

# ESPECIES ACUÁTICAS INVASORAS EN MÉXICO

# ESPECIES ACUÁTICAS INVASORAS EN MÉXICO

ROBERTO E. MENDOZA ALFARO  
PATRICIA KOLEFF OSORIO  
coordinadores



**CONABIO**

COMISIÓN NACIONAL PARA EL  
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

MÉXICO, 2014

# 16 HELMINTOS PARÁSITOS DE PECES DE AGUA DULCE INTRODUCIDOS

Guillermo Salgado-Maldonado\* y Miguel Rubio-Godoy

---

RESUMEN / ABSTRACT	270
INTRODUCCIÓN	271
INTRODUCCIÓN DE PECES HOSPEDEROS A MÉXICO:	
RESUMEN HISTÓRICO	272
HELMINTOS INVASORES REGISTRADOS	272
HELMINTOS INVASORES ESTABLECIDOS	279
MONOGÉNEOS	279
DIGÉNEOS	281
CÉSTODOS	282
CONCLUSIONES	282
REFERENCIAS	283

---

\* Autor para recibir correspondencia: <gsalgado@ibunam2.ibiologia.unam.mx>

Salgado-Maldonado, G., y M. Rubio-Godoy. 2014. Helmintos parásitos de peces de agua dulce introducidos, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 269-285.

## RESUMEN

El conocimiento actual de la fauna de helmintos que parasitan a los peces de agua dulce de México se cuenta entre los más completos en el neotrópico, lo cual ha permitido análisis detallados de la evolución e historia biogeográfica de los peces hospederos. De la misma forma, estos datos han sido útiles para la valoración del funcionamiento y estado de conservación de los ecosistemas acuáticos. En esta sección presentamos un listado de las especies de helmintos introducidas que infectan a los peces dulceacuícolas de México. Consideramos que una especie de parásito es introducida si no hay duda de que el pez hospedero fue introducido a México, ya que esto nos permite considerar que los parásitos asociados con esa especie de pez en particular son exóticos. Registramos 40 especies de helmintos introducidos a México con peces trasladados o introducidos primordialmente con propósitos de acuicultura, incluyendo carpas, tilapias, truchas y lobinas; 33 de estas especies son platelmintos de la clase Monogeneoidea. Con base en el tiempo de su permanencia en México, en su registro de hospederos y en su distribución geográfica, consideramos que cinco de estas especies se han establecido como invasoras, incluyendo tres monogéneos (*Cichlidogyrus sclerosus*, *Dactylogyrus extensus* y *Gyrodactylus cichlidarum*), el digéneo *Centrocestus formosanus* y el céstodo *Bothriocephalus acheilognathi*. Estos parásitos establecidos ejercen impactos negativos sobre sus hospederos originales y potencialmente ponen en peligro la sobrevivencia de peces silvestres nativos. Esto es particularmente evidente en *C. formosanus* y *B. acheilognathi*, ya que ambas especies se distribuyen virtualmente en todo el país y muestran baja especificidad hospedatoria.

## ABSTRACT

Knowledge of the helminth fauna infecting Mexican freshwater fish is among the most complete in the Neotropics and has enabled detailed analyses of the evolutionary and biogeographical history of their fish hosts, as well as assessments of the function and conservation status of aquatic ecosystems. Here, we present a list of introduced helminths infecting freshwater fish in Mexico. We consider a parasite as introduced if there is no doubt that the fish hosts were introduced, and thus consider their associated parasites as exotic species as well. We recognize 40 species of helminths introduced into the country with fish translocated mainly for aquacultural purposes, such as carps, trouts, tilapias, and bass. Of these, 33 are flatworms from the class Monogenea. Based on their extended residence time in Mexico, and both their geographical and host ranges, we consider five of these exotic parasites as established, invasive species: three monogeneans (*Cichlidogyrus sclerosus*, *Dactylogyrus extensus* and *Gyrodactylus cichlidarum*), the digenean *Centrocestus formosanus*, and the cestode *Bothriocephalus acheilognathi*. All of these established parasites exert negative impacts on their original hosts, and potentially endanger the survival of native fish hosts. This is particularly true for *C. formosanus* and *B. acheilognathi*, both of which have a virtually nationwide distribution in Mexico and exhibit very low host specificity.

## INTRODUCCIÓN

La fauna de helmintos parásitos de peces de México es una de las mejor estudiadas en la región neotropical; en este contexto, México destaca por la diversidad de parásitos de sus peces de agua dulce (Luque y Poulin, 2007). El conocimiento de la fauna parasitaria de los peces de agua dulce del país ha permitido elaborar listados de la biodiversidad de helmintos de distintas cuencas, útiles para entender la historia evolutiva y biogeográfica de sus hospederos, y examinar el funcionamiento de los ecosistemas y evaluar su estado de conservación. Sin embargo, carecemos de un listado de los helmintos introducidos a México. En el inventario de los helmintos parásitos de los peces de agua dulce de México (Salgado-Maldonado, 2006) se reconocen especies neotropicales y neárticas, endémicas y de amplia distribución, y pueden distinguirse especies introducidas. La mayoría de estas especies fue introducida junto con peces que a su vez se introdujeron a México principalmente con fines de acuicultura.

Al igual que en otras invasiones biológicas, los peces introducidos han tenido infinidad de efectos adversos en los ecosistemas donde se han establecido, entre otros la introducción de enfermedades y patógenos. Dos ejemplos notables de ello son la “enfermedad del torneo” (*whirling disease*), padecimiento originario de Europa causado por el myxozoo *Myxobolus cerebralis*, que actualmente tiene distribución mundial. Este microorganismo fue dispersado con la introducción global de salmónidos; actualmente afecta a poblaciones de peces tanto cultivados como silvestres (Granath Jr. *et al.*, 2007). Lo mismo ocurre con la infección por el gusano monogéneo *Gyrodactylus salaris*, que diezmó las poblaciones de salmónidos en piscifactorías y ríos de Noruega, al ser introducido desde el Báltico (Bakke *et al.*, 2007); *G. salaris* es el único patógeno no viral de peces incluido en el listado de enfermedades 2012 de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2012).

El objetivo del presente estudio es recopilar y analizar la información sobre las especies de helmintos introducidas y que son parásitos de los peces de agua dulce de México, indicando los años probables de su introducción al país, su registro actual de hospederos y su distribución geográfica en México, y el grado de naturalización y estatus de invasión. Hacemos esto

respondiendo a tres series de preguntas: 1] ¿qué helmintos parásitos de los peces de agua dulce de México se han introducido?, ¿cuál es su origen, fecha de introducción y la vía mediante la cual fueron introducidos al país?; 2] ¿qué especies nativas de peces mexicanos se han visto más afectadas?, ¿cuál es la distribución actual reconocida de cada especie de helminto introducido en México?; 3] ¿cuáles son las características biológicas de las especies introducidas de helmintos que parasitan a los peces de agua dulce de México?

Para los fines de este capítulo optamos por una definición de helminto introducido práctica y a prueba de errores: si no hay duda de que el pez hospedero fue introducido al país, también consideramos sus parásitos asociados como especies exóticas. En general, son especies de helmintos cuyo origen y rango de distribución natural se ha documentado en otras áreas geográficas, en otros continentes; la mayoría de estas especies están reconocidas como invasoras también en otras áreas geográficas y países.

Con el fin de establecer los años probables y las vías de introducción de las especies de parásitos, presentamos primero un resumen histórico de la introducción de los peces hospederos, seguido de una lista de las 40 especies de helmintos introducidos que se han registrado en los peces dulceacuícolas de México. Posteriormente, describimos las cinco especies de parásitos invasores que consideramos como establecidos en México, con base en la amplitud de su tiempo de residencia, registro de hospederos y distribución geográfica en el país. Para valorar objetivamente el estatus de la invasión e identificar las especies establecidas, calculamos una puntuación del estado de invasividad de cada helminto introducido, considerando su tiempo de residencia (años transcurridos entre el primer y último registros de su presencia), así como la amplitud de su distribución geográfica reconocida en México y el número de hospederos en los que ha sido registrado en el país. La puntuación anotada es el producto resultante de multiplicar [tiempo de residencia del parásito en años] × [número de estados de la República donde ha sido reportado] × [núm. de especies de hospederos en que se ha reportado] × [núm. de géneros de hospederos en que se ha reportado] × [núm. de familias de hospederos en que se ha reportado].

## INTRODUCCIÓN DE PECES HOSPEDEROS A MÉXICO: RESUMEN HISTÓRICO

Los datos siguientes sobre peces introducidos a México se basan sobre todo en los trabajos de Arredondo-Figueroa, 1983; Contreras-Balderas y Escalante, 1984; Juárez-Palacios y Palomo-Martínez, 1985, 1987; Arredondo-Figueroa y Lozano-Gracia, 2003. Los peces que referimos están catalogados como especies exóticas establecidas en el país (Conabio, 2008), y la validez de sus nombres científicos se verificó en FishBase (Froese y Pauly, 2010).

*Carpas.* La carpa común o carpa espejo, *Cyprinus carpio carpio*, originaria de Asia y Europa central, fue introducida de Francia a México en 1872-1873; se había llevado de Europa central a Francia desde antes del siglo XVIII. La carpa dorada, *Carassius auratus auratus* proviene de Asia central, China y Japón, y fue introducida a México de China y Francia en 1872. En tanto que la carpa herbívora, *Ctenopharyngodon idella*, fue introducida de China en 1965.

