

El rol de *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 (Crustacea, Anostraca) como hospedador intermediario de cestodes en la Laguna Epecuén (Buenos Aires, Argentina)

The role of *Artemia persimilis* Piccinelli & Prosdocimi, 1968 (Crustacea, Anostraca) as intermediate host of tapeworms in Epecuén Lagoon (Buenos Aires, Argentina)

Graff María Eugenia¹, Guagliardo Silvia Elizabeth² y Tanzola Ruben Daniel^{2*}

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue evaluar la potencialidad de *Artemia persimilis* (Crustacea: Anostraca) como transmisor de estadios larvales de helmintos parásitos. Se recolectaron 929 ejemplares adultos de *A. persimilis* (422 machos, 507 hembras) en la Laguna Epecuén (Provincia de Buenos Aires, Argentina) durante octubre y diciembre de 2016 y abril de 2017. Los individuos fueron sexados y transparentados en glicerina. Se registraron tres especies larvales de cestodes en el hemocele: *Confluaria podicipina* (Cestoda: Hymenolepididae), *Flamingolepis* cfr. *flamingo* (Cestoda: Hymenolepididae) y *Wardium* cfr. *paucispinosum* (Cestoda: Aploparaksidae). *Confluaria podicipina* estuvo presente en todos los muestreos aunque con mayor importancia en primavera y otoño (38,8% en primavera vs 22,5% en otoño, estadístico $Z=15,09$, $p<0,001$). Ni las prevalencias ($Z=1,06$, $p>0,05$) ni las abundancias (U Mann Whitney= 104.023,5, $p>0,05$) fueron diferentes entre sexos del hospedador como tampoco hubo diferencias entre sitios de muestreo. Dada la escasa representatividad de *W. cfr. paucispinosum* (prevalencia= 0,32%) y de *F. cfr. flamingo* (prevalencia= 0,32%), no se realizaron análisis estadísticos comparativos. Los antecedentes previos de larvas de *Wardium* spp. parasitando a *Artemia* spp., con prevalencias menores al 2%, sumado al presente registro, permiten suponer que los anostracos constituyen hospedadores accidentales o facultativos para estos aploparáksidos. Resulta plausible que *F. cfr. flamingo* no sea una especie frecuente en el ensamble parasitario de los flamencos y que *A. persimilis* actúe como hospedador accidental. La presente constituye la primera cita del género *Flamingolepis* para Argentina.

Palabras clave: *Artemia persimilis*, ciclos biológicos, *Confluaria podicipina*, *Flamingolepis flamingo*, *Wardium* sp.

ABSTRACT: The aim of the present study was to evaluate the potentiality of *A. persimilis* (Crustacea: Anostraca) as a vehicle for cestode larval stages. A total of 929 adult specimens of *A. persimilis* (422 males, 507 females) were collected in five samples during October and December 2016, and April 2017, from Epecuén lagoon (Buenos Aires province, Argentina). Individuals were sexed and transparented in glycerin for parasite identification. Three larval cestode species were found into the hemocoelom: *Confluaria podicipina* (Cestoda: Hymenolepididae), *Flamingolepis* cfr. *flamingo* (Cestoda: Hymenolepididae), and *Wardium* cfr. *paucispinosum* (Cestoda: Aploparaksidae). *Confluaria podicipina* was found in spring and autumn (38.8% in spring vs. 22.5% in autumn, $Z=15.09$, $p<0.001$). Neither prevalences ($Z=1.06$, $p>0.05$) nor abundances (U Mann Whitney 104023.5, $p>0.05$) were different between brine shrimp sexes and sample sites. No comparative statistical studies were conducted according to the low representativeness of *Wardium* cfr. *paucispinosum* (0.32% prevalence), and *F. cfr. flamingo* (0.32% prevalence). Previous records of *Wardium* spp. parasitizing *Artemia* species with prevalences lower than 2% joined with this record make possible to assume that these crustaceans constitute either accidental or facultative hosts for those aploparaksids. It is plausible that *F. cfr. flamingo* is not a common species on the parasite assembly of flamingos in the lagoon, and *A. persimilis* might act as an accidental host. The present finding constitutes the first record of the genus *Flamingolepis* in Argentina.

Keywords: *Artemia persimilis*, *Confluaria podicipina*, *Flamingolepis flamingo*, life cycles, *Wardium* sp.

¹Laboratorio de Parasitología. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. ²Instituto de Ciencias Biológicas y Biomédicas del Sur (INBIOSUR-CONICET-UNS). Bahía Blanca. Argentina.

INTRODUCCIÓN

El género *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca), reúne especies planctónicas conocidas también como camaroncitos de la sal o *brine shrimps*, adaptadas a vivir en aguas hipersalinas ya que poseen un efectivo sistema fisiológico que les permite tolerar concentraciones de sal hasta siete veces superiores a las del agua de mar. Además, resisten condiciones de baja concentración de oxígeno disuelto y desarrollan quistes de resistencia, cuando las condiciones ambientales se tornan incompatibles con la vida (Curto, 2006). Poseen una distribución cosmopolita y el género está representado por seis especies, constituyendo las aves acuáticas importantes vectores de dispersión de quistes de resistencia y colonización de nuevos hábitats (Triantaphyllidis et al., 1998). Estos crustáceos cumplen un rol ecológico fundamental en los ecosistemas hipersalinos, como recurso alimentario para las comunidades de aves acuáticas y, debido a su carácter filtrador, regulan la producción primaria mediante el control de la abundancia del fitoplancton y turbidez de la columna de agua (Sánchez et al., 2006; Mohebbi, 2010; Belovsky et al., 2011; Varo et al., 2011; Sánchez et al., 2016). Además son utilizados como suplemento proteico en acuicultura dado su alto valor nutricional que cubre las necesidades de macro y micronutrientes de larvas de peces y crustáceos bajo cultivo, debido a la producción de ácidos grasos esenciales (Amat et al., 1994; Castro et al., 1995; Crespo, 1999). En el continente americano se encuentran las especies *Artemia franciscana* Kellogg, 1906, cuya distribución abarca todo el continente, y *Artemia persimilis* Piccinelli y Prosdocimi, 1968 restringida en Argentina y sur de Chile (Triantaphyllidis et al., 1998, De los Ríos-Escalante y Gajardo, 2010, 2013; Redón et al., 2019). Las artemias se adaptan a condiciones extremas de ambientes halófilos donde la tasa de depredación es muy baja (Gajardo et al., 2002). Esta ventaja evolutiva también los constituye en especies dominantes de las comunidades de invertebrados halófilos siendo, en algunas regiones del mundo, los únicos planctontes hallados en lagos y lagunas saladas. En esos ambientes las redes tróficas tienden a ser simples y con escasos componentes. Este podría ser el caso de la Laguna Epecuén que concentra altas densidades de *A. persimilis* como únicos invertebrados dominantes del zooplancton (Curto, 2006). Tal disponibilidad de alimento vivo permite que este humedal sea utilizado gran parte del año por colonias de aves residentes, como el flamenco austral *Phoenicopterus chilensis* Molina, 1782 (Phoenicopteridae), el tero real *Himantopus melanurus* (Vieillot, 1817) (Recurvirostridae), gaviotas capucho gris *Chroicocephalus cirrocephalus* (Vieillot, 1818) y capucho café *Chroicocephalus maculipennis* (Lichtenstein, 1823) (Laridae) y el macá plateado

