrara menor proporción de fauna registrada del 44.74%, seguida de la temporada 2012-2013

(Figura 16) con el 63% de fauna registrada. La temporada más representativa fue 2016-2017 (Figura 20) ya que tiene el 83% de fauna registrada además presenta una $R^2= 96.56\%$, la riqueza estimada fue de 10 especies y para culminar el inventario se requerirían analizar a 23 gallaretas más. Tanto la temporada 2014-2015 y 2015-2016 presentaron respectivamente el 63% y 75% de fauna registrada, la R^2 que presentan es arriba del 95%.

Curva de acumulación de especies 2012-2017

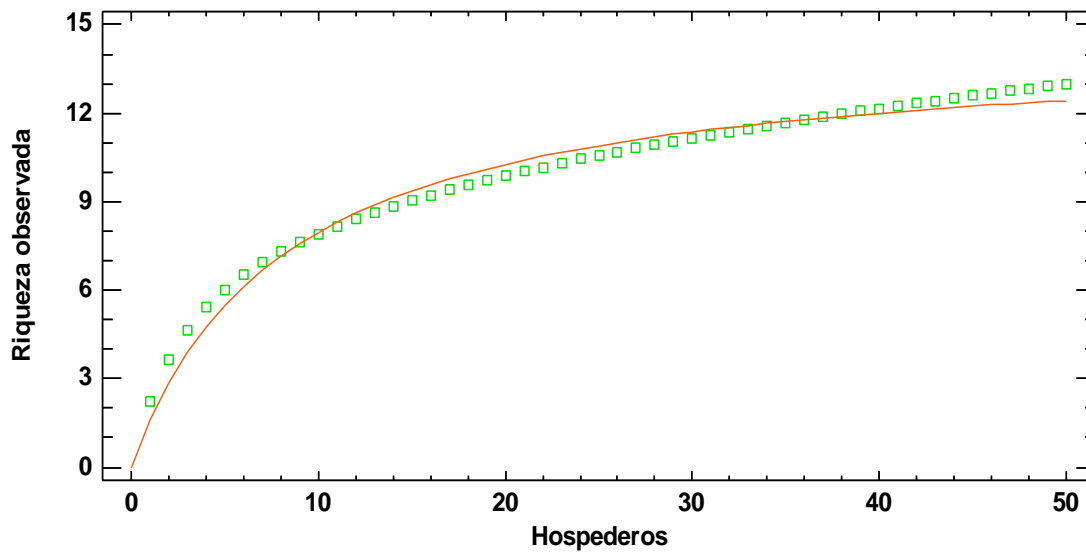


Figura 15. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en *Fulica americana* durante las 5 temporadas analizadas.

Curva de acomulacion de especies de la temporada 2012-2013

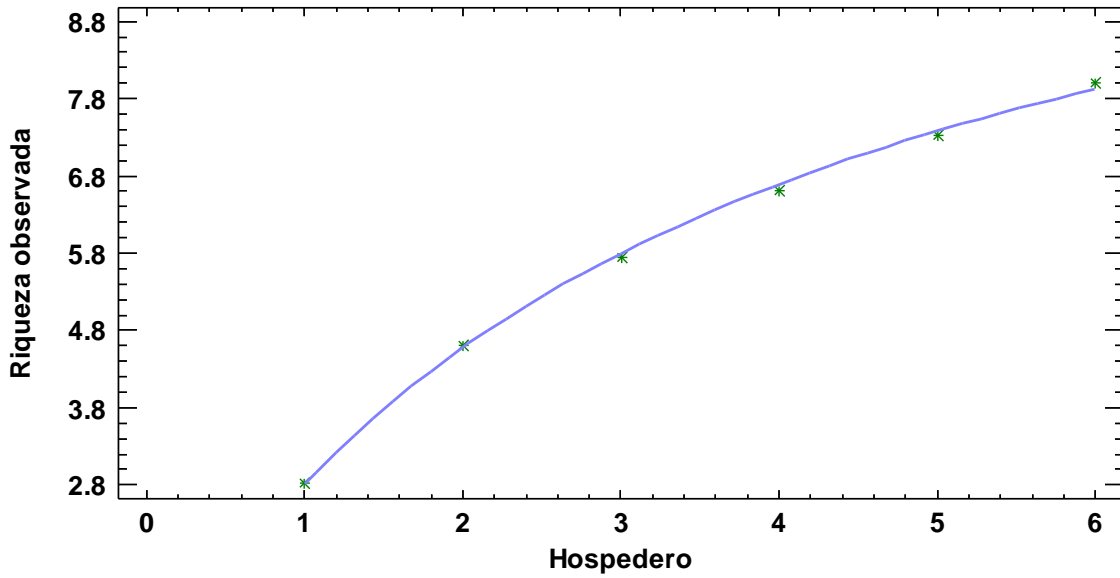


Figura 16. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2012-2013.

curva de acomulacion de especies temporada 2013-2014

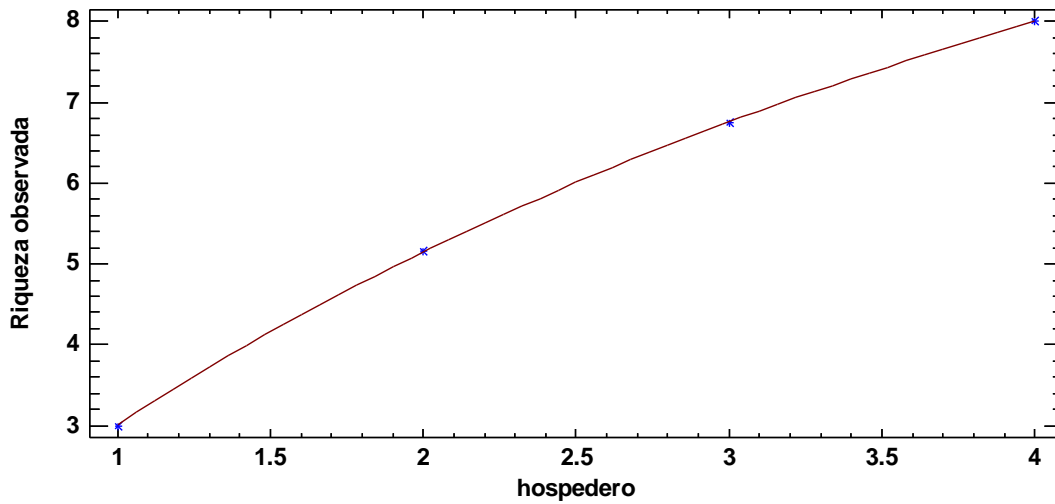


Figura 17. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2013-2014.

Curva de acumulacion de especies temporada 2014-2015

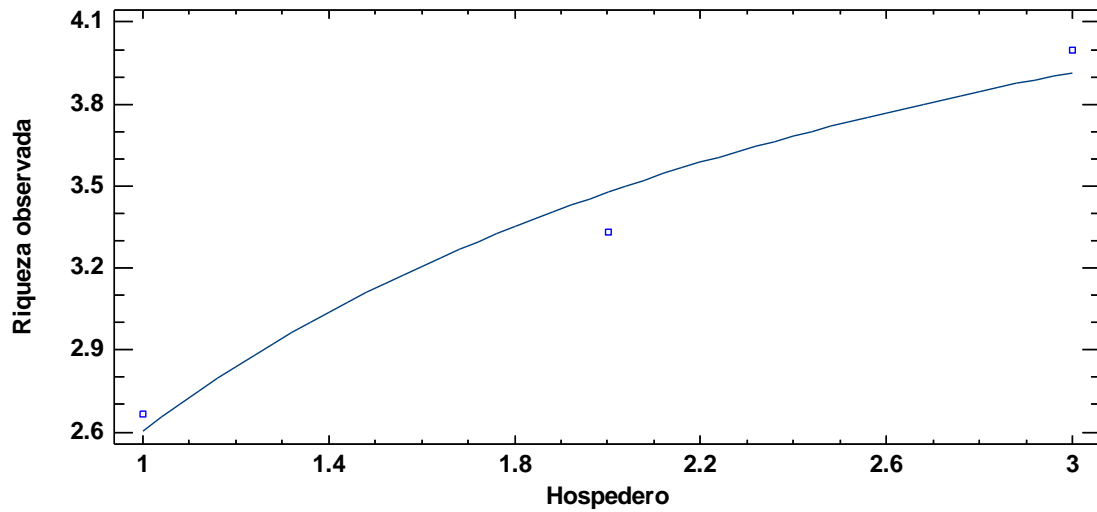


Figura 18. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2014-2015.

Curva de acomulacion de especies temporada 2015-2016

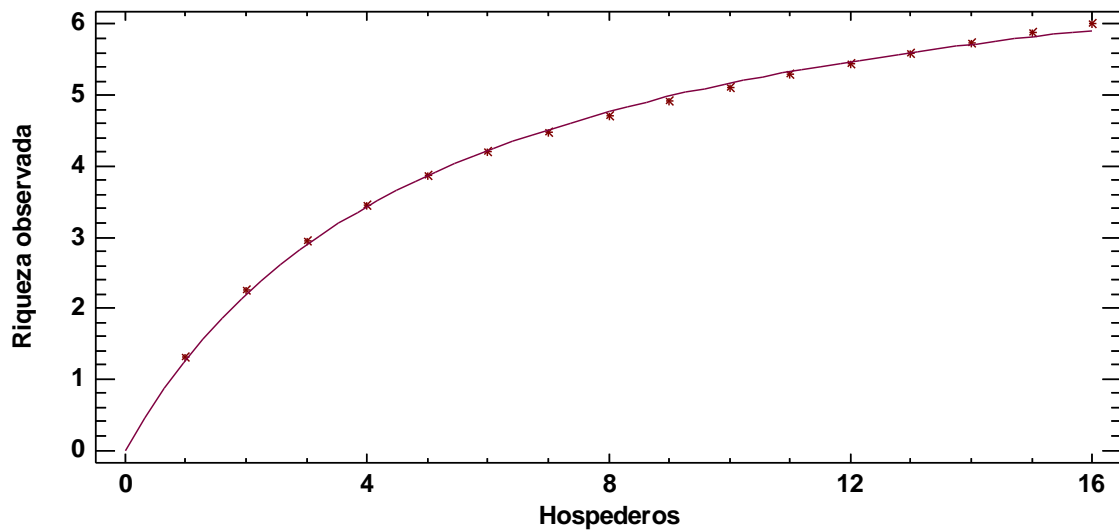


Figura 19. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2015-2016.

Curva de acumulación de especies 2016-2017

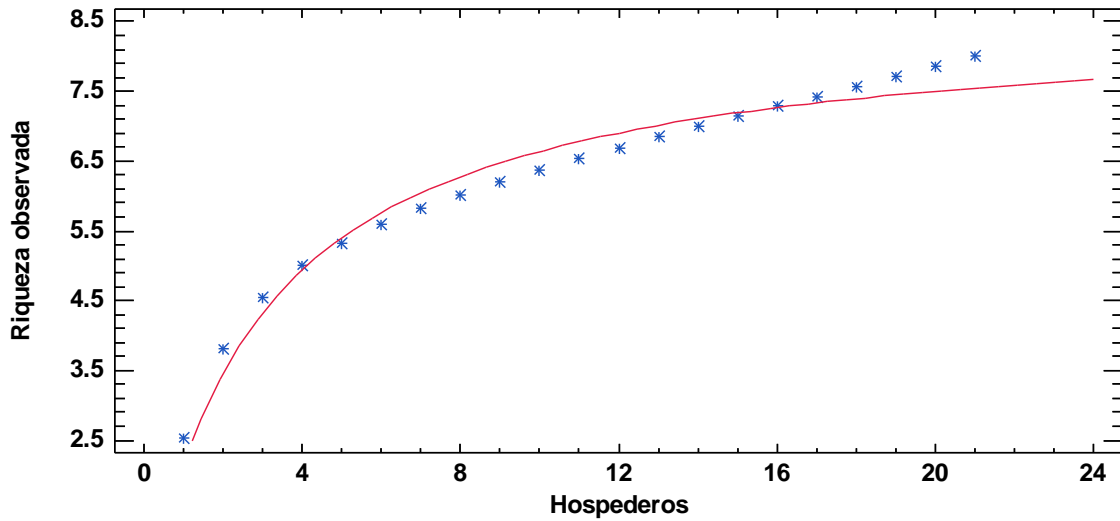


Figura 20. Curva de acumulación de helmintos parásitos presentes en *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2016-2017.