*Truchas.* Los salmónidos del género *Oncorhynchus* son originarios de la costa del Pacífico de Norteamérica y Asia, desde Baja California hasta Alaska, Kamchatka y Japón. La trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss* fue introducida de Estados Unidos en los años 1880. En el siglo XX se introdujeron de ese país otras especies de salmónidos, incluyendo la trucha dorada mexicana, *O. chrysogaster*, la trucha de garganta cortada, *O. clarkii clarkii*, y la trucha de arroyo, *Salvelinus fontinalis*.

*Lobinas y mojarra de agallas azules.* La lobina negra, *Micropterus salmoides*, es un centrárquido originario de la cuenca del Misisipi en Norteamérica; su distribución natural va de Quebec al norte de México y fue introducida desde Estados Unidos en 1930 a cuerpos de agua más australes en México. La mojarra de agallas azules, *Lepomis macrochirus*, originaria de la misma región que la lobina negra, fue introducida de Estados Unidos a México en fecha desconocida.

*Tilapias.* Estos cíclidos son originarios de África. La tilapia de panza roja, *Tilapia zillii*, se introdujo de Esta-

dos Unidos a México en 1945; se desconoce cuándo se introdujo en el país del norte. Las tilapias mozambiqueña, *Oreochromis mossambicus*, y dorada, *O. aureus*, fueron introducidas de Estados Unidos en 1964; la primera vino de Singapur en 1951, la segunda de Israel y África en 1957. La tilapia del Nilo, *O. niloticus niloticus*, fue introducida de África y Costa Rica en 1964. Se desconoce cuándo se introdujo la tilapia del Congo, *T. rendalli*, pero se llevó de México a Cuba en 1968. La tilapia hornorum, *O. urolepis hornorum*, llegó de Costa Rica en 1978; se desconoce la procedencia del pez en Costa Rica, pero hay registros de introducciones ahí desde 1950.

*Bagre de canal.* El bagre de canal, *Ictalurus punctatus*, es nativo del centro de Estados Unidos y su distribución natural abarca desde el sur de Canadá hasta el norte de México; fue trasladado a otros cuerpos de agua mexicanos en 1978.

*Sardina.* La sardina molleja o cuchilla, *Dorosoma cepedianum*, es originaria de la costa atlántica de Estados Unidos; se distribuye de forma natural desde Nueva York hasta la cuenca del río Pánuco en México, pero fue introducida a otros cuerpos de agua en el centro y sur de México; fecha de introducción desconocida.

*Gupi.* El gupi, *Poecilia reticulata*, es originario de la costa caribeña de Sudamérica, Trinidad y Tobago y Barbados. Fue introducido a México para el control biológico de mosquitos en 1971.

## HELMINTOS INVASORES REGISTRADOS

En el cuadro 1 se enlistan 40 especies de helmintos introducidos reportados en México. La mayoría de éstos (33) son monogéneos. Consideramos que cinco helmintos se han establecido en el país: tres especies de monogéneos (*Cichlidogyrus sclerosus*, *Dactylogyrus extensus* y *Gyrodactylus cichlidarum*), el digéneo *Centrocestus formosanus* y el céstodo *Bothriocephalus acheilognathi*.

Cuadro 1. Helmintos introducidos parásitos de peces de agua dulce de México

Helminto introducido	Hospedero introductor	Área de origen/año de introducción	Hospederos registrados en México: especies/géneros/familias; especie (familia)	Primer reporte en México: año (ref., estado)	Otros reportes: año (ref., estado)	Puntuación "invasivo"
<b>MONOGÉNEOS</b>						
<i>Actinacleidus cf. fergusonii</i>	L	Norteamérica 1930?	1 / 1 / 1 <i>Micropterus salmoides</i> (Centrarchidae)	2004 (1 Hgo.)		0
<i>Ancyrocephalinae / Ancyrocephalus sp.</i>	L?, T?	?	3 / 2 / 2 <i>Micropterus salmoides</i> (Centrarchidae); <i>Oreochromis mossambicus</i> , <i>O. (= Sarotherodon) urolepis hornorum</i> (Cichlidae)	1985 (2 Chis.)	1986 (3 Tamps.); 1994 (3 Mich.); 2000 (4 Mich.)	540
<i>Cichlidogyrus dossoui</i>	T	África 1964?	2 / 1 / 1 <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. niloticus niloticus</i> (Cichlidae)	2001 (5 Yuc., 6 Yuc. y Camp., 7 Tab.)	2009 (8 Ver.); 2012 (9 Yuc.)	88
<i>Cichlidogyrus haplochromii</i>	T	África 1964?	1 / 1 / 1 <i>Oreochromis niloticus niloticus</i> (Cichlidae)	2001 (5 Yuc.)	2012 (9 Yuc.)	11
<i>Cichlidogyrus longicornis</i> <sup>HN</sup>	T	África 1964?	3 / 2 / 1 <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. niloticus niloticus</i> , <i>Paraneetroplus fenestratus</i> (= <i>Cichlasoma fenestratum</i> ) (Cichlidae) <sup>HN</sup>	2001 (5 Yuc. y Ver.)	2012 (9 Yuc.)	132
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i> <sup>HN,*</sup>	T	África 1964?	9 / 6 / 2 <i>Cichlasoma urophthalmum</i> (= <i>urophthalmus</i> ) (Cichlidae) <sup>HN</sup> ; <i>Goodea atripinnis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. mossambicus</i> , <i>O. niloticus niloticus</i> , <i>O. (= Sarotherodon) urolepis hornorum</i> , <i>Paraneetroplus fenestratus</i> (= <i>Cichlasoma fenestratum</i> ) <sup>HN</sup> , <i>Thorichthys</i> (= <i>Cichlasoma</i> ) <i>callolepis</i> , <i>Tilapia rendalli</i> (Cichlidae) <sup>HN</sup>	1985 (2 Chis., 7 Mor.)	1989 (7 D.F., Gro., N.L., Oax y S.L.P.); 1994 (7 Q. Roo); 1995 (7 Mor., Q. Roo, Tamps. y Yuc.); 1998 (7 Mor.); 2001 (5 Yuc. y Ver., 6 Camp. y Yuc., 7 Tab.); 2003 (7 Mor.); 2004 (2 Jal.); 2005 (2 Tab.); 2007 (10 Chis. y Yuc.); 2009 (8 Ver., 11 Qro., 12 Mor.); 2010 (13 Ver., 14 Dgo.); 2012 (9 Yuc.)	43740
<i>Cichlidogyrus tilapiae</i> <sup>HN</sup>	T	África 1964?	3 / 2 / 1 <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. niloticus niloticus</i> , <i>Paraneetroplus fenestratus</i> (= <i>Cichlasoma fenestratum</i> ) (Cichlidae) <sup>HN</sup>	2001 (5 Yuc. y Ver., 7 Tab.)	2005 (2 Tab.); 2012 (9 Yuc.)	198
<i>Cleidodiscus bedardi</i>	L	Norteamérica 1930?	1 / 1 / 1 <i>Lepomis macrochirus</i> (Centrarchidae)	2010 (14 Dgo.)		0
<i>Cleidodiscus floridanus</i>	C		2 / 2 / 2 <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Cyprinidae); <i>Ictalurus punctatus</i> (Ictaluridae)	1985 (2 Chis.)	1988 (3 Coah., N.L. y Tamps.); 1990 (15 Coah., N.L. y Tamps.); 1992 (16 Coah., N.L. y Tamps.)	224

Cuadro 1 [continúa]

Helminto introducido	Hospedero introductor	Área de origen/año de introducción	Hospederos registrados en México: especies/géneros/familias; especie (familia)	Primer reporte en México: año (ref., estado)	Otros reportes: año (ref., estado)	Puntuación "invasivo"
<i>Dactylogyrus</i> sp.	C?, L?, B?	Europa? Asia? 1872?	5 / 5 / 4 <i>Ctenopharyngodon idella</i> , <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Cyprinidae); <i>Ictalurus punctatus</i> (Ictaluridae); <i>Micropterus salmoides</i> (Centrarchidae); <i>Oreochromis niloticus niloticus</i> (Cichlidae)	1980 (7 Hgo.)	1986 (3 Hgo. y Tamps.); 1991 (7 Mor.); 1992 (7 Mich., Mor.); 2010 (17 Tamps.)	12000
<i>Dactylogyrus anchoratus</i>	C	Europa? Asia? 1872?	1 / 1 / 1 <i>Carassius auratus auratus</i> (Cyprinidae)	2010 (14 Dgo.)		0
<i>Dactylogyrus dulkeiti</i>	C	Europa? Asia? 1872?	2 / 2 / 1 <i>Carassius auratus auratus</i> , <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Cyprinidae)	2009 (12 Mor.)	2010 (14 Dgo.)	16
<i>Dactylogyrus extensus</i> <sup>HN,*</sup>	C	Europa? Asia? 1872?	4 / 4 / 4 <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Cyprinidae); <i>Goodea atripinnis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Ictalurus punctatus</i> (Ictaluridae); <i>Poecilia mexicana</i> (Poeciliidae) <sup>HN</sup> ;	1969 (2 Edo.?)	1987 (2 Edo.); 1988 (3 Coah.); 1990 (15 Coah.); 1992 (16 Coah., N.L. y Tamps.); 1998 (7 Coah.); 2009 (11 Qro.); 2010 (14 Dgo.)	13 120
<i>Dactylogyrus intermedius</i>	C	Europa? Asia? 1872?	1 / 1 / 1 <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Cyprinidae)	2009 (2 Mor.)		0
<i>Dactylogyrus vastator</i>	C	Europa?Asia? 1872?	2 / 2 / 1 <i>Carassius auratus auratus</i> , <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Cyprinidae)	2009 (12 Mor.)		0
<i>Enterogyrus</i> sp.	T	África 1964?	1 / 1 / 1 <i>Oreochromis mossambicus</i> (Cichlidae)	1989 (7 S.L.P.)		0
<i>Enterogyrus malmbergi</i> <sup>HN</sup>	T	África 1964?	2 / 2 / 1 <i>Oreochromis niloticus niloticus</i> , <i>Thorichthys</i> (= <i>Cichlasoma</i> ) <i>callolepis</i> (Cichlidae) <sup>HN</sup>	2001 (5 Yuc. y Tab.)		0
<i>Enterogyrus niloticus</i>	T	África 1964?	1 / 1 / 1 <i>Oreochromis niloticus niloticus</i> (Cichlidae)	2001 (7 Tab.)		0
<i>Gyrodactylus</i> sp., recolectados de <i>Oreochromis</i> spp. y por lo tanto probablemente <i>G. cichlidarum</i> *	T	África 1964?	2 / 1 / 1 <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. mossambicus</i> (Cichlidae)	1992 (18 Son.)	2009 (11 Qro.)	480
<i>Gyrodactylus</i> sp., recolectados de peces introducidos en México	C, B, S		4 / 4 / 3 <i>Carassius auratus auratus</i> , <i>Cyprinus carpio carpio</i> (Cyprinidae); <i>Ictalurus punctatus</i> (Ictaluridae); <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Salmonidae)	1980 (7 Mor.)	1993 (7 Mor.); 2009 (11 Qro.); 2010 (17 Tamps.)	4 320
<i>Gyrodactylus bullatarudis</i> <sup>HN</sup>	P	Sudamérica 1971?	1 / 1 / 1 <i>Poecilia mexicana</i> (Poeciliidae) <sup>HN</sup>	2010 (18 Hgo. y Ver.)		0
<i>Gyrodactylus cichlidarum</i> *	T	África 1964?	3 / 1 / 1 <i>Oreochromis mossambicus</i> , <i>O. niloticus niloticus</i> , <i>O. hybrids</i> (Cichlidae)	2007 (19 Tab.)	2010 (20 Ver., Yuc., Tab. y Sin.); 2012a (21 Ver.)	480
<i>Gyrodactylus niloticus</i> (sinónimo junior de <i>G. cichlidarum</i> )*	T	África 1964?	3 / 1 / 1 <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. mossambicus</i> , <i>O. niloticus niloticus</i> (Cichlidae)	2001 (7 Tab.)	2005 (2 Tab.)	480