Podiceps occipitalis Garnot, 1826 (Podicipedidae). También es un sitio importante de posta y reabastecimiento de grandes bandadas de aves migratorias neárticas, como los pitotoy grande y chico *Tringa melanoleuca* (Gmelin, 1789) y *Tringa flavipes* (Gmelin, 1789) (Scolopacidae), respectivamente, varias especies de playeros del género *Calidris* (Pallas, 1764) (Scolopacidae) y falaropos comunes *Phalaropus tricolor* (Vieillot, 1819) (Scolopacidae). Las especies residentes, y probablemente los falaropos, se nutren de *A. persimilis* cuando ésta se concentra en la superficie del espejo de agua, debido a la falta de oxígeno disuelto (Sorgeloos et al. 1986, Storer, 2000). A la fecha, varios autores destacaron el rol de *Artemia* spp. como hospedadores intermediarios principalmente de larvas de cestodes ciclofilídeos, que completan el ciclo como adultos en flamencos, gaviotas y macáes de la región Paleártica (Maksimova, 1981; Storer, 2000; Georgiev et al., 2005; Redón et al., 2015a, b, 2020). El único antecedente de *A. persimilis* como hospedador intermediario de parásitos en aguas del territorio argentino es el reportado recientemente por Guagliardo et al. (2020), en el cual se confirmó el ciclo biológico de *Confluarina podicipina* (Szymanski, 1905) (Cestoda: Hymenolepididae).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rol de *A. persimilis* como transmisor de estadios larvales de cestodes parásitos, y aportar información respecto de sus relaciones parásito-hospedador así como el efecto de la estacionalidad en dicha interacción.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

La laguna Epecuén (37° 24'39.41" S; 61° 43'36.19" O) se localiza en la Provincia de Buenos Aires y pertenece al sistema de las Encadenadas del Oeste, siendo la más extensa en superficie, constituye una cuenca endorreica y recibe aportes de dos arroyos: el Pigüé y el Pull Grande. Tiene una superficie de 160,3 km² y características limnológicas propias de un ambiente hipersalino con aguas cloruradas sódicas, con un residuo sólido de 56,75 g/L y de naturaleza oligotrófica (Calcagno et al., 1995) (Fig. 1).

Toma y análisis de muestras

Un total de 929 ejemplares adultos de *Artemia persimilis* fueron recolectados empleando red de mano (malla de 3x3 mm) y red de plancton (malla de 250 µm) desde la orilla, en los meses de octubre y diciembre de 2016 y abril de 2017. Los sitios de muestreo fueron dos, el primero denominado "Playa" donde predomina una alta salinidad y mayor presencia de ejemplares adultos y el segundo designado "Cementerio", con menor porcentaje de salinidad debido a la mezcla con agua dulce proveniente del drenaje del arroyo Pigüé y mayor presencia de estados larvales y quistes de



Figura 1. Ubicación geográfica en el sistema de Lagunas Encadenadas del Oeste, de la Laguna Epecuén y en ella la posición de los dos sitios de muestreo (Playa y Cementerio).

A. persimilis. Las artemias se mantuvieron vivas en frascos aireados hasta llegar al laboratorio, luego se fijaron y conservaron en formalina 5%. Fueron sexadas en base a la presencia de ovisacos en la región medioventral posterior en las hembras y en el caso de los machos, por la presencia del segundo par de antenas modificado (Pastorino, 2003). Se realizaron preparados semipermanentes en glicerina hasta su transparentación completa (48-72hs, temperatura de laboratorio 20 °C), siguiendo la metodología aplicada por Redón *et al.* (2015a). Los parásitos fueron medidos con ocular micrométrico y fotografiados por medio del programa Motic Images Plus 2.0. La identificación de los cestodes se llevó a cabo a partir de caracteres morfológicos especie-específicos (forma y desarrollo del cercómero, número, forma y dimensiones de los ganchos rostellares, ubicación en el hospedador) (Georgiev *et al.*, 2005; Bondarenko y Kontrimavichus, 2006; Redón *et al.*, 2015a). Las medidas están dadas en μm a menos que se aclare otra unidad. La nomenclatura de los tipos de ganchos rostellares se basó en Czaplinski y Vaucher (1994). Para el caso de las especies de *Wardium* Mayhew, 1925 se emplearon los criterios de medición de Labriola y Suriano (2000). La terminología de las larvas cisticercoides siguió a Chervy (2002).

Cálculos y análisis estadísticos

Para cada taxón se calcularon los indicadores parasitarios prevalencia (P), intensidad media (IM) y abundancia media (AM), según Bush *et al.* (1997).