La temporada con mayor diversidad de especies es 2012-2013, la cual está representada por 9 especies entre las que se incluyen 5 tremátodos, un céstodo, dos acantocéfalos y un nemátodo. Las temporadas 2013-2014 y 2016-2017 presentaron 8 especies y la temporada menos diversa fue 2014-2015 con 4 especies. Cabe mencionar que hubo especies que se observaron en una sola temporada, tal es el caso de *Cotylurus cornutus* y *Pseudocorynosoma constrictum*, las cuales, estuvieron presentes en la temporada 2012-2013, *Amphimerus* sp. en la temporada 2014-2015, *Capillaria anatis* en 2013-2014 y *Psilostomum* sp. en 2016-2017.

Los parámetros de infección de las helmintiasis presentadas por *Fulica americana* a nivel de comunidad componente se muestran en el cuadro 4. El tremátodo *Notocotylus pacifera* ha sido la especie más representativa ya que tiene las prevalencias y abundancias más altas, con excepción de la temporada 2016-2017 donde la mayor abundancia la presentó *Leucochloridium insigne* (10.90 ± 2.73). En las temporadas 2012-2013, 2014-2015 y 2015-2016 *N. pacifera* muestra intensidades altas, mientras que *Psilostomum* sp. tiene una intensidad de 172 ± 8.74 en la temporada 2016-2017.

Las especies que mostraron prevalencias bajas fueron *Echinoparyphium recurvatum* y *Leucochloridium insigne* ambas con el $6.25\% \pm 13.70$ en la temporada 2015-2016, durante la temporada 2016-2017 *Psilostomum* sp., *Hymenolepis megalops* y *Capillaria* sp. solo mostraron el $4.76\% \pm 26.3$

En cada temporada además de *N. pacifera* hubo otras especies que presentaron una prevalencia considerablemente alta en 2012-2013 *Polymorphus* sp. tuvo el $66.67\% \pm 6.18$, en 2013-2014 el céstodo *Diorchis americana* presentó el $75\% \pm 5.18$, en 2014-2015 *Polymorphus trochus* tuvo un estimado del $100\% \pm 7.55$, en 2015-2016 *D. americana* mostró el $31.25\% \pm 6.03$ y en 2016-2017 *P. trochus* presentó el $61.90\% \pm 6.67$.

Los parámetros de infección de las distintas especies de helmintos presentes en las diferentes ciénegas se muestran en el cuadro 3. Las especies que comparten son: *L. insigne*, *N. pacifera*, *D. americana* y *P. trochus*. Las prevalencias más altas las presentó *N. pacifera* en las tres Ciénegas ($60\% \pm 4.8$, $87.5\% \pm 6.08$, $59.46\% \pm 5.2$). La ciénega de Atarasquillo fue mejor la representada con 9 especies, seguida de la Ciénega de Lerman con 8 especies. Las especies que mostraron prevalencias bajas fueron localizadas en la Ciénega de Lerma *Capillaria* sp. ($8.11\% \pm 14.23$), *Hymenolepis megalops* ($2.70\% \pm 28.45$) y *Psilostomun* sp. ($2.70\% \pm 28.45$). En cuanto a las especies más abundantes *N. pacifera* (18.88 ± 2.4) para Atarasquillo y para Lerma *N. pacifera* (7 ± 2.02) y *L. insigne* (6.32 ± 2.18).

Cuadro 3. Parámetros de infección de helmintos parásitos de *Fulica americana* en las Ciénegas de Lerma, Estado de México

Especie	ALMOLOYA			ATARASQUILLO			LERMA		
	(5)*			(8)*			(37)*		
TREMATODA	(%)	IP	Ab	(%)	IP	Ab	(%)	IP	Ab
<i>Echinoparyphium recurvatum</i> Linstow, 1873.				25±11.34	3±6.64	0.75	29.73±7.47	4±57.11	1.19±5.34
<i>Notocotylus pacifera</i> (Noble, 1933) Harwood, 1939	60±4.8	7±1.9	4.2±1.79	87.5±6.08	21.57±2.5	18.88±2.4	59.46±5.2	11.26±34.4	7±2.02
<i>Amphimerus</i> sp. •				12.5±16.37	1±11.50	0.13			
<i>Psilostomun</i> sp. •							2.70±28.45	172±8.71	4.65±2.67
<i>Leucochloridium insigne</i> Looss, 1899 •	20±8.3	1±5	0.2	12.5±16.37	3±6.64	0.38	24.32±8.21	26±22.40	6.32±2.18
<i>Cotylurus cornutus</i> (Rudolphi, 1808) Szidat, 1928 •				25±11.34	1.5±11.50	0.38			
<i>Cotylurus brevis</i> Dubois y Rausch, 1950 •	20±8.3	1±5	0.2	12.5±16.37	2±8.13	0.25			
CESTODA									
<i>Diorchis americana</i> Ransom, 1909	40±5.9	1.5±5	0.6	87.5±6.08	3.57±6.64	3.13±6.03	29.73±7.47	3.09±65.95	0.92
<i>Hymenolepis megalops</i> (Nitzsch in Creplin, 1829) Ransom, 1902				12.5±16.37	1±11.50	0.13	2.70±28.45	2±80.77	0.05

ACANTOCEPHALA

*Pseudocorynosoma
constrictum* Van
Cleave, 1918

12.5±16.37 2±8.13 0.25

Polymorphus sp. 60±4.8 6±2 3.6±2.07 50±8.02 8.75±4.06 4.38±5.23

Polymorphus trochus 20±8.3 1±5 0.2 12.5±16.37 2±8.13 0.25 45.95±6 6.47±46.63 2.62±3.77
Van Cleave, 1945

NEMATODA

Capillaria sp. 20±8.3 3±2.9 0.6 8.11±14.23 7.33±43.17 0.59

Capillaria anatis
Schrank,1790• 12.5±16.37 8±4.06 1±10.45

Total de especies 7 12 8

*Número de gallaretas analizadas, PREV: Prevalencia, AB: Abundancia, IP: Intensidad promedio, •Nuevos registros para *Fulica americana*

Cuadro 4. Parámetros de infección de helmintos gastrointestinales de *Fulica americana* de las Ciénegas de Lerma, durante 5 temporadas cinegéticas.

Temporada/Parásito	2012-2013 (6)*			2013-2014 (4)*			2014-2015 (3)*		
	PREV	AB	IP	PREV	AB	IP	PREV	AB	IP
TREMATODA									
<i>Echinoparyphium recurvatum</i> Linstow, 1873.	16.67±12.55	0.5	3±9.87				33.33±13.13	1±14.83	3±7.10
<i>Notocotylus pacifera</i> (Noble, 1933) Harwood, 1939	83.33±5.51	18.83±2.83	28.25±3.23	75±5.18	5±2.14	6.67±2.13	100±7.55	16.67±3.71	16.67±3.45
<i>Amphimerus</i> sp. ■							33.33±13.13	0.33	1±13.77
<i>Leucochloridium insigne</i> Looss, 1899	16.67±12.55	0.17	1±17.09	25±8.98	0.25	2±3.70			
<i>Psilostomum</i> sp. ■									
<i>Cotylurus brevis</i> Dubois y Rausch, 1950*	33.33±8.74	0.33	2±12.08	25±8.98	0.25	1±5.23			
<i>Cotylurus cornutus</i> (Rudolphi, 1808) Szidat, 1928	16.67±12.55	0.17	1±17.09						
CESTODA									
<i>Diorchis americana</i> Ransom, 1909	50±7.10	1.17±12.01	2.33±12.08	75±5.18	5.5±2.14	7.33±1.98			
<i>Hymenolepis megalops</i> (Nitzsch in Creplin, 1829) Ransom, 1902				25±8.98	0.25	1±5.23			
ACANTOCEPHALA									
<i>Pseudocorynosoma constrictum</i> Van Cleave, 1918	16.67±12.55	0.33	2±12.08						
<i>Polymorphus</i> sp.	66.67±6.18	4.83±6	7.25±6.46	50±6.35	4.75±2.39	6.33±2.13			
<i>Polymorphus trochus</i> Van Cleave, 1945				25±8.98	0.5	2±3.70	100±7.55	5±6.63	5±6.18
NEMATODA									
<i>Capillaria</i> sp.	16.67±12.55	0.5	3±9.87						
<i>Capillaria anatis</i> Schrank, 1790 ■				25±8.98	0.75	3±3.02			

*Número de gallaretas analizadas, PREV: Prevalencia, AB: Abundancia, IP: Intensidad promedio, ■Nuevos registros para el Estado de México

CONTINUACIÓN

Temporada/Parásito	2015-2016 (16)			2016-2017 (21)		
TREMATODA	PREV	AB	IP	PREV	AB	IP
<i>Echinoparyphium recurvatum</i> Linstow, 1873.	6.25±13.70	0.1875	3±2.67	52.38±7.22	2.10±6.11	4±57.29
<i>Notocotylus pacifera</i> (Noble, 1933) Harwood, 1939	50±4.74	3.88±1.52	8.86±1.63	66.67±6.41	9.19±2.88	13.79±31.78
<i>Amphimerus</i> sp. ▪						
<i>Leucochloridium insigne</i> Looss, 1899	6.25±13.70	0.3125	5±2.07	38.10±8.45	10.90±2.73	28.63±21.65
<i>Psilostomum</i> sp. ▪				4.76±26.3	8.19±3.06	172±8.74
<i>Cotylurus brevis</i> Dubois y Rausch, 1950*						
<i>Cotylurus cornutus</i> (Rudolphi, 1808) Szidat, 1928						
CESTODA						
<i>Diorchis americana</i> Ransom, 1909	31.25±6.03	1.25±2.63	4±2.31	19.05±11.95	0.67	3.5±66.15
<i>Hymenolepis megalops</i> (Nitzsch in Creplin, 1829) Ransom, 1902				4.76±26.03	0.10	2±81.02
ACANTOCEPHALA						
<i>Pseudocorynosoma constrictum</i> Van Cleave, 1918						
<i>Polymorphus</i> sp.						
<i>Polymorphus trochus</i> Van Cleave, 1945	25±6.71	1.06±2.63	4.25±2.31	61.90±6.67	4.00±4.32	6.46±46.78
NEMATODA						
<i>Capillaria</i> sp.	12.5±9.68	1±2.63	8±1.63	4.76±26.03	0.10	2±81.02

*Número de gallaretas analizadas, PREV: Prevalencia, AB: Abundancia, IP: Intensidad promedio, ▪Nuevos registros para el Estado de México

Los índices que describen la comunidad de helmintos presente en *F. americana* se muestran en el cuadro 5. De acuerdo con el índice de Bootstrap la temporada 2012-2013 y 2016-2017 muestran una riqueza de 8 especies, la temporada 2013-2014 tiene una riqueza de 7 especies, la temporada con menor riqueza fue 2014-2015 con 3 especies.