Cuadro 1 [continúa]

Helminto introducido	Hospedero introductor	Área de origen/ año de introducción	Hospederos registrados en México: especies/géneros/familias; especie (familia)	Primer reporte en México: año (ref., estado)	Otros reportes: año (ref., estado)	Puntuación "invasivo"
<i>Gyrodactylus salmons</i>	S	Norteamérica 1880?	1 / 1 / 1 <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Salmonidae)	2012b (22 Ver.)		0
<i>Gyrodactylus yacatl</i>	T	África 1964?	1 / 1 / 1 <i>Oreochromis niloticus niloticus</i> (Cichlidae)	2011 (23 Tab., Yuc. y Sin.)		0
<i>Haploclleidus dispar</i>	L	Norteamérica 1930?	1 / 1 / 1 <i>Lepomis macrochirus</i> (Centrarchidae)	2006 (2 Gto.)		0
<i>Ligictaluridus floridanus</i>	B	Norteamérica 1978?	1 / 1 / 1 <i>Ictalurus punctatus</i> (Ictaluridae)	2010 (17 Tamps.)		0
<i>Ligictaluridus mirabilis</i> <sup>HN</sup>	B	Norteamérica 1978?	3 / 1 / 1 <i>Ictalurus furcatus</i> , <i>Ictalurus meridionalis</i> <sup>HN</sup> , <i>I. cf. pricei</i> (Ictaluridae)	2001 (7 Tab.)	2010 (14 Dgo.)	54
<i>Mazocraeoides olentangiensis</i>	Sa	Norteamérica?	1 / 1 / 1 <i>Dorosoma cepedianum</i> (Clupeidae)	1992 (16 N.L.)		0
<i>Microcotyle</i> sp.	B	Norteamérica 1978?	1 / 1 / 1 <i>Ictalurus furcatus</i> (Ictaluridae)	2001 (7 Tab.)		0
<i>Onchocleidus principalis</i>	L	Norteamérica 1930?	1 / 1 / 1 <i>Micropterus salmoides</i> (Centrarchidae)	2006 (2 Gto.)		0
<i>Onchocleidus spiralis</i>	L	Norteamérica 1930?	1 / 1 / 1 <i>Lepomis macrochirus</i> (Centrarchidae)	2010 (14 Dgo.)		0
<i>Pseudomazocraeoides megalocotyle</i>	Sa	Norteamérica?	1 / 1 / 1 <i>Dorosoma cepedianum</i> (Clupeidae)	1992 (16 N.L.)		0
<i>Scutogyrus longicornis</i>	T	África 1964?	2 / 2 / 1 <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. niloticus niloticus</i> (Cichlidae)	2001 (7 Tab.)	2005 (2 Tab.)	16
<i>Tetraonchus</i> sp.	T	África 1964?	2 / 1 / 1 <i>Oreochromis mossambicus</i> , <i>O. (= Sarotherodon) urolepis hornorum</i> (Cichlidae)	1982 (7 Mor.)	1987 (7 Mor.)	10

## DIGÉNEOS

<i>Centrocestus formosanus</i> <sup>L*</sup>	CT	África? Asia? 1965?	70 / 35 / 12 <i>Agonostomus monticola</i> (Mugilidae); <i>Algansea tincella</i> (Cyprinidae); <i>Amatitlania nigrofasciata</i> (Cichlidae); <i>Astyanax aeneus</i> , <i>A. fasciatus</i> , <i>A. mexicanus</i> (Characidae); <i>Amphilopus robertsoni</i> (Cichlidae); <i>Atherinella alvarezi</i> <sup>HN</sup> , <i>A. ammophila</i> <sup>HN</sup> , <i>A. crystallina</i> (Atherinopsidae) <sup>HN</sup> ; <i>Bramocharax caballeroi</i> (Characidae); <i>Carassius auratus</i> (Cyprinidae); <i>Cichlasoma</i> sp. <sup>HN</sup> , <i>C. (Parapetenia) sp.</i> <sup>HN</sup> , <i>C. geddesi</i> <sup>HN</sup> , <i>C. salvini</i> <sup>HN</sup> , <i>C. urophthalmus</i> (Cichlidae); <i>Ctenopharyngodon idella</i> , <i>Cyprinus carpio</i> (Cyprinidae); <i>Dormitator latifrons</i> , <i>D. maculatus</i> (Eleotridae); <i>Gambusia echeagarayi</i> ,			
--	----	---------------------	--	--	--	--

Cuadro 1. [continúa]

Helminto introducido	Hospedero introductor	Área de origen/año de introducción	Hospederos registrados en México: especies/géneros/familias; especie (familia)	Primer reporte en México: año (ref., estado)	Otros reportes: año (ref., estado)	Puntuación "invasivo"
			<i>G. yucatanana</i> (Poeciliidae); <i>Gobiomorus dormitor</i> , <i>G. maculatus</i> , <i>G. polylepis</i> (Eleotridae); <i>Gobionellus microdon</i> (Gobiidae); <i>Goodea atripinnis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Herichthys cyanoguttatus</i> (Cichlidae); <i>Heterandria bimaculata</i> , <i>Heterandria</i> sp. (Poeciliidae); <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Cyprinidae); <i>Ictalurus punctatus</i> (Ictaluridae); <i>Ilyodon furcidens</i> <sup>HN</sup> , <i>I. whitei</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> , <i>Lepomis macrochirus</i> (Centrarchidae); <i>Megalobrama amblycephala</i> , <i>Mylopharyngodon piceus</i> (Cyprinidae); <i>Oreochromis aureus</i> , <i>O. mossambicus</i> , <i>O. urolepis hornorum</i> , <i>Parachromis friedrichsthalii</i> , <i>P. managuensis</i> , <i>P. motaguensis</i> (Cichlidae); <i>Poecilia butleri</i> , <i>P. mexicana</i> <sup>HN</sup> , <i>P. petenensis</i> <sup>HN</sup> , <i>P. reticulata</i> , <i>P. sphenops</i> , <i>Poecilia</i> sp., <i>Poeciliopsis baenschii</i> , <i>P. fasciata</i> , <i>P. gracilis</i> , <i>P. infans</i> , <i>P. pleurospilus</i> , <i>Poeciliopsis</i> sp., <i>Priapella compressa</i> (Poeciliidae); <i>Rhamdia guatemalensis</i> <sup>HN</sup> , <i>R. laticauda</i> (Heptapteridae); <i>Sicydium multipunctatum</i> (Gobiidae); <i>Thorichthys helleri</i> , <i>T. pasionis</i> , <i>Vieja fenestrata</i> <sup>HN</sup> , <i>V. synspila</i> (Cichlidae) <sup>HN</sup> ; <i>Xenotoca variata</i> (Cyprinidae) <sup>HN</sup> ; <i>Xiphophorus hellerii</i> , <i>X. variatus</i> , <i>Xiphophorus</i> sp. (Poeciliidae); <i>Yuriria alta</i> (Cyprinidae) <sup>HN</sup>	1987 (24, Hgo.)	2009 (35 Mor); 2010 (38 Tamps.) Reportado además en Nay., Ver., Tab., Oax., Mor., Hgo., Gto., Jal. y Chis.	13818000
<i>Crepidostomum cornutum</i>	L	Norteamérica 1930?	2 / 2 / 2 <i>Micropterus salmoides</i> (Centrarchidae); <i>Oncorhynchus mykiss</i> (Salmonidae)	1987 (25 Mich.)	2000 (36 Mich.)	184
<i>Haplorchis pumilio</i> <sup>L,HN</sup>	CT	Norteamérica 1930?	7 / 6 / 3 <i>Cichlasoma salvini</i> (Cichlidae) <sup>HN</sup> ; <i>Dormitator latifrons</i> , <i>D. maculatus</i> (Eleotridae); <i>Parachromis motaguensis</i> , <i>Petenia splendida</i> (Cichlidae) <sup>HN</sup> ; <i>Poecilia mexicana</i> (Poeciliidae) <sup>HN</sup> ; <i>Thorichthys helleri</i> (Cichlidae) <sup>HN</sup>	2001 (26 Tab.)		105