Las prevalencias de las especies componentes (prevalencia $\geq 10\%$) se compararon entre sexos, sitios de muestreo y época del año mediante el estadístico Z para muestras ≥ 100 hospedadores, salvo en la muestra de verano en el sitio Cementerio (C2) en la cual se utilizó Z para muestras ≤ 100 individuos (Morales y Pino, 1987). Se compararon las abundancias de las poblaciones parasitarias entre los sexos de los hospedadores, entre las épocas de muestreo y entre las dos zonas de muestreo empleando el test no paramétrico U de Mann-Withney (Siegel y Castellan, 1995).

RESULTADOS

De los 929 ejemplares adultos de *Artemia persimilis*, 422 fueron machos y 507 hembras. La cantidad de ejemplares colectados según sexo por estación y por sitio de muestreo puede observarse en la Tabla 1. Un total de 199 anostracos resultaron parasitados en los cuales se identificaron 336 helmintos pertenecientes a tres especies de cestodes ciclofilídeos.

Clase Cestoda

Familia Hymenolepidae (Ariola, 1899)

Confluaria podicipina (Szymanski, 1905)

Estadio: cisticercoide (Figs. 2 y 3)

Ubicación: hemocele de *A. persimilis*.

Parámetros poblacionales: Número total de parásitos= 330, P= 20,75%, IM total= 1,70; AM total= 0,35.



Figura 2. *Confluaría podicipina*, cisticercoide en el segmento abdominal de *A. persimilis* (círculo). La línea señala la expansión del cercómero profusamente enrollado sobre sí mismo. Escala= 0,05 mm

Material depositado: Colección de la División Zoología Invertebrados del Museo de La Plata, número de acceso MLP-He 7698.

Comentarios

El género *Confluaría* (Ablasov, 1953) incluye seis especies válidas, todas ellas parásitas como adultos de podicipédidos, la mayoría citadas para la región Paleártica, con escasos registros puntuales en Canadá e India, en las regiones Neártica e Indo-Malaya (Vasileva et al., 2000; 2001). Maksimova (1981) describió los cisticercoides de *C. podicipina* en *Artemia salina* Linnaeus, 1758 del Lago Tengiz, un lago hipersalino de la región central de Kazajistán. Ryzhikov et al., (1985 en Storer 2000) registraron dos especies de cladóceros como hospedadores intermediarios de *C. podicipina* en ambientes de agua dulce de la región Paleártica. Redón et al. (2019) reportaron por primera vez la presencia de *C. podicipina* en la especie sudamericana *A. persimilis* en dos lagunas

12 hipersalinas del sur de Chile. Los especímenes



Figura 3. *Confluaría podicipina*, cisticercoide, detalle de ganchos apolaraksoides, ventosas y estriación transversal del quiste. Escala= 0,02 mm

estudiados en este trabajo presentaron similar morfología que los reportados en *A. parthenogenetica* Bowen and Sterling, 1978 en España (Georgiev et al., 2005), en *A. franciscana* Kellogg, 1906 en USA (Redón et al., 2015b) y en *A. persimilis* al sur de Chile (Redón et al., 2019). Sin embargo las medidas de las partes blandas fueron ligeramente menores que en los antecedentes citados, siendo la longitud y forma de los ganchos rostellares las variables más coincidentes (longitud total= 17-21; lámina= 10-12; mango pequeño= 5-6). Debido al desarrollo de un quiste delicadamente estriado en sentido transversal y un largo cercómero, 25 veces el diámetro del quiste, sumado al número, longitud y forma de los ganchos rostellares, los ejemplares estudiados corresponden al himenolepídido *C. podicipina*.

Familia Hymenolepidae (Ariola, 1899)

Flamingolepis cfr. *flamingo* (Skrjabin, 1914)

Estadio: cisticercoide (Fig. 4)

Ubicación: hemocele de *A. persimilis*

Parámetros poblacionales: Número total de parásitos= 3, P= 0,32%, IM total= 1, AM total= 0,0032.

Comentarios

Este cisticercoide apareció en muy escaso número, solo un macho y dos hembras de *Artemia* resultaron parasitados, con una larva en cada hospedador. Los especímenes se encontraron en defectuoso estado de conservación, y se desintegraron al tratarlos con líquido diafanizador, quedando sólo íntegros los ganchos rostellares. No obstante, las siguientes características: quistes ovalados de paredes gruesas; numerosos corpúsculos calcáreos concentrados principalmente en la parte anterior del escólex; rostelló

con ocho ganchos de tipo skrjabinoide, tamaño y forma de los ganchos (longitud total= 57-60, lámina= 32) y cercómero, posibilitaron identificarlo a nivel específico dadas las coincidencias con lo reportado por Georgiev *et al.* (2005). Respecto a este criterio morfológico, Rausch *et al.* (1978) opinan que si bien se ha demostrado una variación significativa en el tamaño de los ganchos rostelares en el género *Echinococcus* (Cestoda: Cyclophyllidea), se consideran un rasgo importante, particularmente en ausencia de otros caracteres de valor. En este contexto, Czaplinski y Vaucher (1994) establecieron que a nivel de género la forma y número de los ganchos son caracteres de importancia taxonómica. Por su parte Scholz *et al.* (2008) consideran crucial para la identificación de metacestodes cyclophyllideos la morfología de los ganchos rostelares. Por tal razón, en el presente trabajo se considera válido el criterio morfológico para adjudicar los ejemplares estudiados a una especie determinada. No obstante la existencia de otras especies del género *Flamingolepis* con tamaños aproximados (Redón *et al.*, 2020), se ha optado por denominarlos a confirmar como *Flamingolepis* cfr. *flamingo*, a la espera de futuros estudios con mayor número de especímenes. Debido a su escasa representatividad (P= 0,32%) no se la consideró una especie componente del ensamble parasitario de *A. persimilis*, razón por la cual tampoco se realizaron estudios cuantitativos de sus metapoblaciones. Según Georgiev *et al.* (2005, 2014) *F. flamingo* es un parásito específico de flamencos. Los flamencos incorporan por filtración cantidades significativas de artemia (Gonzalez Acuña *et al.*, 2001), siendo ésta la

vía más probable de infección del hospedador final, para completar el ciclo de transmisión. En la Laguna Epecuén estas aves utilizan el área como zona de nidificación y alimentación.