La temporada que presentó mayor diversidad de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener fue 2016-2017, seguida de 2013-2014 y 2015-2016, sin embargo, el índice de Barger-Parker mostró que dichas temporadas tiene una baja dominancia. Por otro lado, las temporadas 2012-2013 y 2014-2015 destacan por la alta dominancia que presentan, pero su diversidad es baja, principalmente la que posee 2014-2015 (0.69). Se resalta que la especie dominante en todas las temporadas es el tremátodo *N. pacifera* pero tiene una alternancia con un acantocéfalos de la familia Polymorphidae o un céstodo perteneciente a la familia Hymenolepididae.

Cuadro 5. Índices de riqueza, diversidad y dominancia a nivel de comunidad componte de los helmintos parásitos de *Fulica americana*.

Temporadas	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Riqueza (Bootstrap)	8.20753	7.34516	3.68607	5.68618	8.44257
Diversidad (Shannon-Wiener)	1.014	1.535	0.7628	1.4	1.569
Dominancia (Barger-Parker)	0.7019	0.3143	0.7246	0.5041	0.3107
Especies Dominantes	<i>N. pacifera</i> <i>P. trochus</i>	<i>N. pacifera</i> <i>D. americana</i>	<i>N. pacifera</i> <i>P. trochus</i>	<i>N. pacifera</i> <i>D. americana</i>	<i>N. pacifera</i> <i>P. trochus</i>
Especies Raras	<i>L. insigne</i> <i>C. cornutus</i>	<i>C. brevis</i> <i>H. megalops</i>	<i>E. recurvatum</i> <i>Amphimerus</i> sp.	<i>E. recurvatum</i> <i>L. insigne</i>	<i>Capillaria</i> sp. <i>H. megalops</i>
Total de Helmintos	161	70	69	123	737

El índice de Jaccard (Figura 21) mostró la similitud cualitativa que hay entre las temporadas cinegéticas basándose en la presencia-ausencia de las especies, donde las temporadas 2015-2016 y 2016-2017 mostraron ser similares en un 75%, mientras que las otras no mostraron ser similares con alguna otra temporada.

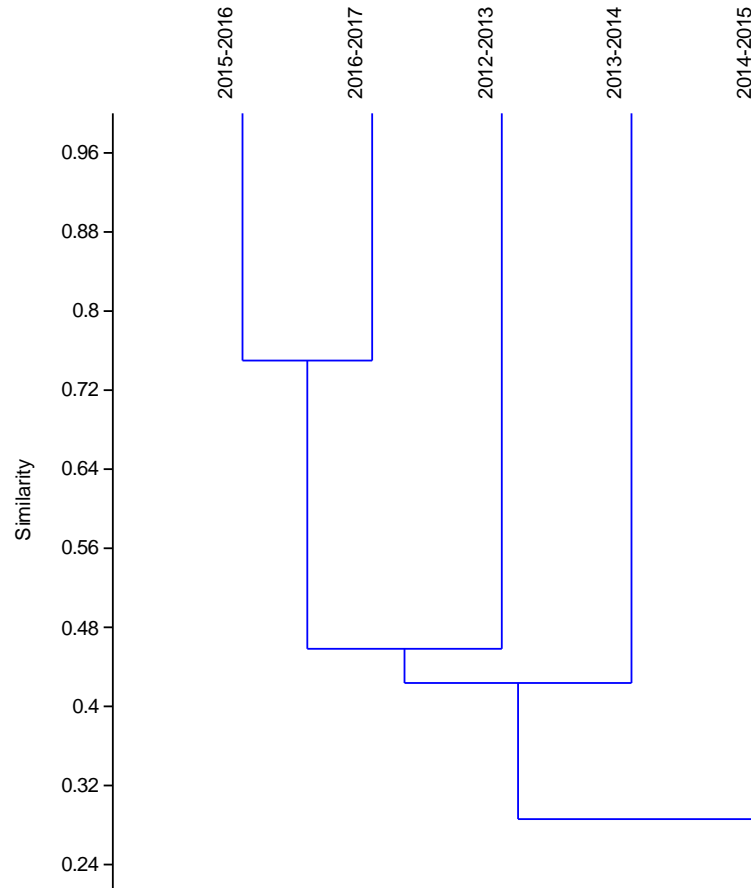


Figura 21. Índice de Jaccard muestra la similitud de la comunidad de helmintos presente en *Fulica americana* de acuerdo con las encontradas en cada temporada analizada.

La categorización de especies mediante el análisis de Olmstead-Tukey o Gastón proponen que durante las 5 temporadas examinadas (Figura 22), se localizaron 5 especies de helmintos dominantes; *N. pacifera*, *P. trochus*, *D. americana*, *L. insigne* y *E. recurvatum*, 6 especies raras: *Amphimerus* sp., *C. anatis*, *C. brevis*, *C. cornutus*, *H. megalops* y *P. constrictum* y 3 ocasionales: *Polymorphus* sp., *Capillaria* sp., *Psilostomun* sp.

Los análisis de categorización por cada temporada (Figuras 23-27) no difieren mucho de la general, debido a que en las temporadas 2012-2013, 2013-2014 y 2015-2016 tienen como especies dominantes a *N. pacifera*, *Polymorphus* sp. ó *P. trochus* y *D. americana*, en el caso de 2014-2015 la dominancia la tiene *N. pacifera* y *P. trochus*, en cuanto a la temporada 2016-2017 aparecen otras especies dominantes como *N. pacifera*, *P. trochus*, *L. insigne* y *E.*

recurvatum. Es importante mencionar que en cada temporada se presentaba al menos una especie rara, sin embargo, en ninguna de las temporadas se registró especies comunes.

Análisis de Olsmtead-Tuckey 2012-2017

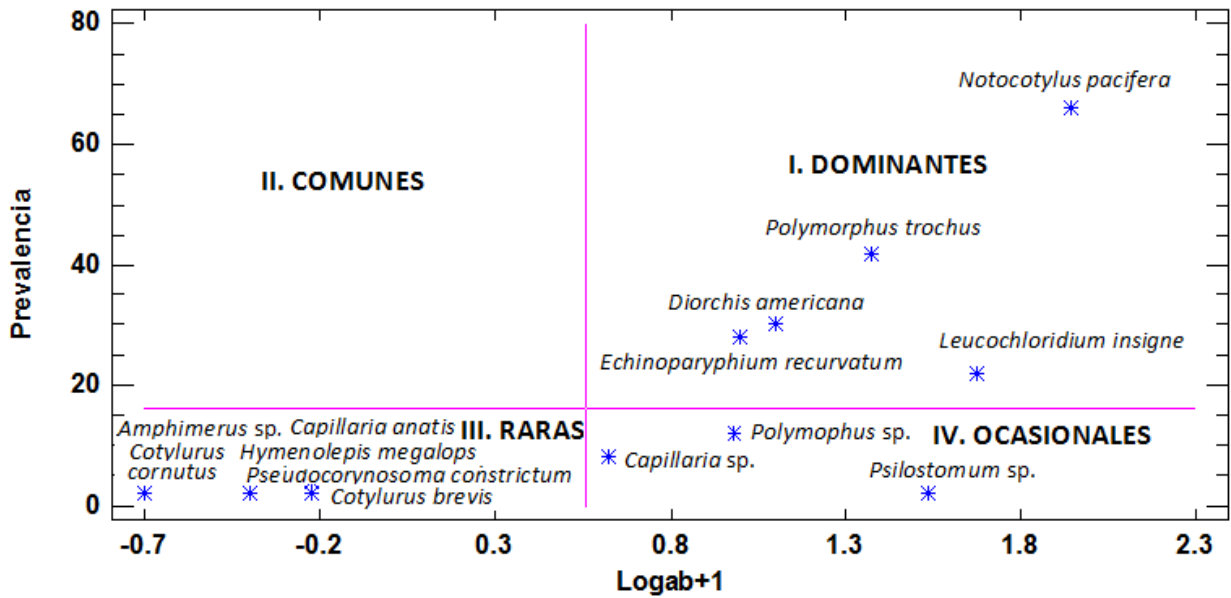


Figura 22. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de *Fulica americana* durante las temporadas cinegéticas comprendidas en el periodo 2012-2017.

Análisis de Olsmtead-Tuckey 2012-2013

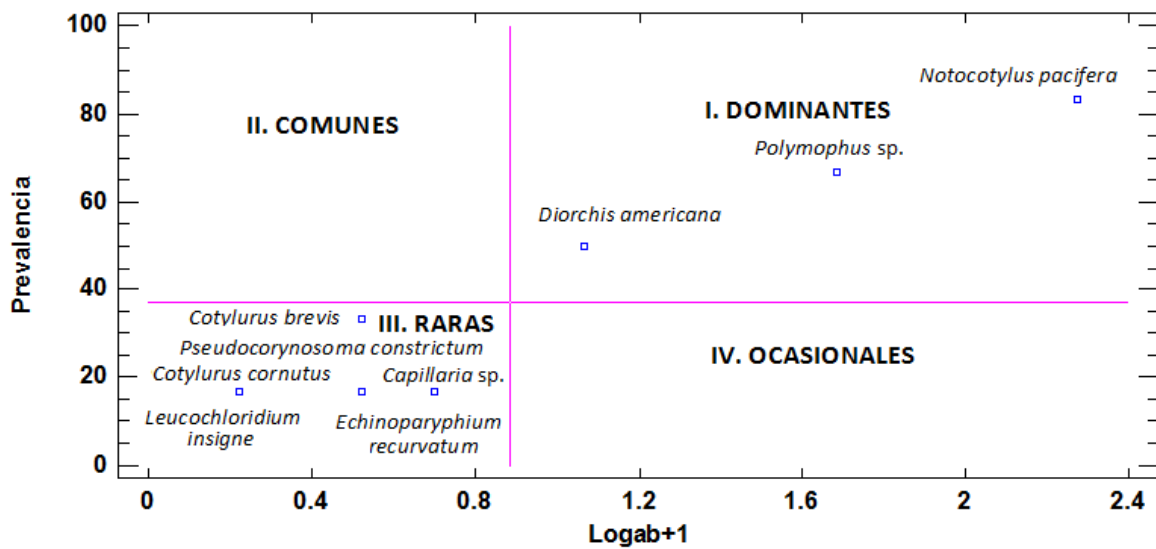


Figura 23. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2012-2013.