Cuadro 1. [continúa]

Helminto introducido	Hospedero introductor	Área de origen/año de introducción	Hospederos registrados en México: especies/géneros/familias; especie (familia)	Primer reporte en México: año (ref., estado)	Otros reportes: año (ref., estado)	Puntuación "invasivo"
<b>CÉSTODOS</b>						
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i> <sup>HN,*</sup>	C	Asia 1965	77 / 45 / 10 <i>Abramis brama</i> , <i>Algansea lacustris</i> , <i>A. tincella</i> (Cyprinidae); <i>Allophorus robustus</i> <sup>HN</sup> , <i>Allotoca diazi</i> <sup>HN</sup> , <i>A. zacapuensis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> , <i>Amatitlania nigrofasciata</i> (Cichlidae); <i>Astyanax fasciatus</i> , <i>A. mexicanus</i> (Characidae); <i>Atherinella balsana</i> , <i>A. crystallina</i> (Atherinopsidae); <i>Aztecula sallaei</i> (Cyprinidae); <i>Brycon guatemalensis</i> (Characidae); <i>Campostoma ornatum</i> , <i>Carassius auratus</i> , <i>C. carassius</i> (Cyprinidae); <i>Catostomus nebuliferus</i> (Catostomidae); <i>Characodon audax</i> <sup>HN</sup> , <i>C. lateralis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> , <i>Chirostoma arge</i> <sup>HN</sup> , <i>C. attenuatum</i> <sup>HN</sup> , <i>C. estor</i> <sup>HN</sup> , <i>C. grandocule</i> <sup>HN</sup> , <i>C. humboldtianum</i> <sup>HN</sup> , <i>C. jordanii</i> <sup>HN</sup> , <i>C. labarcae</i> <sup>HN</sup> , <i>C. lucius</i> <sup>HN</sup> , <i>C. mezquital</i> <sup>HN</sup> , <i>C. rioja</i> <sup>HN</sup> , <i>Chirostoma</i> sp. (Atherinopsidae) <sup>HN</sup> , <i>Cichlasoma istlanum</i> , <i>C. grammodes</i> , <i>C. urophthalmus</i> (Cichlidae); <i>Ctenopharyngodon idella</i> , <i>Cyprinella garmani</i> (Cyprinidae); <i>C. ornata</i> , <i>Cyprinodon meeki</i> , <i>C. nazas</i> (Cyprinodontidae); <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Gambusia senilis</i> (Cyprinidae); <i>G. vittata</i> , <i>G. yucatanana</i> (Poeciliidae); <i>Gila conspersa</i> (Cyprinidae); <i>Girardinichthys multiradiatus</i> <sup>HN</sup> , <i>Goodea atripinnis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> , <i>Herichthys cyanoguttatus</i> , <i>H. labridens</i> (Cichlidae); <i>Heterandria bimaculata</i> (Poeciliidae); <i>Ilyodon cortesae</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> , <i>Lepomis macrochirus</i> (Centrarchidae); <i>Megalobrama amblycephala</i> (Cyprinidae); <i>Micropterus salmoides</i> (Centrarchidae); <i>Notropis boucardi</i> (Cyprinidae); <i>N. chihuahua</i> <sup>HN</sup> , <i>N. nazas</i> <sup>HN</sup> , <i>Oreochromis mossambicus</i> , <i>O. niloticus</i> ,			

Cuadro 1. [concuve]

Helminto introducido	Hospedero introductor	Área de origen/año de introducción	Hospederos registrados en México: especies/géneros/familias; especie (familia)	Primer reporte en México: año (ref., estado)	Otros reportes: año (ref., estado)	Puntuación "invasivo"
			<i>Petenia splendida</i> (Cichlidae); <i>Pimephales promelas</i> (Cyprinidae); <i>Poecilia butleri</i> , <i>P. mexicana</i> <sup>HN</sup> , <i>P. reticulata</i> , <i>P. sphenops</i> , <i>Poeciliopsis baenschii</i> , <i>P. gracilis</i> , <i>P. infans</i> , <i>Poeciliopsis</i> sp. (Poeciliidae); <i>Skiffia bilineata</i> <sup>HN</sup> , <i>S. lermæ</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Strongylura hubbsi</i> (Belonidae); <i>Tampichthys ipni</i> (Cyprinidae); <i>Thorichthys meeki</i> (Cichlidae); <i>Xenotoca variata</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Xiphophorus helleri</i> (Poeciliidae); <i>X. variatus</i> , <i>Yuriria alta</i> (Cyprinidae) <sup>HN</sup> ; <i>Zoogoneticus quitzeoensis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup>	1981 (27 Hgo.) Reportado en todos los estados de México, excepto Baja California		50 485 050
<i>Proteocephalus ambloplitis</i> L. <sup>HN</sup>	L	Norteamérica 1930?	6 / 6 / 4 <i>Chirostoma jordani</i> (Atherinopsidae) <sup>HN</sup> ; <i>Goodea atripinnis</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Lepomis macrochirus</i> , <i>Micropterus salmoides</i> (Centrarchidae); <i>Xenotoca variata</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Yuriria alta</i> (Cyprinidae) <sup>HN</sup>	2006 (2 Gto.)		144
<b>NEMÁTODOS</b>						
<i>Camallanus cotti</i> <sup>HN</sup>		Asia?	3 / 2 / 2 <i>Chirostoma attenuatum</i> (Atherinopsidae) <sup>HN</sup> ; <i>Poecilia reticulata</i> (Poeciliidae); <i>P. sphenops</i>	2009 (12 Mor.)		12
<i>Pseudocapillaria tomentosa</i> <sup>HN</sup>	C	Asia?	8 / 7 / 3 <i>Allophorus robustus</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup> ; <i>Aztecula sallaei</i> <sup>HN</sup> , <i>Cyprinus carpio</i> (Cyprinidae); <i>Chirostoma attenuatum</i> <sup>HN</sup> ; <i>C. estor</i> (Atherinopsidae) <sup>HN</sup> ; <i>Goodea atripinnis</i> <sup>HN</sup> , <i>Skiffia lermæ</i> <sup>HN</sup> , <i>Xenotoca variata</i> (Goodeidae) <sup>HN</sup>	1986 (28 Mich. y Gto.)		168

ABREVIATURAS: L = forma larvaria; <sup>HN</sup> = parásito reportado en hospederos nativos (indica que se trata de un hospedero nativo); \* = especie de parásito establecida en México; hospedero introductor = hospedero con el cual probablemente fue introducido el parásito a México: L = lobinas o mojarra, peces centrárcidos neárticos, principalmente lobina negra, *Micropterus salmoides*, pero también mojarra *Lepomis* spp.; CT = caracol trompetero, el thiárido *Melanoides tuberculata*; T = tilapias, peces cíclidos africanos, particularmente tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus*, tilapia azul, *O. aureus*, y tilapia mozambiqueña, *O. mossambicus*; B = bagres o peces gato americano, peces ictalúridos neárticos, principalmente bagre de canal, *Ictalurus punctatus*; C = carpas, peces ciprinidos, principalmente carpa espejo, *Cyprinus carpio*, carpa dorada, *Carassius auratus*, y carpa herbívora, *Ctenopharyngodon idella*; S = peces salmónidos, principalmente trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss*, pero también otras especies del género, y trucha de arroyo, *Salvelinus fontinalis*; P = peces pecílidos neotropicales, principalmente gupi, *Poecilia reticulata*; Sa = sardina molleja o cuchilla, el clupeido neártico, *Dorosoma cepedianum*. La puntuación del estado de invasividad de cada helminto se calculó multiplicando [tiempo de residencia del parásito en años] × [número de estados donde ha sido reportado] × [número de especies de hospederos en que se ha reportado] × [número de géneros de hospederos en que se ha reportado] × [número de familias de hospederos en que se ha reportado].

NOTA: nombres válidos de los hospederos revisados en FishBase, julio de 2012.

REFERENCIAS [autor(es) y año de detección/reporte]:

1. Aguilar-Aguilar *et al.*, 2004; 2. Salgado-Maldonado, 2006; 3. Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; 4. Pérez-Ponce de León *et al.*, 2000; 5. Jiménez-García *et al.*, 2001; 6. Vidal-Martínez *et al.*, 2001; 7. Flores-Crespo y Flores-Crespo, 2003; 8. Aguirre-Fey, 2009; 9. Ek-Huchim *et al.*, 2012; 10. Sánchez-Ramírez *et al.*, 2007; 11. Díaz-Pardo *et al.*, 2009; 12. Caspeta Mandujano *et al.*, 2009; 13. Benítez-Villa, 2010; 14. Pérez-Ponce de León *et al.*, 2010; 15. Galaviz-Silva *et al.*, 1990; 16. De Witt-Sepúlveda, 1992; 17. Rábago Castro, 2010; 18. Rubio-Godoy *et al.*, 2010; 19. García-Vásquez *et al.*, 2007; 20. García-Vásquez *et al.*, 2010; 21. Rubio-Godoy *et al.*, 2012a; 22. Rubio-Godoy *et al.*, 2012b; 23. García-Vásquez *et al.*, 2011; 24. López-Jiménez, 1987; 25. Salgado-Maldonado y Osorio-Sarabia, 1987; 26. Scholz *et al.*, 2001; 27. López-Jiménez, 1981; 28. Osorio-Sarabia *et al.*, 1986.

