



**Universidad Autónoma de Querétaro**

**Facultad de Ciencias Naturales**

**“Diagnóstico, Dispersión y Transmisión de Helmintos  
introducidos en peces exóticos del  
Estado de Morelos, México.”**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**Doctor en Ciencias: Recursos Bióticos**

Presenta:

**Daniel Hernández Ocampo**

Dirigido por:

**Raúl Francisco Pineda López**

Querétaro, noviembre 2012



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Doctorado en Ciencias: Recursos Bióticos

"Diagnóstico, dispersión y transmisión de helmintos introducidos en peces exóticos del estado de Morelos, México"

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Doctor en Ciencias: Recursos Bióticos

**Presenta:**

M. en C. Daniel Hernández Ocampo

**Dirigido por:**

Dr. Raúl Francisco Pineda López

**SINODALES**

Dr. Raúl Francisco Pineda López  
Presidente

  
Firma

Dr. Roberto W. Jones  
Secretario

  
Firma



Dr. Oscar Ricardo García Rubio  
Vocal

  
Firma

Dra. Petra Sánchez Nava  
Suplente

  
Firma

Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano  
Suplente

  
Firma  
Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca  
Directora de la Facultad  
Dr. Inilio Torres Pacheco  
Director de Investigación y  
Posgrado

## RESUMEN

Los parásitos presentan una gran importancia en el desarrollo del cultivo de peces en regiones sin tradición en la producción piscícola, con la importación, exportación y el intercambio comercial de peces para reproducción y cultivo entre los diferentes países y continentes aunado a la introducción de varias formas de acuicultura intensiva. En esta tesis, se propone comprobar la siguiente hipótesis: debido a la introducción desmedida de peces exóticos, se espera que ocurra una alta dispersión de helmintos generalistas de peces nativos a exóticos y viceversa, que además esta dispersión en los sistemas lóticos presentará en un gradiente relativo (de los parámetros de infección) a la fuente de infección (las granjas). Los objetivos fueron determinar el registro de helmintos, su prevalencia y abundancia de peces nativos y exóticos de tres granjas piscícolas en el estado de Morelos, y sus variaciones temporales en un período de lluvias y de secas. Por otro lado, el último objetivo fue evaluar los procesos de colonización de parásitos exóticos y nativos hacia la ictiofauna introducida y nativa desde una fuente de infección conocida, bajo condiciones experimentales de campo. Los resultados confirman la hipótesis planteada, debido a que se presentó un proceso de colonización exitoso de algunos helmintos generalistas de peces nativos a exóticos y viceversa. En este sentido, la presencia registrada del nematodo exótico, *Camallanus cotti* en el pez nativo, *Poecilia sphenops*, representa una amenaza real para la ictiofauna local y cultivada en el estado de Morelos. Por otro lado, las comunidades componentes de parásitos fue muy pobre en las infecciones experimentales en jaulas, en los dos períodos estacionales (estiaje y lluvias), y el helminto *Cichlidogyrus sclerosus* fue la especie dominante y especialista para la tilapia exótica, *Oreochromis niloticus*, en tanto que el trematodo *Centrocestus formosanus*, parásito generalista fue la especie dominante para el poecílido nativo *Poecilia sphenops*, la presencia de éstos parásitos implica que tienen un buen potencial de infección sobre todo cuando se realicen cultivos comerciales de los peces, debido al manejo de altas densidades de peces y a condiciones ambientales favorables. Por lo anterior, son muchos los factores que contribuyen a la dispersión y colonización de parásitos en general, en los ambientes lóticos y

lénticos del estado de Morelos, tanto para especies exóticas y nativas, que incluyen la amplitud de la dieta, vagilidad, uso de hábitat dependiendo de las características biológicas de cada especie de hospedero y parásito, condiciones ambientales favorables y sobre todo las actividades antropogénicas relacionadas a la distribución y acuicultura de peces, lo que ha favorecido la introducción y establecimiento de las especies de helmintos en los diferentes ambientes estudiados.

**Palabras clave:** helmintos, dispersión, exóticos, nativos.

## SUMMARY

The parasites especially have become very important with the development of fish culture in regions without a tradition of fish production, with the import, export and exchange of commercial fish for breeding and culture between different countries and continents and with the introduction of various forms of intensive aquaculture. In this thesis, is intended to test the following hypothesis: because of the excessive introduction of exotic fish, is expected to occur a high dispersion of helminth generalists exotic native fish and vice versa, also the dispersion in lotic systems present in a gradient ratio (the infection parameters) to the source of infection (farms). The objectives were to determine the registration of helminths, their prevalence and abundance of native and exotic fish of three fish farms in the state of Morelos, and temporal variations in a period of rainy and dry season. On the other hand, the last objective was evaluate the colonization of native and exotic parasites to native and introduced fish fauna from a known source of infection under experimental conditions in the field. The results confirm the hypothesis, because it presented a process for successful colonization of some helminth generalists exotic native fish and vice versa. In this sense, the presence of the exotic nematode registered, *Camallanus cotti* in the native fish, *Poecilia sphenops* represents a real threat to local fish fauna and cultivated in

the state of Morelos. On the other hand, the parasite component community was very poor in experimental infections in cages in two seasonal periods (rainy and dry season), and the worm *Cichlidogyrus sclerosus* was the dominant species specialist for exotic tilapia, *Oreochromis niloticus*, in while the trematode *Centrocestus formosanus*, generalist parasite was dominant for native poeciliid *Poecilia sphenops*, the presence of these parasites implies that they have a good potential for infection especially when crops are made of fish due to handling high densities fish and favorable environmental conditions. Therefore, there are many factors that contribute to the dispersal and colonization of parasites in general in lotic and lentic environments of the state of Morelos, both exotic and native species, including diet breadth, vagility, use of habitat depending on the biological characteristics of each species of host and parasite, environmental conditions and anthropogenic activities mainly related to the distribution of fish and aquaculture, which has led to the introduction and establishment of helminth species in different environments studied.

**Key words:** helminths, dispersal, exotic, native.

## DEDICATORIAS

**A CLAUDIA**, por su amor, apoyo constante y aliento de superación en mi vida.

A mis hijos, **DANIELA, MILDRED Y ALEJANDRO**, que a través de sus ojos mi camino se ha llenado de luz.

**A MIS PADRES**, por la formación y cariño que me dieron.

**A MIS HERMANOS**, por ser parte del origen de una familia honesta y trabajadora.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero dejar constancia del agradecimiento que siento hacia aquellas personas que de una manera u otra, han aportado mucho para la realización de este trabajo, a los productores acuícolas de las granjas estudiadas, y compañeros de trabajo, que han estado cerca de mí estos años y que me han proporcionado su ayuda incondicionalmente. De manera específica expreso mi agradecimiento al Programa de Mejoramiento del Profesorado (**PROMEP-UAEM**), por haberme proporcionado la beca para estudios del doctorado.

A mi director de tesis, el **Dr. Raúl Francisco Pineda López**, por su carácter tan afable y por su alta investidura de transmitir los conocimientos e inquietudes académicas.

Al **Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano**, porque es un ejemplo de calidad humana y académica, que me apoyó en aspectos taxonómicos y utilización de material de su laboratorio

A la **Dra. Petra Sánchez Nava**, porque es de las pocas personas que he conocido capaz de transmitir sus conocimientos con tanta facilidad y generosidad, cualidad invaluable de un académico de alto nivel.

Al **Dr. Robert W. Jones**, por sus comentarios y aportaciones al desarrollo del presente trabajo.

Al **Dr. Oscar Ricardo García Rubio**, por sus acertadas correcciones y sugerencias, para el desarrollo de la tesis.

*“Cuando el último árbol sea cortado, el último río envenenado, el último pez pescado, sólo entonces el hombre descubrirá que el dinero no se come”*

**Proverbio Cree.**

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice de cuadros	v
Índice de figuras	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
III. HIPÓTESIS	10
IV. OBJETIVOS	10
V. METODOLOGÍA	11
V.1. AREA DE ESTUDIO	11
V.2. ANÁLISIS HELMINTOLÓGICO	13
V.3. EXPERIMENTO DE CAMPO	13
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
EXPERIMENTO DE CAMPO	23
VII. CONCLUSIONES	36
LITERATURA CITADA	37
APÉNDICE (primeras 4 figuras, mapas).	50



## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Páginas
1. Helmintos encontrados en los peces de granjas piscícolas y arroyos adyacentes.	15
2. Parámetros de infección de helmintos en peces de las granjas estudiadas en período de lluvias de 2005.	17
3. Parámetros de infección de helmintos en los peces de las granjas estudiadas en estiaje de 2006.	20
4. Parámetros de infección de <i>P. sphenops</i> ( <i>Psp</i> ) en jaulas en el arroyo de la granja el "Hospital", durante el período de lluvias del 2006.	24
5. Parámetros de infección de <i>O. niloticus</i> ( <i>Orn</i> ) en jaulas en el arroyo adyacente de la granja el "Hospital" durante el período de lluvias del 2006.	25
6. Parámetros de infección de <i>O. niloticus</i> en jaulas de un estanque rústico de la granja el "Hospital" durante el período de lluvias del 2006.	26
7. Parámetros de infección de <i>P. sphenops</i> ( <i>Psp</i> ) en jaulas en el arroyo de la granja del "Hospital" durante el período de estiaje (febrero-junio) de 2007.	27
8. Parámetros de infección de <i>O. niloticus</i> ( <i>Orn</i> ) mantenida en jaulas en el arroyo de la granja el "Hospital" durante el estiaje de 2007.	30
9. Parámetros de infección de <i>O. niloticus</i> ( <i>Orn</i> ) mantenida en jaulas en el estanque de la granja del "Hospital" durante el estiaje de 2007.	31
10. Características de las comunidades componentes de parásitos en <i>O. niloticus</i> y <i>P. sphenops</i> en jaulas en estanque y arroyo de la granja el Hospital, Morelos en período de lluvias del 2006.	33

11. Características de las comunidades componentes de parásitos en *O. niloticus* y *P. sphenops* en jaulas en estanque y arroyo de la granja el Hospital, Morelos en período de estiaje del 2007.

34

## ÍNDICE DE FIGURAS

### FIGURA

### Páginas

1. Mapa Base de Aguas Superficiales del estado de Morelos.
2. Ficha técnica de la Unidad de Producción Acuícola “Atlacomulco”, Jiutepec, Morelos.
3. Ficha técnica de la Unidad de Producción Acuícola “Cuatlita”, Tetecala, Morelos.
4. Ficha técnica de la Unidad de Producción Acuícola el “Hospital”, Cuautla, Morelos.

Las cuatro primeras figuras se encuentran en un apéndice anexo.

5. Prevalencia, abundancia e intensidad promedio de helmintos parásitos de la carpa dorada, *Carassius auratus*, de la granja el Potrero en período de lluvias (2005) y estiaje (2006). 21
6. Se muestran las prevalencias(%) de la especie nativa (*P. sphenops*) y la exótica (*O. niloticus*), en el arroyo Adyacente de la granja “El Hospital”, durante el período de lluvias del 2006. 25
7. Distribución de los helmintos parásitos de *P. sphenops*, en jaulas durante el estiaje del 2007. 28
8. Se comparan las prevalencias(%) de los helmintos encontrados en *P. sphenops* y *O. niloticus*, durante el período de estiaje del 2007, en el arroyo adyacente de la granja “El Hospital”. 29

## I. INTRODUCCIÓN

Las especies exóticas invasoras son organismos transportados por medios naturales o por actividades humanas que llegan a establecerse fuera de su área de distribución natural (Conabio, 2010). Por otro lado, el término exótico aplicado a los peces, se refiere a aquéllos que han sido introducidos y se presentan más allá de sus rangos históricos de distribución resultado de los movimientos por el hombre. Los parasitólogos usan el término transfaunizado para tales organismos (Contreras-Balderas y Escalante-Cavazos, 1984), subdividen a los exóticos en peces de origen extranjero (introducidos más allá de las fronteras de México) y transplantados (peces introducidos fuera de sus rangos nativos dentro de México y aquellos abastecidos desde una parte extranjera hasta un rango que se extiende dentro de México). Esta subdivisión es útil para las autoridades que se encargan de los abastecimientos y transferencias de los organismos acuáticos, ya sea con fines de conservación o explotación comercial (Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, 2007).

Para analizar la biología de las poblaciones parásitas y sus interacciones regulatorias, es necesario el entendimiento de los procesos de transmisión (transferencia de un hospedero a otro, en tiempo y espacio) y dispersión (repartición de un punto de origen en el espacio con la finalidad de asegurar la sobrevivencia de la especie a través de la colonización de nuevas áreas y de la prevención de la sobrepoblación). Lo anterior, es importante para la comprensión de las relaciones parásito-huésped, y así conocer los mecanismos que utilizan los parásitos para establecerse, crecer y madurar en los hospederos apropiados, además, de sus estrategias conductuales adaptativas que les permiten sobrevivir y reproducirse en diferentes condiciones (Kennedy, 1975; Salgado-Maldonado y Osorio-Sarabia, 1987; Amaya-Huerta, 1995; Bush *et al.* 2001; Crossan *et al.* 2006; Rodríguez, 2005; Li, *et al.* 2009; Cornet *et al.* 2010; Marques, *et al.* 2010).

Por otro lado, en la distribución de los peces, éstos preservan los patrones geográficos antiguos, debido a que la colonización de nuevos ambientes está restringido a la extensión y continuidad de su hábitat acuático,

además, de las tolerancias bióticas y abióticas dentro del hábitat (Hocutt y Wiley, 1986). La habilidad de dispersión limita los rangos que ocupan los peces dentro de las redes de las cuencas hidrográficas, por lo que se producen diferentes patrones de rangos geográficos en diferentes grupos de peces (Rosenfield, 2002). La introducción y dispersión antropogénica de animales acuáticos procedentes de otros países, ha tenido la finalidad de incrementar las fuentes de trabajo, consumo humano, controlar la invasión de malezas acuáticas y fomentar la pesca deportiva, aunque solo en algunos casos se han obtenido los resultados esperados (Arredondo, 1983).

Por otro parte, la introducción de especies acuáticas exóticas, ha sido identificada como uno de los riesgos ambientales más críticos que actualmente enfrentan las especies, los hábitats acuáticos y la biodiversidad en general. Este fenómeno está relacionado con la extinción del 54% de la fauna acuática nativa mundial, el 70% de los peces de Norteamérica y el 60% de los peces mexicanos (IMTA *et al.* 2007). Las especies invasoras desplazan a las nativas por competencia directa, depredación, transmisión de enfermedades y parásitos, modificación del hábitat y alteración de la estructura de los niveles tróficos y sus condiciones biofísicas (Contreras-MacBeath, *et al.* 1998; Contreras-Balderas, *et al.* 2008; Torres-Orozco y Pérez-Hernández, 2011).

Con la importación y producción en cautiverio de carpas asiáticas, tilapias africanas y en menor grado de lobinas y otros peces de cultivo procedentes de los Estados Unidos de Norteamérica, la mayoría de las especies de helmintos parásitos han sido introducidas antropogénicamente a los peces de agua dulce de México (Salgado Maldonado, 2006<sub>a,b</sub>).

En algunos ríos de Morelos, se han realizado estudios sobre aspectos biológicos de algunas especies de la ictiofauna, como la del godeido *Ilyodon whitei* y la del ciprínido *Hybopsis boucardi*, y del carácido *Astyanax fasciatus*, pero existen pocos datos de las especies de helmintos en particular y de las introducidas (Caspeta-Mandujano, 1996; Flores-Sotelo, 1998; Múgica-Ruiz, 2008). Por otro lado, las comunidades de helmintos de peces de agua dulce de diversas regiones están constituidas por un número variable de especies, con un número elevado de individuos y generalmente dominadas por metacercarias (Peresbarbosa, 1992; Salgado-Maldonado, 1993; Espinosa, 1993; Pineda-

López, 1994, Vidal-Martínez, 1995, Vélez-Hernández *et al.* 1998; Ogawa *et al.* 2004).

Para el estado de Morelos, los principales problemas sanitarios acuícolas están relacionados con protozoarios y helmintos (girodactilosis y centrocestiasis), debido entre otras cosas a la falta de medidas preventivas, movilización indiscriminada de organismos y altas densidades de peces en los estanques (Gutiérrez-Rodríguez *et al.* 2005; Ortega *et al.* 2009).

Por lo anterior, el estudio sobre helmintos parásitos de peces en Morelos es prioritario, debido a que la intensificación de la producción acuícola ha sido acompañada por el desarrollo de problemas ecológicos y sanitarios, este trabajo se dirige hacia el registro, dispersión y colonización e interacción de helmintos parásitos con los peces introducidos y utilizados en la acuicultura, debido a que representan una de las principales problemáticas sanitarias que afectan directamente la calidad de los peces y crustáceos producidos; en este sentido, es necesario determinar los efectos de las introducciones de peces y parásitos exóticos sobre la fauna nativa, sus interacciones entre especies exóticas, y su amplio rango de impactos que derivarán en resultados con implicaciones y decisiones importantes para la prevención, manejo y restauración de los recursos bióticos en los ambientes acuáticos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

Se ha incrementado el estudio de los helmintos en áreas como la sistemática (Choudhury y Dick, 2000; Moravec, 2000; Scholz y Aguirre-Macedo, 2000; Caspeta-Mandujano, 2010); evolución (Price, 1977; Brooks, 1987; Price, 1987; Poulin, 1998; Brown *et al.* 2001); biogeografía (Choudhury y Dick, 2000; Aguilar-Aguilar *et al.* 2003; Poulin y Mouillot, 2003; Perez-Ponce de León y Choudhury, 2005; Mejía-Madrid, *et al.* 2007), diversidad (Bush *et al.* 2001; Cabañas-Carranza, 2001; Caspeta-Mandujano *et al.* 2001; Aguilar-Aguilar *et al.* 2004); ecología (Chapman, *et al.* 2000; Knudsen, 2002; Thomas, 2002; Jeannette, *et al.* 2010) y comportamiento (Jiménez-García *et al.* 2001; Poulin, 2001; Cornet, 2011).