Análisis de Olsmtead-Tuckey 2013-2014

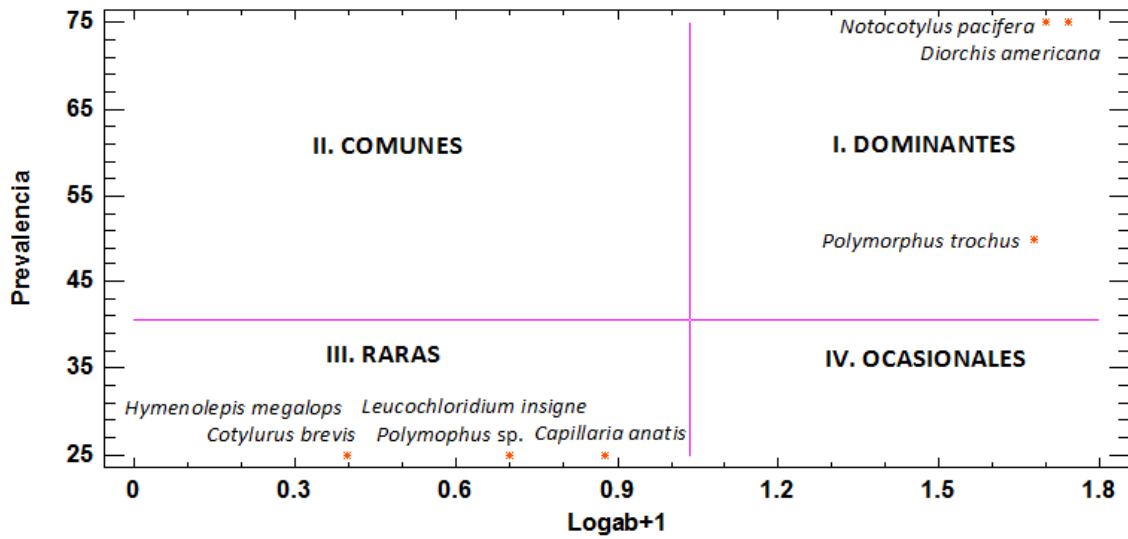


Figura 24. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2013-2014.

Análisis de Olsmtead-Tuckey 2014-2015

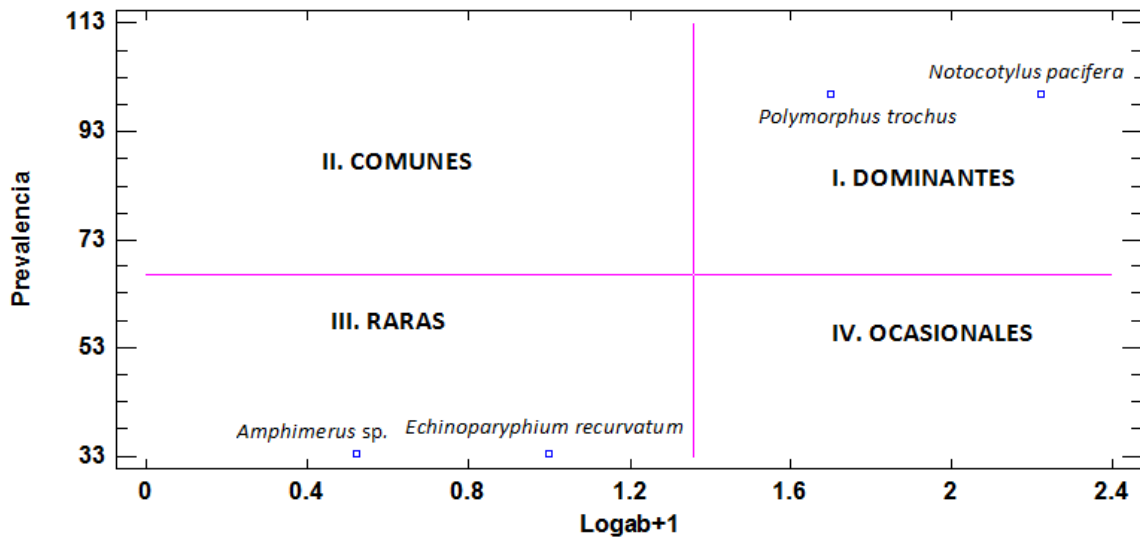


Figura 25. Análisis de Olsmtead-Tukey de helmintos gastrointestinales de *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2014-2015.

Análisis de Olmstead-Tukey 2015-2016

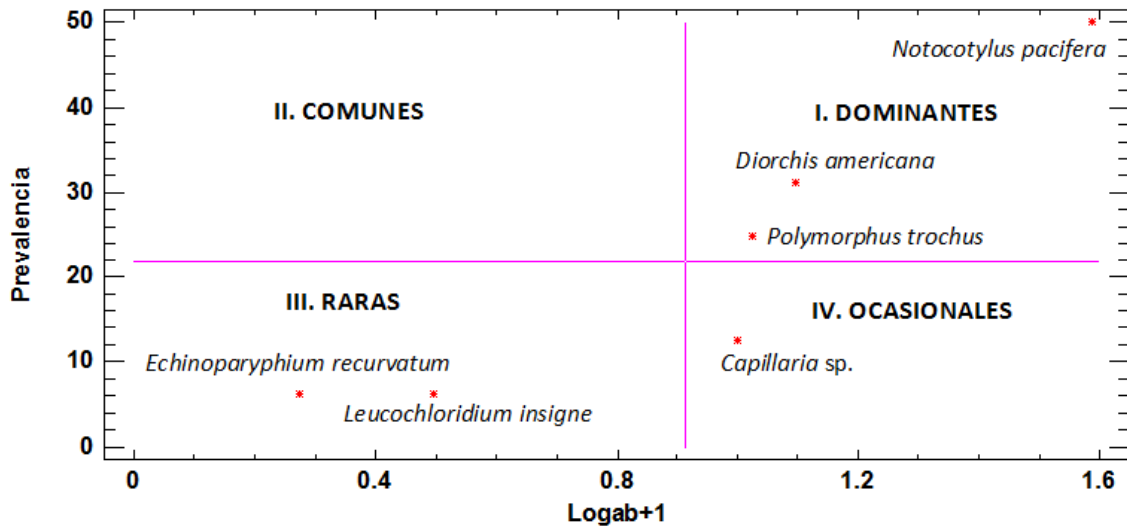


Figura 26. Análisis de Olmstead-Tukey de helmintos gastrointestinales de *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2015-2016.

Análisis de Olmstead-Tukey 2016-2017

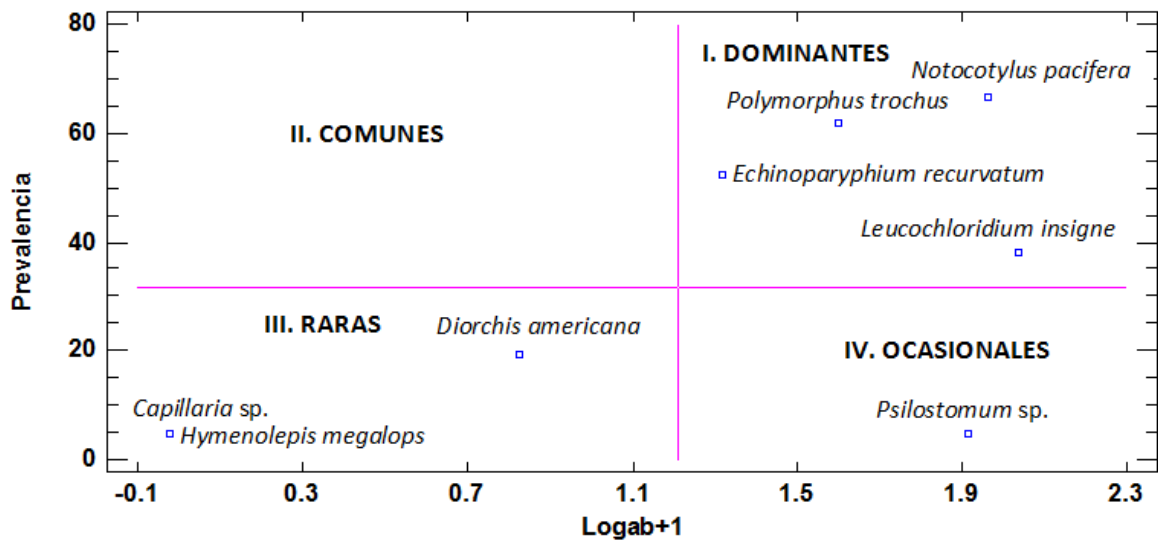


Figura 27. Análisis de Olmstead-Tukey de helmintos gastrointestinales de *Fulica americana* durante la temporada cinegética 2016-2017.

Pruebas de Normalidad para Datos de temporadas 2015-2017

Datos de abundancias	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.755042	0.00115729

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que los datos provienen de una distribución normal con 95% de confianza.

Prueba U de Mann-Whitney

La comparación de las abundancias de 2015-2016 y 2016-2017 con la prueba estadística de U de Mann-Whitney tuvo como resultado ($U = 31.0$, $\text{valor-P} = 0.400867$), debido a que el valor-P es mayor o igual que 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%.

Prueba Kruskal-Wallis

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
2012-2013(6)	9	14.2222
2013-2014(4)	8	13.8125
2014-2015 (3)	4	16.5
2015-2016 (16)	6	21.4167
2016-2017 (21)	8	24.625

Estadístico = 6.72773 Valor-P = 0.150995

De igual manera el análisis estadístico no paramétrico Kruskal Wallis no muestra diferencias estadísticamente significativas en las medianas de las abundancias de todas las temporadas analizadas ($p = 0.150995$), con un nivel del 95.0% de confianza.

No se mostraron correlaciones significativas de la abundancia de helmintos con respecto a la temporada cinegética ($r = 0.2172$; $p < 0.05$)

DISCUSIONES

La composición de la fauna parasitológica de *Fulica americana* ha sido estudiada por varios autores (Noble, 1933; Roudabush, 1942; Larios, 1944b; Colbo, 1965; Kinsella, 1973; Eley, 1976; Martínez-Haro *et al.*, 2012; Alemán *et al.*, 2014; Canaris y Waldmann, 2017), el listado más reciente publicado es de Canaris y Waldmann, en 2017, reportando 70 especies de helmintos, a pesar de la gran diversidad que presenta el inventario, nuestro estudio reporta a seis especies de helmintos sin precedentes en la gallareta, entre las que se incluyen *Amphimerus* sp., *C. brevis*, *C. cornutus*, *Psilostomun* sp. y *C. anatis*, algunos autores resaltan diferentes factores que influyen a que las aves acuáticas presenten alta riqueza y diversidad de helmintos entre las que destacan la migración estacional, el cambio de medio ambiente, la conducta y la vagilidad de sus hospederos, disponibilidad de hospederos intermediarios, conducta de los hospederos (Poulin, 2006; Santoro *et al.*, 2012; Cardells *et al.*, 2014; Violante-González *et al.*, 2015; Hannon *et al.*, 2016), además el ser organismos homeotermos, requieren de una gran cantidad de alimento para poder realizar sus funciones, lo que favorece una dieta variada y la posibilidad de adquirir nuevas especies de helmintos dado que fungen como hospederos definitivos (Kennedy *et al.*, 1986).