## HELMINTOS INVASORES ESTABLECIDOS

## MONOGÉNEOS

El hecho de que 33 de los 40 helmintos invasores registrados en el país sean monogéneos refleja claramente que tener un ciclo de vida directo, que no involucre más que a un hospedero, es un atributo que favorece la dispersión y persistencia de una especie introducida; estos mismos atributos hacen de los monogéneos un tipo de parásitos comunes y, en ocasiones, problemáticos en la acuicultura. Los monogéneos son gusanos planos, prácticamente todos son parásitos externos (ectoparásitos) de peces, y pocas especies son endoparásitos de peces; algunos infectan anfibios y calamares, y una especie coloniza al hipopótamo (Buchmann y Bresciani, 2006). La mayoría son ovíparos: del huevo surge una larva ciliada (oncomiracidio) que nada e infecta al único hospedero de su ciclo de vida, que suele ser corto. Pocos monogéneos son vivíparos; entre ellos, destacan los pertenecientes al género *Gyrodactylus*, que pueden presentar en un único individuo hasta tres generaciones: como muñeca rusa, un gusano puede contener en su interior a su hija y ésta, a su vez, a su nieta (Bakke *et al.*, 2007).

*Cichlidogyrus sclerosus*

Este parásito branquial obtuvo el más alto puntaje de invasividad de los monogéneos introducidos en México (43 740). A lo largo de 27 años, se ha reportado en nueve especies de peces, pertenecientes a seis géneros y dos familias, recolectados en 15 estados de la República. Sobre todo, se ha encontrado asociado a las distintas especies de tilapias introducidas, pero también en tres especies de cíclidos nativos y en una especie de godeido.

*Efecto sobre los hospederos / impacto sobre la biota nativa.*

Se ha reportado que *C. sclerosus* causa daño severo en las branquias de los peces infectados, y que puede ocasionar mortalidad masiva de tilapias (Woo *et al.*, 2002). En un estudio de la fauna parasitaria de la tilapia nilótica, *O. n. niloticus*, la tilapia mozambiqueña, *O. mossambicus*, y el pargo UNAM (híbrido de *O. n. niloticus* × *O. mossambicus* × *O. aureus* × *O. urolepis hornorum*) cultivados en Veracruz, se encontró que *C. sclerosus* es el parásito branquial más común (Aguirre-Fey, 2009). Claramente, las variedades rojas de peces, como la tilapia nilótica rosa y el pargo UNAM, son me-

nos resistentes que las variedades oscuras a la infección con *C. sclerosus*, pues expuestos a la misma presión de infección adquieren cargas parasitarias más elevadas; aunque no son menos tolerantes, pues no demostraron mayor o ningún daño atribuible a la infección: a pesar de haber registrado abundancias promedio ( $\pm$  EE) de hasta  $371 \pm 87$  gusanos/hospedero (g/h), con intensidades de hasta 898 g/h, no se encontró ninguna asociación significativa entre la carga parasitaria y el factor de condición corporal de los peces. Sin embargo, sí se detectaron correlaciones negativas significativas entre la intensidad de infección y el hematocrito de los peces (Benítez-Villa, 2010).

*Notas:* con 85 especies nominales, *Cichlidogyrus* es el género más diverso de parásitos de los cíclidos originarios de África occidental, que infectan a más de 40 especies de peces de 11 géneros. Actualmente, *C. sclerosus* tiene una distribución global, pues fue trasladado con la tilapia para fines de acuicultura (Le Roux y Avenant-Oldewage, 2010).

*Dactylogyrus extensus*

Este parásito branquial obtuvo el segundo puntaje de invasividad más alto entre los monogéneos introducidos en México (13 120), habiéndose registrado a partir de 1969 de cuatro familias de peces recolectados en cinco estados. Se ha reportado en carpas y bagres introducidos, y también en peces nativos de dos familias distintas (pecílidos y godeidos).

*Efecto sobre los hospederos / impacto sobre la biota nativa.*

Desde el decenio de 1930, se ha documentado que varias especies de *Dactylogyrus* infectan a la carpa común, *C. c. carpio*, y a varias otras especies de ciprínidos, como la carpa herbívora, *C. idella*, la carpa cabeza, *Hypophthalmichthys nobilis*, la carpa plateada, *H. molitrix*, y la tenca *Tinca tinca* (Buchmann y Bresciani, 2006). También se ha reportado que estos parásitos dañan el epitelio branquial de sus hospederos, dificultando o impidiendo la respiración (Buchmann *et al.*, 2004).

*Notas:* hay más de 900 especies nominales de *Dactylogyrus*, la mayoría de las cuales son parásitos de peces ciprínidos (Simková y Morand, 2008). *Dactylogyrus extensus* es un parásito de origen asiático, hoy día con distribución global, cuya introducción a Europa central se ha documentado con particular detalle en Hungría (Molnar, 2012). Hasta mediados del siglo XIX, cuando

se inició la introducción masiva de peces asiáticos, la carpa común europea, *C. carpio carpio*, sólo hospedaba tres especies de *Dactylogyrus*: *D. anchoratus*, *D. minutus* y *D. vastator*. La fauna parasitaria de la subespecie asiática de la carpa, *C. carpio haematopterus*, incluía 10 especies de *Dactylogyrus*; la primera de éstas en detectarse en la parte europea de la antigua Unión Soviética fue *D. extensus*. En 1960, sólo en Hungría se habían reportado estas cuatro especies citadas de *Dactylogyrus*; tras varias introducciones de carpas asiáticas, actualmente se han reportado nueve especies del mismo género. En Norteamérica se ha reportado la presencia de *D. extensus* en innumerables ocasiones y localidades: desde 1947 en Canadá, recolectada de la lobina *Micropterus dolomieu*, y desde 1953 en Estados Unidos, recolectada de *C. carpio carpio* (Hoffman, 1967).

#### *Gyrodactylus cichlidarum*

Este parásito de la superficie de los peces obtuvo un puntaje de invasividad de 480. Para calcular este puntaje se combinaron los datos registrados de *G. niloticus*, pues se trata de un sinónimo junior de *G. cichlidarum* (García-Vásquez *et al.*, 2007), de *G. cichlidarum* propiamente y de *Gyrodactylus* sp., recolectados de tilapias del género *Oreochromis*, pues *G. cichlidarum* fue la especie de girodactílido más común en un muestreo mundial de 26 poblaciones de tilapias (*O. n. niloticus* y *O. mossambicus*) cultivadas y silvestres de 13 países (García-Vásquez *et al.*, 2010). En conjunto, se puede decir que el primer reporte de este parásito data de principios de los noventa y que tiene una distribución prácticamente nacional: desde el sureste y la península de Yucatán al centro y noroeste del país. Probablemente fue introducido con los primeros embarques de tilapias y se encuentra en todas las poblaciones cultivadas y ferales del país.

*Efecto sobre los hospederos / impacto sobre la biota nativa.* Hay registros en todo el mundo de mortalidad de alevines de *O. n. niloticus* asociada a la infección por *G. cichlidarum* (García-Vásquez *et al.*, 2010). Los *Gyrodactylus* dañan a los peces de dos maneras (Buchmann y Bresciani, 2006; Rubio-Godoy, 2007): por un lado, perforan la piel mediante su órgano de sujeción (haptor), que tiene dos ganchos centrales grandes y 16 ganchos marginales de menor talla. Por otro, al alimentarse de moco y células epiteliales, disminuyen las defensas inmunitarias de los hospederos, haciéndolos susceptibles a infecciones oportunistas. En ge-

neral, se considera que los *Gyrodactylus* debilitan a los hospederos y que son los patógenos oportunistas quienes los matan, pero se ha documentado que en infestaciones severas el daño epitelial produce además desbalances osmóticos y patologías renales (Rubio-Godoy, 2007).

*Notas:* se han descrito más de 400 especies de *Gyrodactylus* de peces de agua dulce y marina (Harris *et al.*, 2004). El alto puntaje de invasividad de *Gyrodactylus* sp. recolectados de peces introducidos en México indica que hay una gran diversidad de especies parasitarias por registrar o describir, aparte de las especies de girodactílidos de los peces nativos. A la fecha, se han reportado 12 especies de *Gyrodactylus* en peces mexicanos (Rubio-Godoy *et al.*, 2012), más innumerables especies no descritas pero reportadas como *Gyrodactylus* sp. (Salgado-Maldonado, 2006). Aunque *G. cichlidarum* es la especie más abundante, es probable que existan otras especies de girodactílidos en las tilapias, aunque no se hayan detectado por la complejidad de la identificación taxonómica de *Gyrodactylus* o porque se trata de especies crípticas, morfológicamente muy semejantes a *G. cichlidarum* pero sólo discernibles mediante análisis moleculares; ambas cosas han sucedido: recientemente se describieron *G. ulinganius*, una especie recolectada de *O. mossambicus* que es morfológicamente muy similar a *G. cichlidarum*, pero diferente genéticamente, y *G. yacatli*, especie recolectada de *O. n. niloticus* cultivadas en México, morfológicamente semejante a otro girodactílido de peces cíclidos, *G. shariffi* (García-Vásquez *et al.*, 2011).