Familia Aploparaksidae

Wardium* cfr. *paucispinosum Labriola y Suriano, 2000

Estadio: cisticercoide (Fig. 5)

Ubicación: hemocele de *A. persimilis*

Parámetros poblacionales: Número total de parásitos: 3, P= 0,32%, IM total= 1, AM total= 0,0032.

Comentarios

Solo se registraron tres ejemplares en toda la muestra, distribuidos uno en cada artemia (un macho y dos hembras). Sin embargo la morfología y morfometría de algunos caracteres diagnósticos como: quiste con forma de limón y paredes gruesas, escólex y ventosas ovales, rostelo formado por diez ganchos de tipo aploparaksoide con lámina en forma de hoz, más larga que la base eje a [longitud total]= 20, eje b (lámina)= 9,6, eje c (guarda)= 8,4], coinciden con los especímenes descritos por Labriola y Suriano (2000). A la espera de conocer con mayor número de especímenes la variación morfológica del cisticercoide, provisionalmente se considera a los individuos del presente estudio como *Wardium* cfr. *paucispinosum*. Dada su baja representatividad (P= 0,32) no constituyó una especie componente de la comunidad de helmintos de *A. persimilis* y tampoco se realizaron estudios estadísticos comparativos a nivel metapoblacional.

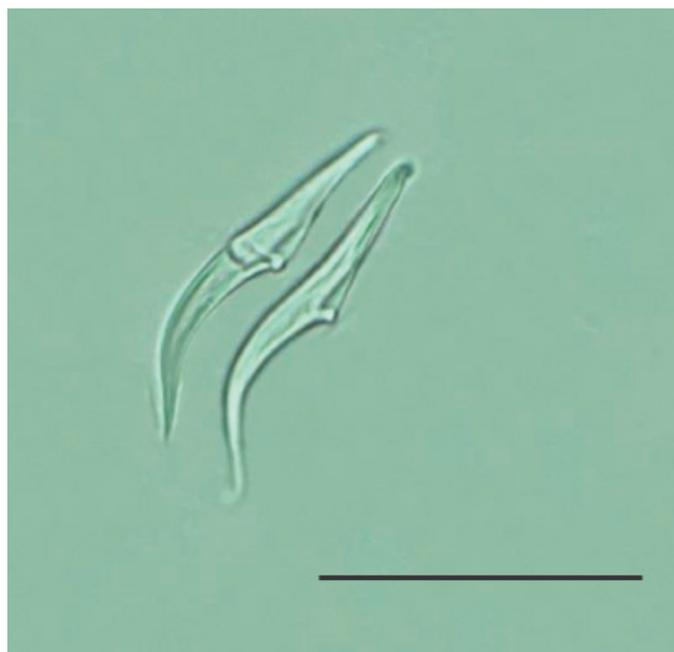


Figura 4. *Flamingolepis* cfr. *flamingo*, detalle de dos ganchos rostelares de tipo skrjabinoide. Escala= 0,05 mm

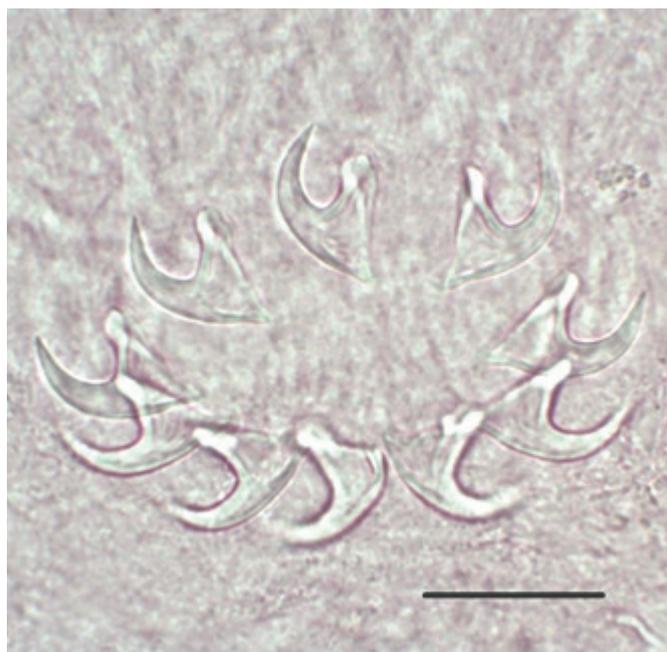


Figura 5. *Wardium* cfr. *paucispinosum*, cisticercoide, detalle de la corona de ganchos rostelares de tipo aploparaksoide. Escala= 0,02 mm

Tabla 1. Indicadores poblacionales de los cestodos parásitos de *Artemia persimilis* (n= 929)

Estación	Sitio	Número de hospedadores por sexo	Especie Parásita (n° de parásitos según sexo del hospedador)	Prevalencia Total y según sexo del hospedador	Intensidad Media Total y según sexo del hospedador	Abundancia Media Total y según sexo del hospedador
Primavera	Playa (P1)	H:101; M:100	<i>C. podicipina</i> (H:76; M:113)	38,80 H: 31,68; M: 46,0	2,42 H: 2,37; M: 2,45	0,94 H: 0,75; M: 1,13
	Playa (P2)	H:120; M:81	<i>C. podicipina</i> (H:10; M:5)	7,46 H: 8,3; M: 6,17	1 H: 1; M: 1	0,074 H: 0,083; M:0,06
Verano	Cementerio (C2)	H:85; M:41	<i>C. podicipina</i> (H:2; M:0)	1,58 H: 2,35; M: 0	1 H: 1; M: 0	0,015 H: 0,023; M: 0
			<i>Wardium</i> sp. (H:1; M:2)	2,38 H: 1,17; M: 4,8	1 H: 1; M: 1	0,01 H: 0,01; M: 0,02
			<i>C. podicipina</i> (H:33; M:20)	22,5 H: 29; M: 16,0	1,17 H: 1,13; M: 1,25	0,26 H: 0,29; M: 0,20
Otoño	Playa (P3)	H:100; M:100	<i>F. flamingo</i> (H:1; M:1)	0,9 H:1; M:0,9	1 H: 1; M: 1	0,009 H: 0,004; M: 0,004
			<i>C. podicipina</i> (H:41; M:33)	27,36 H: 26,7; M:28,0	1,34 H:1,51; M:1,18	0,37 H: 0,26; M: 0,28
			<i>F. flamingo</i> (H:1; M:0)	H:0,1; M:0	H:1; M:0	H: 0,0099; M:0

Referencias: H: hembra; M: macho.

