

University of Nebraska - Lincoln

DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

Estudios en Biodiversidad

Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of

2015

Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México

Juan Violante-González
Universidad Autónoma de Guerrero

Griselda Pulido-Flores
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, g.pulido.flores@gmail.com

Scott Monks
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, monks.scott@gmail.com

Agustín A. Rojas-Herrera
Universidad Autónoma de Guerrero

Miguel A. Melo-García
Universidad Autónoma de Guerrero

See next page for additional authors.
Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad>



Part of the [Biodiversity Commons](#), [Botany Commons](#), and the [Terrestrial and Aquatic Ecology Commons](#)

Violante-González, Juan; Pulido-Flores, Griselda; Monks, Scott; Rojas-Herrera, Agustín A.; Melo-García, Miguel A.; García-Ibáñez, Sergio; Esparza-Ibarra, Edgar León; Larumbe-Morán, Edvino; and Carbajal-Violante, Jonatan, "Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México" (2015). *Estudios en Biodiversidad*. 9.
<https://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad/9>

This Book Chapter is brought to you for free and open access by the Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Estudios en Biodiversidad by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

Authors

Juan Violante-González, Griselda Pulido-Flores, Scott Monks, Agustín A. Rojas-Herrera, Miguel A. Melo-García, Sergio García-Ibáñez, Edgar León Esparza-Ibarra, Edvino Larumbe-Morán, and Jonatan Carbajal-Violante

Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México

Juan Violante-González, Griselda Pulido-Flores, Scott Monks,
Agustín A. Rojas-Herrera, Miguel A. Melo-García, Sergio García-Ibáñez,
Edgar León Esparza-Ibarra, Edvino Larumbe-Morán, y Jonatan Carbajal-Violante

Resumen

Se examinó la composición y riqueza de comunidades de helmintos en tres especies de aves ictiófagas: *Ardea alba*, *Nyctanassa violacea* y *Phalacrocorax brasilianus* en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. La helmintofauna estuvo constituida por 23 especies: 17 digéneos, un acantocéfalo, dos céstodos y tres nemátodos. Cinco especies (*Ascocotyle longa*, *Mehrastomum minutum*, *Riberoia ondatrae*, *Southwellina hispida* y *Contracaecum multipapillatum*) co-ocurrieron en las tres especies de aves de ambas lagunas. Los niveles de infección de un 50% de las especies identificadas, variaron significativamente entre las especies de aves y lagunas. A nivel componente, la riqueza de especies varió significativamente de 10 (*A. alba* de Coyuca) a 16 especies (*N. violacea* de Tres Palos). Diferentes especies de helmintos dominaron las comunidades de cada especie de hospedero. La similitud de las comunidades de helmintos fue más alta entre poblaciones de la misma especie de ave. Diferencias en el comportamiento alimenticio de las aves (hábitos diurnos/nocturnos), así como en las abundancias de las especies de peces y los niveles de infección de helmintos en cada laguna, fueron consideradas como posibles responsables de las variaciones registradas en la estructura de las comunidades.

Palabras clave: Aves ictiófagas, helmintos, Coyuca, Tres Palos, Guerrero, México

Introducción

El estudio de la fauna helmintológica de las aves acuáticas es considerado de gran importancia, por la función de la dispersión de una gran variedad de especies de helmintos que desempeñan dentro del ecosistema, contribuyendo a que éstos conquisten nuevos hábitats debido a que actúan como hospederos definitivos de muchas especies (Kennedy *et al.*, 1986), además de que tienen un gran impacto sobre la producción pesquera.

Las aves son consideradas también como hospederos que poseen comunidades de parásitos de una gran diversidad y riqueza, debido a una serie de factores

como: 1) estar estrechamente relacionados con cuerpos de agua en donde se alimentan principalmente de peces, los cuales funcionan como hospederos intermedios de un gran número de helmintos, 2) son organismos homeotermos que requieren de gran cantidad de alimento para poder realizar sus funciones, lo que favorece una dieta variada y la posibilidad de adquirir nuevas especies de helmintos (Kennedy *et al.*, 1986), 3) la complejidad y especialización de su aparato digestivo, les brinda a los parásitos la posibilidad de establecerse en diferentes hábitats en donde pueden desarrollarse (Kennedy *et al.*, 1986; Poulin, 1999), y 4) la capacidad de desplazamiento de las aves, les

permite alimentarse de diferentes presas durante sus rutas de migración, lo que potencia la obtención de diversas especies de helmintos (Kennedy *et al.*, 1986; Ortega-Olivares, 2007). Esch y Fernández (1993) señalaron también que en el caso de las aves migratorias, los factores que juegan el papel más importante en la diversidad de especies de parásitos que presentan, son el cambio en la exposición a potenciales hospederos intermediarios, y los grandes cambios en la dieta que ocurren durante las migraciones, los cuales originan cambios significativos en la fisiología intestinal, lo cual a su vez, tiene un significativo impacto sobre la diversidad de parásitos.

Por otra parte, algunos estudios sobre comunidades de helmintos intestinales indican que éstos pueden ser 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; Monks *et al.*, 2005). Uno de los estudios más completos efectuados sobre comunidades de parásitos a nivel ecosistema indicó, que la caracterización de un cuerpo de agua puede ser establecida por los ciclos de vida de su fauna parasitaria; de modo que si la mayor cantidad de especies parásitas terminan su ciclo de vida en peces, es probable que se trate de un sistema oligotrófico, o bien eutrófico si la mayoría de las especies parásitas terminan su ciclo de vida en aves y mamíferos, empleando a los peces únicamente como hospederos intermediarios (Wisniewski, 1958). En este sentido, los conceptos de especies alogénicas y autogénicas han sido introducidos en los estudios de ecología de parásitos, como un esfuerzo para definir la dinámica de transmisión de las distintas especies de parásitos. Estos conceptos son utilizados actualmente para interpretar los patrones de colonización de especies de helmintos en sus hospederos. De acuerdo con Esch *et al.* (1988) una especie autogénica es definida como una especie cuyo ciclo de vida es completado en los confines de un ecosistema acuático; en tanto que una alogénica es aquella que emplea peces u otros vertebrados acuáticos como hospederos intermediarios y madura en aves o mamíferos.

El estudio de la helmintofauna de aves ictiófagas en México ha despertado un gran interés en los últimos años, debido a que muchos de sus parásitos utilizan como segundos hospederos intermediarios a diferentes especies de peces cultivados y silvestres, llegando

a causar en éstos grandes epizootias (Chappell *et al.*, 1994; Violante-González *et al.*, 2009). Por ejemplo, muchas especies de digéneos terminan su ciclo de vida en las aves, utilizando como segundos hospederos intermediarios, a diferentes especies de peces. Entre las especies de digéneos que parasitan a los peces en forma larvaria (metacercarias) se encuentran las de los géneros: *Clinostomum*, *Diplostomum* y *Posthodiplostomum* las cuales son consideradas como especies cosmopolitas; así como también algunos miembros de las familia Heterophyidae, Echinostomatidae, Strigeidae y Cataemasidae (Valencia, 1990).

No obstante el reciente interés por el estudio de los helmintos de aves ictiófagas, los trabajos efectuados hasta la fecha son escasos y se encuentran totalmente dispersos, siendo la mayoría estudios taxonómicos de una sola especie de ave de una sola localidad, o de un grupo de helmintos (Lamothe-Argumedo y Pérez-Ponce de León, 1986; Scholz *et al.*, 2002; Ortega-Olivares *et al.*, 2008). Otros estudios presentan en cambio solo listados de helmintos de aves, pero no describen sus comunidades en forma cuantitativa (Ramos-Ramos, 1995; Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, 2008; García-Prieto *et al.*, 2010). Se considera que hasta la fecha solo han sido examinadas unas 14 especies de aves acuáticas de cuatro familias: Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Anhinguidae y Ardeidae (Ortega-Olivares, 2007).

Dentro de la familia Phalacrocoracidae, el cormorán neotropical *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin, 1789) es una de las pocas aves que habita en agua dulce y en ambientes salobres, y es la única especie del género encontrada dentro de toda la región neotropical (Kalmbach y Becker, 2005). Esta ave ictiófaga es considerada como un residente permanente en las lagunas costeras del estado de Guerrero, en las cuales forma grandes colonias, anidando en las áreas de manglar, y se alimenta de varias especies de peces, las cuales captura buceando activamente en las aguas fangosas. Los únicos estudios que abordan el estudio de los parásitos de cormoranes del género *Phalacrocorax* a nivel comunidad o infracomunidad, son los efectuados por Threlfall (1982) en *P. auritus*, Fedynich *et al.* (1997) en *P. auritus* y *P. brasilianus*, Obmann (2008) en *P. carbo* y Monteiro *et al.* (2011) en *P. brasilianus*.

En el caso de la familia Ardeidae, ésta se encuentra ampliamente distribuida en toda la República Mexicana y es la familia de la que se tiene un mejor

conocimiento en cuanto a su helmintofauna. De las 15 especies de ardeidos que habitan en México, se cuenta con el registro helmintológico al menos parcial para unas 10 especies (Ortega-Olivares, 2007). La helmintofauna registrada hasta ahora en aves de la familia Ardeidae está constituida por unas 57 especies de parásitos, distribuidas en 36 géneros (Ortega-Olivares, 2007), confirmando que estos hospederos se caracterizan por poseer una alta riqueza y diversidad de helmintos (Kennedy *et al.*, 1986; Poulin, 1999).

Por otra parte, la abundancia de algunas especies de aves ictiófagas como el pato buzo *P. brasiliensis* y la garza blanca *Ardea alba* (Castañón, 2012) en las lagunas costeras del estado de Guerrero, sugiere que estas aves pueden presentar comunidades de parásitos más ricas que otras menos abundantes como *Nyctanassa violacea*, debido a que ha sido sugerido que las poblaciones de hospederos abundantes, pueden mantener con mayor facilidad grandes poblaciones de helmintos adultos (Bell y Burt, 1991; Takemoto *et al.*, 2005). Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis de las comunidades de parásitos de estas aves, con base en la hipótesis que las especies más abundantes presentarían comunidades de helmintos más ricas y diversas que las menos abundantes.

Material y Métodos

Colecta y biometría de los hospederos

La colecta de las aves se llevó a cabo entre los meses de mayo y diciembre del 2008, en las lagunas de Coyuca (16°57' N; 100°02' W) y Tres Palos (16°48' N; 99°47' W). El número total de aves examinadas fue de 91: 48 *P. brasiliensis*, 30 *A. alba* y 13 *N. violacea*. Las aves fueron sacrificadas por desnucamiento en los sitios de colecta y trasladadas inmediatamente al laboratorio de Ecología, de la Unidad Académica de Ecología Marina, de la Universidad Autónoma de Guerrero siendo disectadas dos horas después de haber sido sacrificadas. A cada uno de los ejemplares se les midió la longitud total (cm) y su envergadura con una cinta métrica, el peso total (g) fue obtenido con una báscula granataria.

Examen helmintológico

El examen helmintológico que se aplicó a los hospederos, se basó principalmente en las técnicas convencionales propuestas para este tipo de estudios

(Vidal-Martínez *et al.*, 2001). Se examinaron casi todas las estructuras internas como la traquea, esófago, corazón, pulmones, riñón, hígado, páncreas, bazo, intestino y cloaca; los helmintos registrados en cada estructura fueron contados y colocados temporalmente en una solución salina antes de ser fijados. El procesamiento de los helmintos fue de acuerdo a la metodología sugerida por Lamothe-Argumedo (1997) y Vidal-Martínez *et al.* (2001). Los digéneos y céstodos fueron fijados en AFA (Alcohol-formol-ácido acético) y posteriormente almacenados en alcohol al 70%; 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%. Los digéneos, céstodos y acantocéfalos fueron teñidos con carmín clorhídrico o tricrómica de Gomori, siendo deshidratados con una serie de alcoholes y aclarados con salicilato de metilo, para ser montados finalmente en resina sintética. Los nemátodos fueron aclarados con glicerina o lactofenol para el examen de sus estructuras y poder ser identificados, siendo posteriormente almacenados también en alcohol al 70%.

Caracterización de las infecciones

Para caracterizar las infecciones de cada especie de helminto, se emplearon dos de los parámetros ecológicos propuestos por Bush *et al.* (1997): a). Prevalencia: Número de individuos de una especie de hospedero infectados con una especie de parásito entre el número de hospederos revisados (se expresa en porcentajes). b). Abundancia promedio: Número total de individuos de una especie particular de parásito en una muestra de hospederos entre el número total de hospederos revisados.

Se utilizó el estadístico *G* (Sokal y Rohlf, 1998), para determinar si existía alguna diferencia significativa entre los porcentajes de infección de las especies de helmintos entre hospederos y lagunas. Las diferencias entre las abundancias promedio de las especies de helmintos, se determinó mediante una prueba de χ^2 . Se aplicaron además pruebas de correlación por rangos de Spearman (r_s) (Krebs, 1999), para determinar si existía relación entre los valores de prevalencia y abundancia promedio de cada especie de helminto ($P \leq 0.05$).

Caracterización de las comunidades

La descripción de las comunidades de parásitos se efectuó a dos niveles: componente de comunidad (número total de parásitos presentes en una muestra de hospederos) e infracomunidad (número total de parásitos en un hospedero individual), utilizando los siguientes atributos ecológicos en cada caso: a nivel componente se consideró el número total de especies, el número total de parásitos, el índice de diversidad para comunidades muestreadas de Shannon-Wiener (H), la uniformidad de las abundancias de las diferentes especies (equidad), así como el índice de Berger-Parker (IBP) como una medida de abundancia numérica (Magurran, 2004); este índice mide la proporción del total de individuos parásitos en la muestra que es debida a la especie más abundante.

A nivel infracomunidad los análisis incluyeron el número promedio de especies de helmintos por hospedero, el número promedio de individuos y el valor promedio del índice de diversidad para comunidades censadas de Brillouin (H'). Un análisis de varianza (Anova) fue aplicado para determinar diferencias significativas en los parámetros de infracomunidad entre hospederos y lagunas. La normalidad de los datos fue evaluada empleando la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Sokal y Rohlf, 1998); cuando los datos no presentaron una distribución normal, fueron log-transformados (log_{x+1}). La significancia en todos los análisis estadísticos fue establecida a un nivel de P ≤ 0.05. Se empleó el índice de infracomunidad (ICI) propuesto por Zander (2004), para determinar cuales fueron las especies que contribuyeron en un mayor grado a la estructuración de las infracomunidades; este índice describe la frecuencia de dobles y múltiples infecciones por parte de una especie de parásito en diferentes hospederos y es calculado mediante la siguiente fórmula. $ICI = (M_{ij}/N_j) \times I_j$. Donde: I_j = número promedio de especies de parásitos en el hospedero j (= infracomunidad promedio), M_{ij} = número de hospederos j infectados con el parásito i y otros parásitos, N_j = número total de hospederos j infectados.

Resultados

Aspectos poblacionales de los hospederos

Todas las aves examinadas en el presente estudio fueron organismos adultos, los ejemplares de *Phalacrocorax brasilianus* registraron un peso mínimo de 739 g y un máximo de 1,045 g (956.87 ± 102.33 g), y una

longitud total de 65 a 71.5 cm (66.5 ± 2.33 cm). Mientras que las garzas *Ardea alba* presentaron un peso mínimo de 680 g y un máximo de 1,175 g (885.77 ± 140.7 g), así como una longitud total de 61 a 100 cm (90 ± 11.66 cm). En el caso de *Nyctanassa violacea* no fue posible obtener datos biométricos.

Registro parasitológico

Se identificaron un total de 23 especies de helmintos parásitos en las 91 aves ictiófagas examinadas en las lagunas de Coyuca y Tres Palos: 17 digéneos, un acantocéfalo, dos céstodos y tres nemátodos (Tabla 1, Figura 1). El grupo de los digéneos representó el 74% de las especies recuperadas, mientras que el de los nemátodos se ubicó en segundo lugar con un 13 % (Figura 1).

Un total de cinco especies de helmintos de las 23 registradas, co-ocurrieron en aves de las tres especies en ambas lagunas, siendo éstas los digéneos *Ascocotyle longa*, *Mehrastomum minutum* y *Riberoia ondatrae*, el acantocéfalo *Southwellina hispida*, y el nemátodo *Contracaecum multipapillatum*. En tanto que cuatro se registraron solo en una especie de ave: *Haplorchis pumilio* y *Ascocotyle* sp. se colectaron solo en la garza gris *N. violacea*, *Tylodelphys* sp. únicamente en *A. alba* de Tres Palos y *Euhaplorchis californiensis* solo del cormorán *P. brasilianus*. La distribución de frecuencias de los valores de prevalencia de cada especie de helminto indicó, que las comunidades de cada especie de garza estuvieron conformadas por dos grupos de especies: un grupo de especies clasificadas como comunes, con prevalencias > 20% y una abundancia promedio > 2 helmintos y un segundo de raras, con prevalencias < 20% y abundancias promedio < 1 helminto (Figuras 2 a 4). El mayor número de especies comunes fue registrado en la comunidad de *N. violacea* (8 especies, Figura 4), seguida

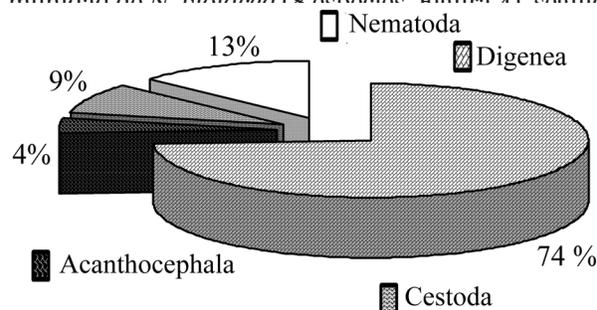


Figura 1. Composición de especies de helmintos parásitos en tres especies de aves ictiófagas, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México.

Tabla 1. Parámetros de infección de los helmintos de tres aves ictiófagas en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Pb = *Phalacrocorax brasilianus*, Aa = *Ardea alba*, Nv = *Nyctanassa violacea*

Helminto	CNHE	Ni/Laguna	P (%)	Total	Abund. prom.	Rango de intens.	ICI
Digenea							
<i>Apharyngogstrigea cornu</i> Zeder, 1800 (Intestino) Aph	8010	10/Aa/Co	71.4	150	10.7 ± 15.1	2 - 39	0.16
8011	14/Aa/TP	87.5	194	12.1 ± 15.4	2 - 49	0.18	
8012	5/Nv/TP	36.5	15	1.15 ± 1.41	1 - 4	0.06	
<i>Ascocyle longa</i> Ransom, 1920 (Intestino) Asc, Alo	7572	6/Pb/Co	25	172	7.17 ± 24.60	1 - 52	0.06
7575	12/Pb/TP	50	312	13.00 ± 25.33	3 - 61	0.09	
8013	9/Aa/Co	64.3	2214	158.1 ± 244.1	2 - 700	0.14	
8014	16/Aa/TP	100	1938	121.1 ± 153.5	3 - 415	0.21	
8015	2/Nv/TP	15.4	15	1.1 ± 6.4	3 - 12	0.03	
<i>Ascocyle (Phagicola)</i> sp. (Intestino) Asc	8016	2/Nv/TP	15.4	5	0.4 ± 0.7	2 - 3	0.03
<i>Centrocestus formosanus</i> Nishigori, 1924 (Intestino) Cen	8017	7/Aa/Co	50	255	18.2 ± 39.0	4 - 120	0.11
8018	6/Aa/TP	37.5	480	30 ± 41.4	37 - 129	0.08	
<i>Clinostomum complanatum</i> Rudolphi, 1814 (Estómago, esófago) Cli	7576	2/Pb/TP	8.3	2	0.08	0 - 1	0.01
8019	2/Aa/TP	4/Aa/Co	28.6	7	0.5 ± 1.0	1 - 3	0.06
8020	2/Nv/TP	12.5	26	1.6 ± 11.3	5 - 21	0.03	
8021	2/Nv/TP	15.4	60	4.6 ± 41.0	1 - 59	0.03	
<i>Cloacitrema ovatum</i> Yamaguti, 1935 (Cloaca) Clo	8022	1/Nv/TP	7.7	2	0.1	0 - 2	0.01
<i>Austrodiplostomum mordax</i> Szidat y Nani, 1951	7574	6/Pb/Co	25	12	0.50 ± 0.89	1 - 3	0.06
[= <i>Austrodiplostomum compactum</i> Lutz, 1928] (Cloaca, estómago, intestino) Aus	7572	24/Pb/TP	100	474	19.75 ± 16.98	1 - 54	0.17
8023	1/Nv/TP	7.7	2	0.1	0 - 2	0.01	
<i>Drepanocephalus olivaceus</i> Nasir y Marval, 1968 (Intestino) Dre	7577	22/Pb/Co	91.67	690	28.75 ± 38.44	1 - 136	0.21
7578	20/Pb/TP	83.33	282	11.75 ± 8.53	1 - 29	0.14	
7579	6/Pb/TP	25	22	0.92 ± 2.58	2 - 7	0.04	
8024	4/Aa/TP	25	978	61.1 ± 280	2 - 487	0.05	
<i>Echinochasmus leopoldinae</i> Scholz, Ditrich y Vargas-Vázquez, 1996 (Intestino) Ech	3/Nv/TP	23.1	36	2.8 ± 12.1	1 - 25	0.04	
8025	2/Pb/Co	8.33	2	0.08	0 - 1	0.01	
<i>Euhaplorchis californiensis</i> Martín 1950 (Estómago) Euh	7580	2/Pb/Co	8.33	2	0.08	0 - 1	0.02
<i>Haplorchis pumilio</i> Looss, 1896 (Intestino) Hap	8029	4/Nv/TP	30.8	233	1.9 ± 70.3	5 - 160	0.05
<i>Mehraostomum minutum</i> Saksena, 1959 (Cloaca) Meh	7581	4/Pb/Co	16.67	6	0.25 ± 0.58	1 - 2	0.04
7582	2/Pb/TP	8.33	2	0.08	0 - 1	0.01	
8026	3/Aa/Co	21.4	3	0.1	0 - 1	0.05	
8027	2/Aa/TP	12.5	2	0.1	0 - 1	0.03	
8028	2/Nv/TP	15.4	25	1.92 ± 16.26	1 - 24	0.01	
<i>Microparyphium facetum</i> Dietz, 1909 (Cloaca) Mic	8030	2/Nv/TP	15.4	3	0.2 ± 0.7	1 - 4	0.03
<i>Odhneria raminiellae</i> Travassos, 1921 (Estómago) Odh	7583	2/Pb/Co	8.33	99	4.13 ± 21.92	34 - 65	0.02
8031	1/Aa/Co	7.1	69	0 - 69	0.02	0.03	
<i>Posthodiplostomum minimum</i> (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 (Intestino) Pos	8035	2/Aa/TP	12.5	6	0.4 ± 1.4	2 - 4	0.03
<i>Riberoia ondatrae</i> (Price, 1931) Price, 1942 (Intestino, estómago) Rib	8036	10/Nv/TP	76.9	127	9.8 ± 10.5	2 - 32	0.13
8032	7584	2/Pb/Co	8.33	8	0.33	0 - 4	0.02
8033	7585	18/Pb/TP	75	646	26.92 ± 22.04	6 - 70	0.13
8034	3/Aa/Co	21.43	5	0.36 ± 0.58	1 - 2	0.05	
<i>Tylodelphys</i> sp. (Intestino) Tyl	10/Aa/TP	62.5	60	3.7 ± 7.1	1 - 19	0.13	
	6/Nv/TP	46.1	4	1 - 66	0.08	0.08	
	8037	1/Aa/TP	6.2	3	7.2 ± 25.3	0 - 3	0.01

Helminto	CNHE	Ni/Laguna	P (%)	Total	Abund. prom.	Rango de intens.	ICI
Acanthocephala							
<i>Southwellina hispida</i> (Van Cleave, 1925) Witenberg, 1932 (Intestino) Sou	7588	8/Pb/Co	33.33	24	1.00 ± 3.17	1 - 9	0.07
8046	7589	16/Pb/TP	66.67	64	2.67 ± 4.03	1 - 13	0.12
8044	9/Aa/Co	64.3	29	2.1 ± 1.7	1 - 6	0.14	
8045	10/Aa/TP	62.5	16	1.0 ± 0.8	1 - 3	0.13	
	12/Nv/TP	92.3	45	3.5 ± 2.1	1 - 8	0.16	
Cestoda							
<i>Paradilepsis caballeroi</i> Rysavy y Macko, 1971 (Intestino) Para	7586	16/Pb/Co	66.67	90	3.75 ± 6.45	1 - 20	0.15
7587	8/Pb/TP	33.33	144	6.00 ± 23.48	1 - 55	0.06	
<i>Parvitaenia cochlearii</i> Coil, 1955 (Intestino) Par	8038	3/Aa/Co	21.4	6	0.4 ± 1.7	1 - 4	0.05
8039	2/Aa/TP	12.5	10	0.6 ± 1.4	4 - 6	0.03	
8040	12/Nv/TP	92.3	444	34.1 ± 38.3	3 - 91	0.16	
Nematoda							
<i>Capillaria</i> sp. (Intestino) Cap	7594	4/Pb/TP	16.67	146	6.08 ± 22.52	17 - 56	0.03
	2/Nv/TP	15.4	5	0.4 ± 2.1	1 - 4	0.03	
<i>Contracaecum multipapillatum</i> Drasche, 1882 (Estómago,	7590	24/Pb/Co	100	2530	105.42 ± 71.22	1 - 263	0.22
intestino) Con	7591	20/Pb/TP	83.33	860	35.83 ± 33.93	12 - 128	0.14
8041	14/Aa/Co	100	40	2.9 ± 2.7	1 - 9	0.22	
8042	8/Aa/TP	50	42	1 - 10	1 - 10	0.1	
8043	11/Nv/TP	84.6	160	2 - 34	2 - 34	1.4	
<i>Syngamus trachea</i> (Montagu, 1811). Chapin 1925	7592	14/Pb/Co	58.33	68	2.83 ± 3.86	1 - 12	0.13
(Esófago) Syn	7593	6/Pb/TP	25	6	0.25	0 - 1	0.04

CNHE: Colección Nacional de Helmintos. Ni = número de infectados. Laguna: Coyoaca (Co), Tres Palos (TP). P (%) = prevalencia de infección (% de infectados). Total = número total de parásitos. Abund. prom. = número promedio de parásitos ± desviación estándar. Intensidad = rango (número mínimo y máximo). Valores significativamente más altos de prevalencia (G-test), abundancia promedio (χ^2 -test), e Índice abre de infracomunidad (ICI > 0.10) se presentan en negrita (P < 0.05).

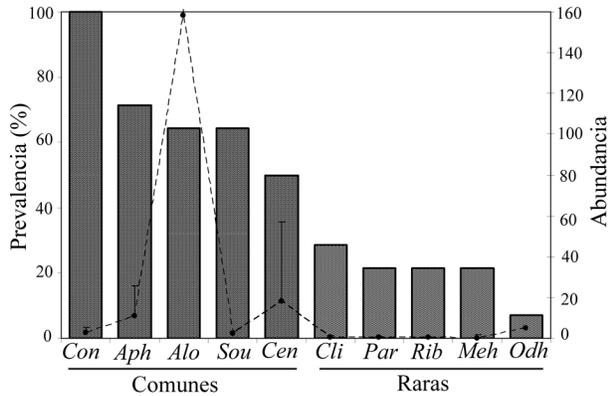


Figura 2. Clasificación de las especies de helmintos en *Ardea alba* de la laguna de Coyuca. Con = *Contracaecum multipapillatum*; Aph = *Apharyngostrigea cornu*; Alo = *Ascocotyle longa*; Sou = *Southwellina hispida*; Cen = *Centrocestus formosanus*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Meh = *Mehrastrum minutum*; Odh = *Odhneria raminellae*.

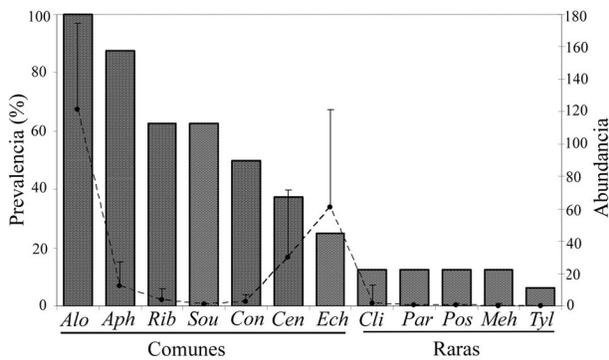


Figura 3. Clasificación de las especies de helmintos en *Ardea alba* de la laguna de Tres Palos. Alo = *Ascocotyle longa*; Aph = *Apharyngostrigea cornu*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Sou = *Southwellina hispida*; Con = *Contracaecum multipapillatum*; Cen = *Centrocestus formosanus*; Ech = *Echinochasmus leopoldinae*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Pos = *Posthodiplostomum minimum*; Meh = *Mehrastrum minutum*; Tyl = *Tylodelphys* sp.

por *A. alba* de Tres Palos (7 especies, Figura 3). El nemátodo *C. multipapillatum*, el digéneo *Apharyngostrigea cornu* y el acantocéfalo *S. hispida*, fueron los únicos helmintos que fueron considerados comunes en ambas especies de garzas, así como entre lagunas (Figuras 2 a 4).

En el caso de *P. brasilianus* las especies comunes registraron prevalencias > 50% y una abundancia promedio > 2 helmintos, en tanto que las raras prevalencias < 50% y abundancias promedio < 1 helminto

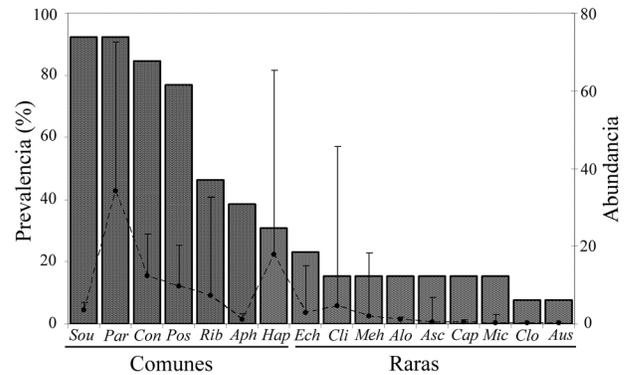


Figura 4. Clasificación de las especies de helmintos en *Nyctanassa violacea* de la laguna de Tres Palos (acrónimos en Tabla 1). Sou = *Southwellina hispida*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Con = *Contracaecum multipapillatum*; Pos = *Posthodiplostomum minimum*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Aph = *Apharyngostrigea cornu*; Hap; Ech = *Echinochasmus leopoldinae*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Meh = *Mehrastrum minutum*; Alo = *Ascocotyle longa*; Asc = *Ascocotyle (Phagicola)* sp.; Cap = *Capillaria* sp.; Mic = *Micropharyphium facetum*; Clo = *Cloacitrema ovatum*; Aus = *Austrodiplostomum mordax*.

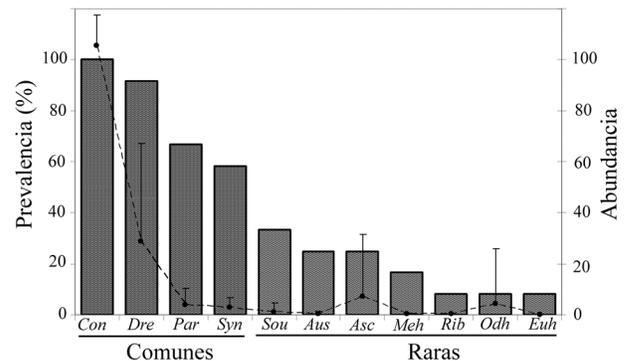


Figura 5. Clasificación de las especies de helmintos en *Phalacrocorax brasilianus* de la laguna de Coyuca. Con = *Contracaecum multipapillatum*; Dre = *Drepanocephalus olivaceus*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Syn = *Syngamus trachea*; Sou = *Southwellina hispida*; Aus = *Austrodiplostomum mordax*; Asc = *Ascocotyle (Phagicola)* sp; Meh = *Mehrastrum minutum*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Odh = *Odhneria raminellae*; Euh = *Euhaplorchis californiensis*.

(Figuras 5, 6). Se registró también en los cormoranes el mismo patrón observado en las garzas, es decir, algunas especies de helminto que fueron consideradas comunes en cormoranes de una laguna, no lo fueron en la otra. En Coyuca las especies *C. multipapillatum*, *Drepanocephalus olivaceus*, *Paradilepsis caballeroi* y *Syngamus trachea*, fueron clasificadas como especies

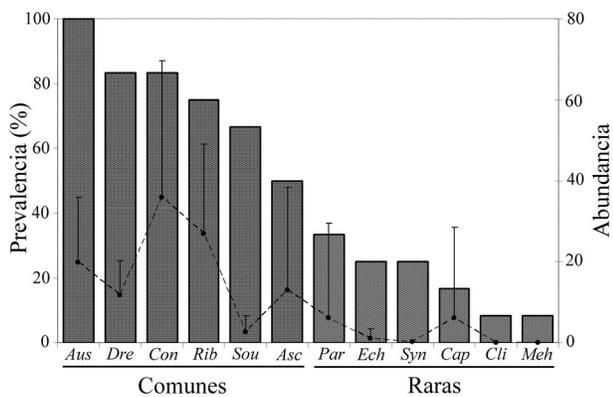


Figura 6. Clasificación de las especies de helmintos en *Phalacrocorax brasilianus* de la laguna de Tres Palos. Aus = *Austrodiplostomum mordax*; Dre = *Drepanocephalus olivaceus*; Con = *Contracaecum multipapillatum*; Rib = *Riberoia ondatrae*; Sou = *Southwellina hispida*; Asc = *Ascocotyle (Phagicola) sp.*; Par = *Parvitaenia cochlearii*; Ech = *Echinochasmus leopoldinae*; Syn = *Syngamus trachea*; Cap = *Capillaria sp.*; Cli = *Clinostomum complanatum*; Meh = *Mehrastomum minutum*.

comunes (Figura 5); en tanto que en Tres Palos lo fueron *Austrodiplostomum mordax*, *Dr. olivaceus*, *C. multipapillatum*, *R. ondatrae*, *S. hispida*, *As. longa* y *Pa. caballeroi* (Figura 6). Solo las especies *C. multipapillatum*, *Dr. olivaceus*, y *Pa. caballeroi* tuvieron esta misma clasificación en las dos lagunas.

Hábitat de los helmintos

Los helmintos fueron recuperados de diferentes sitios del cuerpo como el esófago, estómago, intestino y cloaca; el hábitat que registró una mayor riqueza de especies fue el intestino, seguido por el estómago (Tabla 1). Algunas especies se encontraron hasta en dos sitios distintos como el estómago y el intestino (*R. ondatrae* y *C. multipapillatum*), aunque los helmintos de mayor tamaño se colectaron de la cloaca (*Cloacitrema ovatum*, *Me. minutum* y *Microparyphium facetum*, Tabla 1).

Tabla 2. Prevalencia de infección de helmintos en tres aves acuáticas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Helminto	Cod.	Tres Palos			Coyuca		G	P
		<i>N. violacea</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>		
<i>Ap. cornu</i>	Aph	38.46	87.5		71.43		45.56	< 0.05
<i>As. longa</i>	Alo	15.38	100	50.00	64.29	25.00	60.29	< 0.05
<i>Ascocotyle sp.</i>	Asc	15.38						
<i>Ce. formosanus</i>	Cen		37.5		50.00		1.79	> 0.05
<i>Cl. complanatum</i>	Cli	15.38	12.5	8.33	28.57		16.02	< 0.05
<i>Clo. ovatum</i>	Clo	7.69						
<i>Au. mordax</i>	Dip	7.69		100		25.00	68.92	< 0.05
<i>Dr. olivaceus</i>	Dre			83.33		91.67	0.40	> 0.05
<i>E. leopoldinae</i>	Ech	23.08	25	25.00			12.25	< 0.05
<i>Eu. californiensis</i>	Euh					8.33		
<i>H. pumilio</i>	Hap	30.77						
<i>Me. minutum</i>	Meh	15.38	12.5	8.33	21.43	16.67	8.62	< 0.05
<i>M. facetum</i>	Mic	15.38						
<i>O. raminellae</i>	Odh				7.14	8.33	0.09	> 0.05
<i>Po. minimum</i>	Pos	76.92	12.5				46.41	< 0.05
<i>R. ondatrae</i>	Rib	46.15	62.5	75.00	21.43	8.33	30.42	< 0.05
<i>Tylodelphys sp.</i>	Tyl		6.25					
<i>S. hispida</i>	Sou	92.31	62.5	66.67	64.29	33.33	10.87	< 0.05
<i>Pa. caballeroi</i>	Para			33.33		66.67	11.11	< 0.05
<i>Par. cochlearii</i>	Par	92.31	12.5		21.43		81.63	< 0.05
<i>Capillaria sp.</i>	Cap	15.38		16.67			0.05	> 0.05
<i>Contracaecum sp.</i>	Con	84.62	50	83.33	100	100	36.67	< 0.05
<i>Syngamus sp.</i>	Syn			25.00		58.33	13.33	< 0.05

* Valores significativamente más altos en negrita.

Tabla 3. Abundancia promedio de helmintos en tres aves acuáticas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Helminto	Cod.	Tres Palos			Coyuca		χ^2	P
		<i>N. violacea</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>	<i>A. alba</i>	<i>P. brasilia</i>		
<i>Ap. cornu</i>	Aph	1.15	12.13		10.71		9.94	< 0.05
<i>A. (Ph.) longa</i>	Alo	1.15	121.13	13.00	158.14	7.17	244.95	< 0.05
<i>A. (Ph.) sp.</i>	Asc	0.38						
<i>Ce. formosanus</i>	Cen		30.00		18.21		2.88	> 0.05
<i>Cl. complanatum</i>	Cli	4.62	1.63	0.08	0.50		6.09	< 0.05
<i>Clo. ovatum</i>	Clo	0.15						
<i>Au. mordax</i>	Dip	0.15		19.75		0.50	18.33	< 0.05
<i>Dr. olivaceus</i>	Dre			11.75		28.75	7.14	< 0.05
<i>E. leopoldinae</i>	Ech	2.77	61.13	0.92			83.15	< 0.05
<i>Eu. californiensis</i>	Euh					0.08		
<i>H. pumilio</i>	Hap	17.92						
<i>Me. minutum</i>	Meh	1.92	0.13	0.08	0.21	0.25	3.71	> 0.05
<i>M. facetum</i>	Mic	0.23						
<i>O. raminellae</i>	Odh				4.93	4.13	0.07	> 0.05
<i>Po. minimum</i>	Pos	9.77	0.38				8.7	< 0.05
<i>R. ondatrae</i>	Rib	7.23	3.75	26.92	0.36	0.33	44.07	< 0.05
<i>Tylodelphys sp.</i>	Tyl		0.19					
<i>S. hispida</i>	Sou	3.46	1.00	2.67	2.07	1.00	1.36	> 0.05
<i>Pa. caballeroi</i>	Para			6.00		3.75	0.52	> 0.05
<i>Par. cochlearii</i>	Par	34.15	0.63		0.43		48.69	< 0.05
<i>Capillaria sp.</i>	Cap	0.38		6.08			5.02	> 0.05
<i>Contraecum sp.</i>	Con	12.31	2.63	35.83	2.86	105.42	88.28	< 0.05
<i>Syngamus sp.</i>	Syn			0.25		2.83	2.16	> 0.05

*Valores significativamente más altos en negrita.

Variación entre los parámetros de infección de las especies de helmintos

Del total de especies registradas (23), la prevalencia de 12 helmintos varió significativamente entre los hospederos (Tabla 2), en las dos lagunas. El acantocéfalo *S. hispida* ($G = 10.87$, $P < 0.05$), el céstodo *Parvitaenia cochlearii* ($G = 81.63$, $P < 0.05$) y el digéneo *Posthodiplostomum minimum* ($G = 46.41$, $P < 0.05$) fueron más prevalentes en la garza *N. violacea*; los digéneos *Apharyngostrigea cornu* y *As. longa* registraron un mayor porcentaje de infección en *A. alba* en Tres Palos ($G = 45.56$; 60.29 , $P < 0.05$, respectivamente). Mientras que el nemátodo *C. multipapillatum* ($P < 0.05$) y los digéneos *Cl. complanatum* y *Me. minutum* registraron mayores porcentajes de infección en *A. alba* de Coyuca ($G = 16.02$; 8.62 , $P < 0.05$).

Los digéneos *R. ondatrae* y *Au. mordax* fueron más prevalentes en *P. brasiliensis* en Tres Palos ($G = 30.42$; 68.92 , $P < 0.05$); en tanto que los nemátodos *C. multipapillatum* y *Sy. trachea* ($G = 36.67$; 13.33 , $P < 0.05$), así como el céstodo *Pa. caballeroi* ($G = 11.11$,

$P < 0.05$) fueron más prevalentes en este mismo hospedero, pero en la laguna de Coyuca (Tabla 2).

En el caso de la abundancia promedio, unas 11 especies registraron diferencia significativa en este parámetro de infección entre hospederos y lagunas: el céstodo *Par. cochlearii* ($\chi^2 = 48.69$, $P < 0.05$) y los digéneos *Cl. complanatum* y *Po. minimum* ($\chi^2 = 6.09$; 8.7 , $P < 0.05$, respectivamente) presentaron una mayor abundancia promedio en *N. violacea* (Tabla 3); mientras que el digéneo *Ap. cornu* en *A. alba* de ambas lagunas ($\chi^2 = 9.94$, $P < 0.05$). En tanto que *Echinochasmus leopoldinae* y *As. longa* en *A. alba* de las lagunas de Tres Palos y Coyuca, respectivamente ($\chi^2 = 83.15$; 244.95 , $P < 0.05$).

Los digéneos *R. ondatrae* y *Au. mordax* ($\chi^2 = 44.07$; 18.33 , $P < 0.05$), así como el nemátodo *Capillaria sp.* ($\chi^2 = 5.02$, $P < 0.05$) registraron una mayor abundancia promedio en *P. brasiliensis* de Tres Palos. En tanto que el digéneo *Dr. olivaceus* y el nemátodo *C. multipapillatum* ($\chi^2 = 7.14$; 88.28 , $P < 0.05$), lo hicieron en *P. brasiliensis* de Coyuca (Tabla 3).

Los valores de prevalencia de infección fueron correlacionados positivamente con los de abundancia en los tres hospederos de ambas lagunas, indicando que las especies de helmintos más prevalentes fueron también las más abundantes ($P < 0.05$).

Comunidad componente

El número de especies de helmintos parásitos registrado en las tres especies de aves ictiófagas varió significativamente, entre 10 y 16 especies ($\chi^2 = 4.38, P < 0.05$) (Tabla 4). En tanto que el número total de individuos parásitos fluctuó entre 1,271 y 3,755, siendo significativamente más alto en *A. alba* de Tres Palos ($\chi^2 = 339.72, P < 0.05$). Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener variaron entre 1.37 y 3.2 bits/ind., aunque no registraron diferencia significativa entre los hospederos ($P > 0.05$). Los valores de equidad fueron ligeramente más bajos (0.44) en *P. brasiliensis* colectado en Coyuca. Mientras que el valor del índice de dominancia (*IBP*), fue más alto en *A. alba* de Coyuca (0.80); sin embargo tanto la equidad como este último parámetro, no registraron diferencia significativa entre lagunas (Tabla 4).

La especie dominante fue característica para cada uno de los hospederos: el digéneo *As. longa* lo fue en *A. alba*, el nemátodo *C. multipapillatum* en *P. brasiliensis* y el céstodo fue la especie dominante en *N. violacea* (Tabla 4). En cuanto a la semejanza en la composición de especies, ésta fue más alta entre las comunidades de *A. alba* (71.53 %), seguida por las de *P. brasiliensis* (45 %), en tanto que la similitud entre las comunidades de hospederos de diferente especie fue baja (Figura 7).

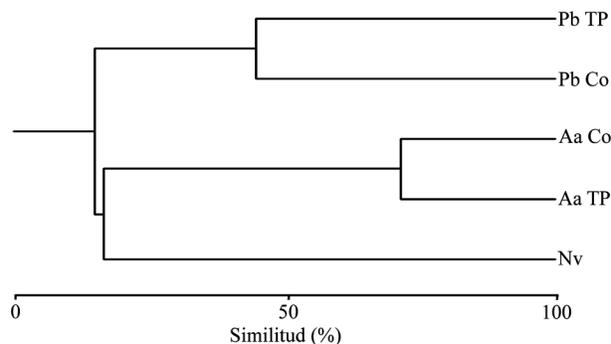


Figura 7. Porcentajes de similitud entre las comunidades componentes de tres especies de aves ictiófagas, en dos lagunas costeras de Guerrero, México. Aa = *Ardea alba*; Nv = *Nyctanassa violacea*; Pb = *Phalacrocorax brasiliensis*; TP = Tres Palos; CO = Coyuca.

Infracomunidades

Todas las aves examinadas resultaron infectadas, en el caso de las especies de garzas *A. alba* y *N. violacea* de Tres Palos, presentaron un máximo de ocho especies por ave infectada (Figuras 8 y 9). De manera general, un 28% de las *A. alba* de Coyuca estuvo parasitado hasta por cuatro especies de helmintos, mientras que un mayor porcentaje de las garzas de Tres Palos (31%) presentó también 4 especies. Un mayor porcentaje de los ejemplares de *N. violacea* presentaron entre seis y siete especies, y solo un 15% presentó ocho (Figura 8). En el caso de *P. brasiliensis*, el 50% de los cormoranes de Coyuca estuvo parasitado hasta por cinco especies de helmintos, y solo el 8% presentó tres especies; mientras que en Tres Palos el 75% de las aves presentó de cinco a seis especies, en tanto que solo el 15% registró de siete a nueve (Figura 10).

Tabla 4. Parámetros de las comunidades componente de tres especies de aves acuáticas, en dos lagunas costeras de Guerrero, México

Parámetros	<i>A. alba</i>		<i>P. brasiliensis</i>		<i>N. violacea</i>	χ^2
	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos	
No. especies	12	10	12	11	16	4.38
No de helmintos	3,755	2,778	2,690	3,701	1,271	393.72
H	3.2	3.0	2.76	1.52	3.5	1.37
Equidad	0.9	0.9	0.82	0.44	0.9	0.35
IBP	0.5	0.8	0.29	0.68	0.3	0.27
Especie dom.	Alo	Alo	Con	Con	Par	

* Valores significativamente diferentes se presentan en negrita ($P < 0.05$). Alo = *As. longa*, Con = *C. multipapillatum*, Par = *Parvitaenia cochlearii*.

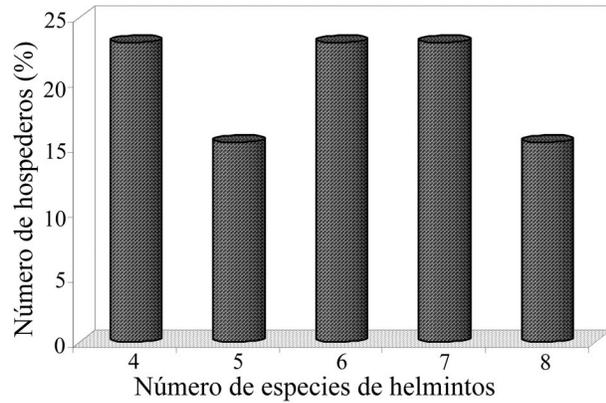


Figura 8. Distribución de especies de helmintos *Nyctanassa violacea* dos lagunas costeras de Guerrero, México.

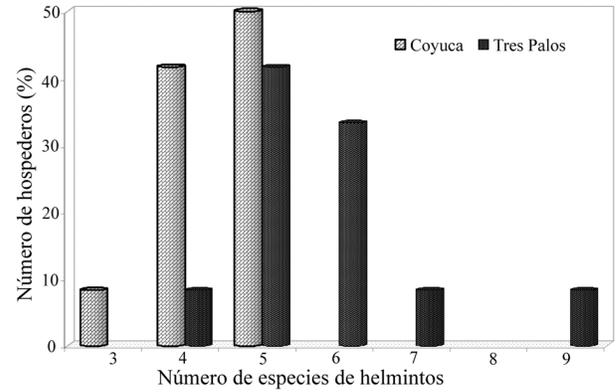


Figura 10. Distribución de especies de helmintos *Phalacrocorax brasilianus* dos lagunas costeras de Guerrero, México.

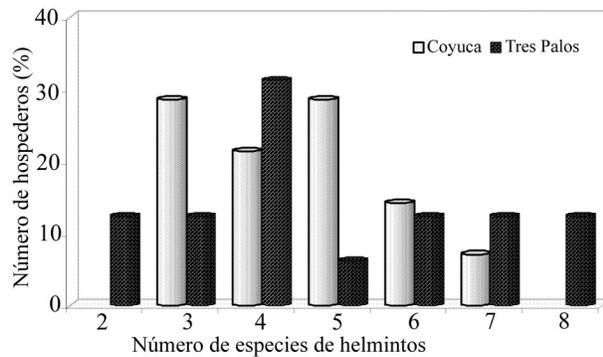


Figura 9. Distribución de especies de helmintos *Ardea alba* dos lagunas costeras de Guerrero, México.

A nivel infracomunidad todos los parámetros empleados variaron de manera significativa entre los hospederos y lagunas. El número promedio de especies fue más alto en *P. brasilianus* de Tres Palos, al igual que la diversidad promedio (índice de Brillouin) y la equidad; en tanto que el número promedio de

helmintos fue más alto en las garzas *A. alba* de Tres Palos y Coyuca. La similitud cualitativa promedio de las infracomunidades fue mayor entre los cormoranes de ambas lagunas (Tabla 5).

Los valores de equidad fueron correlacionados positivamente con los de diversidad en todas las infracomunidades de cada laguna ($P < 0.05$), indicando que las infracomunidades más diversas, fueron aquellas que presentaron una mayor uniformidad en las abundancia de sus especies.

De acuerdo con los valores del índice de infracomunidad (*ICI*) el número de especies que contribuyó en un mayor grado a la estructuración de la infracomunidad en cada hospedero, varió entre cuatro y cinco especies ($ICI \geq 0.10$, Tabla 6). De manera general, solo dos especies de helmintos establecieron un mayor número de dobles o múltiples co-ocurrencias con otras especies en todas las poblaciones de hospederos (*C. multipapillatum*), o en cuatro de ellas (*S. hispidia*) (Tabla 6).

Tabla 5. Parámetros de las infracomunidades en tres especies de aves ictiófagas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Parámetros	<i>A. alba</i>		<i>P. brasilianus</i>		<i>N. violacea</i>		Anova
	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos	Coyuca	Tres Palos		
No. prom. spp.	4.8	4.5	5.75	4.43	5.9		5.18
No. Prom. Hel.	234.7	213.2	123.33	154.21	97.8		50.31
H'	1.02	0.9	1.68	0.98	1.5		15.64
Equidad prom.	0.52	0.5	0.71	0.49	0.7		5.34
I. de Jaccard	31.4	21.3	40.99	49.03	28.3		14.28

* Valores significativamente diferentes se presentan en negrita ($P < 0.05$). H = índice de diversidad de Brillouin.

Tabla 6. Valores del índice de infracomunidad (ICI) para especies de helmintos de tres aves ictiófagas de dos lagunas costeras de Guerrero, México

Especie	Nv Tres Palos		Aa Tres Palos		Aa Coyuca		Pb Tres Palos		Pb Coyuca	
	ICI	Rang	ICI	Rang	ICI	Rang	ICI	Rang	ICI	Rang
<i>Ap. cornu</i>	0.06	6	0.18	2	0.16	2				
<i>Ascocotyle longa</i>	0.03	12	0.21	1	0.14	3	0.09	6	0.06	7
<i>Ascocotyle sp.</i>	0.03	13	0.08	6						
<i>Ce. formosanus</i>					0.11	5				
<i>Cl. complanatum</i>	0.03	9	0.03	8	0.06	6	0.01	11		
<i>Clo. ovatum</i>	0.01	15								
<i>Au. mordax</i>	0.01	16					0.17	1	0.06	6
<i>Dr. olivaceus</i>							0.14	2	0.21	2
<i>E. leopoldinae</i>	0.04	8	0.05	7			0.04	8		
<i>Eu. californiensis</i>									0.02	11
<i>H. pumilio</i>	0.05	7								
<i>Me. minutum</i>	0.03	10	0.03	9	0.05	8	0.01	12	0.04	8
<i>M. facetum</i>	0.03	11								
<i>O. raminellae</i>									0.02	10
<i>Po. minimum</i>	0.13	4	0.03	10						
<i>R. ondatrae</i>	0.08	5	0.13	3	0.05	7	0.13	4	0.02	9
<i>Tylodelphys sp.</i>			0.01	12						
<i>S. hispida</i>	0.16	1	0.13	4	0.14	4	0.12	5	0.07	5
<i>Pa. caballeroi</i>							0.06	7	0.15	3
<i>Par. cochlearii</i>	0.16	2	0.03	11	0.02	10				
<i>Capillaria sp.</i>	0.03	14					0.03	10		
<i>C. multipapillatum</i>	0.14	3	0.10	5	0.22	1	0.14	3	0.22	1
<i>Syngamus sp.</i>							0.04	9	0.13	4

* Valores del ICI ≥ 0.10 en negrita. Nv = *N. violacea*, Aa = *A. alba*, Pb = *P. brasilianus*. Rang = rango de ubicación.

Discusión

Registro parasitológico

La composición de la fauna parasitológica de una o varias especies de hospedero en un área determinada, así como la prevalencia y la intensidad de infecciones con que dichas infestaciones se presentan, tienen una gran importancia ecológica, ya que nos proporcionan información no sólo sobre la interacción entre los parásitos y sus hospederos, sino también de los factores que influyen sobre sus hábitos alimenticios y ciclos de vida (Bush *et al.*, 2001). Por lo tanto, generalmente los primeros datos que se requieren en el estudio de una comunidad de parásitos de tipo descriptivo, consisten en un listado de especies presentes.

En este sentido, el registro parasitológico de las tres especies de aves ictiófagas *A. alba*, *N. violacea* y

P. brasilianus en las lagunas de Coyuca y Tres Palos, estuvo constituido por un total de 23 especies de helmintos (Tabla 1), las cuales constituyen nuevos registros de localidad para estos hospederos. Metacercarias de al menos unas 14 especies de helmintos han sido ya registradas en varias especies de peces de ambas lagunas (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-Gonzalez *et al.*, 2007). Sin embargo, es claro que el número de especies alogénicas (que maduran en aves) que se pueden todavía registrar en peces de estas lagunas debe ser aún mayor. Por ejemplo, nuestros resultados indicaron que es posible registrar metacercarias de las especies *Ap. cornu*, *Ascocotyle sp.*, *Clo. ovatum*, *Dr. olivaceus*, *Eu. californiensis*, *Haplorchis pumilio*, *Me. minutum*, *M. facetum*, *Odhneria raminellae*, *R. ondatrae*, *Tylodelphys sp.*, *Pa. caballeroi* y *Sy. trachea*.

Considerando la helmintofauna total registrada en este estudio (23 especies), los digéneos (17 especies) fueron el grupo dominante en las tres especies de hospedero, en ambas lagunas (Figura 1), lo cual es similar a Salgado-Maldonado *et al.*, 2001, 2004; Pineda-López *et al.*, 2005) y de manera general a lo reportado para comunidades de helmintos de peces dulceacuícolas en México (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007). En peces de ambientes salobres, los digéneos están representados principalmente por especies alogénicas, las cuales emplean a los peces como hospederos intermediarios. Por ejemplo, en la laguna de Coyuca Violante-González y Aguirre-Macedo (2007) registraron un total de 31 especies de helmintos en 10 especies de peces, de las cuales 18 (58%) fueron digéneos (7 adultos y 11 larvas), mientras que Violante-González *et al.* (2007) en Tres Palos registraron 35 especies de helmintos en 13 especies de peces de las cuales también 18 (51%) fueron digéneos (8 adultos y 10 metacercarias).

En muchas comunidades de parásitos de aves los digéneos constituyen también el grupo de helmintos dominante. Por ejemplo, en especies de aves acuáticas como *A. alba*, *A. cinerea*, *A. herodias*, *Charadrius wilsonia*, *Egretta thula*, *Himantopus himantopus*, *Leucophoyx thula*, *Numenius phaeopus*, *Nycticorax nycticorax*, *Pelecanus erythrorhynchus*, *P. olivaceus*, *Rhynchops niger*, *Sterna maxima* y *Sula leucogaster*, se ha registrado un mayor número de especies de digéneos (Ramos-Ramos, 1989, 1994; Valencia, 1990; Hernández, 1995; Sepúlveda *et al.*, 1999; Nogueserola *et al.*, 2002; Navarro *et al.*, 2005; Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, 2008).

Dentro de los digéneos, el grupo de los heterófidos [*As. longa*, *Ascocotyle* sp., *Ce. formosanus*, *Eu. californiensis* y *Haplorchis pumilio*] fue el mejor representado entre las especies ictiófagas estudiadas. En estudios previos de parásitos de peces en México, los heterófidos han constituido también el grupo más abundante y frecuente de los helmintos generalmente reportados (Scholz *et al.*, 2001), y los adultos son parásitos del intestino de la mayoría de aves ictiófagas (Ramos-Ramos, 1994; Sepúlveda *et al.*, 1999; Scholz *et al.*, 2001). De acuerdo con Scholz *et al.* (2001) al menos dos especies de heterófidos (*Ce. formosanus* y *H. pumilio*) fueron introducidos a México, desde Asia a partir de la introducción accidental del caracol de agua dulce *Melanoides tuberculata*. Actualmente este caracol es muy abundante en las dos lagunas costeras

estudiadas (Violante-González *et al.*, 2009) y las metacercarias de *Ce. formosanus* han sido reportadas co-ocurriendo con *E. leopoldinae* en las branquias de *Poecilia sphenops* y *Astyanax fasciatus* (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007).

Por otra parte los acantocéfalos son un grupo de helmintos muy poco abundante, siendo generalmente muy raros en peces dulceacuícolas (Salgado-Maldonado *et al.*, 2001, 2004). Para las lagunas de Coyuca y Tres Palos, se han reportado solo cuatro especies en peces: tres adultos y un cistacanto (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007). Mientras que a nivel nacional, en aves acuáticas de las familias Ardeidae (garzas) y Phalacrocoracidae (cormoranes), solo se han registrado cinco especies de acantocéfalos adultos: *Andracantha grandidiata*, *Hexaglandula corynosoma*, *Polymorphus brevis*, *Southwellina dimorpha* y *S. hispida* (García-Prieto *et al.*, 2010). No obstante, solo la especie *S. hispida* fue recuperada de los tres hospederos examinados, además de que su abundancia fue generalmente baja (1 a 3.5 helmintos por hospedero examinado, Tabla 1).

Especies comunes y raras

Algunos estudios en ecología de parásitos señalan que las especies comunes (poco abundantes pero frecuentes), confieren una mayor constancia en la composición de especies dentro de la comunidad, por lo que pueden ser consideradas como el componente predecible de la misma, a diferencia de las especies raras que constituyen el componente impredecible (Kennedy y Hartvigsen, 2000). En el presente estudio fue posible establecer que en tres de las poblaciones de aves (*A. alba*, *N. violacea* y *P. brasiliensis* de Tres Palos, Figuras 3, 4, 6), el conjunto de especies clasificadas como comunes, fue igual o mayor al de las raras, por lo que estas comunidades pueden ser consideradas como más predecibles en cuanto a su composición de especies. Por otra parte, algunas de las especies de helmintos consideradas como comunes en los tres hospederos, así como en ambas lagunas, han sido ya registradas en estudios anteriores: el nemátodo *C. multipapillatum* ha sido reportado de unas 10 especies de peces y el acantocéfalo *S. hispida* de seis especies de peces en Coyuca y Tres Palos (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007).

Sin embargo, algunas especies consideradas también comunes como en los casos de los digéneos *Ap. cornu*, *Dr. olivaceus* y *R. ondatrae* (Figuras 2 a 6), éstas no habían sido reportadas en los estudios sobre parásitos de peces realizados en estas 2 lagunas. Esto puede ser atribuido a que posiblemente algunas especies han pasado desapercibidas, debido a que los estudios efectuados en estas lagunas, se han enfocado principalmente en comunidades de endoparásitos. En este sentido, es señalado que las metacercarias de *Dr. olivaceus* y *R. ondatrae* se localizan generalmente sobre las escamas y la línea lateral de varias especies de cíclidos dulceacuícolas (Vidal-Martínez *et al.*, 2001). En las lagunas costeras del estado de Guerrero, habitan dos especies de cíclidos, una especie nativa (*Cichlasoma trimaculatum*) y otra introducida (*Oreochromis niloticus*), las cuales posiblemente sean los hospederos intermediarios de los dos helmintos anteriores, por lo que es necesario que en estudios posteriores, estos cíclidos sean re-examinados con la finalidad de evaluar su contribución en la helmintofauna de las aves ictiófagas estudiadas.

Por otra parte, de acuerdo con la información existente los estadios larvarios del digéneo *Ap. cornu* requieren de invertebrados como hospederos intermediarios y emplean ya sea peces o renacuajos como hospederos paraténicos (Navarro *et al.*, 2005), por lo tanto es posible que este helminto utilice renacuajos o ranas como hospederos paraténicos en las lagunas costeras estudiadas, debido a que restos de estos anfibios fueron encontrados en el estómago de algunas garzas que fueron disectadas. *Apharyngostrigea cornu* es considerado además un helminto especialista de la familia Ardeidae (Navarro *et al.*, 2005) y nuestros resultados apoyan esta hipótesis, debido a que este digéneo fue encontrado solo en las dos especies de garzas examinadas en el presente estudio (Tabla 1), no así en el cormorán *P. brasiliensis*, el cual es una de las aves ictiófagas más abundantes que habitan en las lagunas costeras del estado de Guerrero (Castañón, 2012).

Parámetros de infección de las especies de helmintos

El análisis de los parámetros de infección de las diferentes especies de helmintos indicó que la prevalencia de 12, así como la abundancia de 11 especies (Tablas 2, 3), presentaron una variación significativa tanto entre las tres especies de aves como entre

lagunas. Dogiel (1966) señalaron que el número y la variedad de parásitos que un ave puede albergar, difiere de un individuo a otro, así como entre localidades. Estos investigadores indicaron también, que la continua migración de las aves contribuye a la dispersión de las especies de helmintos a través de varias zonas geográficas, causando grandes infecciones en aquellos lugares donde existen hospederos adecuados para su desarrollo.

Por su parte Kennedy *et al.* (1986) en su estudio comparativo sobre la riqueza de especies de infracomunidades de helmintos de peces y aves, establecieron que las principales diferencias entre estos dos grandes grupos de hospederos podían ser atribuidas a varios factores, entre los cuales se encuentra la complejidad de la dieta de algunas aves, lo cual puede contribuir al incremento en la diversidad de parásitos. En este sentido, una dieta variada aunada con un mayor consumo de alimento, puede dar como resultado una mayor exposición a un amplio número de potenciales hospederos intermediarios, además de que la complejidad del sistema digestivo de las aves, puede incrementar el número de nichos disponibles para la colonización por parte de los parásitos (Kennedy *et al.*, 1986).

Con base en lo anterior, es probable que las diferencias registradas en los parámetros de infección de algunas especies de helmintos (Tablas 2, 3), sean debidas al diferente comportamiento alimenticio presentado por las tres especies de aves (Threlfall, 1982; Ramos-Ramos, 1994). Por ejemplo, no obstante que la dieta de las dos especies de garzas es muy similar, debido a que incluye una amplia variedad de presas como peces, renacuajos, ranas, caracoles, crustáceos, insectos acuáticos y pequeños mamíferos (Ramos-Ramos, 1994), *A. alba* es de hábitos diurnos, en tanto que *N. violacea* es una garza nocturna. En este sentido, cinco especies de helmintos (*Po. minimum*, *R. ondatrae*, *Par. cochleari*, *S. hispida* y *C. multipapillatum*) registraron niveles de infección más altos en la garza *N. violacea* (Tablas 2, 3), la cual se alimenta durante la noche de una amplia variedad de especies de peces, los cuales se ocultan entre las raíces de los mangles o entre la vegetación sumergida, siendo posiblemente más fácilmente capturados durante la noche cuando son más indefensos.

Por otra parte, en el caso del cormorán *P. brasiliensis* las diferencias registradas en la prevalencia (Tabla 2) de las especies *Pa. caballeroi*, *Sy. trachea*, *As. longa*, *Au. mordax*, *R. ondatrae* y *S. hispida* y las

abundancias (Tabla 3) de *C. multipapillatum*, *Dr. oliveaceus*, *Au. mordax* y *R. ondatrae*, pueden ser atribuidas a pequeñas diferencias en los hábitos alimenticios de los cormoranes en cada laguna (Threlfall, 1982). No obstante que casi las mismas especies de peces están presentes en ambos cuerpos de agua, sus abundancias no son las mismas (datos no publicados), así como los niveles de infección de las especies de parásitos presentes (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007).

Comunidades

Las comunidades componentes fueron muy similares tanto entre especies de hospedero, como entre lagunas, esto es, presentaron un bajo número de especies (10 a 16) y fueron dominadas por una sola especie de helminto [*As. longa* en *A. alba*, *Par. cochleari* en *N. violacea* y *C. multipapillatum* en *P. brasilianus*] (Tabla 4), el cual es el mismo patrón observado en las comunidades de parásitos de peces en estas dos lagunas (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González *et al.*, 2007). Estos resultados pueden ser atribuidos a la falta de comportamiento migratorio por parte de estas especies de aves, lo cual limita su exposición a otras especies de helmintos de un área geográfica más amplia. En este sentido, se considera de manera general, que las comunidades componentes de aves migratorias son frecuentemente más ricas y diversas en especies, en comparación con aquellas que no lo son, debido a que por su mayor vagilidad, se exponen a un mayor número de parásitos infecciosos (Threlfall, 1982; Fedynich *et al.*, 1997; Kennedy, 1998), por lo que la limitada dispersión de las aves ictiófagas estudiadas, dado que anidan en los márgenes de las lagunas costeras (Castañón, 2012), en las cuales tienen a su disposición alimento suficiente para ellas y sus crías, evita que éstas puedan estar en contacto con otras especies de parásitos que posiblemente se encuentran en otros sistemas lagunares del mismo, u otros estados del Pacífico mexicano.

No obstante la baja riqueza en especies de helmintos registrada en las tres especies de aves, fueron evidentes algunas diferencias entre sus comunidades componentes; por ejemplo, la comunidad con mayor número de especies y más diversa, fue la registrada en *N. violacea*, lo cual posiblemente se debió a que esta comunidad componente fue menos dominada, a diferencias de las otras comunidades (Tabla 4). Una hipótesis que se maneja en ecología de comunidades

de parásitos, es la que sugiere que la diversidad de especies es positivamente correlacionada con la abundancia del hospedero, debido a que los hospederos que presentan poblaciones de mayor tamaño, pueden mantener con mayor facilidad grandes poblaciones de helmintos adultos (Bell y Burt, 1991; Takemoto *et al.*, 2005). Sin embargo, esta hipótesis no es apoyada por nuestros resultados, debido a que de las 10 especies de ardeídos registrados en la localidad *A. alba* es la más abundante, mientras que la población de *N. violacea* es la más escasa (Castañón, 2012). Lo mismo aplica para el caso del cormorán *P. brasilianus*, el cual es también muy abundante en las lagunas costeras (Castañón, 2012); por lo tanto, la mayor riqueza y diversidad de especies registradas en la garza *N. violacea*, pueden ser atribuidas a sus hábitos de alimentación nocturnos, lo cual le confiere una mayor ventaja en la captura de una mayor variedad de presas, en comparación con los otros dos hospederos que presentan un comportamiento diurno.

Por otro lado, los valores de riqueza promedio registrados en las dos especies de garza (4.5 a 5.9 especies, Tabla 5), fueron más altos a los reportados para otras especies como *Nycticorax nycticorax*, *Egretta garzetta*, *Ardea cinerea* y *A. purpurea* (1 a 1.5 especies, Navarro *et al.*, 2005), pero similares a los reportados para infracomunidades de *A. albus* (Sepúlveda *et al.*, 1999). Mientras que la parasitofauna registrada en *P. brasilianus* (14 especies) en las dos lagunas, fue más baja a la reportada para la misma especie de cormorán: 17 a 20 especies (Fedynich *et al.*, 1997; Monteiro *et al.*, 2011) y más similar a las de otras como *P. auritus*, *P. carbo* y *P. floridanus*: 12 a 17 especies en diferentes áreas geográficas (Threlfall, 1982; Fedynich *et al.*, 1997; Obmann, 2008).

Las diferencias registradas en los parámetros de infracomunidad (Tabla 5), fueron atribuidas a diferencias en el grado de dominancia de las mismas. Por ejemplo, las infracomunidades más ricas y diversas fueron aquellas que presentaron una mayor uniformidad en su abundancia de especies (Tabla 5). Con base en los valores obtenidos para el índice de infracomunidad (*ICI*) se puede establecer, que las especies responsables de la estructuración de las infracomunidades difieren tanto entre las especies de hospedero, como entre lagunas (Tabla 6). No obstante, al menos dos especies de helmintos contribuyeron de manera importante en la estructuración de las infracomunidades de los tres hospederos, como es el caso del acantocéfalo *S. hispida* y el nemátodo *C. multipapillatum*.

Como conclusión podemos decir, que es necesario efectuar un mayor número de estudios de estas mismas especies de aves ictiófagas, así como de otras especies migratorias o residentes, que habitan de manera temporal o permanente en las lagunas costeras del estado de Guerrero, para tratar de conocer una parte importante del ciclo de vida de muchas especies de parásitos alogénicos, que son parte importante de la parasitofauna de estas lagunas, y emplean aves ictiófagas como hospederos finales, así como para determinar si el patrón de estructuración observado para las comunidades de parásitos examinadas, es similar a los de otras aves ictiófagas de estas y otras lagunas.

Literatura citada

- Barrera-Guzmán, A. O., y S. Guillén-Hernández. 2008. Helmintos intestinales en aves Ciconiformes de la ciénaga de Chuburná, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79:525-527.
- Bell, G., y A. Burt. 1991. The comparative biology of parasites species diversity: internal helminthes of freshwater fish. *Journal of Animal Ecology* 60:1047-1063.
- Bush, A. O., J. Fernández, G. Esch, y J. R. Seed. 2001. Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press. 566 p.
- 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.
- Castañón, W. S. 2012. Las aves acuáticas de los humedales de la Laguna de Tres Palos, Guerrero. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina, Acapulco, Guerrero, 69 p.
- Chappell, L. H., L. J. Hardie, y C. J. Secombes. 1994. Diplostomiasis: the disease and host-parasite interactions. In: Pike AW, Lewis JW (eds.). *Parasitic diseases of fish*. Samara Publishing Limited. pp. 59-86.
- Dogiel, V. A. 1966. Ecology of the parasites of freshwater fishes. In: Dogiel, G., K. Petrushevski, and Yu. I. Polyanski. (eds). *Parasitology of fishes*. V. A. Oliver and Boyd: Edinburgh and London. pp. 1-47.
- Esch, G. W., y J. C. Fernández. 1993. A functional biology of parasitism. Chapman and Hall, London.
- Esch, G. W., C. R. Kennedy, A. O. Bush, y J. M. Aho. 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*. 96:519-532.
- Fedynich, A., D. Pence, y J. Bergan. 1997. Helminth community structure and pattern in sympatric populations of double-crested and neotropical cormorants. *Journal Helminthological Society of Washington* 64:176-182.
- García-Prieto, L., M. García-Varela, B. Mendoza-Garfias, y G. Pérez-Ponce de León. 2010. Checklist of the Acanthocephala in wildlife vertebrates of Mexico. *Zootaxa* 2419:1-50.
- Hernández-Rodríguez, A. 1995. Taxonomía de trematodos de aves en tres localidades del estado de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Distrito Federal, México, 56 p.
- Kalmbach, E., y P. H. Becker. 2005. Growth and survival of Neotropical cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) chicks in relation to hatching order and brood size. *Journal Ornithology* 146:91-98.
- Kennedy, C. R. 1998. Aquatic birds as agents of parasite dispersal: a field test of the effectiveness of helminth colonization strategies. *Bulletin of the Scandinavian Society for Parasitology* 8:23-28.
- 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.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Harper Collings, United States of America 654 p.
- Lamothe-Argumedo, R. 1997. Manual de técnicas para preparar y estudiar los parásitos de animales silvestres. AGT. 43 p.
- Lamothe-Argumedo, R., y G. Pérez-Ponce de León. 1986. Hallazgo de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en *Egretta thula* en México. *Anales del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 57:235-246.
- Magurran, A. E. 2004. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, United States of America. 256 p.
- Monks, S., V. R. Zárate-Ramírez, y G. Pulido-Flores. 2005. Helminths of freshwater fishes from the Metztitlán Canyon Reserve of the Biosphere, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology* 72:212-219.
- Monteiro, C. M., J. F. Amato, y S. B. Amato. 2011. Helminth parasitism in the Neotropical cormorant, *Phalacrocorax brasilianus*, in Southern Brazil: effect of host size, weight, sex, and maturity state. *Parasitology Research* 109:849-855.
- Navarro, P., J. Lluch, y E. Font. 2005. The component helminth community in six sympatric species of Ardeidae. *Journal of Parasitology* 91:775-779.
- Nogueserola, M. L., P. Navarro, y J. Lluch. 2002. Helminths parásitos de Ardeidae en Valencia (España). *Anales de Biología* 24:139-144.
- Obmann, S. 2008. Investigations into the helminth fauna of common cormorant (*Phalacrocorax carbo*) and grey

- heron (*Ardea cinerea*) - a contribution to parasitic infestation, epidemiology and deleterious effects. Ph. D. thesis. Institute of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Leipzig, Germany 217 p.
- Ortega-Olivares, M. P. 2007. Comparación de cuatro provincias biogeográficas mexicanas con base en la distribución de los helmintos de aves ictiófagas de la costa del Golfo de México. Tesis de Maestría en Sistemática. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Distrito Federal, México.
- Ortega-Olivares, M. P., A. O. Barrera-Guzmán, I. Haasová, G. Salgado-Maldonado, S. Guillén-Hernández, y T. Scholz. 2008. Tapeworms (Cestoda: Gryporhynchidae) of fish-eating birds (Ciconiiformes) from Mexico: new host and geographical records. *Comparative Parasitology* 75:182-195.
- Pineda-López, R., G. Salgado-Maldonado, E. Soto-Galera, N. Hernández-Camacho, A. Orozco-Zamorano, S. Contreras-Robledo, G. Cabañas-Carranza, y R. Aguilar-Aguilar. 2005. Helminth parasites of viviparous fishes in México. *In: Grier, H. J., y M. C. Uribe. (eds). Viviparous Fishes. New Life Publications, Florida. pp. 437-456.*
- Poulin, R. 1999. The intra - and interspecific relationships between abundance and distribution in helminth parasites of birds. *Journal of Animal Ecology* 68:719-725.
- Ramos-Ramos, P. 1989. Estudio taxonómico de algunos tremátodos de vertebrados de la Presa Presidente Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias 112 p.
- Ramos-Ramos, P. 1994. Composición de la comunidad de helmintos del tubo digestivo de tres especies de "garzas" (Ciconiiformes: Ardeidae) del lago de Patzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. 143 p.
- Ramos-Ramos, P. 1995. Algunos tremátodos de vertebrados de la presa Miguel Alemán en Temascal, Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 66:241-246.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Soto-Galera, E. Mayén-Peña, D. Brailovski, y R. Báez-Valé. 2001. Helminth parasites of freshwater fishes of the Balsas river drainage basing of southwestern Mexico. *Comparative Parasitology* 68:196-203.
- Salgado-Maldonado, G., G. Cabañas-Carranza, E. Soto-Galera, R. Pineda-López, J. M. Caspeta-Mandujano, E. Aguilar-Castellanos, y N. Mercado-Silva. 2004. Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, East Central Mexico. *Comparative Parasitology* 71:190-202.
- Scholz, T., L. M. Aguirre-Macedo, y G. Salgado-Maldonado. 2001. Trematodes on the family Heterophyidae (Digenea) in Mexico: a review of species and new host and geographical records. *Journal Natural History* 35:1733-1772.
- Scholz, T., K. Kuchta, y G. Salgado-Maldonado. 2002. Cestodes of the family Dilepididae (Cestoda: Cyclophyllidae) from fish-eating birds in Mexico: a survey of species. *Systematic Parasitology* 52:171-182.
- Sepúlveda, M. S., M. G. Spalding, J. M. Kinsella, y D. J. Forrester. 1999. Parasites of the Great Egret (*Ardea albus*) in Florida and a review of the helminths reported for the species. *Journal Helminthology* 66:7-13.
- Sokal, R. R., y F. J. Rohlf. 1998. *Biometry*, 2nd ed. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Takemoto, R. M., G. C. Pavanelli, M. P. Lizama, J. L. Luque, y R. Poulin. 2005. Host density as a major determinant of endoparasite species richness in fishes of floodplain of the upper Parana River, Brazil. *Journal Helminthology* 79:75-84.
- Threlfall, W. 1982. Endoparasites of the double-crested cormorant (*Phalacrocorax auritus*) in Florida. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 49:103-108.
- Valencia, S. E. 1990. Estudio taxonómico de la fauna helmintológica de las aves silvestres: *Casmerodius albus*, *Ardea herodias* y *Phalacrocorax olivaceus* del estero Celestún, Yucatán. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Química 74 p.
- 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.
- Violante-González, J., y M. L. Aguirre-Macedo. 2007. Metazoan parasites of fishes from Coyuca Lagoon, Guerrero, Mexico. *Zootaxa*. 1531:39-48.
- Violante-González, J., M. L. Aguirre-Macedo, y E. F. Mendoza-Franco. 2007. A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *Parasitology Research* 102:151-161.
- Violante-González, J., M. García-Varela, A. Rojas-Herrera, y S. Gil-Guerrero. 2009. Diplostomiasis in cultured and wild tilapia *Oreochromis niloticus* in Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research* 105:803-807.
- Wisniewski, W. L. 1958. Characterization of the parasitofauna of a eutrophic lake. *Acta Parasitologica Polonica* 6:1-64.
- Zander, C. D. 2004. Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic. II. Infracommunity. *Parasitology Research* 93:17-29.
- 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, Quitana Roo, México. 75 p.