*Gyrodactylus salmonis* es la primera especie de girodactílido formalmente descrita en la trucha arcoíris en México (Rubio-Godoy *et al.*, 2012). En las piscifactorías de Canadá y Estados Unidos, la trucha arcoíris, *O. mykiss*, frecuentemente está infectada con *G. colemanensis* y *G. salmonis* (Gilmore *et al.*, 2010), y se ha reportado que esta última ocasiona patologías, pues daña la piel y las aletas de sus hospederos (Buchmann *et al.*, 2004). Los especímenes de *G. salmonis* mexicanos se obtuvieron de peces ferales en Veracruz y son morfológica y genéticamente diferentes de los recolectados en Estados Unidos y Canadá; pero la diferencia, si bien consistente, no amerita clasificar a los aislados mexicanos como un morfotipo distinto, menos aún como una nueva especie. De cualquier modo, es interesante pensar que podría ser una variedad que está especiando, en vista de que no hay con-

tacto entre las poblaciones de salmónidos de Estados Unidos-Canadá y Veracruz; que las truchas se introdujeron a México desde finales del siglo XIX, por lo que ha transcurrido mucho tiempo evolutivo para una especie con un tiempo de generación de unas 36 a 48 horas, y que aunque hay truchas nativas en el noroeste de México (Hendrickson *et al.*, 2002), los salmónidos nunca se han distribuido tan al sur como Veracruz, de modo que es poco probable que las truchas arcoíris hayan adquirido los parásitos por cambio de hospedero a partir de una especie nativa. No se puede argumentar que los parásitos recolectados en diversas ocasiones de *O. mykiss* y que fueron reportados como *Gyrodactylus* sp. (Salgado-Maldonado, 2006) sean *G. salmonis*, pues se sabe que este salmónido alberga 15 especies distintas de *Gyrodactylus* (Rubio-Godoy *et al.*, 2012).

#### DIGÉNEOS

##### *Centrocestus formosanus*

Se trata de formas larvianas, denominadas metacercarias, de tremátodos. Los adultos se encuentran en aves. Los adultos en el intestino de las aves producen huevos que salen con los excrementos del hospedero y caen a los cuerpos de agua. De los huevos sale una forma larvaria que infecta a un caracol, en este caso *Thiara tuberculata*. Del caracol salen otras formas larvianas que penetran las branquias de los peces, que son los segundos hospederos intermediarios. El ciclo se cierra cuando las aves depredan peces infectados.

No es posible precisar la fecha de introducción de estas larvas a México dado que probablemente ingresaron al país junto con el caracol (también introducido e invasor) *T. tuberculata*. El caracol fue introducido al continente americano (sureste de Estados Unidos, Brasil y las Antillas) para controlar y prevenir la esquistosomiasis (Pointier y McCullough, 1989). La introducción del caracol a México ha sido asociada con la introducción de alimento para las carpas malacófagas o bremas a la granja piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, en 1965 (López-Jiménez, 1987); sin embargo, *T. tuberculata* ya había sido registrado en los alrededores de Veracruz desde el decenio de 1950 (Abbott, 1973). La dispersión posterior de *T. tuberculata* secundaria a los puntos de su introducción al continente americano ha sido muy rápida y eficaz (Contreras-Arquieta y Contreras-Balderas, 2000), por las características biológicas

de la especie, que incluyen poblaciones de hembras víparas de crecimiento muy rápido, con gran capacidad de resistencia. Siendo conservadores, suponemos la fecha propuesta de introducción, 1965, de forma que a lo largo de 47 años la evidencia de metacercaria de *Centrocestus formosanus* se ha reportado en 10 estados del país y ha invadido al menos 70 especies de 35 géneros y 12 familias de peces dulceacuícolas mexicanos; estos datos resultan en un puntaje de invasividad de 13818000. La carencia de especificidad hospedatoria, que es otra de las características distintivas de la especie, explica que virtualmente cualquier pez resulte infectado, incluyendo cíclidos, ciprínidos, eleótridos y pecílidos, entre las familias que aportan el mayor número de especies al registro de hospederos infectados.

##### *Efecto sobre los hospederos / impacto sobre la biota nativa.*

La patogenicidad de las metacercarias de *C. formosanus* para los peces segundos hospederos intermediarios incluye erosión del epitelio branquial, hemorragias y producción excesiva de moco, todo lo cual conduce a la ineficiencia en el intercambio gaseoso para el pez hospedero. Los datos disponibles en México (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000) documentan infecciones frecuentes con gran cantidad de metacercarias en la mayoría de las poblaciones de peces estudiadas distribuidas ampliamente en el territorio nacional. En efecto, la prevalencia (porcentaje de peces parasitados en una muestra dada) y la intensidad promedio (número promedio de metacercarias por pez parasitado) son generalmente altas. Por ejemplo, en una muestra de 18 *Astyanax fasciatus* de la cuenca del río Balsas se registró una prevalencia de 77%, con intensidad promedio de 100 metacercarias por pez parasitado, y en una muestra de 25 pecílidos *Xiphophorus hellerii* de la cuenca del río Papaloapan se registró 60% de prevalencia, con 100 metacercarias por pez examinado. Scholz y Salgado-Maldonado (2000) han documentado intensidades de infección de miles de metacercarias por pez parasitado.

*Notas:* no hay estudios de campo sobre el efecto de las metacercarias de *C. formosanus* en las poblaciones naturales de peces de México, pero es muy probable que dada la patogenicidad descrita y la intensidad de las infecciones documentadas, esta especie de helminto esté afectando negativamente, y con un impacto muy fuerte, a distintas poblaciones de peces silvestres en México.

## CÉSTODOS

### *Bothriocephalus acheilognathi*

El céstodo asiático se caracteriza por su escólex en forma de punta de flecha con dos incisiones laterales profundas (botridios). Habita como adulto el intestino de los peces de agua dulce de forma que éstos son sus hospederos definitivos. Los peces adquieren la infección al consumir copépodos, principalmente ciclópodos, parasitados por larvas de este céstodo. Los copépodos a su vez se parasitan porque de los huevos del céstodo, que han salido junto con los excrementos del pez, eclosiona una larva libre nadadora que los invade. Los copépodos son el primer hospedero intermediario del céstodo.

Ésta es la especie invasora de helminto parásito de peces dulceacuícolas más ampliamente distribuida en el mundo, originaria de Asia, en particular del río Amur (entre Mongolia y China), y actualmente se encuentra en todos los continentes, excepto la Antártida, y en numerosas islas, incluyendo Nueva Zelanda y el archipiélago de Hawái. Originalmente parásito de carpas (Cyprinidae) asiáticas, hoy día su registro de hospederos incluye 235 especies de 37 familias de peces de agua dulce en el mundo (Kuchta y Scholz, 2011). Considerando estos datos, ésta es la especie de helminto parásito más exitosa en el mundo, y es quizá la especie de metazoario parásito más destacable por la rapidez de su expansión y capacidad de establecimiento en nuevas regiones. La gran mayoría de los hospederos de esta especie en las nuevas áreas en las que se registra como invasora corresponde a ciprínidos.

Fue introducido a México en 1965 junto con la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus* (López-Jiménez, 1981), y en los 47 años transcurridos el céstodo asiático ha invadido al menos 50 especies de 28 géneros y siete familias de peces dulceacuícolas mexicanos; el puntaje de invasividad que calculamos (50 485 050) da plena cuenta de su éxito como especie invasora. Se distribuye actualmente en México desde los cenotes de la península de Yucatán y la cuenca del río Usumacinta, en el seno de la selva Lacandona en Chiapas, hasta la cuenca del río Bravo; se le ha registrado virtualmente en todas las cuencas hidrológicas estudiadas en el país, tanto hacia la vertiente del Pacífico como hacia la del golfo de México y el Caribe, y en las cuencas endorréicas del desierto chihuahuense. Es particularmente abundante en los cuerpos de agua naturales y artificiales (bordos, canales y presas) del alti-

plano mexicano. Es indudable que el movimiento indiscriminado de carpas asiáticas en México, asociado a la acuicultura, la denominada ciprincultura (véanse Juárez-Palacios y Palomo-Martínez, 1985, 1987; Arredondo-Figueroa y Lozano-Gracia, 2003), ha constituido la causa principal de la diseminación del céstodo asiático entre los peces dulceacuícolas a lo largo y ancho de México.

*Efecto sobre los hospederos / impacto sobre la biota nativa.* Se ha documentado ampliamente que el céstodo asiático es causante de mortandad en carpas cultivadas y ferales en todo el mundo. Incluso en México se tiene memoria de distintos eventos de mortandad de carpas asociados con la presencia de este parásito en la granja piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, a lo largo de los años ochenta. La patología del céstodo en el intestino de los peces incluye una variedad de efectos negativos, entre los que se cuenta el bloqueo intestinal, la descamación y erosión del epitelio intestinal, y la perforación del intestino (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003).

Carecemos de datos sobre la mortalidad en poblaciones silvestres de peces por esta infección; sin embargo, considerando las altas prevalencias e intensidades de las infecciones registradas, es posible potenciar el impacto de *B. acheilognathi* sobre las poblaciones silvestres de peces dulceacuícolas mexicanos, en particular sobre las poblaciones de peces nativos, endémicos o que se encuentran en ambientes tan especiales como los cenotes de la península de Yucatán. En efecto, los atherinópsidos y godeidos endémicos en cuerpos de agua del altiplano mexicano presentan infecciones muy altas por este céstodo; por ejemplo, 70% de una muestra de 38 *Chirostoma jordani* examinados resultó infectado con cuatro o cinco céstodos por pez parasitado, en promedio; de la misma forma, en una muestra de 18 *Hybopsis boucardi* se registró una prevalencia de 80%, con intensidad promedio de siete céstodos por pez parasitado.