La parasitología de peces de agua dulce en México, se registra desde la presencia de nemátodos parásitos en peces de cuevas y cenotes de la Península de Yucatán (Pearse, 1936; Chitwood, 1938). Posteriormente, las investigaciones se dirigieron a datos extensivos sobre la distribución y composición de especies de la helmintofauna de algunas especies de cíclidos del sureste de México (Pineda-López, 1985; Osorio-Sarabia *et al.* 1987; Pineda-López y Andrade-Salas, 1989; Ortega *et al.* 2009). Los trabajos también se encauzaron a registros de helmintos en especies nativas de peces en ambientes acuáticos a nivel regional (Sánchez-Santana, 1990; Jiménez-García, 1993; Aguirre-Macedo y García-Magaña, 1994; Caspeta-Mandujano, 1996, 2010; Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997; Martínez-Aquino y Aguilar-Aguilar, 2008). Otros estudios se dirigieron a la biología y dinámica poblacional y taxonomía de helmintos (Scholz *et al.* 1995; Caspeta-Mandujano *et al.* 1999, 2009).

Por otro lado, se han realizado estudios relacionados a la ecología de comunidades de helmintos; Pineda-López (1994), examinó la estructura y composición de comunidades de helmintos en cíclidos tropicales, comparándolos con algunas comunidades analizadas en latitudes templadas, para probar la predicción de que las comunidades tropicales son más ricas y predecibles que las templadas, y que la especificidad del hospedero juega un papel importante en las comunidades tropicales y a su vez responde a la estacionalidad ambiental.

Vidal-Martínez (1995), determinó los procesos que estructuran las comunidades de helmintos de especies seleccionadas de cíclidos del sureste de México, consideró cuatro escalas espaciales: zoogeográfica (América tropical), regional (Sureste de México), local (una presa) y a un nivel de hospedero individual (infracomunidad). A nivel local utilizó una población axénica de *Cichlasoma urophthalmus*, que fue expuesta en jaulas durante seis meses a los helmintos en una presa, con la finalidad de obtener datos de infracomunidad tanto para peces en jaulas como para los peces silvestres, y así determinar los procesos que estructuran la comunidad de helmintos a través del tiempo.

Aguilar-Aguilar *et al.* (2004), realizaron un inventario de helmintos parásitos de peces de la Sierra Madre Oriental, ya que consideraron que los

helmintos de estos peces han sido poco estudiados y que la mayoría de los trabajos publicados consisten en descripciones taxonómicas. Pineda-López, *et al.* (2005), describen la composición taxonómica de las comunidades de helmintos parásitos de peces de las familias Goodeidae y Poeciliidae de México, encontraron que es notable que las comunidades de helmintos de la familia Poeciliidae es más rica que la de la familia Goodeidae.

Jiménez-García (2005), estudió la dinámica de la infección de parásitos metazoarios en poblaciones silvestres y experimentales (en jaulas flotantes) de cíclidos nativos (*Cichlasoma urophthalmus*) e introducidos (*Oreochromis niloticus*) en Mitza, Yucatán, encontró que fue mínimo el intercambio de especies de parásitos de cíclidos nativos a introducidos y viceversa. Salgado-Maldonado (2006<sub>a</sub>), presenta un listado de helmintos parásitos de peces de agua dulce de México, y expresa que las listas de especies son vitales para estudios de distribución, además de facilitar investigaciones sobre biodiversidad, zoogeografía, ecología, conservación, pesquerías y acuicultura. Martínez-Aquino y Aguilar-Aguilar (2008), estudiaron los helmintos parásitos de peces de agua dulce endémicos, *Cyprinodon meeki*, en Durango, México, consideraron que los hábitos alimentarios del hospedero sugirieron que son los principales factores en la determinación de la estructura de la comunidad de helmintos para esta especie de pez.

La mayoría de las especies introducidas de helmintos se han registrado en una sola cuenca o estado de la República, en Tabasco, la Península de Yucatán y los cuerpos de agua de la cuenca del río Lerma, en el Altiplano Mexicano (Salgado-Maldonado, 2006<sub>b</sub>). Casi todos los Monogéneos introducidos se han registrado en estanques de cultivo y en algunos cuerpos de agua naturales de Tabasco y la Península de Yucatán, asociados con la presencia de tilapias (Jiménez-García *et al.* 2001; López-Jiménez, 2001; Vidal-Martínez *et al.* 2001).

Los monogéneos, *Dactylogyrus* sp. y *D. extensus* afectan las branquias de la carpa espejo, carpa herbívora, tilapia, mojarra verde, bagre de canal y akúmara; *Cleidodiscus floridanus* afecta las branquias de carpa espejo y bagre de canal; *Gyrodactylus* sp., se aloja en el tegumento de carpa espejo, carpa dorada, bagre de canal y trucha (Flores-Crespo y Flores, 2003).



Las metacercarias del tremátodo *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) y el céstodo Asiático *Bothriocephalus acheilognathi* Yamaguti, 1934 exhiben una amplia distribución entre cuencas y estados de México, y afectan bastantes especies de peces nativos del país (Scholz y Salgado-Maldonado, 2000; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003). En México fue registrado por primera vez, *C. formosanus* por López-Jiménez (1987), como metacercarias enquistadas en las branquias de carpas Asiáticas (específicamente en la carpa negra, *Mylopharyngodon piceus*) introducidas a la Granja Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo.

Arizmendi (1992), describió el ciclo de vida de este tremátodo a partir de formas larvianas recolectadas de caracoles *Melanoides tuberculata*, y de carpas *M. piceus* y describió los adultos recuperados mediante la infección experimental de pollos domésticos. Amaya-Huerta y Almeida-Artigas (1994), confirmaron la presencia de *C. formosanus* en México mediante el estudio de la quetotaxia de las cercarias obtenidas de *M. tuberculata* infectados naturalmente, recolectados de “Las Estacas”, Morelos.

Recientemente, Gjurcevic *et al.* (2007), detectaron el primer registro de la metacercaria de *C. formosanus*, en las branquias de la carpa dorada, *Carassius auratus*, importada de Singapur a Croacia, concluyeron que la infección histopatológica podría ser una de las razones de la muerte de la carpa dorada.

El céstodo, *Bothriocephalus acheilognathi* se introdujo a México en 1965, junto con la carpa herbívora, *Ctenopharyngodon idella* (López-Jiménez, 1981). A partir de ese momento se ha dispersado ampliamente, invadiendo muchas poblaciones de peces silvestres en el país. Se le ha registrado hasta la fecha en 58 especies de peces de 7 familias en las principales cuencas hidrológicas de México, incluyendo el Balsas, Lerma, Pánuco, Santiago, en los cenotes de la Península de Yucatán, en los cuerpos de agua de la Llanura Costera del Golfo en Tabasco, así como en granjas de producción de Durango, Puebla y Tlaxcala. No ha sido registrado en peces de la cuenca del río Papaloapan (Salgado-Maldonado, 2006<sub>b</sub>).

Los nemátodos representan un grupo importante de helmintos parásitos de peces, habitándolos como adultos o como larvas y en todos los órganos de los peces (Moravec, 1998). En la actualidad, se han reportado un total de 63

especies y 2 subespecies de nemátodos parásitos de peces dulceacuícolas de México, éstas especies pertenecen a 33 géneros y 18 familias, la mayoría de las cuales se han reportado para la región central y suroeste del país (Caspeta-Mandujano, 2010).

En el estado de Morelos se han registrado 22 especies de peces en 8 familias y 16 géneros, cuatro de esas son endémicas de los cuerpos de agua, otras cuatro son nativas con mayor amplitud de distribución y las 13 restantes son exóticas, las cuales han sido introducidas con fines de acuicultura para consumo y ornamental, (Contreras-MacBeath, 1995). Lo anterior, ha contribuido a incrementar la problemática ecológica y parasitológica en la introducción y producción de peces exóticos (Amaya-Huerta, 1995; Contreras-MacBeath *et al.* 1998;), debido al manejo ineficiente de diferentes poblaciones de peces, sobre todo en las granjas de producción piscícola.

Se han realizado pocos trabajos en el estado de Morelos, que registran la presencia de helmintos parásitos en peces silvestres, y se destacan los del río Amacuzac (Amaya-Huerta y Almeyda-Artigas, 1994; Salgado-Maldonado *et al.* 1995; Flores, 1998; Salgado-Maldonado *et al.* 2001).

Por otro lado, pocos estudios de dinámica poblacional de helmintos se han reportado, en tan solo cuatro especies de peces, *Ilyodon whitei* (Goodeidae) (Caspeta-Mandujano, 1996), *Cichlasoma nigrofasciatum* (Cichlidae) (Delgado, 1998), *Girardinichthys multiradiatus* (Goodeidae) (Martínez, 2004), y *Astyanax aeneus* (Characidae) (Múgica, 2008), en el río Amacuzac, el lago Tonatiahua y el río Cuautla.

Sotelo (1987), llevó a cabo los primeros reportes de ectoparásitos en peces cultivados de importancia comercial, en la tilapia *Oreochromis* sp. Posteriormente, Flores-Crespo *et al.* (1992) y Malpica (1998), reportan a los monogéneos *Dactylogyrus* sp (= *Cleidodiscus* sp.) y *Cichlidogyrus sclerosus* (= *Characithecium costaricensis*) en *Oreochromis niloticus*, respectivamente. Amaya-Huerta (1995), reporta las infecciones del tremátodo *Centrocestus formosanus* en el caracol *Melanoides tuberculata* como primer hospedero intermediario y como segundos hospederos intermediarios a poblaciones silvestres de peces del manantial las “Estacas”, Morelos y dos especies de importancia comercial, *Carassius auratus* y *Oreochromis niloticus* del Centro Piscícola de Zacatepec, Morelos.

A finales del siglo pasado y principios del actual, se habían reportado un total de 18 especies de helmintos en los peces del estado de Morelos, cuatro especies de monogéneos (*Cichlidogyrus sclerosus*, *Urocleidoides strombicirrus* (sensu lato), *Salsuginus* sp., y *Gyrodactylus* sp.); ocho especies de tremátodos (*Centrocestus formosanus*, *Posthodiplostomum minimum*, *Saccocoelioides sogandaresi* y *Sanguinicolidae* gen. sp. (adultos) *Uvulifer* sp. (= *U. ambloplitis* [metacercarias], *Petasiger* sp., *Tylodelphys* sp. y *Clinostomum complanatum*); dos especies de céstodos *Bothriocephalus acheilognathi* (adulto) y *Ligula intestinalis* (plerocercóide) y cinco especies de nemátodos (*Eustrongylides* sp. [larva], *Rhabdochona kidderi*, *Rhabdochona canadensis*, *Rhabdochona mexicana* (adultos) y *Capillaria cyprinodonticola* (Caspeta-Mandujano, 1996; Caspeta-Mandujano, et al., 2000; Caspeta-Mandujano, 2001; Delgado, 1998; Flores, 1998; Malpica, 1998; Salgado-Maldonado et al. 2001).

Actualmente, Caspeta-Mandujano et al. (2009), duplicaron los registros a 36 especies de helmintos (12 tremátodos, 11 monogéneos, 4 céstodos, 8 nemátodos y 1 acantocéfalo) que parasitan a 16 de 26 especies de peces registradas en Morelos en ríos, lagos y algunas unidades piscícolas.

La mayoría de las granjas acuícolas del estado de Morelos producen peces ornamentales, y es el primer productor nacional de peces de ornato, con más de 32 especies cultivadas y más de 67 variedades. Dentro de las problemáticas que tienen las granjas en su manejo, los aspectos sanitarios ocupan el 50% que presentan las granjas (CESAEM, 2010). Considerando que la acuicultura nacional e internacional está sustentada en la introducción de especies exóticas en diversas localidades, con un manejo de altas densidades de peces y que ha implicado la dispersión antropogénica de animales y parásitos, aunado a que todos los parásitos, así como los animales de vida libre necesitan dispersarse y colonizar nuevas localidades (Kennedy, 1975).

Todos los parásitos registrados tienen una historia de su introducción con éxito en muchos países, sin embargo, algunos están restringidos en su distribución, mientras que otros se extienden rápidamente. El concepto de especies generalistas-especialistas refleja la naturaleza de la especificidad hospedatoria de los parásitos (Esch y Fernández, 1993). Se consideran especies especialistas a aquellos helmintos que se restringen en distribución, desarrollo y/o reproducción a una única especie, género o familia de

hospederos, con afinidad a determinadas regiones corporales, por tanto, son especies de distribución local, y podrían tener una pobre capacidad de dispersión natural; su propagación es limitada por barreras, pero principalmente, por la especificidad de hospedadores y factores estocásticos incluyendo el sitio de la introducción inicial.

Por otro lado, las especies parásitas de distribución más amplia tienden a ser generalistas, debido a los desplazamientos naturales de los peces o por origen antropogénico (Kennedy, 1994). Además, una especie generalista, regularmente se desarrolla en diferentes familias de hospederos, aún cuando pueden mostrar una preferencia por una familia en particular (Kennedy, 1995).

Esch *et al.* (1988), aplicaron el concepto de alogénico y autogénico a los estudios parasitológicos, dichos términos fueron desarrollados para interpretar la naturaleza de los mecanismos involucrados en la transmisión de helmintos.

Las especies alogénicas emplean peces u otros vertebrados acuáticos como hospederos intermediarios y maduran sexualmente en aves y mamíferos (hospederos definitivos). Las especies autogénicas terminan todo su ciclo de vida dentro de sistemas acuáticos. Por lo anterior, son diferentes las posibilidades de dispersión y colonización de los helmintos hacia nuevos sitios.

En un contexto ecológico, los parásitos no están distribuidos normalmente al azar, o uniformemente a través de una población de hospedadores, lo que da lugar a que pocos hospedadores tengan grandes infecciones, mientras que otros presentan infecciones ligeras o no son infectados (Kennedy, 2009).

Para este trabajo es relevante determinar la presencia, dispersión, transmisión y colonización de los parásitos en nuevas localidades, así como de las condiciones ambientales favorables o desfavorables, de los competidores potenciales y ciclos de vida que han permitido su establecimiento en los ambientes de granjas y efluentes que las suministran, debido a que no se sabe el posible papel de las granjas en la dispersión de los parásitos exóticos hacia peces nativos y exóticos.

### **III. HIPÓTESIS**

Actualmente, en el estado de Morelos se desconoce el posible impacto de las especies de parásitos introducidos, a pesar de que existen algunos estudios, no se ha explicado directa y sistemáticamente la relación de los parásitos y hospederos en función de la industria de la piscicultura ornamental.

Por ello, se propone comprobar la siguiente hipótesis: debido a la introducción desmedida de peces exóticos, se espera que ocurra una alta dispersión de helmintos generalistas de peces nativos a exóticos y viceversa, que además esta dispersión en los sistemas lóticos presentará en un gradiente relativo (de los parámetros de infección) a la fuente de infección (las granjas).

Por lo anterior, el presente estudio se plantea los siguientes objetivos:

### **IV. OBJETIVOS**

1. Determinar el registro helmintológico de la ictiofauna nativa y exótica de tres granjas piscícolas en el Estado de Morelos.
2. Describir la prevalencia y abundancia de los helmintos de peces en granjas de producción piscícola, y sus variaciones temporales en un período de estiaje y lluvias.
3. Evaluar los procesos de colonización de parásitos exóticos y nativos hacia la ictiofauna introducida y nativa desde una fuente de infección conocida, bajo condiciones experimentales.

## V. METODOLOGÍA

### V. 1.- Área de estudio

El Estado de Morelos se encuentra localizado al Sur del Eje Neovolcánico, entre los paralelos  $10^{\circ} 37' 50''$  de latitud norte y  $18^{\circ} 30' 68''$  de longitud oeste. Limita al norte con el Distrito Federal y el Estado de México, al sur con los estados de Guerrero y Puebla y al este con Puebla (INEGI, 1980). El estado forma parte de la Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, dicha cuenca es una región de afloramientos de rocas que abarcan en su edad desde el precámbrico hasta el cuaternario (Fries, 1960).

El Estado de Morelos se encuentra localizado al Sur del Eje Neovolcánico, entre los paralelos  $10^{\circ} 37' 50''$  de latitud norte y  $18^{\circ} 30' 68''$  de longitud oeste. Limita al norte con el Distrito Federal y el Estado de México, al sur con los estados de Guerrero y Puebla y al este con Puebla (INEGI, 1980). El estado forma parte de la Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, dicha cuenca es una región de afloramientos de rocas que abarcan en su edad desde el precámbrico hasta el cuaternario (Fries, 1960).

La hidrología superficial del Estado de Morelos, pertenece en su totalidad a la Cuenca del Balsas, el río más grande del sur del país y que desemboca en el Océano Pacífico (INEGI, 1982). En el Estado, el río se encuentra dividido en tres subcuencas: Amacuzac, con una superficie de  $4,303.39 \text{ Km}^2$ , Nexapa o Atoyac con  $673.17 \text{ Km}^2$  y el Balsas-Mezcala, con  $1.6 \text{ Km}^2$ . Siete ríos, seis lagos, 124 embalses, 50 manantiales (S.P.P. 1981) y 206 unidades de producción piscícola (CESAEM, 2009), forman parte del inventario de los recursos hídricos del Estado de Morelos.