Aspectos cuantitativos y estadísticos

En la Tabla 1 se muestran los índices parasitológicos de las tres especies de cestodos en cada sitio de muestreo y por estación. En tanto la Tabla 2 muestra datos comparativos con hallazgos previos para las tres especies colectadas en *Artemia* spp.

Se destaca que de los 929 crustáceos analizados, 199 estuvieron parasitados y de ellos 143 albergaron un solo cisticercoide, de los cuales 67 correspondieron a larvas de *C. podicipina*. Así mismo, 731 artemias no estuvieron infestadas mientras que 56 albergaron más de una larva (en todos los casos *C. podicipina*). Solo seis artemias estuvieron infectadas por *Wardium* cfr. *paucispinosum* y *Flamingolepis* cfr. *flamingo*, con una larva por crustáceo. No se registraron poliparasitismos en la muestra estudiada. Tampoco se identificaron otras especies de helmintos. Las prevalencias de *C. podicipina* en primavera y otoño arrojaron diferencias altamente significativas (38,8% en primavera vs 22,5% en otoño, $Z = 15,09$, $p < 0,001$). Ni las prevalencias ($Z = 1,06$, $p > 0,05$) ni las abundancias (U Mann Whitney = 104.023,5, $p > 0,05$) fueron diferentes entre los sexos de los hospedadores. Con respecto a las zonas muestreadas, Playa y Cementerio, pese a tener diferencias en salinidad, en el mismo período (otoño), tampoco registraron diferencias significativas en la prevalencia ($Z = 1,22$, $p > 0,05$). Tampoco se registraron diferencias en las abundancias entre ambas zonas de muestreo (U Mann Whitney = 18705,5 $p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Las lagunas hipersalinas (mayores a 50 g/L en cloruros) usualmente tienen redes tróficas simples, por ello los roles de las especies presentes en el ecosistema, *a priori*, son menos complejos de elucidar (Gajardo et al., 2006). En el presente estudio la prevalencia de *Confluaria podicipina* fue ocho veces superior a la registrada en Laguna de los Cisnes y 41 veces superior que en Laguna Amarga, ambos en el sur de Chile (Redón et al., 2019). Guagliardo et al. (2020) demostraron que el adulto de *C. podicipina* parasita el intestino delgado del macá plateado (*Podiceps occipitalis*), en la Laguna Epecuén, y consideraron la primavera como la estación óptima para la transmisión hacia los macáes. Las diferencias entre las muestras obtenidas en el Laguna Epecuén y el registro previo de Redón et al. (2019) podrían explicarse por la importancia relativa de *A. persimilis* en la dieta del macá plateado según su distribución geográfica, cuya presencia es permanente en Epecuén, formando grandes poblaciones que utilizan la zona como fuente de alimentación y nidificación.

La prevalencia de cisticercoides de *C. podicipina* fluctuó entre las estaciones del año observándose esta variación en ambos sitios de muestreo. La mayor prevalencia se observó en primavera, mientras que en verano temprano hubo una marcada disminución en ambos sitios, con prevalencias inferiores al 10% en ambos sexos, mientras que en otoño, las prevalencias se incrementaron significativamente. Respecto de

Tabla 2. Comparación de índices parasitarios de trabajos previos en *Artemia* spp. y el presente estudio

Fuente	Georgiev et al. (2005)	Redón et al. (2015b)	Redón et al. (2019)	Redón et al. (2019)	Presente estudio	
Área de estudio	Marismas de Odiel (España)	Gran Lago Salado (EEUU)	Laguna de los Cisnes y Laguna Amarga (Chile)	Laguna de los Cisnes y Laguna Amarga (Chile)	Laguna Epecuén (Argentina)	
Hospedadores	<i>A. parthenogenetica</i>	<i>A. franciscana</i>	<i>A. persimilis</i>	<i>A. persimilis</i>	<i>A. persimilis</i>	
Especie parásita	P%	IM	AM	P%	IM	AM
<i>Confluaria podicipina</i>	6,5	1,42	0,09	34,9	1,69	0,025 (LC)
<i>Flamingolepis flamingo</i>	0,9	1,03	0,01	0	0	0,005(LA)
<i>Wardium</i> sp.	0,2	1	0,002	0,1	1	0,003
				0,3 (LC)	1	0,003
				0,31***	1,4	0,31***
				0,31***	1,4	0,0031

Referencias: P%= prevalencia; IM= intensidad media; AM= abundancia media. LC=Lago de los Cisnes; LA=Laguna Amarga. *: designada como *Flamingolepis* sp; **: designada como *Flamingolepis* cfr. *flamingo*; *** designada como *Wardium* cfr. *paucispinosum*

los sitios de muestreo las variaciones posiblemente se deban a una recuperación de las poblaciones de *A. persimilis* durante la primavera y el otoño. Las condiciones ambientales para la eclosión de quistes de resistencia son óptimas en cuanto a salinidad, temperatura y porcentaje de oxígeno disuelto en esas épocas del año. En cambio en verano el ambiente presenta características hostiles disminuyendo el nivel de supervivencia de las artemias, con un enorme depósito de quistes de resistencia en el sedimento. Otra causa posible de la mayor prevalencia en primavera y otoño quizás esté dada por una mayor afluencia de macáes plateados en la Laguna Epecuén, que abrevan agua dulce en los canales afluentes de la laguna como el Pigüé y el Pull o migran hacia otras lagunas de agua dulce, abandonando periódicamente el espejo hipersalino. Los macáes, al congregarse para alimentarse o aparearse, liberarían un mayor número de huevos infectivos de cestodes en el ambiente, fenómeno que incrementa la probabilidad de exposición de artemias a estas infecciones. El hecho de que no se registraran diferencias para las prevalencias y abundancias de *C. podicipina* entre sexos está indicando que ambos sexos se exponen indistintamente a los estadios infectivos.

Flamingolepis flamingo es un parásito específico de flamencos y ha sido reportado en *A. salina* y *A. parthenogenetica* en Francia (Robert y Gabrion, 1991; Sánchez et al., 2013) y España (Georgiev et al., 2005; Georgiev et al., 2007; Redón et al., 2011, 2015b, 2019; Sánchez et al., 2013). Redón et al. (2015b) registraron con bajas prevalencias, < 10%, a *F. flamingo* en ejemplares juveniles y adultos de *A. salina* y *A. franciscana* en el delta del río Ebro, España. Probablemente en la Laguna Epecuén parasite al flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*) que utiliza el área como zona de nidificación y alimentación. En el presente estudio la prevalencia fue significativamente menor que la estimada para *A. persimilis* en la Laguna de los Cisnes en el sur de Chile, aunque identificada allí como *Flamingolepis* sp. (Redón et al., 2019). También fue ligeramente menor a la prevalencia registrada en *A. parthenogenetica* en las Marismas de Odiel, España. No obstante, si bien este cestode fue dominante de ensamble de parásitos en el sur de Chile, su prevalencia no excedió 13,8% y su abundancia fue de 0,14, con picos máximos en primavera temprana (Redón et al., 2019). Georgiev et al. (2014) plantearon que las bajas frecuencias parasitarias podrían deberse a que los hospedadores definitivos (flamencos) son escasos o ausentes en el ambiente mientras suceden blooms de artemias, de modo que parásitos y hospedadores intermediarios no logran encontrarse. Al respecto, Núñez et al. (2015,

2017) examinaron los helmintos del tubo digestivo en una muestra de seis flamencos *Ph. chilensis* muertos por causas desconocidas en la Laguna Epecuén, entre febrero y abril de 2013, y registraron ejemplares de *Sobolevicanthus* sp. (Cestoda: Hymenolepididae) en un solo flamenco y en baja intensidad. Este antecedente nos permite hipotetizar que *F. cfr. flamingo* no es una especie frecuente en el ensamble parasitario de los flamencos del área estudiada, o bien presenta una marcada estacionalidad y con bajos índices parasitarios. En este escenario, es posible que *A. persimilis* actúe como hospedador accidental y que el hospedador intermediario óptimo sea alguna otra especie de invertebrado que forme parte de la dieta fundamental de las poblaciones de flamencos. En nuestros estudios, los únicos tres cisticercoides fueron encontrados en otoño, en ambos sitios, probablemente en relación con el aumento de la presencia de flamencos en esa época del año.

Por otra parte, en el presente estudio la prevalencia de *Wardium* cfr. *paucispinosum* fue semejante a la registrada en la Laguna de los Cisnes para una especie no identificada de *Wardium* (Redón et al., 2019), pero resultó tres veces mayor al compararla con las prevalencias de otra especie no identificada en el Gran Lago Salado (Utah, USA) y una vez y media superior a la de *W. stellorae* (Deblock, Biguet y Capron, 1960) en las Marismas de Odiel (España) (Georgiev et al., 2005). Estas variaciones entre las diferentes áreas geográficas posiblemente son motivadas por las distintas poblaciones de aves presentes en los respectivos ecosistemas. El estado adulto de *Wardium* spp. parasita aves de los órdenes Charadriiformes, Lariformes, Anseriformes, Podicipediformes y Paseriformes (Bondarenko y Kontrimavichus, 2006). *Wardium* cfr. *paucispinosum* fue descrita como adulto en el intestino de la gaviota capucho café, *Chroicocephalus maculipennis*, en la zona costera de Mar del Plata (Labriola y Suriano, 2000). Esta posee una amplia distribución en Argentina, encontrándose presente todo el año en la Laguna Epecuén y posee una dieta muy variada, desde insectos terrestres, anélidos, crustáceos y peces. También la laguna Epecuén es habitada todo el año por el tero real, *Himantopus melanurus*. *Wardium neotropicae* Deblock y Vaucher, 1997 fue descrita en ejemplares de *H. melanurus* en Paraguay (Bondarenko y Kontrimavichus, 2006). Comparados los cisticercoides aquí examinados, se observa que poseen ganchos rostelares el doble de tamaño que los adultos parásitos del tero real y se descarta su posible conespecificidad. Bondarenko y Kontrimavichus (op. cit.) consignan muy pocas referencias sobre los ciclos biológicos de las especies de *Wardium*, la mayoría desconocidos. Sin embargo se citan a poliquetos nereidos y oligoquetos tubificidos

como hospedadores del estadio cisticercoides. Los antecedentes previos de *Wardium* spp. parasitando al estado larval de anostracos del género *Artemia*, con prevalencias que van desde 0,1 a 1,4% (Redón et al., 2015a, Georgiev et al., 2005, Redón et al., 2019, Redón et al., 2015b) sumado al presente registro, permiten suponer que los anostracos constituyen hospedadores intermediarios accidentales o facultativos para estos aploparáksidos.

De las tres especies de cestodes halladas, *C. podicipina* fue la más prevalente, la de mayor intensidad y abundancia en el ensamble parasitario, razón por la que se considera que *A. persimilis* es un vehículo eficiente, en ambos sexos por igual, y constituye una fuente de transmisión de este cestode, confirmando la época primaveral como la estación del año más favorable a la colonización.

La identificación de especies de cestodes con marcada especificidad de grupo permite predecir la presencia de al menos dos especies de aves en el ambiente, el macá plateado y el flamenco austral. De confirmarse el status específico de *Wardium* cfr. *paucispinosum* indicaría su presencia en poblaciones continentales de la gaviota capucho café, ampliando su dispersión ecológica y geográfica. Este trabajo constituye la primera cita para Argentina del género *Flamingolepis* Gervais, 1847.

LITERATURA CITADA

- Amat, F., Barata, C., Hontoria, F., Navarro, J. C., y Varo, I. (1994). Biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda, Anostraca) in Spain. *International Journal of Salt Lake Research*, 3, 175-190.
- Belovsky, G. E., Stephens, D., Perschon, C., Birdsey, P., Paul, D., Naftz, D. y Mosley, R. (2011). The Great Salt Lake Ecosystem (Utah, USA): long term data and a structural equation approach. *Ecosphere*, 2, 1-40.
- Bondarenko, S.K. y Kontrimavichus, V.L. (2006). Aploparaksidae of Wild and Domesticated birds, Volume 14. *Fundamentals of Cestodology*. Nauka, Moscow, 433 p.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. y Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 575-583.
- Calcagno, A., Fioriti, M. J., Pedrozo, F., Vigliano, P., López, H., Rey, C., Razquin, M. E y Quiroz, R. (eds.). 1995. Catálogo de lagos y embalses de Argentina. Dirección Nacional de Recursos Hídricos, Buenos Aires, 61 p. ISBN: 950-32-0015-6
- Castro, M. J., Malpica, S. A., Rodríguez, G. S. A., Castro, B. T. y De Lara, A. R. (1995). Análisis morfométrico de la *Artemia* spp. en las salinas Las Coloradas Oaxaca, México. *Oceanología*, 2, 116-128.
- Chervy, L. (2002). The terminology of larval cestodes or metacestodes. *Systematic Parasitology*, 52, 1-33.

- Crespo, J. E. (1999). Sobre la reproducción de tres poblaciones sudamericanas de *Artemia franciscana* (Kellogg, 1906)(Crustacea, Anostraca). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile), 70, 37-43.
- Curto, E. D. (2006). *Artemia*, el camarón de la sal. *Bañados del río Dulce y laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina, 161-171.
- Czaplinski, B. y Vaucher, C. (1994). Family Hymenolepididae. En: Khalil, L. F., Jones, A. y Bray, R. A. (eds.). Keys to the Cestode Parasites of Vertebrates. Chap. 29, pp. 595-663. CAB International, United Kingdom, 751 pp.
- De los Ríos-Escalante, P., y Gajardo, G. (2010). Potential heterogeneity in crustacean zooplankton assemblages in southern Chilean saline lakes. *Brazilian Journal of Biology*, 1031-1032.
- De los Ríos-Escalante, P. (2013). Review of the biogeography of *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) in Chile. *International Journal of Artemia Biology*, 3, 64-67.
- Gajardo, G., Abatzopoulos, T.J., Kappas, I., y Beardmore, J. A. (2002). Evolution and speciation. In *Artemia: basic and applied Biology* (pp. 225-250). Springer, Dordrecht.
- Gajardo, G. M., Sorgeloos, P. y Beardmore, J. A. (2006). Inland hypersaline lakes and the brine shrimp *Artemia* as simple models for biodiversity analysis at the population level. *Saline Systems*, 2, 1-5.
- Georgiev, B. B., Sánchez, M. I., Green, A. J., Nikolov, P. N., Vasileva, G. P. y Mavrodieva, R. S. (2005). Cestodes from *Artemia parthenogenetica* (Crustacea, Branchiopoda) in the Odiel Marshes, Spain: a systematic survey of cysticercoids. *Acta Parasitologica*, 50, 105-117.
- Georgiev, B. B., Sánchez, M. I., Vasileva, G. P., Nikolov, P. N., y Green, A. J. (2007). Cestode parasitism in invasive and native brine shrimps (*Artemia* spp.) as a possible factor promoting the rapid invasion of *A. franciscana* in the Mediterranean region. *Parasitology Research*, 101, 1647-1655.
- Georgiev, B. B., Angelov, A., Vasileva, G. P., Sánchez, M. I., Hortas, F., Mutafchiev, y Green, A. J. (2014). Larval helminths in the invasive American brine shrimp *Artemia franciscana* throughout its annual cycle. *Acta Parasitologica*, 59, 380-389.
- González Acuña, D., Martínez Inostrosa, A., Brevis Ibáñez, C., Rubilar Contreras, L. y Galaz Leigh, J. (2001). Ausencia de parásitos gastrointestinales en flamencos chilenos (*Phoenicopterus chilensis* Molina, 1782) juveniles en el Salar de Surire. *Boletín Chileno de Ornitología*, 8, 27-30.
- Guagliardo, S. E., Graff, M. E., Gigola, G. y Tanzola, D. (2020). Biological aspects of the life history of *Confluaria podicipina* (Cestoda, Hymenolepididae) from a hypersaline pampasic lagoon. *Panamerican Journal of Aquatic Sciences*, 14, 54-63.
- Labriola, J. B. y Suriano, D. M. (2000). *Wardium paucispinosum* sp. n. (Eucestoda: Hymenolepididae), parasite of *Larus maculipennis* (Aves: Laridae) in Mar del Plata, Argentina; with comments on *Wardium semiductilis* (Szidat, 1964) comb. n. *Folia parasitologica*, 47, 205-210.
- Maksimova, A.P. (1981). Morphology and life cycle of the cestode *Confluaria podicipina* (Cestoda: Hymenolepididae). *Parazitologiya*, 15, 325-331
- Morales, G. y Pino, L.A. (1987). Parasitología Cuantitativa. Fundación Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas, Venezuela. 132 p.
- Mohebbi, F. (2010). The Brine Shrimp *Artemia* and hypersaline environments microalgal composition: a mutual interaction. *International Journal of Aquatic Science*, 1, 19-27.
- Núñez, V. Drago, F.B, Lunaschi, L. y Digiani, M.C. (2015). Endoparásitos del flamenco austral, *Phoenicopterus chilensis* (Phoenicopteriformes) de la laguna Epecuén, Buenos Aires. VII Congreso Argentino de Parasitología, 1-5 de noviembre 2015, San Carlos de Bariloche. *Revista Argentina de Parasitología*. ISSN: 2313-9862 pag. 128.
- Núñez, V. Drago, F.B, Digiani, M.C. y Lunaschi, L. (2017). Nematode parasites of the Chilean Flamingo, *Phoenicopterus chilensis* (Phoenicopteridae) from Central Argentina, with a description of a new species of *Tetrameres* (Tetrameridae). *Acta Parasitologica*, 62, 422-431.
- Pastorino, X. I. (2003). Caracterización morfológica y reproductiva de la población de *Artemia persimilis* (Crustacea Branchiopoda: Anostraca) de la Laguna Colorada Chica Ph. D. Thesis. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, 55p
- Rausch, R. L., Rausch, V. R. y D'Alessandro, A. D. (1978). Discrimination of the larval stages of *Echinococcus oligarthrus* (Diesing, 1863) and *E. vogeli* Rausch and Bernstein, 1972 (Cestoda; Taeniidae). *American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 27, 1195-1202.
- Redón, S., Amat, F., Hontoria, F., Vasileva, G. P., Nikolov, P. N. y Georgiev, B. B. (2011). Participation of metanauplii and juvenile individuals of *Artemia parthenogenetica* (Branchiopoda) in the circulation of avian cestodes. *Parasitology research*, 108, 905-912.
- Redón, S., Amat, F., Sánchez, M. I., y Green, A. J. (2015a). Comparing cestode infections and their consequences for host fitness in two sexual branchiopods: alien *Artemia franciscana* and native *A. salina* from syntopic-populations. *PeerJ*, 3, e1073.
- Redón, S., Berthelemy, N. J., Mutafchiev, Y., Amat, F., Georgiev, B. B. y Vasileva, G. P. (2015b). Helminth parasites of *Artemia franciscana* (Crustacea: Branchiopoda) in the Great Salt Lake, Utah: first data from the native range of this invader of European wetlands. *Folia Parasitologica*, 62, 30-30.
- Redón, S., Vasileva, G. P., Georgiev, B. B. y Gajardo G. (2019). First report of cestode infection in the crustacean *Artemia persimilis* from Southern Chilean Patagonia and its relation with the Neotropical aquatic birds. *PeerJ*, 7:e7395.

- Redón, S., Vasileva, G. P., Georgiev, B. B. y Gajardo, G. (2020). Exploring parasites in extreme environments of high conservational importance: *Artemia franciscana* (Crustacea: Branchiopoda) as intermediate host of avian cestodes in Andean hypersaline lagoons from Salar de Atacama, Chile. *Parasitology Research*, <https://doi.org/10.1007/s00436-020-06768-3>
- Robert, F., y Gabrión, C. (1991). Cestodoses de l'avifaune camarguaise. Rôle d'*Artemia* (Crustacea, Anostraca) et stratégies de rencontre hôte-parasite. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 66, 226-235.
- Sánchez, M. I., Green, A. J. y Castellanos, E. M. (2006). Temporal and spatial variation of an aquatic invertebrate community subjected to avian predation at the Odiel salt pans (SW Spain). *Archives für Hydrobiologie*, 166, 199-223.
- Sánchez, M. I., Nikolov, P. N., Georgieva, D. D., Georgiev, B. B., Vasileva, G. P., Pankov, P. y Green, A. J. (2013). High prevalence of cestodes in *Artemia* spp. throughout the annual cycle: relationship with abundance of avian final hosts. *Parasitology Research*, 112, 1913-1923.
- Sánchez, M. I., Paredes, I., Lebouvier, M., y Green, A. J. (2016). Functional role of native and invasive filter-feeders, and the effect of parasites: learning from hypersaline ecosystems. *PLoS one*, 11, e0161478.
- Scholz, T., Boane, C. y Saraiva, A. (2008). New metacestodes of Gryporhynchid tapeworms (Cestoda: Cyclophyllidae) from carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) from Mozambique, Africa. *Comparative Parasitology*, 75: 315-320.
- Siegel, S., y Castellan, N. J. (1995). Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta. México Trillas, 437 p.
- Sorgeloos, P., Lavens P., Le P., Tackaert W. y Versichele D. (1986). Manual para el cultivo y uso de *Artemia* en acuicultura. FAO, Roma.
- Storer, R. W. (2000). The Metazoan Parasite Fauna of Grebes (Aves: Podicipediformes and its Relationship to the Birds' Biology. Miscellaneous Publications. Museum of Zoology, University of Michigan, N° 188, 100 p.
- Triantaphyllidis, G., Abatzopoulos, T. y Sorgeloos, P. (1998). Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of biogeography*, 25, 213-226.
- Varo, N., Green, A. J., Sánchez, M. I., Ramo, C., Gómez, J. y Amat, J. A. (2011). Behavioural and population responses to changing availability of *Artemia* prey by moulting black-necked grebes, *Podiceps nigricollis*. *Hydrobiologia*, 664, 163-171.
- Vasileva, G. P., Georgiev B. B. y Genov T. (2000). Palaearctic species of the genus *Confluaria* Ablasov (Cestoda, Hymenolepididae): redescrptions of *C. podicipina* (Szymanski, 1905) and *C. furcifera* (Krabbe, 1869), description of *C. pseudofurcifera* n. sp. a key and final comments. *Systematic Parasitology*, 45,109-130.
- Vasileva, G. P., Korniyushin V. V. y Genov T. (2001). Hymenolepidid cestodes from grebes (Aves, Podicipedidae) in Ukraine: The genus *Confluaria*. *Vestnik Zoologii*, 35, 13-31.

Recibido: 14 de julio de 2020

Aceptado: 27 de agosto de 2020