## CONCLUSIONES

Hay varios ejemplos de los severos efectos negativos que pueden tener, tanto sobre hospederos silvestres como cultivados, las especies de parásitos introducidas con peces trasladados para fines acuícolas (Taraschewski, 2006). Por citar un par, aparte de *M. cerebralis* y *G. sa-*



*laris* ya mencionados, la introducción del monogéneo *Nitzschia sturionis* con el esturión estrellado, *Acipenser stellatus*, del mar Caspio resultó en la casi extinción del esturión de barba de flecos, *A. nuidiventris*, en el mar de Aral (Buchmann y Bresciani, 2006); y el crustáceo conocido como piojo de mar, *Lepeophtheirus salmonis*, introducido en la costa pacífica de Canadá, no sólo ha ocasionado grandes pérdidas en la maricultura de salmón, sino que ha puesto en peligro de extinción algunas poblaciones silvestres de los mismos hospederos (Costello, 2009). Evidentemente, para poder prever y después prevenir problemas relacionados con la introducción de parásitos y patógenos en los ecosistemas de agua dulce del país es importante conocer las especies de parásitos invasores con potencial o real impacto negativo sobre especies de peces de interés comercial, o sobre la fauna nativa. Esperamos que este listado, que representa la documentación más completa y actualizada de los helmintos introducidos que son parásitos de los peces de agua dulce de México, así como la evaluación gruesa de las especies de helmintos establecidas en el país y que representan un mayor riesgo o han demostrado efectos adversos, sirvan como un primer paso para identificar y planear los métodos más adecuados de control.

Uno de los aspectos más importantes que se derivan de los datos que presentamos en este trabajo es que la presencia de especies invasoras de helmintos en los peces dulceacuícolas mexicanos se explica por la acción antropogénica de introducir peces para acuicultura, pesquerías o acuarismo. Las especies invasoras se han introducido primordialmente por la importación, producción y distribución de carpas asiáticas, tilapias africanas y bagres y truchas norteamericanos. Estos peces han sido “sembrados” y trasladados a cuerpos de agua naturales y artificiales del país, de forma que la distribución geográfica actual de las especies de helmintos invasores se puede explicar por estos movimientos de peces. En particular, los parásitos de las carpas asiáticas han sido amplia y repetidamente distribuidos en aguas del altiplano mexicano, especialmente en la cuenca del río Lerma, porque las carpas se reintroducen constantemente para su aprovechamiento local en pequeña escala (Juárez-Palacios y Palomo-Martínez, 1985, 1987). Sembrar carpas juveniles y alevines infectados con *B. acheilognathi* en lagos, ríos, presas y estanques estacionales o “bordos” ha permitido que esta especie de parásito infecte numerosas especies nativas de peces que habitan en simpatria en estos cuerpos de agua. El ciclo

de vida del céstodo se ve ampliamente favorecido por las técnicas de producción de carpas (cosecha en grandes estanques rústicos enriquecidos para favorecer la producción de alimento vivo de las pequeñas carpas, precisamente, copépodos infectados con larvas del céstodo; el huevo del céstodo es muy resistente y persiste en el fondo de los estanques hasta su eclosión en un medio favorable).

Respecto de los parásitos en sí mismos, destacan dos características biológicas que explican su amplia presencia como invasores entre los peces dulceacuícolas mexicanos: 1] el ciclo de vida directo, sin hospederos intermediarios, de los monogéneos, que justifica la riqueza de especies introducidas de parásitos establecidos en el país; 2] la virtual ausencia de especificidad hospedatoria de *Centrocestus formosanus* y de *Bothriocephalus acheilognathi*, que justifica la amplitud del registro de hospederos de ambas especies.

Lo que este trabajo deja claro es que la introducción de peces en México ha permitido la introducción de 40 especies de helmintos parásitos, al menos cinco de las cuales se han establecido y dos afectan a las poblaciones nativas de peces.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda de Ismael Guzmán Valdivieso (Inecol), para recopilar la información bibliográfica de los monogéneos. A Isabel Jiménez García, Leopoldina Aguirre Macedo, Víctor Manuel Vidal Martínez, Raúl Pineda López, Juan Manuel Caspeta Mandujano, Frank Moravec y Tomas Scholz, por aportar tantos datos importantes para el conocimiento de la fauna helmintológica de México.

#### REFERENCIAS

- Abbott, R.T. 1973. Spread of *Melanoides tuberculata*. *Nautilus* 87(1):29.
- Aguilar-Aguilar, R., G. Salgado-Maldonado, R.G. Moreno-Navarrete y G. Cabañas-Carranza. 2004. Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas, en: I. Luna, J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.), *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 261-269.
- Aguirre-Fey, D. 2009. Parásitos branquiales de cuatro grupos genéticos de tilapia, cultivados en la zona centro-norte del estado de Veracruz. Tesis de maestría, Posgrado en Ecología, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa.

- Arredondo-Figueroa, J.L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. *Biotica* 8:175-199.
- Arredondo-Figueroa, J.L., y S.D. Lozano-Gracia. 2003. *La acuicultura en México*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Bakke, T.A., J. Cable y P.D. Harris. 2007. The biology of gyrodactylid monogeneans: The "Russian-doll killers". *Adv. Parasitol.* 64:161-376.
- Benítez-Villa, G.E. 2010. Tratamientos experimentales para controlar la infección por *Cichlidogyrus sclerosus* (Platyhelminthes: Monogenea) en la tilapia (*Oreochromis* sp.). Tesis de licenciatura, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa.
- Buchmann, K., y J. Bresciani. 2006. Monogenea (Phylum Platyhelminthes), en P.T.K. Woo (ed.), *Fish diseases and disorders*, Volume 1: *Protozoan and Metazoan infections*. CAB International, Wallingford, pp. 297-344.
- Buchmann, K., T. Lindenstrøm y J. Bresciani. 2004. Interactive associations between fish hosts and monogeneans, en G.F. Wiegertjes y G. Flik, (eds), *Host-parasite interactions*. Garland Science/BIOS Scientific Publishers, Oxford, pp. 161-184.
- Caspeta-Mandujano, J.M. 2010. *Nemátodos parásitos de peces de agua dulce de México*. AGT Editor, México.
- Caspeta Mandujano, J.M., G. Cabañas Carranza y E.F. Mendoza Franco. 2009. *Helminths parásitos de peces dulceacuícolas mexicanos. Caso Morelos*. UAEM/AGT Editor, Cuernavaca.
- Conabio <<http://www.conabio.gob.mx/invasoras>> (consultada en agosto de 2012).
- Contreras-Arquieta, A., y S. Contreras-Balderas. 2000. Description, biology and ecological impact of the screw snail, *Thiara tuberculata* (Müller, 1774) (Gastropoda: Thiariidae) in Mexico, en R. Claudi y J.H. Leach (eds.), *Nonindigenous freshwater organisms*. CRC Boca Ratón, Florida, pp.151-160.
- Contreras-Balderas, S., y M.A. Escalante-C. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico, en W.R. Courtenay y J.R. Satuffer (eds.), *Distribution, biology, and management of exotic fishes*. John Hopkins University Press. Baltimore, pp. 102-130.
- Costello, M.J. 2009. How sea lice from salmon farms may cause wild salmonid declines in Europe and North America and be a threat to fishes elsewhere. *Proc. R. Soc. B.* 276:3385-3394.
- de Witt-Sepúlveda, M.G. 1992. Tremátodos monogéneos en peces dulceacuícolas del noreste de México y su relación con algunos factores ecológicos. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- Díaz-Pardo, E., R. Pineda-López, R. Pineda López y N. Hernández Camacho. 2009. Las comunidades acuáticas de la zona metropolitana de la ciudad de Querétaro. *Extensión. Nuevos Tiempos.* 14:12-22.
- Ek-Huchim, J.P., I. Jiménez-García, J.A. Pérez-Vega y R. Rodríguez-Canul. 2012. Non-lethal detection of DNA from *Cichlidogyrus* spp. (Monogenea, Ancyrocephalinae) in gill mucus of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Dis. Aquat. Org.* 98:155-162.
- Flores-Crespo, J., y R. Flores-Crespo. 2003. Monogéneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo. *Téc. Pecu. Méx.* 41:175-192.
- Froese, R., y D. Pauly. <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)> (consultada en agosto de 2012).
- Galaviz-Silva, L., G. de Witt-Sepúlveda, R. Mercado-Hernández y F. Segovia-Salinas. 1990. New records for monogenic trematodes and other ectoparasites of carp *Cyprinus carpio* and catfish *Ictalurus punctatus* in northeastern Mexico and their relations with some biotic and abiotic factors. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 106:64-77.
- García-Vásquez, A., H. Hansen, K.W. Christison, J.E. Bron y A.P. Shinn. 2011. Description of three new species of *Gyrodactylus* Nordmann, 1832 (Monogenea) from oreochromids (*Oreochromis*, Cichlidae). *Acta Parasit.* 56:20-33.
- García-Vásquez, A., H. Hansen, K.W. Christison, M. Rubio-Godoy, J.E. Bron y A.P. Shinn. 2010. Gyrodactylids (Gyrodactylidae, Monogenea) infecting *Oreochromis niloticus niloticus* (L.) and *O. mossambicus* (Peters) (Cichlidae): A pan-global survey. *Acta Parasitolog.* 55:215-229.
- García-Vásquez, A., H. Hansen y A.P. Shinn. 2007. A revised description of *Gyrodactylus cichlidarum* Paperna, 1968 (Gyrodactylidae) from the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus niloticus* (Cichlidae), and its synonymy with *G. niloticus* Cone, Arthur et Bondad-Reantaso, 1995. *Folia Parasitol.* 54:129-140.
- Gilmore, S.R., C.L. Abbott y D.K. Cone. 2010. The placement of *Gyrodactylus salmonis* (Yin & Sproston) in the molecular phylogeny of studied members of the *Gyrodactylus* wagneri-group parasitizing salmonids. *J. Fish. Dis.* 33:461-467.
- Granath Jr., W.O., M.A. Gilbert, E.J. Wyatt-Pescador y E.R. Vincent. 2007. Epizootiology of *Myxobolus cerebralis*, the causative agent of salmonid whirling disease in the Rock Creek drainage of West-Central Montana. *J. Parasitol.* 91:104-119.
- Harris, P.D., A.P. Shinn, J. Cable y T.A. Bakke. 2004. Nominal species of the genus *Gyrodactylus* von Nordmann 1832 (Monogenea: Gyrodactylidae), with a list of principal host species. *Syst. Parasitol.* 59:1-27.
- Hendrickson, D.A., H. Espinoza Pérez, L.T. Findley, W. Forbes, J.R. Tomelleri, R.L. Mayden, J.L. Nielsen, B. Jensen, G. Ruiz Campos, A. Varela Romero, A. van der Heiden, F. Camarena y F.J. García de León. 2002. Mexican native trouts: A review of their history and current systematic and conservation status. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 12:273-316.
- Hoffman, G. 1967. *Parasites of North American fishes*. University of California Press, Berkeley.
- Jiménez-García, M.I., V.M. Vidal-Martínez y S. López-Jiménez. 2001. Monogeneans in introduced and native cichlids in Mexico: Evidence for transfer. *J. Parasitol.* 87:907-909.
- Juárez-Palacios, J.R., y G.G. Palomo-Martínez. 1987. La acuicultura en México: antecedentes y desarrollo alcanzado hasta 1982, en S. Gómez-Aguirre y V. Arenas-Fuentes (eds.), *Contribuciones en hidrobiología*. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 37-89.
- Juárez-Palacios, J.R., y G.G. Palomo-Martínez. 1985. *Acuicultura*. Consejo Nacional para la enseñanza de la Biología, México.
- le Roux, L.E., y A. Avenant-Oldewage. 2010. Checklist of the fish parasitic genus *Cichlidogyrus* (Monogenea), including its cosmopolitan distribution and host species. *Afr. J. Aquat. Sci.* 35:21-36.
- López-Jiménez, S. 1987. Enfermedades más frecuentes de las