El estado de Morelos se ubica en la llamada subregión Transicional Mexicana, considerada como la ruta histórica de dispersión de peces provenientes del Neártico (ciprínidos e ictalúridos) y del Neotrópico (cíclidos y carácidos), que representan un complejo zoogeográfico interesante, debido a que dicha convergencia permite un alto grado de endemismo.

Para el presente trabajo, se seleccionaron tres municipios de la entidad, que a su vez considera a las tres principales granjas productoras de peces de ornato (Unidades de Producción Acuícolas) del estado de Morelos, distribuidas

en diferentes lugares, de acuerdo a las subcuencas de la entidad y al Mapa de Aguas Superficiales del estado de Morelos (Figura 1). Las granjas acuícolas representativas fueron:

1. Granja Piscícola, “Atlacomulco, Jiutepec, Mor. (Fig. 2). Se encuentra a 1415 m.s.n.m. La fuente de agua es del manantial “Chapultepec” (Subcuenca del río Apatlaco).
2. Granja Piscícola, “Cuautlita”, Tetecala, Mor. (Figura 3). Se encuentra a 938 m.s.n.m. Su fuente de agua es un canal del río Chalma (Subcuenca del río Tembembe).
3. Granja Piscícola, el “Hospital”, Cuautla, Mor. (Figura 4). Se encuentra a 1277 m.s.n.m. La fuente de agua es de un derivado del río Cuautla (Subcuenca del río Cuautla).

Las granjas estudiadas se encuentran en la parte alta del estado de Morelos y drenan hacia la cuenca del Balsas, a través de ríos y arroyos permanentes.

Se investigaron seis familias y ocho especies de peces, las primeras cinco fueron ornamentales y las dos últimas fueron silvestres presentes en los arroyos adyacentes de las granjas piscícolas:

1. Cyprinidae, carpa dorada (*Carassius auratus*), y la carpa koi, (*Cyprinus carpio koi*).
2. Belontiidae, gurami enano (*Colisa lalia*).
3. Characidae, pez monjita (*Gymnocorymbus ternetzi*).
4. Loricariidae, pez diablo (*Liposarcus multiradiatus*).
5. Poeciliidae, pez guppy (*Poecilia reticulata*),
6. Cichlidae, tilapia, de consumo humano (*Oreochromis niloticus*).
7. Poeciliidae, pez charal (*Poecilia sphenops*).
8. Poeciliidae, pez charal (*Poeciliopsis gracilis*).

Los peces se seleccionaron por ser las especies con mayores producciones en el estado de Morelos y comunes en las tres granjas de producción acuícola trabajadas.

## **V. 2.- ANÁLISIS HELMINTOLÓGICO**

Para el análisis helmintológico y de los datos, se siguió la metodología ya estandarizada para este tipo de trabajos experimentales; Las técnicas de colecta y fijación de los helmintos fueron de acuerdo a Vidal *et al.* (2002), el examen helmintológico siguiendo el criterio de Salgado-Maldonado (1979). Para describir las infecciones de los Helmintos se utilizaron los parámetros definidos por Margolis *et al.* (1982), además de las identificaciones de las especies parásitas (Gibson, *et al.* 2002; Caspeta-Mandujano *et al.* 2009; Caspeta-Mandujano, 2010), las cuales se realizaron con el apoyo del Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano del Laboratorio de Parasitología de la Fauna Silvestre de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Se calculó la prevalencia de los parásitos para poder determinar el tamaño de muestra de los peces, donde los errores estándar se distribuyan normalmente y permita especificar límites de confianza más precisos. Al momento de obtener los peces, fueron depositados en bolsas de plástico de 60 x 80 cm, con oxígeno, para ser transportados al Laboratorio de Bioingeniería Acuícola, del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM, donde se mantuvieron en acuarios de 100 litros de capacidad, con aireación por medio de bombas. Posteriormente, se procedió a realizar el examen helmintológico, dentro de las 24 horas después de su colecta, utilizando procedimientos estandarizados (Sanchez-Nava *et al.* 2004). Los datos obtenidos de los análisis helmintológicos para la determinación de medidas de diversidad y comunidades componentes se realizó a través del programa Biodiv.

## **V. 3.- EXPERIMENTO DE CAMPO: SEGUIMIENTO DEL PROCESO DE COLONIZACIÓN**

Para cubrir el objetivo tres del presente trabajo se estudió la dinámica de las infecciones de los helmintos sobre una especie nativa (*Poecilia sphenops*) y el cíclido exótico, tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) expuestos a los helmintos en jaulas flotantes cercanas al efluente de la granja piscícola “El



Hospital”, Cuautla, Morelos, debido a que este lugar presentó las características ambientales favorables para la instalación de las jaulas, similares a las metodologías de Vidal-Martínez, (1995) y Jiménez-García (2005). Los peces de las jaulas fueron muestreados para su análisis helmintológico mensualmente, durante el período de lluvias (agosto-noviembre de 2006), y el de estiaje (febrero-junio de 2007).

Se seleccionaron juveniles de peces que no presentaron evidencia de infección por parásitos. Para esto, se obtuvieron crías de peces libres de parásitos, previa reproducción de las parejas seleccionadas en condiciones controladas de laboratorio, para constatar que los reproductores no tuvieran parásitos, éstos se sacrificaron y analizaron, los resultados mostraron que estaban libres de infección parasitaria. La elección del tamaño de muestra para una población de tamaño conocido se basó en el criterio de Simon y Schill (1984).

Considerando que la densidad de los peces y la máxima capacidad de carga que pueden sostener las jaulas, son aspectos importantes en la determinación del tamaño de la jaula, así como de la cantidad y calidad del agua que fluye, de la fisiología de los organismos en una etapa específica de su desarrollo, se diseñaron y construyeron 30 jaulas con material de criba inoxidable, con una luz de malla de 3 milímetros con dimensiones cada una de 60 centímetros de largo por 30 centímetros de ancho por 30 centímetros de altura. Cada jaula contó con anclajes al fondo del arroyo, empleándose para ello sacos de arena, lo que permitió la fijación de la jaula al fondo (similar a los empleados por Loverich y Gace (1997), aunado con la inserción de las puntas o patas terminales de la jaula al fondo del arroyo. El sistema conformado por 30 jaulas fueron dispuestas y colocadas cada 20 metros una de otra, en una extensión de 600 metros, después de los estanques de cultivo.

Considerando que la densidad de los peces y la máxima capacidad de carga que pueden sostener las jaulas con una densidad de 6 peces/jaula, y la densidad total consistió de 180 peces de *P. sphenops* y 180 peces de *O. niloticus* de las dos especies seleccionadas y en cada fecha de muestreo consistió en la colecta de 30 peces (uno de cada jaula, al azar) para su análisis helmintológico, respectivamente.

Por otro lado, se siguió el mismo procedimiento anterior, para la obtención de 90 tilapias (*O. niloticus*) que colocaron en un estanque rústico de 600 m<sup>2</sup>, dentro de la granja el “Hospital” en una jaula con un volumen de 2 metros cúbicos cercano al efluente o arroyo donde se instalaron las jaulas descritas anteriormente, con la finalidad de realizar un análisis comparativo con los organismos presentes en las jaulas de los arroyos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los dos primeros objetivos del trabajo, dirigidos al registro de helmintos en sus hospederos y sus variaciones temporales en un período de estiaje y lluvias, en el cuadro 1, se muestran los helmintos registrados, así como sus características de infección

En el presente estudio, se registraron a los monogéneos como especialistas y a los tremátodos, céstodos y nemátodos como generalistas.

Cuadro 1. Helmintos encontrados en los peces de granjas piscícolas y arroyos adyacentes.

Helminto	Grupo parásito	Sitio infección	C.c.	Especificidad
<i>Centrocestus formosanus</i>	Tremátodo	Branquias	Alogénico	Generalista
<i>Gyrodactylus</i> spp.	Monogeneo	Aletas	Autogénico	Especialista
<i>Dactylogyrus</i> spp.	Monogeneo	Branquias	Autogénico	Especialista
<i>Eustrongylides</i> sp.	Nemátodo	Mesenterio	Alogénico	Especialista
<i>Botriocephalus acheilognathi</i>	Céstodo	Intestino	Alogénico	Generalista
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i>	Monogeneo	Branquias	Autogénico	Especialista
<i>Camallanus cotti</i>	Nemátodo	Intestino	Alogénico	Generalista
<i>Clinostomum</i> sp.	Tremátodo	Hígado	Alogénico	Generalista

C.c. = Características de colonización.

Se han documentado introducciones de peces y parásitos, por movimientos realizados por el hombre y su consecuente generación de parasitosis y enfermedades (Contreras y Escalante, 1984; Vélez-Hernández *et al.* 1998; Scholz, y Salgado-Maldonado, 2000; Jiménez-García, *et al.* 2001; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003; Rodríguez, 2006). En nuestro país, se tiene registro de 19 especies de helmintos parásitos introducidas antropogénicamente a los peces de agua dulce de México. Entre los platelmintos, son tres especies de tremátodos, 13 monogeneos y dos de

céstodos, además, de una especie de nemátodo. Del registro anterior, 17 especies de helmintos se han introducido mediante la importación y producción en cautiverio de carpas asiáticas, tilapias africanas y en menor grado de lobinas y otros peces de cultivo procedentes de los Estados Unidos de Norteamérica (Salgado-Maldonado, 2006<sub>a</sub>).

Por otro lado, se han presentado problemas de impacto ecológico por la introducción de ictiofauna, así como la construcción de presas y contaminación que ha originado una fuerte presión selectiva entre los organismos (nativos y exóticos), acompañado de efectos directos como la competencia y depredación, así como de efectos indirectos como la modificación del hábitat que pueden cambiar las comunidades nativas de flora y fauna (Richardson, *et al.* 1995).

En este sentido, Kennedy (1994), indica que las introducciones y las invasiones de organismos acuáticos son más comunes que las colonizaciones exitosas de los mismos. Sin embargo, Winfield y Durie (2004), han considerado que el eliminar a las especies introducidas y exitosas en sus nuevos ambientes, es prácticamente imposible y su manejo se limita a prevenir introducciones posteriores.

Además, también con los peces como hospederos se ha presentado la introducción y transmisión de parásitos y enfermedades que han repercutido sobre las especies nativas como exóticas (Arredondo, 1983; Salgado-Maldonado *et al.* 1995; Sax y Brown, 2000; Fölster-Holst *et al.* 2001; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003; Van Zyll de Jong *et al.* 2004; Canonico *et al.* 2005; Mitchell, 2005; De Silva *et al.* 2006; Salgado-Maldonado, 2006<sub>a</sub>).

Por lo anterior, en el cuadro 2, se muestran los parámetros de infección de helmintos en los peces de las granjas estudiadas, durante el período de estiaje, con la finalidad de comparar las infecciones de los peces en las tres granjas estudiadas, tanto en condiciones de estiaje como en el de lluvias de los años 2005 y 2006, respectivamente.

Cuadro 2. Parámetros de infección de helmintos en peces de las granjas estudiadas en período de lluvias de 2005.

Granja	Peces	Helm	Hp	Gr	Prev %	Abundancia	Ip
<b>Atacomulco</b> 26-VIII-2005	<b>Cck</b> n = 25	<i>Cfor</i>	23	4491	92	179.6 ± 209	195 ± 211
		<i>Gyr</i>	3	11	12	0.44 ± 1.5	3.6 ± 2.9
<i>Dact</i>		8	57	32	2.3 ± 4.5	7.1 ± 5.3	
7-IX-2005	<b>Lmu</b> n = 25	<i>Cfor</i>	20	102	80	4.1 ± 3.3	5.1 ± 2.9
		<i>Gyr</i>	5	8	20	0.32 ± 0.7	1.6 ± 0.6
		<i>Dact</i>	10	15	40	0.6 ± 3.3	1.5 ± 2.9
<b>Cuautlita</b> 19-IX-2005	<b>Col</b> n = 25	<i>Cfor</i>	25	17599	100	704 ± 250	704 ± 250
		<i>Gyr</i>	5	20	20	0.8 ± 2.2	4 ± 3.5
25-IX-2005	<b>Lmu</b> n = 26	<i>Cfor</i>	21	307	81	11.8 ± 3.5	15 ± 3.9
		<i>Gyr</i>	9	49	35	1.9 ± 2.2	5.4 ± 2.3
<b>Hospital</b> 21-VII-2005	<b>Cau</b> n = 16	<i>Cfor</i>	12	1761	75	68 ± 141	147 ± 146
		<i>Gyr</i>	13	159	81	9.9 ± 7.3	12 ± 6.1
		<i>Dact</i>	8	423	50	26 ± 47	53 ± 56
8-XI-2005	<b>Cau</b> n = 15	<i>Cfor</i>	14	1,022	93	68 ± 42	73 ± 39
		<i>Gyr</i>	11	77	73	5 ± 4.7	7 ± 4.1
		<i>Dact</i>	14	168	93	11 ± 4.2	12 ± 3.9

En donde, *Cck* = *Cyprinus carpio koi*; *Lmu* = *Liposarcus multiradiatus*; *Col* = *Colisalia*; *Cau* = *Carassius auratus*; *Cfo* = *Centrocestus formosanus* (metacercaria); *Gyr* = *Gyrodactylus* spp; *Dact* = *Dactylogyrus* spp.; Helm = Helminto; n = número de hospederos examinados; Hp = Hospedeo parasitado; Gr = Gusanos recolectados; Prev = Prevalencia (%); Ip = Intensidad promedio.

Los monogéneos se presentaron en todos los peces colectados, y se muestran a nivel de género, debido a que no se ubicaron taxonómicamente las especies de estos grupos. La mayoría de las especies introducidas de helmintos se han registrado en una sola cuenca o estado de la República, en Tabasco, la Península de Yucatán y los cuerpos de agua de la cuenca del río Lerma, en el Altiplano Mexicano (Salgado-Maldonado, 2006<sub>b</sub>). Casi todos los monogéneos introducidos se han registrado en estanques de cultivo y en algunos cuerpos de agua naturales de Tabasco y la Península de Yucatán, asociados con la presencia de tilapias (Jiménez-García *et al.* 2001; López-Jiménez, 2001; Vidal-Martínez *et al.* 2001).

Los monogéneos, *Dactylogyrus* sp. y *D. extensus* afectan las branquias de la carpa espejo, carpa herbívora, tilapia, mojarra verde, bagre de canal y akúmara, *Cleidodiscus floridanus* afecta las branquias de carpa espejo y bagre de canal, *Gyrodactylus* sp., se aloja en el tegumento de carpa espejo, carpa dorada, bagre de canal y trucha (Flores-Crespo y Flores, 2003).

En este trabajo, los monogéneos, *Gyrodactylus* spp. y *Dactylogyrus* spp. afectaron las aletas y branquias, respectivamente, de la carpa koi, (*Cyprinus carpio koi*) y la carpa dorada, *Carassius auratus*, y del pez diablo (plecostomus) de la granja Atlacomulco. En tanto que en la granja de Cuautlita solo se presentó el género *Gyrodactylus*, en el gurami enano, *Colisa lalia*. Los monogéneos encontrados en las granjas, con suministro de canales de agua que abastecen a las granjas el "Hospital" (Subcuenca del río Cuautla) y la granja Cuautlita (Subcuenca del río Tembembe) mostraron las incidencias más altas en la prevalencia y abundancia de los helmintos de los peces descritos ( $P < 0.05$ ). Los parámetros de infección más bajos se registraron en la granja Atlacomulco (Subcuenca del río Apatlaco), abastecida con de agua de manantial.

Por lo anterior, es importante considerar que los monogéneos son importantes numéricamente en el sureste de México, pero al parecer no así en otras cuencas como la del Balsas o del Lerma Santiago (Vidal-Martínez *et al.* 2002). Por otro lado, los parámetros de infección altos coinciden con el argumento de que los sitios que presentan una riqueza de especies de helmintos evidencian una calidad ambiental aceptable, que permite la existencia de hospederos intermediarios y definitivos en densidades poblacionales adecuadas y que no están tan deteriorados como para impedir que los ciclos biológicos se cierren (Aguilar-Aguilar y Salgado-Maldonado, 2006).

Las metacercarias del tremátodo *C. formosanus* (Nishigori, 1924), son transmitidas a los peces por el caracol *Melanooides tuberculata* y maduran en aves que son sus hospederos definitivos. La única especie de ave registrada en México como hospedero definitivo de *C. formosanus* es la garza *Butorides striatus* en el estado de Morelos, pero es probable que otras aves ictiófagas, incluso algunos mamíferos sirvan también como hospederos definitivos del tremátodo (Scholz y Salgado Maldonado, 2000).

En el cuadro 2, se muestra que los parámetros de infección más altos los presentaron las metacercarias del tremátodo *C. formosanus*, sobre todo en el gurami enano, *Colisa lalia*, en donde se encontró el 100% de prevalencia, ésta infección como consecuencia, produce alteraciones severas en las branquias de muchos peces de agua dulce, induce notablemente la

proliferación de cartílago alrededor del quiste de la metacercaria en los tejidos branquiales. En la producción de peces de tropicales de ornato de los Estados Unidos, se reportan pérdidas significativas en cíclidos, carácidos y ciprínidos, ocasionadas por este tremátodo desde 1980. Se estima que estas pérdidas ascendieron en 1997 a 3.5 millones de dólares anuales (Mitchell, 2005).

En los peces de México, se tienen pocos datos sobre la patogenicidad de estas metacercarias. Vélez Hernández *et al.* (1998), describieron las lesiones histológicas observadas en las branquias de la carpa común, *Cyprinus carpio*: el parásito invade el cartílago de los filamentos branquiales causando hiperplasia moderada a severa; los autores describieron también hiperplasia en el tejido linfoide de las branquias, e hiperplasia epitelial de las lamelas, hiperemia y congestión. También Ortega *et al.* (2009) describieron síntomas clínicos y lesiones microscópicas observadas en *Carassius auratus*: disnea, letargia, opérculos abiertos, palidez de branquias con exceso de moco y muerte. Los síntomas anteriores, se encontraron en el gurami enano de la granja de Cuautlita, de tal manera que afectó directamente a la producción de este organismo e inhibiendo la reproducción de los peces, por lo que los productores optaron por dejar de cultivar esta especie.

Los parásitos de los peces, pueden dispersarse por actividades antropogénicas y la transfaunación de peces de agua dulce se ha dado por siglos, ampliando el rango de distribución de muchas especies de parásitos, además, pueden ser diseminados e introducidos en nuevas localidades por los movimientos naturales de los hospederos infectados, lo que puede ser el promedio normal del rango de extensión para los hospederos y los parásitos de tal forma que pueden extender sus distribuciones y oportunidades de desarrollo (Kennedy, 1976, 1993, 1994; Bush *et al.* 2001).

En el Cuadro 3, se muestra el registro de los parámetros de infección de los helmintos en las granjas estudiadas en la época de estiaje. Estos helmintos parásitos, por lo general, exhiben características como altas tasas de crecimiento y de fecundidad, cualidades excepcionales de dispersión y una amplia tolerancia ambiental.

Cuadro 3. Parámetros de infección de helmintos en los peces de las granjas estudiadas en estiaje de 2006.

Granja	Peces	Helm	Hp	Gr	Prev %	Abundancia	Ip
Atlacomulco 8-V-2006	<b>Cau</b> n = 30	<i>Cfo</i>	15	136	50	4.5 ± 5.5	9 ± 5.3
		<i>Gyrs</i>	27	134	90	4.5 ± 3.8	5 ± 3.7
		<i>Dact</i>	26	150	86.6	5 ± 3.4	5.7 ± 3.0
20-II-2006	<b>Pret</b> n = 22	<i>Gyr</i>	12	30	54.5	1.3 ± 1.6	2.5 ± 1.31
24-V-2006	<b>Psp</b> n = 22	<i>Cfo</i>	12	111	54.5	5 ± 7.5	9.2 ± 7.8
		<i>Eus</i>	2	2	9	0.09 ± 0.29	1 ± 0
Cuautlita 17-IV-2006	<b>Cau</b> n = 30	<i>Cfo</i>	29	2318	96.6	77.3 ± 83.3	80 ± 83.5
		<i>Dac</i>	6	49	20	1.6 ± 3.7	8.2 ± 4.2
22-III-2006	<b>Psp</b> n = 21	<i>Cfo</i>	21	412	100	19.6 ± 17.3	19.6 ± 17.3
		<i>Bot</i>	1	2	4.8	0.09 ± 0.43	2 ± 1.41
		<i>Eus</i>	2	3	9.5	0.14 ± 0.48	1.5 ± 0.71
22-III-2006	<b>Pgr</b> n = 30	<i>Cfo</i>	28	775	93.3	25.8 ± 30.5	27.7 ± 30.8
		<i>Eus</i>	1	1	3.3	0.03 ± 1.18	1
22-III-2006	<b>Ore</b> n = 17	<i>Csc</i>	3	11	17.6	0.64 ± 1.54	3.6 ± 1.52
Hospital 8-III-2006	<b>Cau</b> n = 30	<i>Cfo</i>	30	12, 634	100	421.1 ± 238.7	421.1 ± 238.7
		<i>Gyr</i>	23	499	76.6	16.6 ± 31.5	21.7 ± 34.6
		<i>Dac</i>	29	2,553	96.60	85.1 ± 131.2	88 ± 132.5
28-IV-2006	<b>Psp</b> n = 30	<i>Cfo</i>	27	430	90	14.3 ± 21.6	15.9 ± 22.3
		<i>Bot</i>	2	3	6.7	0.1 ± 0.4	1.5 ± 0.7
		<i>Eus</i>	6	11	37	0.4 ± 0.8	1.8 ± 0.7
21-IV-2006	<b>Gym</b> n = 25	<i>Cfo</i>	24	1057	96	42.3 ± 49.1	44 ± 49.4
		<i>Dac</i>	25	5602	100	224 ± 158	224 ± 158
2-V-2006	<b>Lmu</b> n = 30	<i>Dac</i>	3	19	10	0.63 ± 2.04	6.3 ± 2.5

En donde, **Cau** = *Carassius auratus*; **Pre** = *Poecilia reticulata*; **Psp** = *Poecilia sphenops*; **Pgr** = *Poeciliopsis gracilis*; **Ore** = *Oreochromis* sp; **Gym** = *Gymnocorymbus ternetzi*; **Lmu** = *Liposarcus multiradiatus*; **Cfo** = *Centrocestus formosanus*; **Gyr** = *Gyrodactylus* spp.; **Dac** = *Dactylogyrus* spp; **Eus** = *Eustrongylides* sp (larva); **Bot** = *Botriocephalus acheilognathi*; **Csc** = *Cichlidogyrus sclerosus*; Atlac = Atlacomulco; Helm = Helminto; n = número de hospederos examinados; Hp = Hospedero parasitado; Gr = Gusanos recolectados; Prev = Prevalencia (%); Ip = Intensidad promedio.

En el cuadro anterior, se incorporan otras ictioespecies, dos silvestres, *Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis gracilis*, que han sido considerados como peces forrajeros (*Charales*), así como el cíclido *Oreochromis* sp. y el ornamental, pez monjita, *Gymnocorymbus ternetzi*, caracterizándose las dos primeras por presentar organismos de talla pequeña y no tienen demanda pesquera, sin embargo, se utilizan como especies forrajeras o que tienen un gran significado como peces de ornato, las otras dos últimas especies se distinguen en este medio por ser organismos introducidos susceptibles de cultivarse (Porrás, 1987).

De acuerdo a los resultados presentados, se puede apreciar que la prevalencia y abundancias de los helmintos, en términos generales, se mostraron valores más altos en el estiaje que en la época de lluvias, posiblemente debido al incremento de las temperaturas del agua, así como de no presentarse alteraciones drásticas ambientales como ocurren en lluvias, con repentinas bajas y altas de temperatura y concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, debido a los flujos de agua más abundantes ocasionadas por las constantes precipitaciones de agua, lo que permitió la dispersión y crecimiento de los helmintos de manera más estabilizada y sin perturbaciones ambientales.

Es importante señalar, que la especie nativa, *P. sphenops* (en la granja Cuautlita), y la exótica, carpa dorada, *C. auratus* (en la granja el “Hospital”), presentaron una prevalencia del 100% del tremátodo *C. formosanus*, así como de monogéneo, *Dactylogyrus* spp. en el pez monjita, *G. ternetzi*. En la figura 5, se considera a la carpa dorada, *Carassius auratus* por haber sido analizada en los dos períodos (estiaje y lluvias) en la granja el “Hospital”, además, de que presenta los registros más altos de metacercarias de *C. formosanus*, con un incremento de un 78% de metacercarias para el período de estiaje.

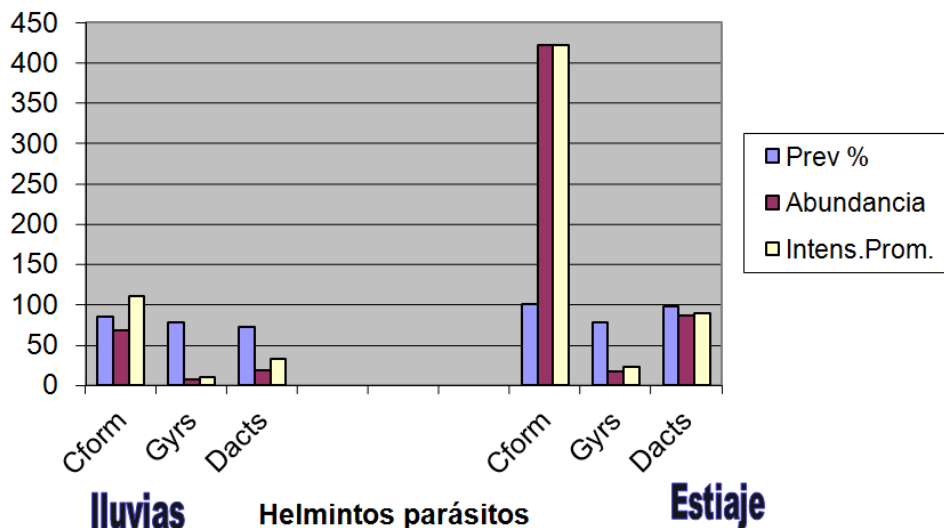


Fig. 5. Prevalencia, abundancia e intensidad promedio de helmintos parásitos de la carpa dorada, *Carassius auratus*, de la granja el Potrero en período de lluvias (2005) y estiaje (2006). En donde, Cform = *Centrocestus formosanus*; Gyrs = *Gyrodactylus* spp. y Dacts = *Dactylogyrus* spp.

Por otro lado, se destaca haber encontrado únicamente a la larva del nemátodo *Eustrongylides* sp. en los pecílidos (peces forrajeros), además, de registrar al céstodo, *Botriocephalus acheilognathi*, solamente en *P. sphenops*,



tanto en la granja de Cuautlita, como en la de el “Hospital”, aunque con valores de infección muy bajos, pero que, sin embargo, no deja de ser preocupante debido a que éste invasor asiático ya se encuentra presente en ictioespecies silvestres del estado de Morelos.

Se ha documentado que *B. acheilognathi*, parasita principalmente a carpas (Cyprinidae). El hospedero natural y el origen geográfico es la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* del río Amur. La introducción de carpas Asiáticas infectadas a Europa y a muchos países del mundo ha permitido que el parásito se establezca en peces de cultivo y en poblaciones silvestres de peces nativos. En México se tiene en la actualidad un registro en 58 especies de peces silvestres, de 7 familias en las principales cuencas hidrológicas de México, incluyendo el Balsas, Lerma, Pánuco, Santiago, en los cenotes de la Península de Yucatán, en los cuerpos de agua de la Llanura Costera del Golfo en Tabasco, así como en granjas de producción de Durango, Puebla y Tlaxcala (Salgado-Maldonado, 2006).

La distribución actual del parásito es un reflejo fiel de las prácticas de introducción denominadas “siembra” de peces exóticos para pesquerías artesanales, principalmente ciprínidos, carpas para consumo humano, de tal manera que históricamente se destaca al Centro Ciprinícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo que para 1982 produjo 21.1 millones de crías de carpa, la demanda estimada a nivel nacional para ese año fue de 75.4 millones de ejemplares (Juárez Palacios y Palomo, 1987).

Los grupos de parásitos, frecuentemente, se propagan por peces no endémicos. Esto puede ocurrir por la siembra de peces infectados, con la natural propagación de peces con la finalidad de establecerse en los nuevos sistemas acuáticos; la importación de aguas contaminadas, o de organismos vectores infectados, aunque predominan los dos primeros mecanismos (Kennedy, 1993).

Los parásitos de los peces son una parte integral de los ecosistemas acuáticos y son comunes en las poblaciones de peces naturales y cultivadas (Scholz, 1999). Estudios recientes se han centrado en la importancia ecológica de larvas de helmintos en ecosistemas acuáticos. Por un lado, el uso de hospedadores intermediarios por las larvas de helmintos, proporcionan ideas

sobre los orígenes evolutivos y posición presente en las relaciones tróficas de un ecosistema (Marcogliese, 2001).

Los parásitos exóticos pueden tener menos consecuencias inmediatas en los sistemas en los que son introducidos, lo que cabría esperar, sobre todo, debido a los altos grados de pre-introducciones de la comunidad de parásitos y la escasez resultante de nichos adecuados a disposición de los recién llegados. Sin embargo, también parece ser difícil para los parásitos nativos colonizar a los peces exóticos, posiblemente debido a la coevolución, parásito-hospedador (McIntire, 1996).

Por otro lado, el primer trabajo importante en la ecología de parásitos fue el de Crofton (1971a, b), que considera al parasitismo como un estilo de vida que puede ser cuantificado y que las relaciones hospedador-parásito pueden ser modelados matemáticamente. Un factor esencial en ambos documentos fue su enfoque sobre el papel de la mortalidad inducida en la relación parásito-hospedador y el reconocimiento de la importancia de cuantificar la distribución de los parásitos dentro de una población de hospedadores.

## VI.1. EXPERIMENTO DE CAMPO

A partir de los resultados encontrados en las granjas, surgió el interés de realizar infecciones experimentales de peces en condiciones de campo, con la finalidad de probar la hipótesis relacionada a la dispersión de helmintos de peces nativos a exóticos y viceversa, así como considerar que la dispersión en los sistemas lóticos se presente en un gradiente relativo (de los parámetros de infección) a la fuente de infección (la granja de producción piscícola).

En este sentido, se eligió a la Unidad de Producción Piscícola el "Hospital" en Cuautla, Morelos, porque presentó los valores más altos de infección en los peces estudiados, además de que las condiciones físicas y geográficas favorecieron la colocación y el manejo de las jaulas, y finalmente, porque esta granja presentaba altas producciones de peces. Se trabajaron al poecílido nativo, *Poecilia sphenops*, que es abundante de manera silvestre y a la especie exótica, la tilapia *Oreochromis niloticus*, porque se encuentra bien establecida en los ambientes acuáticos, además, de ser la especie que mayor

se utiliza en la producción comercial de peces para consumo humano, caracterizado por el manejo de altas densidades de peces y que en varias ocasiones han presentado fuertes problemas sanitarios.

Los peces fueron mantenidos en jaulas en el arroyo adyacente a la granja piscícola y en un estanque rústico dispuesto paralelamente, durante el período de lluvias de 2006, que abarcan un período de cuatro meses, a partir del mes de agosto, los muestreos se realizaron los días 30 de cada mes, sin embargo, el último muestreo no se llevó a cabo el 30 de noviembre sino hasta el 5 de diciembre, dando como resultado un período experimental de 126 días.

En el cuadro 4, se proporcionan los datos relacionados al pez forrajero o charal, *P. sphenops*, que durante todos los muestreos en el período de lluvias del 2006, se caracterizó por la presencia de la metacercaria *C. formosanus* y la larva del nemátodo, *Eustrongylides* sp, ambos parásitos mostraron sus valores más altos de prevalencia (80 y 30%, respectivamente) y abundancia (8.5 y 0.36, respectivamente) de parásitos en el mes de octubre.

Cuadro 4. Parámetros de infección de *P. sphenops* (*Psp*) en jaulas en el arroyo de la granja el "Hospital", durante el período de lluvias del 2006.

Días de muestreo	PECES <i>Psp</i>	Helm	Hp	Gr	Prev. %	Abundancia	Ip
0 días	n = 30	0	0	0	0	0	0
30 días	n = 30	<i>Cfo</i>	14	56	46.6	1.86 ± 2.6	4 ± 2.3
		<i>Eus</i>	2	2	6.66	0.07 ± 0.2	1 ± 0
60 días	n = 30	<i>Cfo</i>	22	140	73.3	4.6 ± 4	6.3 ± 3.3
		<i>Eus</i>	5	7	16.7	0.2 ± 0.5	1.4 ± 0.5
90 días	n = 30	<i>Cfo</i>	24	257	80	8.5 ± 7.1	28 ± 6.3
		<i>Eus</i>	9	11	30	0.36 ± 0.61	1.2 ± 0.44
126 días	n = 30	<i>Cfo</i>	11	31	36.6	1.03 ± 1.5	2.8 ± 1.2
		<i>Eus</i>	5	5	16.6	0.16 ± 0.4	1 ± 0
		<i>Ler*</i>	20	27	66.6	0.9 ± 0.8	1.3 ± 0.5

En donde, *Psp* = *Poecilia sphenops*; Helm = Helmintos; Hp = Hospederos parasitados; Gr = gusanos recolectados; Prev. = Prevalencia; Ip = Intensidad promedio; *Cfo* = *Centrocestus formosanus*; *Eus* = *Eustrongylides* sp.

*Ler\** = *Lernaea*, a pesar que *Lernaea japonicus* no es un helminto, pero sí un parásito externo (Crustáceo copépodo), se incluye en esta tabla por su alta prevalencia, sin embargo, solo se llegó a manifestar hasta el mes de diciembre, cuando las temperaturas del agua son inferiores a 20°C, además, de ser considerado como un ectoparásito introducido que se le encuentra en las escamas y en las branquias de los peces de agua dulce en muchas áreas del mundo.

Por otro lado, en el cuadro 5, se muestra los parámetros de infección de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), en el experimento con jaulas al arroyo adyacente de la granja el "Hospital", los muestreos se realizaron en las mismas

fechas que *P. sphenops*. En las condiciones en que se presentó el desarrollo del trabajo, los cíclidos fueron parasitados exclusivamente por el monogéneo *C. sclerosus*, que afectaron las branquias de los peces.

Cuadro 5. Parámetros de infección de *O. niloticus* (*Orn*) en jaulas en el arroyo adyacente de la granja el "Hospital" durante el período de lluvias del 2006.

Fecha muestreo	Peces <i>Orn</i>	Helm	Hp	Gr	Prev. %	Abund.	Ip
0 días	n = 30	0	0	0	0	0	0
30 días	n = 30	Csc	15	27	50	0.9 ± 1.2	1.8 ± 1.1
60 días	n = 30	Csc	17	48	56.6	1.6 ± 2	2.8 ± 1.8
90 días	n = 30	Csc	21	172	70	5.7 ± 5.4	8.2 ± 4.6
126 días	n = 30	Csc	19	85	63.3	2.76 ± 2.7	4.36 ± 2

En donde, Helm = Helmintos; Hp = Hospederos parasitados; Gr = Gusanos recolectados; Prev. = Prevalencia; Abund. = Abundancia; Ip. = intensidad promedio; n = número de individuos; Csc = *Cichlidogyrus sclerosus*.

De los resultados anteriores, se aprecia que los helmintos parásitos de la especie nativa *P. sphenops*, es diferente de la que se presenta en la especie exótica, *O. niloticus*, es decir, el pez forrajero, *P. sphenops* es parasitado por la metacercaria *C. formosanus* y la larva *Eustrongylides* sp. (Nematoda), que se presentó durante todo el período experimental (Fig. 6). Por otro lado, el cíclido, *O. niloticus*, presentó a otro grupo de helmintos (especialistas), al monogéneo, *C. sclerosus*, también coincidió con *P. sphenops* en mostrar los resultados más altos en los parámetros de infección hasta el tercer muestreo.

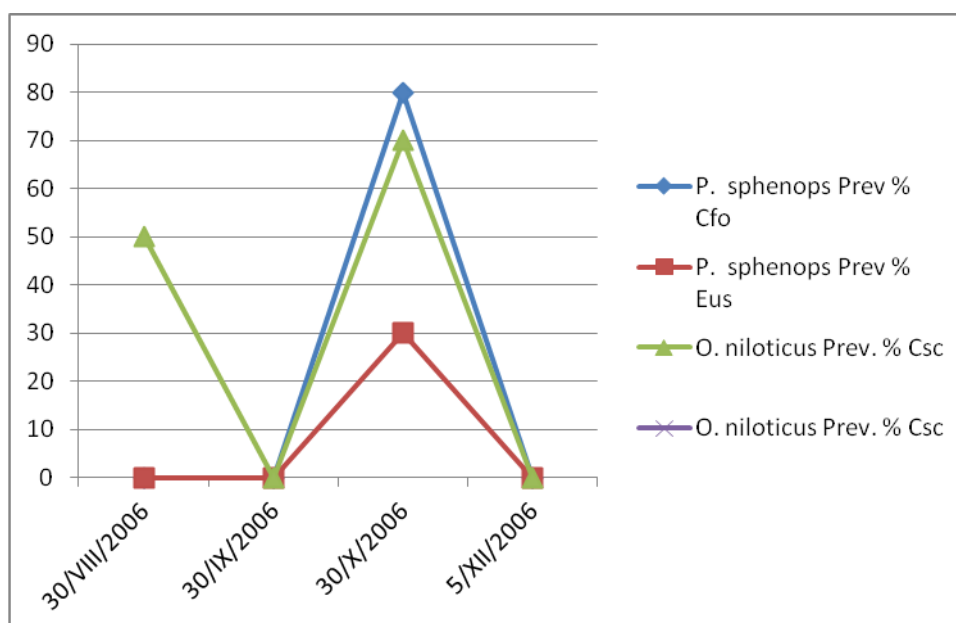


Fig. 6. Se muestran las prevalencias(%) de la especie nativa (*P. sphenops*) y la exótica (*O. niloticus*), en el arroyo adyacente de la granja "El Hospital", durante el período de lluvias del 2006. En donde, Cfo = *Centrocestus formosanus*, Eus = *Eustrongylides* sp. y Csc = *Cichlidogyrus sclerosus*.

Sin embargo, al cambiar a la tilapia nilótica en condiciones de estanque y en jaulas, los peces fueron parasitados por *C. sclerosus*, y además, por otro monogéneo, del género *Gyrodactylus* spp. (Cuadro 6). A diferencia del experimento en condiciones de arroyo, aumentó la presencia de parásitos en la tilapia en condiciones de estanque.

Existen varios trabajos que evidencian que el comportamiento alimenticio, la selección del hábitat por el hospedador, su posición en la jerarquía social y sus mecanismos de transmisión, son factores clave que causan diferencias en la fauna parásita en determinados hospedadores. Las diferencias estacionales en las comunidades parásitas, puede ser explicada sobre la base en las diferencias en los tipos de calidad de agua y sedimentos (Thomas, 2002); sin embargo, aunque existe un consenso convencional de que la temperatura está correlacionada con los cambios estacionales (lluvias y secas), originando una abundancia de muchas especies de helmintos parásitos, no es del todo un mecanismo causal directo, debido a los múltiples factores que intervienen, empero, en este trabajo nos hace suponer, que las condiciones de agua estancada, favorece a que los peces sean parasitados por el género *Gyrodactylus* spp. como puede apreciarse en los resultados encontrados.

Cuadro 6. Parámetros de infección de *O. niloticus* en jaulas de un estanque rústico de la granja el "Hospital" durante el período de lluvias del 2006.

Fecha muestreo	Peces Orn	Helm	Hp	Gr	Prev. %	Abundancia	Ip
0 días	n = 30	0	0	0	0	0	0
30 días	n = 30	Csc	18	125	60	4.1 ± 1.2	6.9 ± 3.8
		Gyr	10	21	33.3	0.7 ± 4.5	2.1 ± 1.4
60 días	n = 30	Csc	28	503	93.3	16.7 ± 9.6	18 ± 8.8
		Gry	8	10	27	0.3 ± 0.6	1.2 ± 0.4
90 días	n = 30	Csc	30	569	100	18.9 ± 12.9	18.9 ± 12.9
		Gyr	9	16	30	0.5 ± 0.9	0.5 ± 0.83
126 días	n = 30	Csc	12	32	40	1.1 ± 1.6	2.7 ± 1.6
		Gyr	5	6	16.6	0.2 ± 0.4	1.2 ± 0.4

En donde, Orn = *Oreochromis niloticus*; Helm = helmintos; Hp = Hospederos parasitados; Gr = Gusanos recolectados; Prev. = Prevalencia; Ip = Intensidad Promedio; n = número de individuos; Csc = *Cichlidogyrus sclerosus*; Gyr = *Gyrodactylus* spp.

Existe una establecida y débil correlación entre el tamaño corporal de los peces y la diversidad de parásitos (Bell y Burt, 1991). Los ciclos de vida de los parásitos son complejos, requieren de uno más especies de hospederos

intermediarios o definitivos para cerrar su ciclo de vida; ciertas aves, peces, e invertebrados y otros animales como vectores en diversas etapas de vida o simplemente requieren un único y adecuado anfitrión. En cualquier caso, las especies de parásitos pueden ser especializados a un determinado hospedador, o vectores de una sola especie o ser muy flexibles en la elección de su hospedero.

De acuerdo a lo anterior, y comparando a los peces de *O. niloticus*, que se encontraban en las jaulas en el arroyo con los del estanque, es evidente que tanto la talla de los peces como la incidencia de los parásitos fue significativamente más alta ( $p < 0.05$ ) en las condiciones de estanque (Cuadro 6), que en las del arroyo (Cuadro 5).

Por otro lado, al continuar con los experimentos de jaulas, en el período de estiaje del año 2007, en el arroyo adyacente de la granja "El Hospital", se aprecia un notable cambio en los helmintos parásitos del pez, *P. sphenops*, debido a que se registra la ausencia de la metacercaria, *C. formosanus*, pero se incorporan otros parásitos como el céstodo *B. acheilognathi*, el tremátodo *Clinostomum complanatum* y el nemátodo, *Camallanus cotti* (Cuadro 7).

Los registros encontrados indicaron que los parásitos no están distribuidos normalmente al azar, o uniformemente a través de una población de hospedadores, o en una manera agregada, y que propicie a que pocos hospedadores tengan grandes infecciones, mientras que otros presentan infecciones ligeras o no son infectados (Kennedy, 2009).

Cuadro 7. Parámetros de infección de *P. sphenops* (*Psp*) en jaulas en el arroyo de la granja del "Hospital" durante el período de estiaje (febrero-junio) de 2007.

Fecha muestreo	Peces <i>Psp</i>	Helm	Hp	Gr	Prev. %	Abundancia	Ip
0 días	0	0	0	0	0	0	0
31 días	n = 30	0	0	0	0	0	0
61 días	n = 30	<i>bot</i> <i>Eus</i>	1 10	2 18	3.3 60	0.06 ± 0.3 0.6 ± 1	2 ± 0 1.8 ± 1
91 días	n = 30	<i>Cli</i>	2	3	6.7	0.1 ± 0.4	1.5 ± 0.7
		<i>Bot</i>	2	3	6.7	0.1 ± 0.4	1.5 ± 0.7
		<i>Eus</i>	12	20	40	0.6 ± 1.1	1.7 ± 1.3
		<i>Cam</i>	4	5	13.3	0.1 ± 0.4	1.2 ± 0.5
121 días	n = 30	<i>Cli</i>	4	4	13.3	0.3 ± 0.3	1
		<i>Bot</i>	3	3	10	0.1 ± 0.3	1
		<i>Eus</i>	17	37	56.6	1.23 ± 1.5	2.2 ± 1.5
		<i>Cam</i>	5	5	16.6	0.16 ± 0.4	1

En donde, *Psp*= *Poecilia sphenops*; Helm = Helmintos; Hp = Hospederos parasitados; Gr = Gusanos recolectados; Prev. = Prevalencia; Ip = Intensidad Promedio; n = número de individuos; *Bot* = *Botriocephalus acheilognathi*; *Eus* = *Eustrongylides* sp.; *Cli* = *Clinostomum complanatum*; *Cam* = *Camallanus cotti*.

De acuerdo al cuadro 7, no se registró la presencia de la metacercaria *C. formosanus* en *P. sphenops*, mismo que coincide con la limpieza (desasolve) que se realizó durante el mes de enero en el arroyo que suministra el agua a la granja, de tal manera que la presencia de gasterópodo, *Melanoides tuberculata*, hospedador intermediario en el ciclo de vida de *C. formosanus* prácticamente no se encontraba presente, al menos durante esta fase de estudio, aunque durante el mes de mayo nuevamente comenzaba la presencia de este molusco. Por otro lado, el nemátodo *Eustrongylides* sp., presentó un incremento en su prevalencia hasta de un 10% en relación al tiempo de lluvias del año anterior. En la figura 7, se muestran los helmintos parásitos de *P. sphenops*, en el arroyo y su distribución en cada jaula a lo largo de 600 metros, durante el estiaje, las mayores abundancias se muestran para la larva del nematodo *Eustrongylides* sp., sobre todo en la jaula 12 (con 7 helmintos colectados), en el mes de junio del 2007.

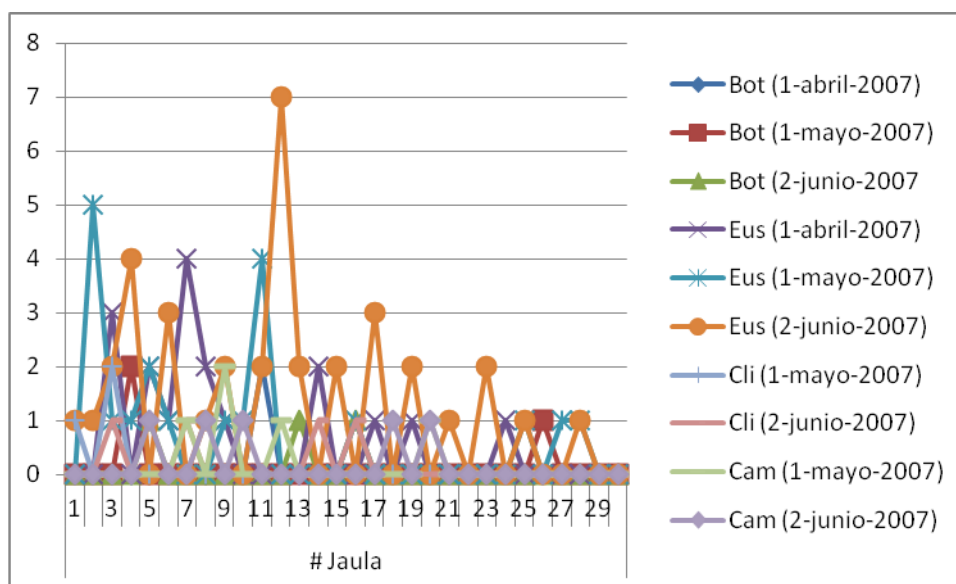


Figura 7. Distribución de los helmintos parásitos de *P. sphenops*, en jaulas durante el estiaje del 2007.

Es interesante la presencia no registrada en muestreos anteriores, del nemátodo *C. cotti* en *P. sphenops*, ya que es un helminto exótico parasitando a una especie nativa, y que a su vez comienza a tener una prevalencia

importante del 13.3 % y 16.6% para el tercer y cuarto muestreo del período de estiaje (Figura 8).

El nemátodo parásito *C. cotti*, fue originalmente descrito de peces nativos de agua dulce en Japón y ha sido reportado en peces de agua dulce desde el Este, Sur y Sureste de Asia y Hawaii (Levsen, 2001). La introducción de peces exóticos en la acuicultura del estado de Morelos ha favorecido la introducción simultánea de parásitos exóticos, de tal manera, que también en otros ambientes *C. cotti* y *B. acheilognathi* son los helmintos que presentan las mayores prevalencias y abundancias (Vincent y Font, 2003; Moravec and Justine, 2006; Moravec *et al.* 2006; Menezes, *et al.* 2006; Wu *et al.* 2007a; Wu *et al.* 2007b).

Es importante considerar que la patología generada por *C. cotti*, en peces ornamentales como *Poecilia reticulata*, consiste de lesiones macroscópicas y microscópicas, la primera caracterizada por la hinchazón abdominal, con parásitos rojizos que sobresalen por el ano de los peces, y la segunda por hemorragias, congestión, edema, con áreas extensas de erosión en la mucosa del recto, lo que finalmente puede afectar en el crecimiento, reproducción y sobrevivencia de los peces infectados, por la alimentación hematófaga y de los fluidos tisulares del nematodo parásito (Menezes, *et al.* 2006). Los peces exóticos del grupo de los poecílidos, son reconocidos ser los hospederos más comunes de *C. cotti*, en piscicultura de todo el mundo (Moravec y Justine, 2006), e incluso de carpas chinas (Wu, *et al.* 2007a).

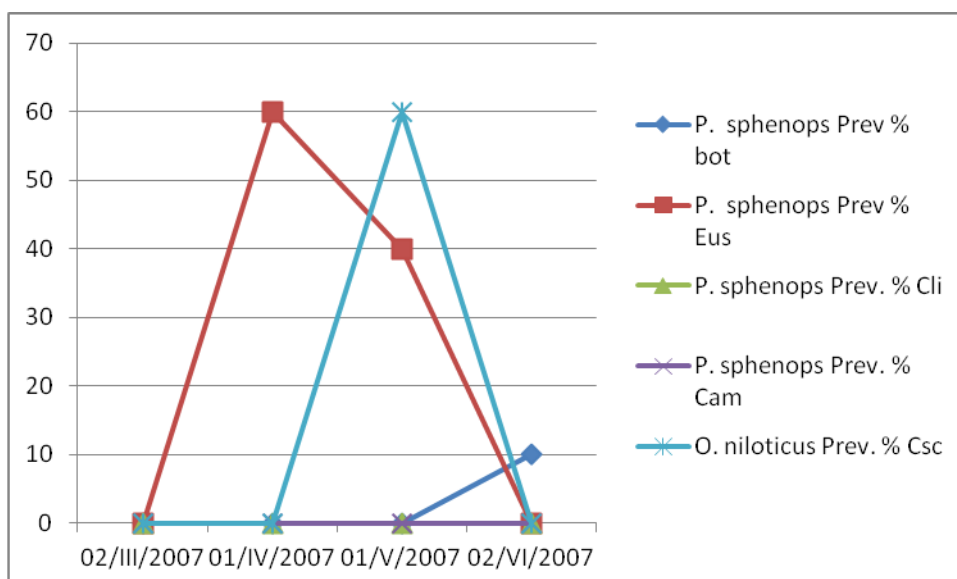




Figura 8. Se comparan las prevalencias(%) de los helmintos encontrados en *P. sphenops* y *O. niloticus*, durante el período de estiaje del 2007, en el arroyo adyacente de la granja “El Hospital”. En donde, Bot = *Botriocephalus acheilognathi*; Eus = *Eustrongylides* sp.; Cli = *Clinostomum complanatum*; Cam = *Camallanus cotti* y Csc = *Cichlidogyrus sclerosus*.

Los resultados encontrados del cíclido *O. niloticus*, para ambos ambientes, estanque y arroyo en la fase de estiaje febrero-junio de 2007 (cuadro 8), no mostraron la presencia de helmintos en el primer muestreo, tampoco la presencia de parásitos generalistas en la tilapia, *O. niloticus*, en la temporada de estiaje. Es característica la presencia de parásitos especialistas (monogenos) en la tilapia, además, no se registra la presencia de monogeneos en escamas y aletas de los peces, aunque sí la presencia de *C. sclerosus* en las branquias de los peces muestreados.

Sánchez-Ramírez (2007), encontraron que después de 15 días de exposición de *O. niloticus* a *C. sclerosus*, en tratamientos con baja concentración de contaminantes, mostraron un incremento significativo en la abundancia de éstos parásitos. Por otro lado, en éste trabajo se mostró la presencia de éste monogéneo hasta los primeros 60 días (segundo muestreo) de exposición de las tilapias en condiciones de arroyo en jaulas, durante el período de estiaje y hasta el tercer muestreo (90 días), donde se mostraron los resultados más altos de prevalencia (%) de *C. sclerosus* en la tilapia nilótica (cuadros 8 y 9).

Cuadro 8. Parámetros de infección de *O. niloticus* (*Orn*) mantenida en jaulas en el arroyo de la granja el “Hospital” durante el estiaje de 2007.

Fecha muestreo	Peces <i>Orn</i>	Helm	Hp	Gr	Prev. %	Abundancia	Ip
0 días	0	0	0	0	0	0	0
31 días	n = 30	0	0	0	0	0	0
61 días	n = 30	Csc	11	24	36.6	0.8 ± 1.2	2.2 ± 0.9
91 días	n = 30	Csc	18	97	60	3.2 ± 3.4	5.4 ± 2.8
121 días	n = 30	0	0	0	0	0	0

En donde, Helm = helmintos; Hp = Hospederos parasitados; Gr = Gusanos recolectados; Prev. = Prevalencia; Ip = Intensidad promedio; Csc = *Cichlidogyrus sclerosus*; n = número de peces.

Respecto a la disposición de las jaulas afuera de la granja en el arroyo aledaño, en la figura 9, se muestra la incidencia de *C. sclerosus* parasitando a la tilapia nilótica en cada jaula, las primeras jaulas fueron las más cercanas a la granja, en el muestreo del mes de abril las infecciones se mostraron uniformes, sin

embargo, fueron disminuyendo a medida que la distancia se alejaba de los estanques, mostrando en los dos meses los registros más altos desde las jaulas 9 a la 15 (7 y 28 gusanos recolectados de las tilapias en abril y mayo, respectivamente), es decir, a una distancia de la granja entre los 180 a los 300 metros.

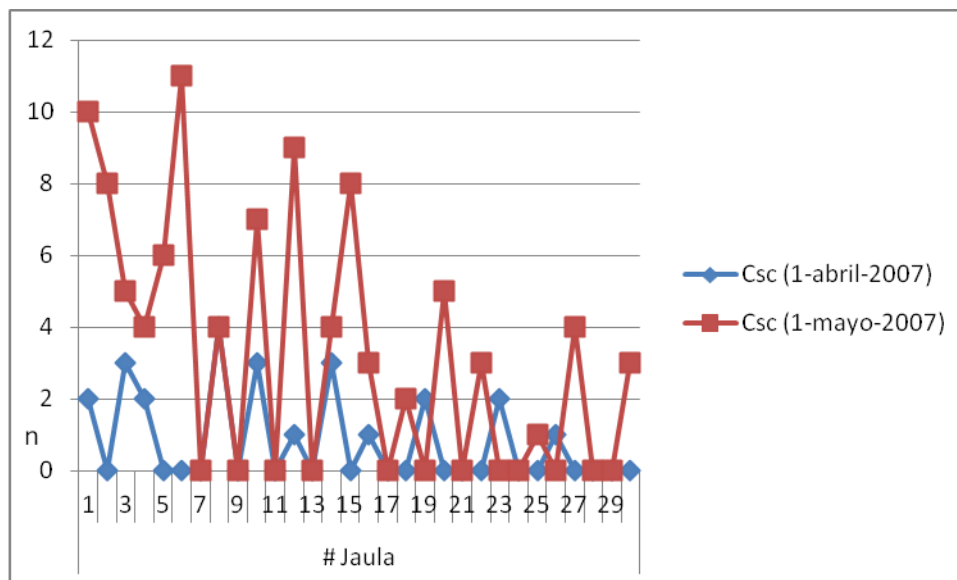


Figura 9. Se muestra la incidencia de *C. sclerosus* en tilapia en jaulas del arroyo adyacente a la granja a través de una distancia de 600 metros, durante el estiaje de 2007. En donde, n = número de gusanos recolectados.

Al comparar los parámetros de infección, así como la presencia o ausencia de determinados parásitos tanto en el pez nativo como en el exótico, similarmente, no se encontraron parásitos en las tilapias en el primer y último muestreo del experimento (Cuadro 9), tanto en condiciones de arroyo y de estanque durante el período de estiaje.

Cuadro 9. Parámetros de infección de *O. niloticus* (*Orn*) mantenida en jaulas en el estanque de la granja del “Hospital” durante el estiaje de 2007.

Fecha muestreo	PECES <i>Orn</i>	Helm	Hp	Gr.	Prev. %	Abundancia	Ip
0 días	0	0	0	0	0	0	0
31 días	n = 30	0	0	0	0	0	0
61 días	n = 30	Csc	21	133	70	4.4 ± 3.9	6.3 ± 3.1
91 días	n = 30	Csc	22	170	73.3	5.6 ± 5.1	7.7 ± 4.5
121 días	n = 30	0	0	0	0	0	0

En donde, Helm = helmintos; Hp = Hospederos parasitados; Gr = Gusanos recolectados; Prev. = Prevalencia; Ip = Intensidad promedio; Csc = *Cichlidogyrus sclerosus*; n = número de peces.

Comparando los cuadros 8 y 9, relacionados en condiciones de estanque y arroyo, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), entre ambos ambientes de tal manera que a nivel de estanque se encontraron los valores de infección más altos por el monogéneo, *C. sclerosus*.

Lo anterior, puede explicarse en el sentido que en la acuicultura, algunos parásitos son capaces de reproducirse rápidamente y en gran medida infectar a una gran proporción de peces cultivados (Scholz, 1999). Además, de que en el cultivo de peces se manejan altas densidades de peces/área, y que son sometidos a un ambiente léntico que favorece la fijación de los parásitos en el hospedero. Por otro lado, Akoll *et al.* (2011), estudiaron a los parásitos de la tilapia *O. niloticus* y al bagre, *Clarias gariepinus* en granjas piscícolas de Uganda, y determinaron que los patrones en el número de parásitos y su composición en los dos hospederos reflejaron las diferencias en el uso del hábitat de los peces y la dieta.

Las comunidades componentes de parásitos en cada una de las poblaciones hospedadoras simpátricas, representan comunidades reunidas en tiempo ecológico a partir de un grupo de especies actuales y localmente disponibles. Este grupo consiste de todas las especies de parásitos que explotan a las poblaciones de hospedadores en un punto y tiempo determinado. Las comunidades componentes separadas frecuentemente comparten especies de parásitos, pero solo ocasionalmente tienen una composición idéntica de especies. Los parásitos pueden ser también conjuntos estocásticos de especies disponibles en el ambiente (Voltonen *et al.* 2000).

Sanchez-Nava *et al.* (2004), encontraron que la comunidad de helmintos parásitos de *Girardinichthys multiradiatus* fue relativamente pobre comparado con las comunidades de helmintos de peces de agua dulce de otras partes de México. En su estudio la comunidad está sujeta a la colonización por especies de helmintos generalistas, en su mayoría transportados por las aves. Otro componente de esta comunidad consistió de especies de helmintos que se han introducido antropogénicamente.

En el cuadro 10, se muestra las comunidades componentes de helmintos parásitos en la tilapia nilótica, como en *P. sphenops*, en jaulas en condiciones de estanque y arroyo, durante el período de lluvias del 2006.

Cuadro 10. Características de las comunidades componentes de parásitos en *O. niloticus* y *P. sphenops* en jaulas en estanque y arroyo de la granja el Hospital, Morelos en período de lluvias del 2006.

Característica	Hospedador		
	Orn-arroyo	Orn-estanque	Psp-arroyo
n	30	30	30
No. parásitos	85	146	147
Sp componente	1	1	1
IB/P	1	0.85	0.95
Ident-Sp-Dom	Csc	Csc	Cfo
Rs	1	2	2
Sp alogénicas	0	0	2
Sp autogénicas	1	2	0
Sp especialistas	1	1	0
Sp generalistas	0	0	2
N alogénicas	0	0	2
N autogénicas	1	2	0
N especialistas	1	1	0
N generalistas	0	0	2

En donde, Orn = *Oreochromis niloticus*; Psp = *Poecilia sphenops*; n = número de hospedadores; Ident-Sp-Dom = Identidad de especie dominante; Rs = riqueza específica; Csc = *Cichlidogyrus sclerosus*; Cfo = *Centrocestus formosanus*; sp = especies; N = número de peces.

En este sentido, la actividad humana, por sobre cualquier característica biológica de las especies, ha sido el factor más importante para la introducción y el establecimiento de las especies de helmintos en México (Salgado-Maldonado, 2006<sub>b</sub>).

De manera similar, los resultados encontrados en este trabajo también presentan comunidades componentes muy pobres (Cuadro 11), sin embargo, se tiene que considerar que muchos factores pueden influir para que una especie hospedadora adquiera los parásitos desde un grupo localmente disponible, estos factores incluyen a la amplitud de su dieta, su vagilidad, la relación con otras especies hospedadoras simpátricas y cómo a largo plazo arribaron a una determinada área (Price y Clancy, 1983; Kennedy *et al.* 1986; Kennedy y Bush, 1994).

Cuadro 11. Características de las comunidades componentes de parásitos en *O. niloticus* y *P. sphenops* en jaulas en estanque y arroyo de la granja el Hospital, Morelos en período de estiaje del 2007.

Característica	H o s p e d a d o r / a m b i e n t e					
	<i>Orn</i> /arroyo		<i>Orn</i> /estanque		<i>Psp</i> /arroyo	
	abril	mayo	abril	mayo	abril	mayo
n	30	30	30	30	30	30
No parásitos	24	97	133	170	20	31
Sp componente	0	1	1	1	1	1
IB/P	1	1	1	1	0.9	0.64
Ident-Sp-Dom	<i>Csc</i>	<i>Csc</i>	<i>Csc</i>	<i>Csc</i>	<i>Eus</i>	<i>Eus</i>
Rs	1	1	1	1	2	4
Sp alogénicas	0	0	0	0	2	4
Sp autogénicas	1	1	1	1	0	0
Sp especialistas	1	1	1	1	0	0
Sp generalistas	0	0	0	0	2	4
N alogénicas	0	0	0	0	2	4
N autogénicas	1	1	1	1	0	0
N especialistas	1	1	1	1	0	0
N generalistas	0	0	0	0	2	4

En donde, *Orn* = *Oreochromis niloticus*; *Psp* = *Poecilia sphenops*; n = número de hospedadores; Ident-Sp-Dom = Identidad de especie dominante; Rs = riqueza específica; *Csc* = *Cichlidogyrus sclerosus*; *Eus* = *Eustrongylides* sp.; Sp = especies; N = número.

Torchin *et al.* (2003), encontraron que la mayoría de las introducciones acuáticas son facilitadas por varios factores, incluyendo características específicas de especies, así como por actividades humanas como la regulación de los ríos, la conexión de las cuencas contiguas por medio de canales o el transporte de lastre. En general, la mayoría de las introducciones no son exitosas y solo una minoría de especies introducidas establece una población estable. Varias características de historia de vida se han asociado favorablemente con las especies invasoras y el éxito de las especies introducidas puede ser también posible por la interacción de los depredadores y parásitos naturales.

La parasitosis reducida de las especies introducidas tiene varias causas, incluida una menor probabilidad de la introducción de parásitos con especies exóticas (o la extinción temprana después del establecimiento del hospedador), la ausencia de otros hospedadores requeridos en la nueva localidad, y las limitaciones de hospedadores específicos de parásitos nativos para adaptarse a nuevos hospedadores. Un hospedador puede beneficiarse de ésta situación

favorable, lograr mayores densidades de población y un mayor tamaño individual en las áreas colonizadas, en comparación con sus congéneres en su área de origen (Torchin *et al.* 2001).

Ondračková *et al.* (2009), encontraron que ninguna especie de parásito introducido fue registrado con el hospedador *Neogobius kessleri* (Gobiidae), pez exótico introducido a una sección del Río Danubio, y las bajas abundancias de parásitos no nativos revelaron un escaso impacto sobre la fauna local. La estructura de la comunidad de parásitos consistió en su mayoría de larvas de parásitos e indicó la importancia relevante de los góbidos como hospedadores intermediarios o paraténicos para la fauna local de parásitos del Danubio.

Por otro lado, es importante considerar que en las granjas de peces comerciales en el estado de Morelos, y específicamente en las tratadas en este estudio, vierten cotidianamente fármacos para prevenir posibles brotes de parásitos y enfermedades que lleguen a mermar las producciones esperadas, sobre todo si se considera que se realizan cultivos con altas densidades de peces.

El inadecuado manejo de los sistemas de cultivo, la introducción de nuevas especies exóticas para su explotación, y el desconocimiento de la biología en general de las especies, por parte de los productores ha fomentado que se presenten mortalidades de peces, con el consecuente suministro de más medicamentos aplicados muchas veces con las dosis no apropiadas, más aún, la aplicación de agroquímicos con el desconocimiento de los efectos inmediatos y secundarios en los peces y en el ambiente en general. Todos los tratamientos sanitarios suministrados a los estanques y después aportados a los arroyos adyacentes a las granjas, de alguna manera afecta la abundancia y prevalencia de parásitos en estos ambientes acuícolas, lo que indica la necesidad de realizar estudios relacionados a los efectos de los tratamientos sanitarios sobre los ambientes aledaños, así como de los organismos afectados.

Finalmente, la aparición y la diversidad de los parásitos en éstas especies de peces destacan la probabilidad de brotes en los sistemas de acuicultura intensiva, esto requiere crear consciencia en la gestión y manejo sanitario de los peces, entre los productores potenciales, proveedores de servicios e investigadores (Akoll *et al.* 2011, 2012).

## VII. CONCLUSIONES

Con base en los dos experimentos de campo en la época de lluvias y de estiaje, se confirma la hipótesis planteada, debido a que se presentó un proceso de colonización exitoso de algunos helmintos generalistas de peces nativos a exóticos y viceversa. En este sentido, la presencia registrada del nematodo exótico, *Camallanus cotti* en el pez nativo, *Poecilia sphenops*, representa una amenaza real para la ictiofauna local y cultivada en el estado de Morelos.

Por otro lado, las comunidades componentes de parásitos fue muy pobre en las infecciones experimentales en jaulas, en los dos períodos estacionales (estiaje y lluvias), y el helminto *Cichlidogyrus sclerosus* fue la especie dominante y especialista para la tilapia exótica, *Oreochromis niloticus*, en tanto que el trematodo *Centrocestus formosanus*, parásito generalista fue la especie dominante para el poecílido nativo *Poecilia sphenops*, la presencia de éstos parásitos implica que tienen un buen potencial de infección sobre todo cuando se realicen cultivos comerciales de los peces, debido al manejo de altas densidades de peces y a condiciones ambientales favorables.

De acuerdo a otros estudios y a los resultados encontrados en este estudio, las comunidades de parásitos no están en equilibrio, sino que son conjuntos estocásticos, en lugar de estar estructurados y organizados.

Por lo anterior, son muchos los factores que contribuyen a la dispersión y colonización de parásitos en general, en los ambientes lóticos y lénticos del estado de Morelos, tanto para especies exóticas y nativas, que incluyen la amplitud de la dieta, vagilidad, uso de hábitat dependiendo de las características biológicas de cada especie de hospedero y parásito, condiciones ambientales favorables y sobre todo las actividades antropogénicas relacionadas a la distribución y acuicultura de peces, lo que ha favorecido la introducción y establecimiento de las especies de helmintos en los diferentes ambientes estudiados.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar-Aguilar, R.; Salgado-Maldonado, G.; Moreno-Navarrete, R.G. Cabañas-Carranza, G. 2004. Helminthos parásitos de peces dulceacuícolas. Páginas: 261-270. En: Luna, I., J.J. Morrone y D. Espinosa (eds.), Las Prensas de Ciencias, México, D.F.
- Aguilar-Aguilar, R.; Contreras-Medina, R. and Salgado-Maldonado, G. 2003. Parsimony análisis of endemicity (PAE) of Mexican hydrological basins based on helminth parasites of freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, 30: 1861-1872.
- Aguirre-Macedo, M.L. y García-Magaña, L. 1994. Metacercarias de cíclidos nativos del Sureste de México: taxonomía y claves para su conocimiento. *Universidad y Ciencia* 11: 5-35.
- Akoll P, Konecny R, Mwanja MW, Nattabi KJ, Agoe C, Schiemer F. 2011. Parasite fauna of farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) in Uganda. *Parasitol Res.* doi:10.1007/s00436-011-2491-4.
- Akoll, P., Konecny, R., Mwanja, W.W. and Schiemer, F. 2012. Infections patterns of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L) by two helminth species with contrasting life styles. *Parasitology Research*. 110(4): 1461-1472.
- Amaya-Huerta D., Almeyda-Artigas R. J. 1994. Confirmation of *Centrocestus formosanus* (Nishigory, 1924) Price, 1932 (Trematoda: Heterophyidae) in Mexico. *Research and Reviews in Parasitology* 54: 99-103.
- Amaya-Huerta, D. 1995. Algunos aspectos de la transmisión y dispersión de *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Centrocestinae) en el Estado de Morelos, México. Tesis Maestría en Ciencias (Biología Animal). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México, D.F. 119 pp.
- Arizmendi, M.A.E. 1992. Descripción de algunas etapas larvianas y de la fase adulta de *Centrocestus formosanus* de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 63:1-11.
- Arredondo, F.J.L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. *Biotica*: 8(2): 175-199.
- Brooks, D.R. 1987. Analysis of host-parasite coevolution. *Int. J. Parasitol.* 17: 291-297.



- Brown, S.P., Renaud, F., Guégan, F. and Thomas, F. 2001. Evolution of trophic transmission in parasites: the need to reach a mating place? *J. Evol. Biol.* 14: 815-820.
- Bush, A.O., Fernández, J.C., Esch, G.W. and Seed, J.R. 2001. *Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge, University Press. 530 pp.
- Cabañas, C. G. 2001. Comunidades de helmintos parásitos de seis especies de peces de la laguna "El Jabal", Jalisco, México. Tesis de Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 82 pp.
- Canonico, G.C., Arthington, A., Mccrary, J.K. and Thieme, M.L. 2005. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 15: 463-483.
- Caspeta-Mandujano, J.M. 1996. Helmintos parásitos de *Iliodon whitei* (Pisces: Goodeidae) en el río Amacuzac, localidad "El Chisco" Municipio de Jojutla Morelos, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Parasitología Animal). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 62 p.
- Caspeta-Mandujano J.M., Moravec F. and Salgado-Maldonado G. 1999. Observations on cucullanid nematodes from freshwater fishes in Mexico, including *Dichelyne mexicanus* sp. n. *Folia Parasitol.* 46(4): 289-295.
- Caspeta-Mandujano, J.M. 2000. Seasonal variations in the occurrence and maturation of the nematode *Rhabdochona kidderi* in *Cichlasoma nigrofasciatum* of the Amacuzac, River, Mexico. J. M., Moravec F., Delgado-Yoshino M. A., Salgado-Maldonado G., *Helminthologia* 37: 29-33.
- Caspeta-Mandujano, J. M. 2001. The nematode fauna of freshwater fishes in Central México. A taxonomic-faunistic study. Ph.D. Thesis. Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic.
- Caspeta-Mandujano, J.M., Cabañas-Carranza, G. y Mendoza-Franco, E.F. 2009. Helmintos parásitos de peces dulceacuícolas mexicanos. Caso Morelos. AGT Editor. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 129 pp.
- Caspeta-Mandujano, J. M. 2010. Nemátodos parásitos de peces de agua dulce de México. Clave de identificación, descripción y distribución de las especies. AGT Editor, S.A. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 228 pp.

- CESAEM (Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos). 2010. Guía para la identificación de parásitos y enfermedades de peces de ornato. Instituto Nacional de la Pesca. Universidad Autónoma de Nuevo León. 53 pp.
- Chapman, L.J., Lanciani, C.A. and Chapman, C.A. 2000. Ecology of a diplozoon parasite on the gills of the African cyprinid *Barbus neumayeri*. Afr. J. Ecol. 38: 312-320.
- Chitwood, B.G. 1938. Some nematodes from the caves of Yucatan. Carnegie Inst. Wash Publ. 491: 61-66.
- Choudhury, A. and Dick, T.A. 2000. Richness and diversity of helminth communities in tropical freshwater fishes: empirical evidence. Journal of Biogeography, 27: 935-956.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención, control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 94 pp.
- Contreras-Balderas, S. and M.A. Escalante-Cavazos. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. In: W.R. Courtenay Jr. and J.R. Stauffer, Jr. (eds.) Distribution Biology and Management of exotic fishes. Baltimore, the Johns Hopkins Univ. Press, pp. 102-130.
- Contreras-Balderas S., Ruiz-Campos G., Schmitter-Soto J. J., Díaz-Pardo E., Contreras-McBeath T., Medina-Soto M., Zambrano-González L., Varela-Romero L., Mendoza-Alfaro R., Ramírez-Martínez C., Leija-Tristán M., Almada-Villela P., Hendrickson D., Lyons J. 2008. Freshwater fishes and water status in México: a country-wide appraisal. Aquatic Ecosystem Health & Management., 11 (3): 246-256.
- Contreras-MacBeath, E.T. 1995. Ecosistemas acuáticos del estado de Morelos: con énfasis en los peces. Ciencia y Desarrollo. 22: 42-51.
- Contreras-MacBeath, ET., H. Mejía-Mojica and Carrillo-Wilson, R. 1998. Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos, Mexico from introduced aquarium and other commercial fish. Aquarium Sciences and Conservation, 2: 67-78.
- Contreras, B. S. and Escalante, C. M.A. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. In: Courtenay WR, Stauffer JR (eds) Distribution, Biology, and Management of Exotic Fishes. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp.102-130.

- Cornet, S., Sorci, G. and Moret, Y. 2010. Biological invasion and parasitism: invaders do not suffer from physiological alterations of the acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis*. *Parasitology*, 137: 137–147.
- Cornet, S. 2011. Density-dependent effects on parasite growth and parasite-induced host immunodepression in the larval helminth *Pomphorhynchus laevis*. *Parasitology*, 138, 257–265.
- Crofton, H.D. 1971<sub>a</sub>. A model of host-parasite relationships. *Parasitology*. 63(3):343-64.
- Crofton, H.D. 1971<sub>b</sub>. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology* 62(2): 179–193.
- Crossan, J., Peterson, S. and Fenton, A. 2006. Host availability and the evolution of parasite life-history strategies. *Evolution*: 675-684.
- Delgado, M. A. 1998. Helmintos parásitos de *Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum* (Pisces: Cichlidae) en el Río Amacuzac, localidad “El Chisco” Municipio de Jojutla, Morelos, México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- De Silva, S.S., Nguyen, T.T.T., Abery, N.W. and Amarasinghe, U.S. 2006. An evaluation of the role and impacts of alien finfish in Asian inland aquaculture. *Aquaculture Research*. 37: 1-17.
- Esch, G.W., C.R. Kennedy, O.A. Bush y J.M. Aho. 1988. Patterns in helminth communities of freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology*, 96, 519-532.
- Espinosa, H.E. 1993. Composición de la comunidad de helmintos del “Charal Prieto” *Chirostoma attenuatum* Meek, 1902, (Pisces), en dos lagos del estado de Michoacán, México. Tesis Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. D.F. 117 pp.
- Fölster-Holst; Disko, R.; Röwert, J.; Böckeler, W.; Kreiselmaier, I. and Christophers, E. 2001. Cercarial dermatitis contracted via contact with an aquarium: Case report and review. *British Journal of Dermatology*, 145: 638-640.
- Flores-Crespo C. J., Ibarra V. F., Flores C. R., Vázquez P. C. G. 1992. Variación estacional de *Dactylogyrus* sp. en dos unidades productoras de tilapia del estado de Morelos. *Técnicas Pecuarias de México*. 30: 109-118.
- Flores-Crespo, J. y Flores, C.R. 2003. Monogeneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo. *Tec. Pecu. Méx.* 41(2): 175-192.

- Flores-Sotelo, M. T. 1998. Comparación de los helmintos parásitos de *Hybopsis boucardi* (Günther, 1968) (Pisces: Cyprinidae) en dos localidades del Municipio de Coatlán del Río en el estado de Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 45 pp.
- Gibson, D.I., A. Jones and Bray, R.A (eds.). 2002. Keys to the trematoda Volume 1. CABI Publishing and the Natural History Museum, London. 521 pp.
- Gjurčević E, Petrinc Z, Kozarić Z, Kužir S, Gjurcevic Kantura V, Vučemilo M, and and P. Džaja. 2007. Metacercariae of *Centrocestus formosanus* in goldfish (*Carassius auratus* L.) imported into Croatia. Helminthologia: 44:214-216.
- Gutiérrez-Rodríguez, M., Cortés, G.A., Contreras, G.D., Nava, H.V., Rodríguez, V.K. y H.R. Hernández. 2005. Distribución de enfermedades diagnosticadas por la red de laboratorios del Programa Nacional de Sanidad Acuícola (Pronalsa) en organismos acuáticos cultivados en el país durante la fase operativa 2004. Boletín del Pronalsa. 2(30): 14 pp.
- Hocutt, C.H. and Wiley, E.O. (Eds). 1986. The zoogeography of North American freshwater fishes. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- IMTA, Conabio, GECI, Aridamerica, The Nature Conservancy. 2007. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México, Jiutepec, Morelos. 73pp.
- Jeannette, T., Jacques, N. and Félix, B.B.C. 2010. Spatial distribution of monogenean and mixosporidian gill parasites of *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Teleostei: Cyprinid): the role of intrinsic factors. African Journal of Agricultural Research, 5(13): 1662-1669.
- Jiménez-García, M.I. 1993. Fauna helmintológica de *Cichlasoma fenestratum* (Pisces: Cichlidae) del Lago de Catemaco, Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 64: 75-78.
- Jiménez-García, M.I., Vidal-Martínez, V.M. y López-Jiménez, S. 2001. Monogeneans in introduced and native cichlids in México: evidence for transfer. J. Parasitol. 87(4): 907-909.
- Jiménez-García, M.I. 2005. Parásitos metazoarios, un grupo heterogéneamente distribuido en poblaciones silvestres y experimentales de peces cíclidos nativos e introducidos. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Zoología, Monterrey, Nuevo León. México.

- Juárez-Palacios, J.R. y Palomo, M.G.G. (1987) La acuicultura en México: antecedentes y desarrollo alcanzado hasta 1982. In: Gómez-Aguirre S, Arenas-Fuentes V (eds) Contribuciones en Hidrobiología. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico 37-89.
- Kennedy, C.R. 1975. Ecological Animal Parasitology. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 163 pp.
- Kennedy, C.R. 1976. Reproduction and dispersal. In: Ecological Aspects of Parasitology. (Kennedy, C.R.), pp. 143-160. Amsterdam: North Holland Publishing Company.
- Kennedy, C.R. 1993. Introductions and spread and colonization of new localities by fish helminth and crustacean parasites in the British Isles: an perspective and appraisal. *Journal of Fish Biology*, 43: 287-301.
- Kennedy, C.R. 1994. The ecology of introductions. In: Parasitic diseases of fish. Pages: 189-208. Edited by A.W. Pike and J.W. Lewis. Samara Publishing Limited and British Society for Parasitology and the Linnean Society of London.
- Kennedy, C. R. and Bush, A. O. 1994. The relationship between pattern and scale in parasite communities: a stranger in a strange land. *Parasitology* 109, 187-196.
- Kennedy, C.R. 1995. Richness and diversity of macroparasites communities in tropical eels *Anguilla reinhardtii* in Quesland, Australia. *Parasitology*, 111: 233-245.
- Kennedy, C. R., and J. F. Guegan. 1994. "Regional versus local helminth parasite richness in British freshwater fish: saturated or unsaturated parasite communities?" *Parasitology*. 109: 175-185.
- Kennedy, C.R. 2009. The ecology of parasites of freshwater fishes: the search for patterns. *Parasitology*. 136: 1653–1662.
- Knudsen, R., Amundsen, P.A. and Klemetsen, A. 2002. Parasite-induce host mortality: indirect evidence from a long-term study. *Environmental biology of fishes*, 64: 257-265.
- Levsen, A. 2001: Transmission ecology and larval behavior of *Camallanus cotti* (Nematoda, Camallanidae) under aquarium conditions. *Aquarium Sci. Conserv.* 3: 315–325.
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. 2007. Nueva Ley DOF 24-07-2007. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios Centro de Documentación, Información y Análisis. México. 51 pp.

- Li, W.X., Nie, P., Wang, G.T., Yao, W.J. 2009. Communities of gastrointestinal helminths of fish in historically connected habitats: habitat fragmentation effect in a carnivorous catfish *Pelteobagrus fulvidraco* from seven lakes in flood plain of the Yangtze River, China. *Parasites & Vectors*. **2**: 22.
- López-Jiménez, S. 1981. Céstodos de Peces I. *Bothriocephalus (Cleistobothrium) acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 51: 69-84.
- López-Jiménez, S. 1987. Enfermedades más frecuentes de las carpas cultivadas en México. *Acuavisión. Revista Mexicana de Acuicultura*, **2**, 11-13.
- Loverich, G. and Gace, L. 1997. The effect of currents and waves on several classes of offshore sea cages. Ocean Spar Technologies, LLC. *Open Sea Aquaculture* 97. Maui, Hawaii. 131-144 pp.
- Malpica R. E. 1998. Helminths parásitos de *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae) en las unidades piscícolas “El Jicarero” y “Tetlama” en el Estado de Morelos. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Marcogliese D.J. 2001. Pursuing parasites up the food chain: Implications of food web structure and function on parasite communities in aquatic systems. *Acta Parasitologica*, **46**, 82–93.
- Margolis, L., G.W. Esch, J.C. Holmes, A.M. Kuris and G.A. Sachd. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an Ad hoc Committee of the American Society of Parasitologist). *Journal of Parasitology*, **68**, 131-133.
- Marques, J.F., Santos, M.J., and Cabral, H.N. 2010. Aggregation patterns of macroendoparasites in phylogenetically related fish hosts. *Parasitology* **137**, 1671–1680.
- Martínez, A.A. 2004. Helminths parásitos de *Girardinichthys multiradiatus* (Meek, 1904) (Pisces: Goodeidae) en el lago Tonatiahua, Zempoala, Morelos. Tesis Licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 65 pp.
- Martínez-Aquino, A. and Aguilar-Aguilar, R. 2008. Helminth parasites of the pupfish *Cyprinodon meeki* (Pisces: Cyprinodontiformes), an endemic freshwater fish from North-Central Mexico. *Helminthologia*, **45** (1): 48-51.
- McIntire, P.B. 1996. Environmental Stress and Colonization Time as Predictors of the Susceptibility of Fish Communities to Introduced Parasites. *J. Undergrad. Sci.* **3**: 75-77.

- Mejía-Madrid, H.H., Vázquez-Domínguez, E. and Pérez-Ponce de León, G. 2007. Phylogeography and freshwater basins in central Mexico: recent history as revealed by the fish parasite *Rhabdochona lichtenfelsi* (Nematoda). *Journal of Biogeography*. 34 (5): 787–801.
- Menezes, R.C., Tortelly, R., Tortelly-Neto, R., Noronha, A D., Pinto, R.M. 2006. *Camallanus cotti* Fujita, 1927 (Nematoda, Camallanoidea) in ornamental aquarium fishes: pathology and morphology. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 101: 683–687.
- Mitchell. A.J. 2005. *Centrocestus formosanus* in cultured and wild fishes: impact on fish, distribution in the United States, and host information (abstract). American Fishery Society (Fish Health Section). *Proceedings*. Pag. 23.
- Moravec, F. 1998. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region. Academia, Prague, 464 pp.
- Moravec, F. 2000. Nematodes as parasites of inland fishes in Mexico. In: A.N. García-Aldrate, G. Salgado-Maldonado and V.M. Vidal-Martínez (Eds.). *Metazoan parasites in the Neotropics: ecological, systematic and evolutionary perspectiva. Commemorative Volume of the 70<sup>th</sup> Anniversary of the Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 155-166.
- Moravec, F. and Justine, J.L. 2006. *Camallanus cotti* (Nematoda: Camallanidae), an introduced parasite of fishes in New Caledonia. *Folia Parasitologica*, 53: 287-293.
- Moravec, F., Justine, J.L. and Rigby, M.C. 2006. Some camallanid nematodes from marine perciform fishes off New Caledonia. *Folia Parasitol.* 53: 223–239
- Múgica-Ruiz, E. 2008. Helminthos parásitos de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1810) (Pisces: Characidae) en el río Cuautla, localidad "Tlayecac" en el Estado de Morelos. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Ogawa, K.; Nakatsugawa, T. and Yasuzaki, M. 2004. Heavy metacercarial infections of cyprinid fishes in Uji River. *Fisheries Science*, 70: 132-140.
- Ondračková M., Dávidová M., Blažek R., Gelnar M. and P. Jurajda. 2009. The interaction between an introduced fish host and local parasite fauna: *Neogobius kessleri* in the middle Danube River. *Parasitology Research*, 105: 201–208.

- Ortega, C., Fajardo, R. and Enriquez, R. 2009. Trematode *Centrocestus formosanus* infection and distribution in ornamental fishes in Mexico. *Journal of Aquatic Animal Health*. 21(1): 18-22.
- Osorio-Sarabia, D., Pineda-López, R., Salgado-Maldonado, G. 1987. Fauna helmintológica de peces dulceacuícolas de Tabasco. Estudio Preliminar. *Universidad y Ciencia* 4 (7):5-31.
- Pearse, A.S. 1936. Parasites from Yucatan. *Carnegie Inst. Wash. Publ.* 457: 45-59.
- Peresbarbosa, R.E. 1992. Estructura de la comunidad de helmintos en tres especies de godeidos (Pisces: Goodeidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. D.F. 95 pp.
- Pérez-Ponce de León, G. and Choudhury, A. 2005. Biogeography of helminth parasites of freshwater fishes in Mexico: the search for patterns and processes. *J. Biogeogr.* 32: 645-659.
- Pineda-López, R. 1985. Infección por metacercarias (Platyhelminthes: Trematoda) en peces de agua dulce de Tabasco. *Universidad y Ciencia* 2:47-60.
- Pineda-López, R. y Andrade-Salas, O. 1989. Un nuevo género y especie de tremátodo parásito de *Cichlasoma synspilum* en la Laguna de Santa Anita, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 59: 21-28.
- Pineda-López, R.F. 1994. Ecology of the helminth communities of cichlid fish in the flood plains of Souteastern Mexico. Thesis Ph.D. Biological Sciences. Univ. Exeter. U.K. 237 pp.
- Pineda-López, R., Salgado-Maldonado, G., Soto-Galera, E., Hernández-Camacho, N., Orozco-Zamorano, A., Contreras-Robledo, S., Cabañas-Carranza, G. y Aguilar-Aguilar, R. 2005. Helminth parasites of viviparous fishes in Mexico. Pages: 456-474. In: Mari Carmen Uribe and Harry J. Grier, book editors. *New Life Publications*. Homestead, Florida.
- Porras-Díaz Ordaz, D. 1987. Hidrobiología de embalses de la cuenca del río Atoyac, Morelos, México. Tesis Doctor en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM.
- Poulin, R. 1998. Evolutionary ecology of parasites: from individuals to communities. *Chapman & Hall*, 212 pp.
- Poulin, R. 2001. Another look at the richness of helminth communities in tropical freshwater fish. *Journal of Biogeography*, 28: 737-743.



- Poulin, R. and Mouillot, D. 2003. Host introductions and the geography of parasite taxonomic diversity. *Journal of Biogeography*, 30, 837–845.
- Price, P.W. 1977. General concepts on the evolutionary biology of parasites. *Evolution*, 31: 405-420.
- Price, P. W. and Clancy, K. M. 1983. Patterns in number of helminth parasite species in freshwater fishes. *Journal of Parasitology* 69, 449-454.
- Price, P.W. 1987. Evolution in Parasite Communities. *Int. J. Parasitol.* 17: 209-214.
- Richardson, M.J.; Whoriskey, F.G. and Roy, L.H. 1995. Turbidity generation and biological impacts of an exotic fish *Carassius auratus*, introduced into shallow seasonally anoxic ponds. *Journal of Fish Biology*, 47: 576-585.
- Rodríguez-Gutiérrez, M., Cortés-García, A., Contreras-García, D., Nava-Hernández, V., Rodríguez-Vicenta, K., y Hernández-Ruiz, H. 2005. Distribución de enfermedades diagnosticadas por la Red de Laboratorios del Programa Nacional de Sanidad Acuicola (Pronalsa) en organismos acuáticos cultivados en el país durante la fase operativa 2004. *Boletín de la Pronalsa*, año 8, vol. II, No. 30. 17 pp.
- Rodriguez, L.F. 2006. Can invasive species facilitate native species? Evidence of how, when, and why these impacts occur. *Biological Invasions*. 8: 927–939.
- Rosenfield, J.A. 2002. Pattern and process in the geographical ranges of freshwater fishes. *Global Ecology and Biogeography*, 11, 323-332.
- Salgado-Maldonado, G. y Osorio Sarabia, D. 1987. Helmintos de algunos peces del lago de Pátzcuaro. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 74: 41-57.
- Salgado-Maldonado, G. 1993. Ecología de helmintos parásitos de "*Cichlasoma urophthalmus* (Gunther) (Pisces: Cichlidae) en la Península Yucatán, México. Tesis Doctoral. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, México. 354 pp.
- Salgado-Maldonado G., Vargas-Rodríguez M. I., Campos-Pérez J. J. 1995. Metacercariae of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Trematoda) in freshwater fishes in Mexico and their transmission by the thiarid snail *Melanoides tuberculata*. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 245-250.



- Salgado-Maldonado, G. and Kennedy, C.R. 1997. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasitology*. 114:581-590.
- Salgado-Maldonado G., Cabañas-Carranza G., Caspeta-Mandujano J. M., Soto-Galera E., Mayén-Peña E., Brailovsky D., Baéz-Vález R. 2001. Helminth parasites of freshwater fishes of the Balsas River drainage, southwestern Mexico. *Comparative Parasitology* 68: 196-203.
- Salgado-Maldonado G. y Pineda-López, R. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potencial threat to native freshwater fish species in México. *Biological Invasions* 5(3): 261-268.
- Salgado-Maldonado, G. 2006<sub>a</sub>. Checklist of helminth parasites of freshwater fishes of Mexico. *Zootaxa* 1324: 1-357.
- Salgado-Maldonado, G. 2006<sub>b</sub>. Especies introducidas de helmintos a los peces de agua dulce de México. *Memorias del Curso: Enfermedades de los peces en producción, silvestres y de ornato*. 21-22 septiembre de 2006. Páginas: 36-47. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Sánchez-Nava, P., Salgado-Maldonado, G., Soto-Galera, E. and Cruz, B.J. 2004. Helminth parasites of *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) in the upper Lerma River sub-basin, Mexico. *Parasitol. Res.* 93: 396-402.
- Sanchez-Ramirez, C., Vidal-Martinez, V.M., Aguirre-Macedo, M.L., Rodriguez-Canul, R.P., Gold-Bouchot, G. and Sures, B. 2007. *Cichlidogyrus sclerosus* (Monogenea: Ancyrocephalinae) and its host, the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), as bioindicators of chemical pollution. *J. Parasitol.*, 93(5):1097–1106.
- Sánchez-Santana, M.A. 1990. Algunos aspectos de la dinámica poblacional de los parásitos del tracto digestivo de la carpa dorada *Carassius auratus* (Linneo) en el embalse "La Goleta" Estado de México. Tesis Licenciatura en Biología. E.N.E.P.-Iztacala. U.N.A.M.
- Sax, D.F. and Brown, J.H. 2000. The paradox of invasion. *Global Ecology and Biogeography*. 9: 363-371.
- Scholz, T., Pech-Ek M.C.E. and Rodriguez-Canul R. 1995. Biology of *Crassicutis cichlasomae*, a parasite of cichlid fishes in Mexico and Central America. *Journal of Helminthology*. 69(1): 69-75.
- Scholz, T. 1999. Parasites in cultured and feral fish. *Vet. Parasitol.* 84(3-4): 317-335.

- Scholz, T. and Aguirre-Macedo, L. 2000. Metacercariae of trematodes parasitizing freshwater fish in Mexico: a reappraisal and methods of study. In: A.N. García-Aldrate, G. Salgado-Maldonado and V.M. Vidal-Martínez (Eds.). Metazoan parasites in the Neotropics: ecological, systematic and evolutionary perspectiva. Commemorative Volume of the 70<sup>th</sup> Anniversary of the Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 101-116.
- Scholz, T. and Salgado-Maldonado. 2000. The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. *Am. Midl. Nat.* 143: 185-200.
- Simon, R.C. and Schill, W.B. 1984. Tables of sample size requirements for detection of fish infected by pathogens: three confidence levels for different infection prevalence and various population sizes. *Journal of Fish Diseases* 7, 515-520.
- Sotelo, F.J. 1987. Estudio ectoparasitológico de la tilapia (*Oreochromis sp*) en unidades piscícolas del estado de Morelos. (Resumen). VIII Reunión Anual de Parasitología Veterinaria. 11.
- Thomas, J.D. 2002. The ecology of fish parasites with particular reference to helminth parasites and their salmonid fish hosts in Welsh rivers: a review of some of the central questions. *Advances in Parasitology.* 52: 1-154.
- Torchin, M.E., Lafferty, K.D. and Kuris, A.M. 2001. Release from parasites as natural enemies: increased performance of a globally introduced marine crab. *Biol. Invas.* 3: 333-345.
- Torchin, M.E., Lafferty, K.D., Dobson, A.P. and McKensie, V.J. 2003. Introduced species and their missing parasites. *Nature.* 421: 628-630.
- Torres-Orozco, B.R.E. y Pérez-Hernández, M.A. 2011. Los peces de México: una riqueza amenazada. *Revista Digital Universitaria. UNAM.* 12(1): 1-15.
- Van Zyll de Jong, M.C.; Gibson, R.J. and Cowx, I.G. 2004. Impacts of stocking and introductions on freshwater fisheries of Newfoundland and Labrador, Canada. *Fisheries Management and Ecology.* 11: 183-193.
- Vélez-Hernández, E.M., Constantino-Casas, F., García-Márquez, L.J. and Osorio-Sarabia, D. 1998. Gill lesions in common carp, *Cyprinus carpio* L., in Mexico due to the metacercariae of *Centrocestus formosanus*. *Journal of Fish Diseases.* 21: 229-232.
- Vidal-Martínez, V.M. 1995. Processes structuring the helminth communities of native cichlid from Southern Mexico. Thesis Ph. D. Biological Sciences. Univ. Exeter, UK. 164 pp.


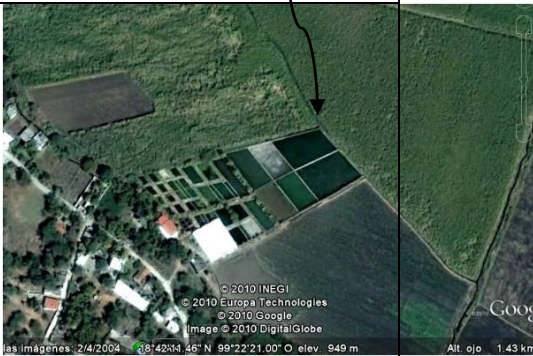
- Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo M.L., Scholz, T., González-Solis, D. y E. Mendoza-Franco. 2002. Atlas de los helmintos parásitos de cíclidos de México. Instituto Politécnico Nacional, México. ISBN 970-18-8067-6. 183 p.
- Vincent, A.G. and Font, W.F. 2003. Host specificity and population structure of two exotic helminths, *Camallanus cotti* (Nematoda) and *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda), parasitizing exotic fishes in Waianu Stream, O'ahu, Hawai'i. *J. Parasitol.* 89: 540–544.
- Violante-González, J. Mendoza-Franco, E. F., Rojas-Herrera, A. and Guerrero. S.G. 2010. Factors determining parasite community richness and species composition in black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitol Res.* 107: 59–66.
- Voltonen, E.T., Pulkkinen, K., Poulin, R. and Julkunen, M. 2000. The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology*, 122: 471-481.
- Winfield, I.J. and Durie, N.C. 2004. Fish introductions and their management in the English Lake District. *Fisheries Management and Ecology.* 11: 195-201.
- Wu, S.G., Wang, G.T. Xi, B.W., Gao, D. and Nie, P. 2007<sub>a</sub>. Population dynamics and maturation cycle of *Camallanus cotti* (Nematoda: Camallanidae) in the Chinese hooksnout carp *Opsariichthys bidens* (Osteichthyes: Cyprinidae) from a reservoir in China.
- Wu, S.G., Wang, G., Gao, D., Xi, B., Yao, W. and Liu, M. 2007<sub>b</sub>. Occurrence of *Camallanus cotti* in greatly diverse fish species from Danjiangkou Reservoir in central China. *Parasitol. Res.* 101:467–471.



**Figura 2. Ficha técnica de la Unidad de Producción Acuícola “Atlacomulco”, Jiutepec, Morelos.**

<b>Clave o código de la UPA:</b> VMORTRPSPO-UP108		<b>Ubicación de la UPA:</b> Jiutepec		
<b>Nombre UPA:</b> Granja Atlacomulco				
<b>Propietario o responsable:</b> Felipe Barenque Villanueva		<b>Domicilio fiscal:</b> Atlacomulco		
<b>Municipio:</b> Jiutepec		<b>Estado:</b> Morelos	<b>Teléfono:</b> 777-5120056	
<b>Especie(s) cultivada(s):</b> Carpa Koi, japonés, cebras ciclidos		<b>Superficie Total (m²):</b> 3000	<b>Superficie productiva (m²):</b> 1000	
<b>Permiso, autorización, concesión y/o licencia con los que cuentan:</b> RNP		<b>No. de permiso:</b>		
<b>VIGENCIA</b> Fecha expedición _____ Fecha expira _____		<b>Clima predominante:</b> Cálido		
<b>Tipo de cultivo:</b> Semi – intensivo				
<b>Estatus operativo:</b> Operando <input checked="" type="checkbox"/> Sin Operaciones <input type="checkbox"/>		<b>Vegetación Predominante:</b> Urbano		
<b>Temp. Amb. Máxima:</b> 37 °C	<b>Temp. Amb. Media:</b> 26 °C	<b>Temp. Amb. Mínima:</b> 17 °C		
<b>Cuerpo de agua en propiedad privada o Federal:</b> Prop. Privada	<b>Producción anual:</b> 100000	<b>Número de ciclos/año:</b> 2 o 3		
<b>Artes de cultivo:</b> Redes de captura, tinas, jaretas				 <p>Arroyo adyacente</p>
<b>Instalaciones principales:</b> bodega				
<b>Oxígeno disuelto:</b> 4 - 6 gr/L	<b>Temperatura:</b> 26 °C	<b>Alimento utilizado:</b> Balanceado		
<b>Salinidad:</b>	<b>PH:</b> 6.8 a 7.6			
<b>Coordenadas Geográficas WGS 84</b>		<b>Coordenadas UTM WGS84</b>		
		<b>ZONA:</b> _____		
		<b>No. de socios:</b> 1	<b>No. de empleos:</b> 2	
<b>V</b>	<b>é</b>	<b>Etapa del desarrollo de organismos para su cultivo:</b> Propios Reproductores y crias		
<b>r</b>	<b>t</b>			
<b>i</b>	<b>c</b>	<b>Presentación producto:</b> Entero Vivo		
<b>c</b>	<b>e</b>	<b>Problemática detectada:</b> Falta de apoyo financiero, robo y saqueo		
<b>e</b>		<b>Recurso agua</b>		

**Figura 3. Ficha técnica de la Unidad de Producción Acuícola “Cuautlita”, Tetecala, Morelos.**

Clave o código de la UPA: VMORTRPSPO-UP166		Ubicación de la UPA: Cuautlita		
Nombre UPA: Granja Cuautlita I				
Propietario o responsable: Salvador Lugo Barenque		Domicilio fiscal: Cuautlita		
Municipio: Tetecala		Estado: Morelos	Teléfono: 751-3483107	
Especie(s) cultivada(s): japonés, koi, plecostomus albino, platys, espadas, monjas,		Superficie Total (m²): 15000	Superficie productiva (m²): 10000	
Permiso, autorización, concesión y/o licencia con los que cuentan: RNP		No. de permiso: 170000038-1		
VIGENCIA Fecha expedición _____ Fecha expira _____		Clima predominante: cálido		
Tipo de cultivo: Semi – intensivo		Vegetación Predominante: Zona de cultivo y urbano		
Estatus operativo: Operando ___X___ Sin Operaciones _____				
Temp. Amb. Máxima: 34 °C	Temp. Amb. Media: 24 °C	Temp. Amb. Mínima: 16 °C		
Cuerpo de agua en propiedad privada o Federal: Prop. Privada	Producción anual: Variable	Número de ciclos/año: 2 o 3		
Artes de cultivo: Redes y chinchorros				
Instalaciones principales: bodega y sala de reproducción				
Oxígeno disuelto: 4 - 6 gr/L	Temperatura: 26 °C	Alimento utilizado: Balanceado		
Salinidad:	PH: 6.7 a 7.9			
Coordenadas Geográficas WGS 84		Coordenadas UTM WGS84		Proceso de desinfección: Desinfección de instalaciones.
		ZONA: _____		No. de socios: 3
				No. de empleos: 5
V	Latitud norte	Latitud oeste	X	Y
é				
r				
t				
i				
c				
e				
	1	18° 42 ' 07.0	99° 22' 25.4	
	2	18° 42 ' 04.6	99° 22' 23.0	Presentación producto: Entero Vivo
	3	18° 42 ' 07.0	99° 22' 17.8	Problemática detectada: Falta de apoyo financiero, robo y saqueo
	4	18° 42 ' 07.6	99° 22' 22.5	
	5			

**Figura 4. Ficha técnica de la Unidad de Producción Acuícola el “Hospital”, Cuautla, Morelos.**

<b>Clave o código de la UPA:</b> VMORTRPSPO-UP174			<b>Ubicación de la UPA:</b> Ex-hacienda el Hospital		
<b>Nombre UPA:</b> Granja El Hospital					
<b>Propietario o responsable:</b> Jose Martin Hernandez Ocampo			<b>Domicilio fiscal:</b> Ex-hacienda el Hospital		
<b>Municipio:</b> Cuautla			<b>Estado:</b> Morelos	<b>Teléfono:</b> 735-1367130	
<b>Especie(s) cultivada(s):</b> Ciclidos, japonés, tetras, uramis, platis, <i>Plecostomus albino</i>			<b>Superficie Total (m²):</b> 8500	<b>Superficie productiva (m²):</b> 6300	
<b>Permiso, autorización, concesión y/o licencia con los que cuentan:</b> RNP			<b>No. de permiso:</b> 170000089-9		
<b>VIGENCIA</b> Fecha expedición _____ Fecha expira _____			<b>Clima predominante:</b> Calido		
<b>Tipo de cultivo:</b> Semi – intensivo			<b>Vegetación Predominante:</b> Zona de cultivo		
<b>Estatus operativo:</b> Operando <input checked="" type="checkbox"/> Sin Operaciones <input type="checkbox"/>					
<b>Temp. Amb. Máxima:</b> 34 °C		<b>Temp. Amb. Media:</b> 24 °C		<b>Temp. Amb. Mínima:</b> 16 °C	
<b>Cuerpo de agua en propiedad privada o Federal:</b> Prop. Privada		<b>Producción anual:</b> Variable		<b>Número de ciclos/año:</b> 2 o 3	
<b>Artes de cultivo:</b> Redes, jaretas y chinchoros					
<b>Instalaciones principales:</b> bodega y laboratorio					
<b>Oxigeno disuelto:</b> 4 - 6 gr/L		<b>Temperatura:</b> 25 °C		<b>Alimento utilizado:</b> Balanceado	
<b>Salinidad:</b>		<b>PH:</b> 6.7 a 7.6			
<b>Coordenadas Geográficas WGS 84</b>			<b>Coordenadas UTM WGS84</b>		<b>Proceso de desinfección:</b> Desinfección de instalaciones.
			<b>ZONA:</b> _____		<b>No. de socios:</b> 1 <b>No. de empleos:</b> 6
<b>V</b>	<b>é</b>	<b>r</b>	<b>t</b>	<b>i</b>	<b>c</b>
<b>e</b>	<b>Latitud norte</b>	<b>Latitud oeste</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Etapas del desarrollo de organismos para su cultivo:</b> Propios reproductores
1	18° 49 ' 55.8	98° 59' 15.0			<b>Presentación producto:</b> Entero Vivo
2	18° 49 ' 03.6	98° 59' 15.5			
3	18° 49 ' 09.3	98° 59' 18.9			
4	18° 49 ' 57.2	98° 59' 20.2			
5	18° 49 ' 55.8	98° 59' 14.8			
<b>Problemática detectada:</b> Falta de apoyo financiero, robo y saqueo					



Arroyo adyacente  
(Disposición de las jaulas, a lo largo de 600 metros, en el experimento de campo).