Hacer énfasis en lo que consume el ave es importante ya que desempeña un papel fundamental en la transmisión de los helmintos, *F. americana* es un ave generalista, se ha reportado que su dieta varia; en etapa juvenil consumen más materia animal ya que son importantes fuentes de proteínas, al llegar a la etapa adulta su dieta se basa en un 89% de plantas y un 11% de material animal (Driver, 1988; Brisbin y Mowbray, 2002), al presentar preferencias por plantas acuáticas ayuda a incrementar la posibilidad de infectarse, dado que la abundancia de plantas acuáticas está relacionada con la presencia y abundancia de moluscos y anfípodos del género *Hyalella* sp. principalmente (Casset *et al.*, 2001), los cuales han sido reportados como hospederos intermediarios de diferentes especies de helmintos, tal y como lo menciona Barragán-Sáenz *et al.* (2009) los moluscos son los principales hospederos intermediarios de tremátodos hecho que se observó en su estudio debido a que reportaron cuatro especies de moluscos (*Lymnaea stagnalis*, *Physella cubensis*, *Physa acuta* y *Stagnicola elodes*) presentes en las ciénegas de Lerma parasitadas

por 11 especies de tremátodos entre los que se incluyen *Notocotylus* sp., *Cotylurus cornutus*, *Echinoparyphium recurvatum*, *Echinostoma revolutum* entre otros. *C. cornutus* y *Notocotylus* sp. fueron encontradas en el mismo hospedero, pero es más prevalentes *C. cornutus*, lo cual, difiere de nuestro estudio puesto que *N. pacifera* fue el helminto que presentó mayores prevalencias tanto en los sitios como en las cinco temporadas analizadas, también se debe considerar que el grupo de los tremátodos fueron los más diversos puesto que está representado con siete especies, algunos autores sugieren que muchas comunidades de parásitos de aves los digéneos constituyen el grupo de helmintos más dominante (Nogueserola *et al.*, 2002; Navarro *et al.*, 2005; Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, 2008), aunque en este estudio se reportan con prevalencias bajas tal es el caso de *Amphimerus* sp., *Psilostomum* sp., *Cotylurus brevis* y *Cotylurus cornutus* ya que solo se presentaron en un solo hospedero y temporada. Es importante mencionar que tanto el acantocéfalo *Polymorphus trochus* y el cestodo *Diorchis americana* presentaron prevalencias considerables y fueron constantes durante el periodo de análisis, se ha reportado que estas dos especies utilizan al anfípodo *Hyaella azteca* como hospedero intermediario (Podesta y Holmes, 1970; Podesta y Holmes, 1970b), sin embargo dado que en la zona no se ha realizado estudios que monitoreen el estado de los hospederos intermediarios no se sabe que otros organismos estén infectados por los helmintos antes mencionados por lo que sería un buen tema de estudio para futuros trabajos ya que esto ayudara a corroborar y generar nueva información.

El inventario obtenido es aceptable ya que se registró una proporción de fauna del 85% considerando lo mencionado por Jiménez-Valverde y Hortal (2003) quienes consideran que un muestreo viable debe tener una proporción de fauna registrada mayor al 70%, sin embargo, las curvas de acumulación por temporada no todas tuvieron dicho porcentaje tal es el caso de las temporadas 2012-2013, 2013-2014 y 2014-2015 las cuales tuvieron pocos hospederos analizados, así como la Ciénega de Almoloya. Un hecho interesante que se observó en la ciénega de Atarasquillo es que se obtuvo una riqueza de 12 especies presentes en 8 hospederos comparada con la ciénega de Lerma que se analizaron 37 hospederos y solo se registran 8 especies, lo cual demuestra que tanto las características biológicas del

hospedador (microambiente) como el ambiente externo al hospedador (macroambiente del parásito) constituyen los factores principales que estructuran y causan cambios en las poblaciones y comunidades de parásitos (Inostroza *et al.* 1993, Zander *et al.* 1999, Sandland *et al.* 2001, Marcogliese 2002), considerando lo anterior la ciénaga de Atarasquillo durante la mayor parte de año tiene un nivel de inundación superior con respecto a las otras dos, aunado a que también presenta alta riqueza florística así como bajo nivel de eutrofización, y es la ciénaga más fragmentada (Zepeda-Gómez *et al.*, 2012) por lo cual genera que las poblaciones de aves que arriben a este sitio se encuentren mayormente aglomeradas lo que contribuye a infecciones y reinfecciones en los organismos que habitan dicho cuerpo de agua.

El grupo menos abundante en este estudio fueron los nemátodos, todos pertenecientes a la familia Capillariadea; se piensa que estos organismos tienen más dificultades para establecerse a lo largo del intestino dado que no cuentan con órganos de fijación a diferencia de los acantocéfalos, tremátodos y céstodos, por ello se encuentran envainados en la mucosa, sin embargo, el proceso de post-mortem en las aves es acelerado lo cual produce abundante mucosa (Quiroz-Romero, 2005; Martínez-Haro *et al.*, 2012; Bautista-Hernández *et al.*, 2015), este hecho redujo las probabilidades de encontrar una diversa gama de estos organismos dado que la extracción del intestino se realizó después de tres horas.

Respecto a los descriptores de la comunidad de helmintos mostraron valores similares, la riqueza presentada va de 6 a 8 especies por temporada con excepción de la temporada 2014-2015 quien presento solo 4 especies sin embargo fueron dominadas por una sola especie de helminto (*N. pacifera*), de igual manera la diversidad que presento cada temporada no mostro grandes cambios dado que la dominancia fue alta. Por otro lado, la similitud que presentaron las temporadas fue menor al 50% con excepción de las temporadas 2015-2016 y 2016- 2017 las cuales comparten un 75% de las especies, se piensa que se debe a que ambas fueron muestreadas en la misma ciénaga.

Jerarquizar la dominancia que tienen las especies dentro de una comunidad de helmintos es importante ya que esta determinada a partir de la relación entre las

densidades de los organismos y sus frecuencias de aparición, solo se registraron especies dominantes, raras y ocasionales, las especies comunes (especies poco abundantes y muy prevalentes) no fueron representadas en ninguna temporada, entre las especies que se encontraron como dominantes fueron *N. pacifera*, *P. trochus*, *D. americana*, *L. insigne*, *E. recurvatum* y las raras fueron especies que solo tuvieron apariciones esporádicas a lo largo de las 5 temporadas *C. anatis*, *C. cornutus*, *P. constrictum*, *H. megalops*, *Amphimerus* sp. y *C. brevis*; Kennedy y Hartvigsen (2000) mencionan que si las especies dominantes son iguales o mayores a las especies raras se puede considerar que las comunidades analizadas son más predecibles en cuanto a su composición de especies.

El patrón de variación temporal de las comunidades de parásitos puede ser mensual, estacional o interanual, dependiendo de los cambios de diversos factores y su efecto en los parásitos (Muñoz y Delorme. 2011; Herrmann y Sorensen 2009). La tendencia que se observó fue que *N. pacifera* fue la especie más prevalente tanto en temporadas como en sitios, pero se encuentra alternando con el céstodo *D. americana* o el acantocéfalo *P. trochus* es decir en cada temporada hay dos especies dominantes, algunos estudios determinaron que las comunidades de parásitos de organismos acuáticos varían poco (en composición y descriptores) entre años consecutivos (Díaz y George-Nascimento 2002, Cortés y Muñoz 2009). Esto se debe a que un ambiente tiende a variar natural y similarmente entre un año y otro, mientras que, entre varios años de diferencias, pueden ocurrir importantes cambios en el ecosistema, repercutiendo en los ciclos de vida, la infectividad o la sobrevivencia de los parásitos (Negovetich y Esch 2007, Cortés y Muñoz 2009, Herrmann y Sorensen 2009, Kim y Powell 2009).

Para realizar la parte estadística del trabajo se compararon las abundancias de todas las temporadas con un análisis estadístico no paramétrico Kruskal Wallis y las abundancias de dos temporadas (2015-2016 y 2016-2017) ya que son las únicas que alcanzaron una curva de acumulación idónea además fueron realizadas en la misma ciénaga, como se mencionó se utilizó estadística no paramétrica ya que los datos no provenían de una distribución normal se atribuye a la cualidad de agregación que tienen los parásitos, es decir, una gran cantidad de hospederos alberga un número pequeño de parásitos; mientras

que la mayor parte de los parásitos se concentran en pocos hospederos (Alexander *et al.*, 2000), por lo que la carga parasitaria se ajustan mejor al modelo de la distribución binomial negativa (Bautista-Hernández *et al.*, 2015). No hubo diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las pruebas antes mencionadas, sin embargo, las abundancias fluctuaron en diferentes cantidades siendo la temporada 2016-2017 la más abundante con 737 helmintos mientras 2015-2016 presento 123 gusanos se atribuye a la agregación que presentan dichos organismos ya que el número de hospederos analizados fue de 21, 16 respectivamente, algunos autores atribuyen a las condiciones ambientales que presenta el hábitat como es disponibilidad de hospederos intermediarios, susceptibilidad de las aves, cambios en la dieta (Bautista-Hernández *et al.*, 2015).

Por último, los parásitos son importantes en la dinámica poblacional y estructuración de las comunidades de sus hospederos, dado a su papel regulador, son muy útiles como bioindicadores del estatus trófico de los sistemas acuáticos, a partir del análisis de la biodiversidad local, la estructura de las comunidades y las etapas de desarrollo presentes (Esch y Fernández, 1993; Zárate-Ramírez, 2003; Vidal-Martínez *et al.*, 2010; Alemán *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

- ✓ Las poblaciones de *Fulica americana* que habitan en las Ciénegas de Lerma, se encuentran parasitadas por 14 especies de helmintos, entre las que se incluyen 7 tremátodos, 2 céstodos, 3 acantocéfalos y 2 nemátodos.
- ✓ El tremátodo *Notocotylus pacifera* fue recurrente en las cinco temporadas analizadas además fue la especie que presentó prevalente y abundancias altas.
- ✓ La Ciénega Atarasquillo fue la mejor representada con 12 especies de helmintos entre los que se incluyen 5 tremátodos, 2 céstodos, 3 acantocéfalos y un nemátodos.
- ✓ La temporada 2015-2016 y 2016-2017 comparten una similitud de especies del 75%.
- ✓ Con una riqueza de ocho especies la temporada 2016-2017 presenta una alta diversidad.
- ✓ El tremátodo *Notocotylus pacifera* fue la especie dominante en todas las temporadas, sin embargo, se encuentra alternando con el acantocéfalo *Polymorphus trochus* y el céstodo *Diorchis americana*.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Morales, A. 2010. Tesis Licenciatura. Determinación taxonómica de especies del género *Notocotylus* presentes en aves de la laguna de Chicnahuapan, Almoloya del Río, Estado de México. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. 55p.
- Alemán-Canales, E., S. Monks, and G. Pulido-Flores. 2014. Helmintos intestinales de algunas aves acuáticas en el estado de Hidalgo: estudio de caso, Lago de Tecocomulco. Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan 2: 512-516.
- Anderson, R., A. Chabaud y S. Willmott. 1986. Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates. Universidad de Oxford E.U.A. 480pp.
- Anderson, R.M. y D.M. Gordon. 1982. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. Parasitology 85(2): 373-98
- Apt, W. 2103. Parasitología humana. McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México. 185- 263pp.
- Arizmendi, M. C. y L. Márquez. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. Sección Mexicana del Congreso Internacional para la Preservación de las Aves y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México, D.F. 440 pp.
- Arriaga-Cabrera, L., V. Aguilar-Sierra y J. Alcocer-Durand. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 327p.
- Atkinson, C., R.J. Dusek, K.L. Woods, W.M. Iko. 2000. Pathogenicity Of Avian Malaria in Experimentally infected Hawaii Amakihi. Journal of Wildlife Diseases, 36(2): 197–204.

- Avery, R.A. 1969. The ecology of tapeworm parasites in wildfowl. *Wildfowl* 20(20): 59-68.
- Baker, J.R., R. Muller, D. Rollinson. 2004. *Advances in parasitology*. ELSEVIER ACADEMIC PRESS. Gran Bretaña. 222 p.
- Baldassarre, G.A. 1994. *Waterfowl Ecology and Management*. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Barragán-Sáenz, F.A., P. Sánchez-Nava, O. Hernández-Gallegos y G. Salgado-Maldonado. 2009. Larval stages of trematodes in gastropods from Lake Chicahuapan, State of Mexico, Mexico. *Parasitology Research* 105(4): 1163–1167.
- Barrera-Guzmán, A. y S. Guillén-Hernández. 2008. Helmintos intestinales en Aves Ciconiiformes de la ciénega de Chuburná, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79(2): 525-527.
- Bautista-Hernández, C.E., S. Monks, G. Pulido-Flores y A.E. Rodríguez-Ibarra. 2015. "Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso". *Estudios en Biodiversidad* 1: 11-19.
- Becerril, M.A. 2014. *Parasitología médica*. 4° edición. McGRAW-HILL Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México. 173p.
- Brisbin, Jr. I. L. and T. B. Mowbray. 2002. American Coot (*Fulica americana*). *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/697a>, accessed 24 october 2017
- Brooks, D. R. 2000. Parasites Systematics in the 21st Century: Opportunities and obstacles. *Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro* 95:99-107.
- Brooks, D. y E. Hoberg. 2000. Triage for the biosphere: the need and rationale for taxonomic inventories and phylogenetic studies of parasites. *Comparative Parasitology*, 67: 1-25.

- Bush, A. O., J. Fernández, G. Esch, y J. R. Seed. 2001. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 566 pp.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz y A.W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83: 575-583.
- Calnek, B.W. Enfermedades de las Aves. 1995. El Manual Moderno. México. 825-830p.
- Canaris, A. y M.E. Waldmann. 2017. Metazoan Parasites of the American Coot, *Fulica americana*, from the Rio Grande Valley in Colorado and Southwest, Texas, U.S.A., with a Checklist of Parasites for North America and West Indies. *Comparative Parasitology*, 84(2):102-110.
- Carballo, M.C. 2008. Tesis de Doctorado: Rol de los Pejerreyes *Odontesthes smitti* Y *O. nigricans* (Pisces: Atherinopsidae) como hospedadores de helmintos en los golfos Norpatagónicos, Chubut, Argentina. Facultad de ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata. 228pp.
- Cardells, J., J. Ortega, M.C. Martínez-Herrero, M.R. Martí-Scharfhausen, M.Villamayor, V. Dominguez, P. Pereira, P. Catalán-Gregori, R. Severino and M.Garijo. 2014. Influencia del estado parasitario de los tordos (*Turdus* spp.) sobre su condición corporal; 51 Congreso Científico de Avicultura. Asociación Española de Ciencia Avícola. Last accessed Dicember 20, 2017. http://www.wpsa-aeca.es/articulo.php?id_articulo=3724
- Casset, M.A., F.R. Momo and A. Giorgi, 2001. Dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján (Argentina). *Ecología Austral* 11:79-85.
- Cheng, C.T. 1978. *Parasitología General*. 2° Ed. Editorial A,C. España.

- Colbo, M.H. 1965. Taxonomy and ecology of the helminths of the American coot in Alberta. Unpubl.M.S. Thesis, Univ. Alberta, 155pp.
- Cole, R.A. y M. Friend. 1999. Miscellaneous parasitic diseases. In Field Manual of Wildlife Diseases. United States Geological Survey, Information and Technology Report 1999-2001, Washington DC. 424p.
- Cole, R.A. y J.C.Franson.2006. Recurring waterbird mortalities of unusual etiologies. In Waterbirds Around the World, G.C. Boere.C.A. The Stationery Office, Edinburgh. UK. 960pp.
- CONABIO (Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad). 2015. Red de conocimiento sobre las aves de Mexico. Version 11.0. Consultado Mayo 2016. Ver en línea: <http://www.avesmx.conabio.gob.mx>
- CONANP (Comision nacional de areas naturales protegidas). 2013. Humedales de Mexico de importancia internacional (Sitios RAMSAR). Revisión en linea el 23 de noviembre de 2017 en <http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php>
- Connell, R., and A. H. Corner. 1957. *Polymorphus paradoxus* sp. nov. (Acanthocephala) parasitizing beavers and muskrats in Alberta. Canadian Journal of Zoology 35:525–533.
- Cortés, y G. Muñoz. 2009. Metazoan parasites infracommunities of the toadfish *Aphos porosus* (Pices: Batrachoidiformes) in central Chile: how variable are they over time? The Journal of Parasitology 95(3): 753-756.
- Cruz-Reyes, A. y B. Camargo-Camargo. 2001. Glosario de términos en parasitología y ciencias afines. Instituto de biología UNAM. México. 347pp.
- Denny, M. 1969. Life-cycles of helminth parasites using *Gammarus lacustris* as an intermediate host in Canadian Lake. Parasitology 59:795–827.

- Desrochers, B.A. y C. D. Ankney. 1986. Effect of brood size and age on the feeding behavior of adult and juvenile American Coots (*Fulica americana*). Canadian Journal of Zoology. 64 (7): 1400-1406.
- Díaz, F y M George-Nascimento. 2002. Estabilidad temporal de las infracomunidades de parásitos en la borrhilla *Scartichthys viridis* (Valenciennes. 1836) (Pisces: Blenniidae) en la costa central de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 75(4): 641-649.
- Driver, E.A. 1988. Diet and behaviour of young American Coots. Wildfowl 39:34–42.
- Dobson, A. P. y P. J. Hudson. 1988. Parasites, disease and the structure of ecological communities. Trends in Ecology and Evolution, 1:11-15.
- Dunn, E. H., A. D. Brewer, A. W. Diamond, E. J. Woodsworth, y B. T. Collins. 2009. Canadian Atlas of Bird Banding, Volume 3: Raptors and Waterbirds, 1921–1995. American coot (*Fulica americana*) 221.0:1–12. Canadian Wildlife Special Publication. Available from Environment Canada. <https://birdsna.org/Species-Account/bna/species/rosgoo>. Last accessed 2017 october 12
- Eichhorst B.A. 1989. Food Habits of juvenile American Coots on rush lake, winnebago county, Wisconsin. The Passenger Pigeon 51 (2): 163-170.
- Eley, T. J. 1976. Helminths in American coots from the lower Colorado River. California Fish and Game 62:136–137.
- Esch , G. W., J. W. Gibbons y J. E. Bourque. 1975. An analysis of the relationship between stress and parasitism. American Midland Naturalist 93: 339-353.
- Esch, G. W., A. O. Bush y J. M. Aho. 1990. Parasite communities: patterns and processes. Chapman y Hall. London-New York, 335 pp.
- Esch, G.W., y J.C. Fernández. 1993. A Functional Biology of Parasitism. Ecology and evolutionary implications, Chapman y Hall 337p.

- Farias, J.D., y A.G. Canaris. 1986. Gastrointestinal helminths of the mexican duck, *Anas platyrhynchos diazi* ridgway, from north central mexicoand southwestern united states. *Journal of wildlife diseases* 22(1): 51-54.
- Fernández, M.A. y G. Rivas. 2007. Niveles de Organización en Animales. Facultad de Ciencias UNAM. México. 132-145p.
- Fernandez-Osorio, R.A., R.I. Corrada-Wong y M. Armenteros. 2015. Variaciones de la infracomunidad parasita durante la ontogenia de *Chromis cyanea* (Perciformes: Pomacentridae) en la costa norte de La Habana, Cuba. *Revista de Biología Tropical* 63(3): 717-726.
- Flores-Nava, B. 2008. Descripción morfológica de fases de ciclo de vida de trematodos Digéneos (Echinostomatidae y Notocotylidae) obtenidas natural y experimentalmente. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. 72 pp.
- Flowers, J. R., M. F. Poore, J. E. Mullen, and M. G. Levy. 2004. Digeneans collected from piscivorous fish in North Carolina, U.S.A. *Comparative Parasitology* 71:243–244.
- González-Acosta, A. F. 1998. Ecología de la comunidad de peces asociada al manglar del Estero El Conchalito, Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Manejo de Recursos Marinos, CICIMAR-IPN. 126 pp.
- García-Prieto, L., B. Mendoza Garfias y G. Pérez-Ponce de León. 2014. Biodiversidad de platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 164-170.
- Garvon, J.M., A. Fedynich, M. Peterson y D. B. Pence. 2011. Helminth Community Dynamics in Populations of Blue-Winged Teal (*Anas discors*) Using Two Distinct Migratory Corridors. *Journal of Parasitology Research*. Volumen 2011; 1-9.

- Gibson, I.D., A. Jones y R.A. Bray. 2002. Keys to the Trematoda Vol. I. Publisehing The Natural History Museum, London UK. 47-51 pp.
- Gibson, I.D., A. Jones y R.A. Bray. 2005. Keys to the Trematoda Vol II. Publisehing The Natural History Museum, London UK. 776 p.
- Haig, S.M, D.W. Mehlman y I.W. Oring. 1998. Avian movements and wetland connectivity in landscape conservation. *Conservation Biology* 12: 749–758.
- Hannon, E. R., J. M. Kinsella, D. M. Calhoun, M. B. Joseph, and P. J. T. Johnson. 2016. Endohelminths in bird hosts from Northern California and an analysis of the role of life history traits on parasite richness. *Journal of Parasitology* 102:199-207.
- Herber, E. C. 1961. Some parasites from El Salvador. *Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science* 35:32–44.
- Herrmann, K. K., and R. E. Sorensen. 2011. Differences in natural infections of two mortality- related trematodes in the lesser scaup and American coot. *Journal of Parasitology* 97:555–558.
- Hickman, C.P., Roberts L.S., Keen S.L., Larson A. y D. Eisenhour. 2009. *Principios Integrales de Zoología*. 14° Ed. Mc. Graw-Hill. China. 936pp.
- Hinojosa-Sáez, A., D. González-Acuña y M. George-Nascimento. 2009. Parásitos metazoos de *Anas georgica* Gmelin, 1789 (Aves: Anseriformes) en Chile central: especificidad, prevalencia y variaciones entre localidades. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 337-345.
- Holmes, J. C. 1990. Helminth communities in marine fishes. En: *Parasite communities: Patterns and process*, G. Esch, A. Bush y J. Aho (Eds.) Chapman y Hall, London, U.K., 100-130.
- Holmes, J. C. 1996. Parasites as threats to biodiversity in shrinking ecosystems. *Biodiv. Conserv.* 5: 975-983.

- Holmes, J.C., y R.D. Price. 1986. Communities of Parasites. En: Community Ecology: Patterns and Processes, Andersen y Kikkawa (Eds), Blackwell Scientific Publications, Oxford. 187-213pp.
- Huang, W., L. Zhou y N. Zhao. 2014. Temporal-spatial patterns of intestinal parasites of the Hooded Crane (*Grus monacha*) wintering in lakes of the middle and lower Yangtze River floodplain. *Avian Research* 5:1-6.
- Inostroza R, G Sievers, J Roa & R Aguirrebeña. 1993. Prevalencia e intensidad de infección estacional por *Ceratomyxa gaudichaudii* en salmones (*Salmo salar*) cultivados en agua de mar en el sur de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria* 25(2): 173-179.
- Jiménez-Valverde A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151–161.
- Jones, A., R. A. Bray y D.I. Gibson. 2005. Keys to the Trematoda, Vol 745. CABI Publishing, The Natural History Museum, London, UK. 521 p.
- Jones, J. 1940. Food habits of the American Coot, with notes on distribution. U.S. Department of Interior: Wildlife Resources Bulletin 2, Washington, D.C.
- Karvonen, A. and T. Valtonen. 2004. Helminth assemblages of whitefish (*Coregonus lavaretus*) in interconnected lakes: similarity as a function of species specific parasites and geographical separation. *Journal of Parasitology*. 90:471-476.
- Kennedy, C. R., J. Bush y M. Aho. 1986. Patterns in helminth communities: Why are bird and fishes different?. *Parasitology* 93:205-215.
- Kennedy, C. R., y R. A. Hartvigsen. 2000. Richness and diversity of intestinal metazoan communities in Brown trout *Salmo trutta* compared to those of eels *Anguilla anguilla* in their European heartlands. *Parasitology* 121:55-64.

- Kinsella, J. M. 1973. Helminth parasites of the American coot, *Fulica americana*, on its winter range. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 40:240–243.
- Kim Y. y E. N. Powell. 2009. Effects of climate variability on interannual variation in parasites, pathologies, and physiological attributes of bivalves from the U.S. East, Gulf, and West coasts. Environmental Bioindicator 4: 67-96.
- Lafferty, K.D. 1997. Environmental parasitology; what can parasites tell us about human impacts on the environment?. Parasitology Today 13: 251-255.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT Editor, México D. F. 43 pp.
- Larios, L. 1944a. Descripción de un género *Hymenolepis* encontrada en los patos silvestres del Lago de Texcoco, México Anales del Instituto de Biología 15:73–78.
- Larios, L. 1944b. Una especie del género *Cyclocoelum* encontrada en *Fulica americana* del Lago de Texcoco, México Anales del Instituto de Biología 15: 375–378.
- Larios-Rodríguez, I. (1943) Dos especies de tremátodos encontrados en el aparato digestivo de aves acuáticas migratorias. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 14, 499–506.
- Larios-Rodríguez, I. (1944) Una especie del género *Cyclocoelum* encontrada en *Fulica americana* del Lago de Texcoco, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 15, 375–378.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Marcogliese, D. J. y J. Price. 1997. The paradox of parasites. Global Biodiversity 7: 7-5.

- Marcogliese D. 2002. Food webs and the transmission of parasites to marine fish. *Parasitology* 124: 83-99.
- Margolis, L., G. W. Esch, J. C. Holmes, A. M. Kuris y G. A. Shad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68: 131–133.
- Martínez–Haro, M., P. Sánchez–Nava, G. Salgado–Maldonado y Rodríguez–Romero F.J. 2012. Helmintos gastrointestinales en aves acuáticas de la subcuenca alta del río Lerma, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 36-41.
- Matthias, D. V. 1963. Helminths of some waterfowl from western Nevada and northeastern California. *Journal of Parasitology* 49:155.
- McDonald, M. E. 1988. Key to Acanthocephala Reported in Waterfowl. United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service. Washington, E. U. 23 p.
- McLaughlin, J. D. 1986. The biology of *Cyclocoelum mutabile* (Trematoda) infections in American coots. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 53:177–181.
- McLaughlin, J.D. 1977. The migratory route of *Cyclocoelum mutabile* (Zeder)(Trematoda: Cyclocoelidae). *Canadian journal of zoology* 54:48-54.
- McLaughlin, J.D., and M. D. B. Burt. 1975. A contribution to the systematics of three cestode species of the genus *Diorchis* Clerc, 1903 reported from birds of the genus *Fulica* L. *Acta Parasitologica Polonica* 23:213–221.
- Mercado-Reyes, M., S. Angulo-Castillo, F. Clemente-Sánchez, A. Hernández-Llamas, J.I. González-Rojas, E. López-Torres y P. Tavizón-García. 2010. Presencia de helmintos en el pato triguero (*Anas platyrhynchos diazi*) del altiplano Zacatecano, México. *Agrociencia* 44: 931-939.

- Molina, M. 2013. El significado de los intervalos de confianza. *Pediatría Atención Primaria* 15 (57): 91-4.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Muñoz, G. y N. Delorme. 2011. Variaciones temporales de las comunidades de parásitos en peces intermareales de Chile central: hospedadores residentes vs temporales. *Revista de biología marina y oceanografía* 46 (3): 313-327.
- Navarro, A.G., y A.T. Peterson.2007. *Fulica americana* (gallareta americana) residencia permanente. Distribución potencial. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/fuli_amergw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no, visita el 25 de octubre 2017.
- Navarro, P., J. Lluch, y E. Font. 2005. The component helminth community in six sympatric species of Ardeidae. *Journal of Parasitology* 91:775-779.
- Navarro-Sigüenza, A., F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend, H. Berlanga-García y L. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 476-495
- Negovetich, N. y G. Esch. 2007. Long-term analysis of Charlie's pond: fecundity and trematode communities of *Helisoma anceps*. *The Journal of Parasitology* 93(6): 1311-1318.
- Noble, A. E. 1933. Two new trematodes from the American coot. *Transaction of the American Microscopical Society* 52:353–359
- Nogueserola, M. L., P. Navarro, y J. Lluch. 2002. Helmintos parásitos de Ardeidae en Valencia (España). *Anales de Biología* 24:139-144.

- Orozco-Flores, A. 2000. Algunos tremátodos y céstodos de tres especies de cercetas en dos localidades del Estado de México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, Mexico, 90 pp.
- Pérez-Arteaga, A. y K. Gaston. 2004. Status of american coot *Fulica americana* (Gruiformes: Rallidea) wintering in México. *Acta Zoológica Mexicana* 20 (1): 253-263.
- Pérez-Ortiz, G. y M. Valdez. 2006. El uso de la biodiversidad en las ciénegas del Lerma. Atlas de la Cuenca Lerma Chapala. Instituto Nacional de Ecología y Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 78pp.
- Pérez-Ponce de León, G. 1995. Host-Induced Morphological Variability in Adult *Posthodiplostomum minimum* (Digenea: Neodiplostomidae) *Journal of Parasitology*. 81(5):818-820.
- Pérez-Ponce de León, G. y L. García-Prieto. 2001a. Diversidad de Helmintos Parásitos de Vertebrados Silvestres de México. *Biodiversitas* 37:7-11.
- Pérez-Ponce de León, G. y L. García-Prieto. 2001b. Los Parásitos en el Contexto de la Biodiversidad y la conservación. *Biodiversitas* 34:11-15.
- Perez-Ponce de León, G., L. Garcia-Prieto y B. Mendoza-Garfias. 2007. Trematode parasites (Platyhelminthes) of wildlife vertebrates in Mexico. *Zootaxa* 1534: 247 pp.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia, y V. León-Régagnon. 1996. Listados faunísticos de México VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México, Distrito Federal, México. 100pp.
- Pérez-Vigueras, I. 1944. Trematodes de la superfamilia Echinostomatidae, con descripción de siete especies nuevas de Cuba. *Revista de la Universidad Habana* 57:221-234.

- Poulin, R. 1998. Evolutionary ecology of parasites. From individual to communities. Chapman y Hall. 212 pp.
- Podesta, R.B. and J.C. Holmes. 1970a. The life cycles of three Polymorphids (Acantocephala) occurring as juveniles in *Hyalella azteca* (Amphipoda) at Cooking Lake, Alberta. Journal of Parasitology 56: 1118-23.
- Podesta, R.B. and J.C. Holmes. 1970b. Hymenolepidid cysticercoids in *Hyalella azteca* of Cooking Lake, Alberta : life cycles and descriptions of four new species. Journal of parasitology 56: 1124-34.
- Poulin, R. 2006. Variation in infection parameters among populations within parasite species: Intrinsic properties versus local factors, International Journal for Parasitology 36: 877–885.
- Pulido-Flores, G., C.E. Bautista-Hernández, S. Monks, A.E. Rodríguez-Ibarra. 2015. Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso. Estudios en Biodiversidad, Volumen I 11-19 pp.
- Quiroz-Romero, H. 2005. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Editorial LIMUSA. México. 15-43pp.
- Raveling, D.G. y M.E. Heitmeyer. 1989. Relationships of population size and recruitment of pintails to habitat conditions and harvest. J. Wildl. Mgmt. 53:328-336.
- Roberts, L. y J. Janovy. 2005. Foundations of Parasitology (7th edition). McGraw-Hill, New York. 702 p.
- Roudabush, R. L. 1942. Parasites of the American coot (*Fulica americana*) in Central Iowa. Iowa State College Journal of Science 16:437–441.

- Roy, C. L., V. St-Louis y J. House. 2016. Seasonal distribution of the invasive snail, *Bithynia tentaculata*, within infested waterbodies in Minnesota, USA, including waterfowl migration. *Biological Invasions* 18:2923–2941.
- Rozsa, L., J. Reiczigel y G. Majoros. 2000. Quantifying Parasites in Samples of Hosts. *Journal Parasitology* 86(2): 228-232.
- Salgado-Maldonado, G. 1979. Procedimientos y Técnicas Generales Empleados en los Estudios Helmintológicos. Laboratorio de helmintología oficina de sanidad, nutrición y genética. México. D. F. 55 pp.
- Salgado-Maldonado, G. 2009. Manual de prácticas de Parasitología con énfasis en helmintos parásitos de peces de agua dulce y otros animales silvestres de México. Instituto de Biología, Universidad Autónoma Nacional de México. 56 p.
- Sandland G, C Goater & A Danylchuk. 2001. Population dynamics of *Ornithodiplostomum ptychocheilusmetacercariae* in fathead minnows (*Pimephales promelas*) from four northern Alberta lakes. *The Journal of Parasitology* 87: 744-748.
- Santoro, M., S. Mattiucci, G. Nascetti, J.M. Kinsella, F.D. Prisco, S. Troisi, N. D’Alessio, V. Veneziano y F.J. Aznar. 2012. Helminth Communities of Owls (Strigiformes) Indicate Strong Biological and Ecological Differences from Birds of Prey (Accipitriformes and Falconiformes) in Southern Italy. *Plos One* 7(12): 53375.
- Schell, S.C. 1985. Hand book of Trematodes of North America North of México. University Press of Idaho. 50 pp.
- Schmidt, G. D., and K. A. Neiland. 1966. New host and distribution records of Acanthocephala from North American birds. *Bulletin of the Wildlife Disease Association* 2:78.
- Smyth J.D. 1994. Introduction to Animal Parasitology. Cambridge University Press, Reino Unido. 480pp.

- Svensson, L.E. 1996. Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets. *European Economic Review*. 38pp.
- Ternengo, S., C. Levron, D. Mouillot y B. Marchand. 2009. Site influence in parasite distribution from fishes of the Bonifacio Strait Marine Reserve (Corsica Island, Mediterranean Sea). *Parasitology Res* 104:1279-1287.
- Trainer D.O. y G.W. Fisher. 1963. Fatal trematosis of coots. *Journal of Wildlife Management*. 27:483-486.
- Vidal-Martínez, V.M. Pech, D. Sures, B. Purucker S.T. y R. Poulin. 2010. Can parasites really reveal environmental impact?. *Trends in Parasitology* 26:44-51
- Vidal-Martínez, V. M., L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís, y E. F. Mendoza-Franco. 2001. Atlas of helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Academia, Prague. 165 p.
- Villamagna, A. and B. Murphy. 2010. Ecological and socio-economic impacts of invasive Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review. *Freshwater Biology* 55:282-298.
- Violante-González, J., Pulido-Flores G., Monks S., Rojas-Herrera A., Melo-García M., García-Ibáñez S., Esparza-Ibarra E., Larumbe-Morán E. y J. Carbajal-Violante. 2015. Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. *Estudios en Biodiversidad, Volumen I* 104-119 pp.
- Wilson, M.H. y D.G. Ryan. 1997. Conservation of Mexican wetlands: role of the North American Wetlands Conservation Act. *Wildl. Soc. Bull.* 25:57-64.
- Windsor D. A. 1998. Controversies in parasitology. Most of the species on Earth are parasites. *International Journal for Parasitology* 28: 1939-1941.

- Wisniewski, W. 1958 Characterization of the parasitofauna of an eutrophic lake (parasitofauna of the Druzno lake. Part I). *Acta Parasit. Pol.*, 6: 1 - 64.
- Yamaguti, S. 1959. *Systema helminthum*. Vol. II. The cestodes of vertebrates. Interscience Publishers Inc., New York. 860 pp.
- Zander C, L Reimer & K Barz. 1999. Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg. Baltic Sea). I. Structure and dynamics of communities of littoral fish, especially small-sized fish. *Parasitology Research* 85: 356-372.
- Zárate-Ramírez, V. R. 2003. Evaluación de la biodiversidad de helmintos en los peces de la reserva de la Biosfera Barranca de Meztitlán, Hidalgo, México. Tesis de Maestría en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chetumal, Quintana Roo, México. 75 p.
- Zepeda-Gómez, C., A. Lot-Helgueras, X. N. Antonio and D. Madrigal-Uribe. 2012. Florística y diversidad de las ciénegas del río Lerma, Estado de México, México. *Acta Bot. Mex.* 98: 23-49.

ANEXO I

Comparación de los ejemplares identificados dentro de la especie *Cotylurus brevis* con descripciones anteriores.

CARACTERES	C. brevis Dubois y Rausch, 1950	C. brevis Soto-Mendez, 2006	C. brevis Martínez-Haro et al., 2012	Presente estudio
Largo total	1500-2100	865-1177	1064-1527	873-1585
Segmento anterior	420-720	300-500/350-570	292-608/170-601	365-410
Segmento post.		190-740/190-552	489-1021/166-553	502-235
Ventosa oral	81-120/72-109	63-175/46-93	41-116/39-114	72-58
Faringe	50-58/36-45	29-63/34-45	25-71/17-53	17-28
Acetábulo	110-170/100-140	73-117/76-117	77-140/54-151	75-90
Ovario	91-96/70-74	44-85/41-83	55-132/37-104	45-54
Testículo anterior	190-200	53-191/68-147	113-238/93-191	163-94
Testículo posterior	180-215	68-186/58-127	100-141/77-158	167-91
Huevos	92-103/63-70	39-107/34-54	86-112/43-61	65-108
Glándulas proteolíticas		si	si	

Comparación de los ejemplares identificados dentro de la especie *Echinoparyphium recurvatum* con descripciones anteriores

CARACTERES	<i>E. recurvatum</i> Lee et al., 1990	<i>E. recurvatum</i> Shon, 1998	<i>E. recurvatum</i> Martínez-Haro et al., 2012	Presente estudio
Largo total	3500-4700	2010-3090/460-610	930-2464	1660-2829/1500-2554
Cabeza de collar de espinas	290-340	173-214/260-316		293-338/255-348
Número de espinas	45	45	45	45
Ventosa oral	120-150	92-122/92-112	20-70/20-90	94-144/135-150
Faringe	110-130/90-110	61-87/36-71	20-60/20-40	126-150/107-145
Acetábulo	320-400/320-390	296-367/306-383	80-260/70-240	294-335/298-372
Ovario	130-220/130-200	82-133/92-153	20-124/30-98	150-280/241-276
Testículo ant	280-420/210-280	235-377/153-214	40-220/40-168	195-553/281-724
Testículo post	390-480/180-290	265-408/163-204	50-280/40-170	210-649/217-624
Huevos	82-97/54-59	96-105/64-71	90-110/50-70	52-76/53-85

Comparación de los ejemplares identificados dentro de la especie *Notocotylus pacifera* con descripciones anteriores

Caracteres	<i>N. pacifera</i> Dubois, 1951	<i>N. pacifera</i> Guillem y Morales, 2003	<i>N. pacifera</i> Martínez-Haro et al., 2012	Presente estudio
largo total	1000-3200	620-2100	1020-2660	620-2100
Ancho total	500-1400	380-1425	440-1120	587-1425

Número de papilas laterales	10-11	9-11	11	10-11
Número de papilas medias	4-5	4	5	4
ventosa oral	60-210	77-102/75-125	110/440/150-448	74-100
testículo izquierdo	110-460	153/95	255-940/150-540	200-340/353-205
testículo derecho	110-460	153/95	248-830/144-530	354-187/181-142
Ovario		100/82	190-540/150-540	208-278/138-146
Asas uterinas	3-4 ó 9-12		14	12
Huevos	18-23/9-11	20/1	17-20/11	15-22

Comparación de los ejemplares identificados dentro del género *Psilostomun* sp. con redescrpciones anteriores

CARACTERES	<i>Psilostomun</i> sp. Guillén y Morales, 2003	<i>Ribeiroia ondatrae</i> , Barroso et al., 2009	Presente estudio
Largo total		450/1720	845/1260
Parte anterior del cuerpo	1350-2330	-	241-360/253-370
Parte posterior del cuerpo	390-650	-	257-440/270-504
Ventosa oral	245-397	170/140	60-65/63-70
Saco del cirro	187	180/110	155/174
Faringe	-	90/60	51-54/47-55
Acetábulo	452-397	220	108-112/120-148
Ovario	900-120/152-120	109/72	74-77/72-85
Testículo anterior	198-166	200/160	97-76/83-110
Testículo posterior	198-166	200/160	98-78/74-109
Huevos	144-88	910/450	NO

Comparación de los ejemplares identificados dentro de la especie *Leucochloridium insigne* con redescrpciones anteriores

Caracteres	L. varie McIntosh, 1932	L. <i>insigne</i> Larios, 1943	Presente estudio
Largo total	1680	3839-3872	2883-3382
Ancho total	880	1611-1691	1265-1496
Ventosa oral	430-520	821-945/900-927	747-835
Faringe	140-190	316-418/164-316	834-983/266-318
Acetábulo	430-450	927-1027/1106	788-822/784-865
Ovario	100-120	126-160/221-224	129-154/128-173
Testículo anterior	100-135	173-364/348-632	201-251/239-273
Testículo posterior	100-115	253-400/363-527	200-293/206-278
Fecundarium	95-100	-	89

ANEXO II



Figura 28. Adulto *Notocotylus pacifera* (10x)

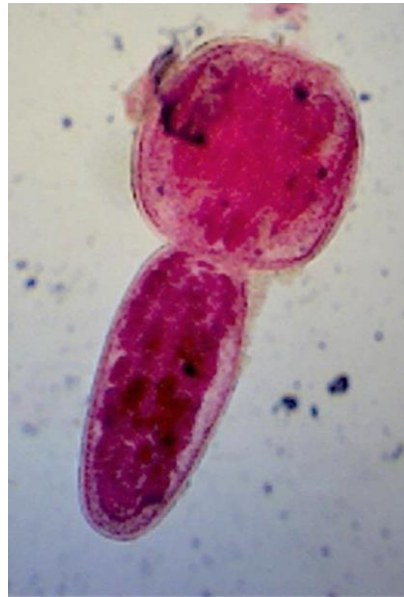


Figura 29. Adulto *Cotylurus brevis* (10x)



Figura 30. Adulto *Amphimerus* sp. (10x)

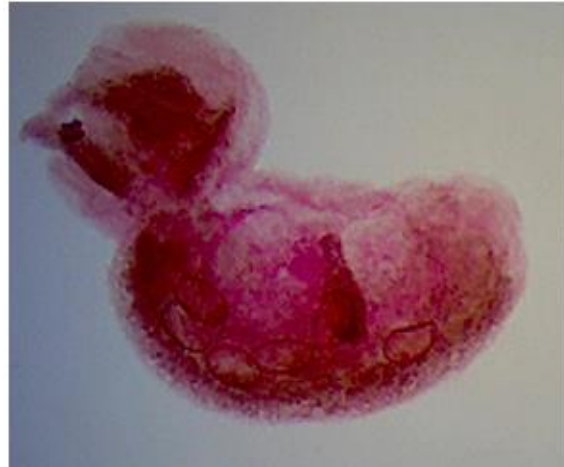


Figura 31. Adulto *Cotylurus cornutus* (10x)



Figura 32. Adulto *Psilostomun* sp. (10x)



Figura 33. Adulto *Leucochloridium insigne* (4x)



Figura 34. Adulto *Echinoparyphium recurvatum* (4x)

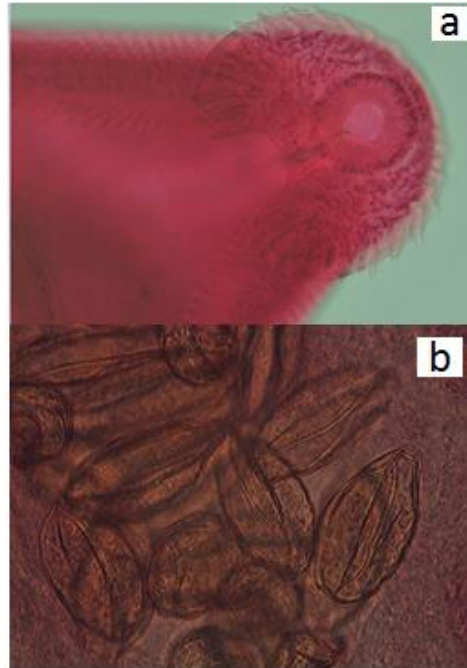


Figura 35. a) Collar de espinas y b) huevos de *Echinoparyphium recurvatum* (40x)



Figura 36. Adulto *Diorchis americana* (10x)

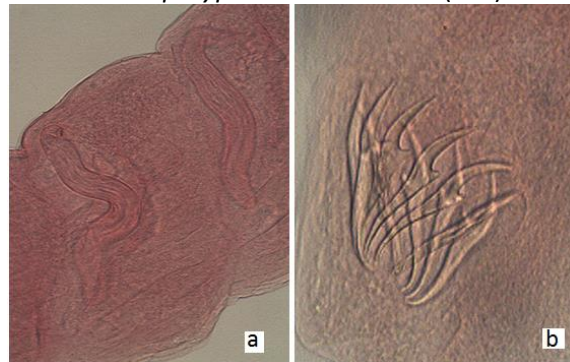


Figura 37. a) uniporo y b) ganchos de *Diorchis americana* (40x)



Figura 38. Adulto *Hymenolepis megalops* (4x)

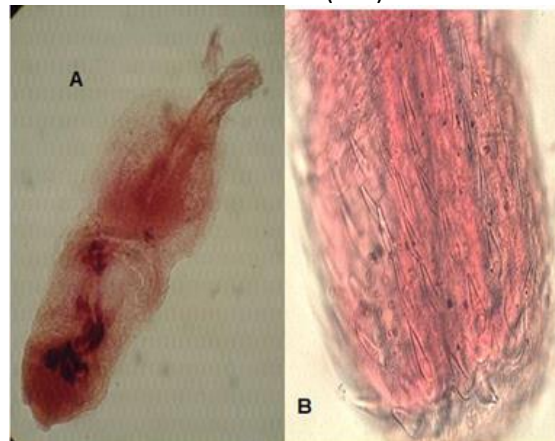


Figura 39. A) Pre-adulto *Polymorphus* sp. B) Probóscide (10x)



Figura 40. Adulto *Pseudocorynosoma constrictum* (4x)



Figura 41. Adulto *Polymorphus trochus* (4x)



Figura 42. Macho *Capillaria anatis* (10x)



Figura 43. Hembra *Capillaria anatis* (10x)



Figura 44. Macho *Capillaria* sp. (4x)



Figura 45. Huevos *Capillaria* sp. (40x)