- carpas cultivadas en México. *Acuavisión Revista Mexicana de Acuicultura*. 2:11-13.
- López-Jiménez, S. 1981. Céstodos de peces I. *Bothriocephalus (Cleistobothrium) acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México*. 51:69-84.
- Luque, J.L., y R. Poulin. 2007. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: Hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology* 134:865-878.
- Molnar, K. 2012. Fifty years of observations about the changes of *Dactylogyrus* infection of European common carp (*Cyprinus carpio carpio* L.) in Hungary. *Magy Allatorvosok*. 134:111-118.
- OIE. <[www.oie.int](http://www.oie.int)> (consultada en agosto de 2012).
- Osorio-Sarabia, D., G. Pérez-Ponce de León y G. Salgado-Maldonado. 1986. Helmintos de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán I: Helmintos de *Chirostoma estor* el "pescado blanco". Taxonomía. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México*. 57:61-92.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, V. León-Règagnon y A. Choudhury. 2000. Helminth communities of native and introduced fishes in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *J. Fish. Biol.* 57:303-325.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto, D. Osorio-Sarabia y V. León-Règagnon. 1996. *Listados faunísticos de México. VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Pérez-Ponce de León, G., R. Rosas-Valdez, R. Aguilar-Aguilar, B. Mendoza-Garfias, C. Mendoza-Palmero, L. García-Prieto, A. Rojas-Sánchez, R. Briosio-Aguilar, R. Pérez-Rodríguez y O. Domínguez-Domínguez. 2010. Helminth parasites of freshwater fishes, Nazas River basin, northern Mexico. *Check List*. 6:26-35.
- Pointier, J.P., y F. McCullough. 1989. Biological control of the snail hosts of *Schistosoma mansoni* in the Caribbean area using *Thiara* spp. *Acta Tropica* 46:147-155.
- Rábago-Castro, J.L. 2010. Monitoreo y distribución de infecciones bacterianas y parasitarias en el cultivo de bagre *Ictalurus punctatus* en Tamaulipas. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- Rubio-Godoy, M. 2007. Fish host-monogenean parasite interactions, with special reference to Polyopisthocotylea. En: L.I. Terrazas (ed.), *Advances in the Immunobiology of Parasitic Diseases*. Research Signpost, Trivandrum, pp. 91-109.
- Rubio-Godoy, M., G. Paladini, A. García-Vásquez y A.P. Shinn. 2010. *Gyrodactylus jarocho* sp. nov. and *Gyrodactylus xalapensis* sp. nov. (Platyhelminthes: Monogenea) from Mexican poeciliids (Teleostei: Cyprinodontiformes), with comments on the known gyrodactylid fauna infecting poeciliid fish. *Zootaxa*. 2509:1-29.
- Rubio-Godoy, M., G. Muñoz-Córdova, M. Garduño-Lugo, M. Salazar-Ulloa y G. Mercado-Vidal. 2012. Microhabitat use, not temperature, regulates intensity of *Gyrodactylus cichlidarum* long-term infection in tilapia –are parasites avoiding competition or immunity? *Vet. Parasitol.* 183:305-316.
- Rubio-Godoy, M., G. Paladini, M.A. Freeman, A. García-Vásquez y A.P. Shinn. 2012. Morphological and molecular characterisation of *Gyrodactylus salmonis* (Platyhelminthes, Monogenea) isolates collected in Mexico from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Vet. Parasitol.* 186:289-300.
- Salgado-Maldonado, G. 2006. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. *Zootaxa*. 1324:1-357.
- Salgado-Maldonado, G., y R.F. Pineda-López. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: A potential threat to native freshwater fish species in México. *Biol. Inv.* 5:261-268.
- Salgado-Maldonado, G., y D. Osorio-Sarabia. 1987. Helmintos de algunos peces del lago de Pátzcuaro. *Cienc. Desarrollo* 74:41-57.
- Sánchez-Blanco, J., C. Sánchez-Blanco, M. Sousa y F.J. Espinosa-García. 2012. Assessing introduced Leguminosae in Mexico to identify potentially high-impact invasive species. *Acta Bot. Mex.* 100:41-77.
- Sánchez-Ramírez, C., V.M. Vidal-Martínez, M.L. Aguirre-Macedo, R.P. Rodríguez-Canul, G. Gold-Bouchot y B. Sures. 2007. *Cichlidogyrus sclerosus* (Monogenea: Ancyrocephalinae) and its host, the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), as bioindicators of chemical pollution. *J. Parasitol.* 93:1097-1106.
- Scholz, T., y G. Salgado-Maldonado. 2000. The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: A review. *Am. Midl. Nat.* 143:185-200.
- Scholz, T., M.L. Aguirre-Macedo y G. Salgado-Maldonado. 2001. Trematodes of the family Heterophyidae (Digenea) in Mexico: A review of species and new host and geographical records. *J. Nat. Hist.* 35:1733-1772.
- Simková, A., y S. Morand. 2008. Co-evolutionary patterns in congeneric monogeneans: A review of *Dactylogyrus* species and their cyprinid hosts. *J. Fish. Biol.* 73:2210-2227.
- Taraschewski, H. 2006. Hosts and parasites as aliens. *J. Helminthol.* 80:99-128.
- Vidal-Martínez, V.M., M.L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís y E.F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academia, Praha.
- Woo, P.T.K., D.W. Bruno y L.H.S. Lim. 2002. *Diseases and disorders of finfish in Cage Culture*. CAB International, Wollingford.

En el último siglo las actividades humanas han dejado una profunda huella en el planeta. Las invasiones biológicas son uno de los principales factores del deterioro ambiental, con graves repercusiones como la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas y los servicios ambientales que proporcionan. Hoy día, debido a la frecuencia e intensidad con que se introducen numerosas especies a nuevas regiones por vías intencionales o accidentales, la prevención resulta esencial ya que el control de especies invasoras tiene costos muy elevados y desafortunadamente su erradicación es complicada y en muchos casos inviable. Los humanos hemos sido responsables del incremento de estas invasiones y también de sus consecuencias negativas no sólo en el patrimonio natural, sino en actividades productivas como la pesca, el comercio, el turismo y la salud humana, animal y vegetal. Estos problemas se pueden agravar aún más ante el cambio climático y el aumento del transporte y el comercio internacional. En México, los ambientes acuáticos, junto con las islas, son los más vulnerables y, en consecuencia, los que han sufrido los mayores impactos.

*Especies acuáticas invasoras en México* reúne por primera vez el conocimiento sobre las especies más nocivas de prácticamente todos los grupos de organismos que amenazan la extraordinaria biodiversidad acuática del país, sus áreas naturales protegidas, así como las actividades productivas primarias. En esta obra se hace un análisis del contexto legal y normativo, nacional e internacional, y se proponen herramientas para identificar las especies invasoras de mayor riesgo y atender las principales vías de su introducción. Los enfoques innovadores que se describen son un punto de referencia para la prevención, detección temprana, control y erradicación de especies exóticas invasoras y aportan elementos para contribuir a los objetivos de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras.



**CONABIO**

COMISIÓN NACIONAL PARA EL  
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD