



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Sección de Estudios de Posgrado e Investigación
Programa en Biociencias

**Infección de metacercarias (Trematoda: Digenea) en las especies
dominantes de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua,
Veracruz**

Tesis

Que para obtener el grado de:

Maestría en Biociencias

Presenta:

Biol. José Miguel Pérez Vilchis

DIRECTORES DE TESIS

Dr. José Alberto Ocaña Luna

Dra. Marina Sánchez Ramírez

Ciudad de México

mayo 2019



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 12 horas del día 08 del mes de mayo del 2019 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de Biociencias para examinar la tesis titulada:

Infección de metacercarias (Trematoda: Digenea)
en las especies dominantes de hidromedusas
en la Laguna de Tamiahua, Veracruz

Presentada por el alumno:

Pérez Vilchis José Miguel
Apellido paterno Apellido materno Nombre(s)

Con registro:

A	1	7	0	0	2	0
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Biociencias

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. José Alberto Ocaña Luna

Dra. Marina Sánchez Ramírez

Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza

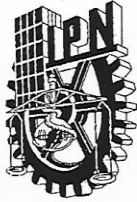
M. en C. Eduardo Soto Galera

Dra. María del Carmen Gómez del Prado Rosas

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

Dr. Gerardo Aparicio Ozores
Ciencias Biológicas
Sección de Estudios
de Posgrado
e Investigación





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSTGRADO E
INVESTIGACION

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 08 del mes de mayo del año 2019, el que suscribe **José Miguel Pérez Vilchis** alumno del Programa de **Maestría en Biociencias** con número de registro **A170020**, adscrito a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **Dr. José Alberto Ocaña Luna** y **Dra. Marina Sánchez Ramírez** y cede los derechos del trabajo intitulado **"Infección de metacercarias (Trematoda: Digenea) en las especies dominantes de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz."**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: **ja_ocanaluna@hotmail.com** y **marinasanram@gmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

José Miguel Pérez Vilchis

Dr. José Alberto Ocaña Luna
Director de tesis

Dra. Marina Sánchez Ramírez
Directora de tesis

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Alberto Ocaña Luna por su paciencia, confianza, apoyo y un excelente trabajo de dirección para la elaboración de esta investigación.

A la Dra. Marina Sánchez Ramírez por su gran apoyo en la dirección, comentarios, sugerencias y enseñanzas en la dirección de esta investigación que me ayudaron en mi formación académica para mejorar el presente trabajo.

A los miembros del comité tutorial: Dra. Angela Catalina Mendoza González, M. en C. Eduardo Soto Galera, Dra. María del Carmen Gómez del Prado Rosas y Dr. José Alberto Ocaña Luna por participación y esfuerzo dedicados a la revisión del proyecto de investigación.

A los miembros del jurado; Dr. Carlos Fabián Vargas Mendoza, M. en C. Eduardo Soto Galera y Dra. María del Carmen Gómez del Prado Rosas, Dr. José Alberto Ocaña Luna y Dra. Marina Sánchez Ramírez por su tiempo y esfuerzo, así como la valiosa crítica para la mejora del trabajo.

A la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN por la oportunidad brindada para continuar con mi formación académica en el Posgrado de Biociencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca brindada durante la maestría

A la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) por el apoyo concedido a los proyectos: “Medusas y ctenóforos (Cnidaria y Ctenophora) en el corredor biológico costero Pánuco-Tuxpan” (20171218) y “Metacercarias (Trematoda: Digenea) parasitando medusas (Cnidaria: Hydrozoa) en la laguna de Tamiahua, Veracruz” (20181400).

DEDICATORIAS

A mi esposa e hijo: les dedico con mucho cariño este trabajo, muchas gracias por darme la fuerza y amor durante el tiempo de mi investigación.

A mi padre y hermano: agradezco todo el apoyo que me han brindado durante mi formación académica.

Al Sr. Rafael López Rodríguez, Sra. Flavia Barragán Montoya y Karla Estefania López Barragán. Agradezco el apoyo incondicional y el que nos hayan brindado su hogar a mi familia durante el periodo de la maestría.

Índice	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Antecedentes.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	10
HIPÓTESIS	11
OBJETIVO GENERAL	11
Objetivos particulares	11
METODOLOGÍA.....	12
Área de estudio	12
Trabajo de campo.....	12
Meteorología e Hidrología.....	15
Procesamiento de las hidromedusas	15
Procesamiento de las metacercarias.....	15
Parámetros ecológicos	17
Análisis de los datos	18
RESULTADOS	19
Meteorología.....	19
Hidrología	20
Abundancia de hidromedusas	21

Posición taxonómica y descripción morfológica de las metacercarias.....	22
Parasitismo de metcercarias de <i>O. pyriforme</i> y <i>O. bacillaris</i> en las especies dominantes de hidromedusas por épocas climáticas.....	27
Parasitismo de metacercarias de <i>O. pyriforme</i> en las especies dominantes de hidromedusas holoplanctónicas y meroplanctónicas	30
Relación del diámetro umbrelar y la prevalencia parasitaria.....	31
Relación del diámetro umbrelar y la intensidad parasitaria.....	33
Relación de los parámetros fisicoquímicos con la intensidad parasitaria.....	37
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA.....	46

Figura 1. Ciclo de vida de los digéneos. Modificado de Díaz-Briz <i>et al.</i> (2015).	7
Figura 2. Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo en laguna de Tamiahua, Veracruz.....	14
Figura 3. Precipitación total (mm), promedio mensual de temperatura ambiental (°C) y evaporación (mm) de la Estación Meteorológica de Tuxpan, Sistema Meteorológico Nacional, CONAGUA, 2011.	19
Figura 4. Variación mensual de la temperatura durante el ciclo anual. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	20
Figura 5. Variación mensual de la salinidad durante el ciclo anual. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	21
Figura 6. Metacercaria de <i>Opechona pyriforme</i> . A) (vo) ventosa oral, (fr) faringe, (ac) acetábulo, (ci) ciegos intestinales, (ov) ovario, (te) testículos, (ur) uroprocto. B) Papilas en el interior del acetábulo. C) Tegumento espinoso. En las especies dominantes de hidromedusas. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	24
Figura 7. Metacercaria de <i>Opechona bacillaris</i> . A) (vo) ventosa oral, (fr) faringe, (ac) acetábulo, (ci) ciegos intestinales, (ov) ovario, (te) testículos, (ur) uroprocto. B) Papilas en el interior del acetábulo. C) Tegumento espinoso. <i>Bougainvillia superciliaris</i> , <i>Liriope tetraphylla</i> y <i>Bougainvillia carolinensis</i> . Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.	26
Figura 8. Diagrama resultante del análisis discriminante de las variables morfométricas de <i>Opechona pyriforme</i> (puntos negros) y <i>Opechona bacillaris</i> (puntos azules).	29
Figura 9. Diagrama resultante del análisis discriminante de las variables morfométricas de <i>Opechona pyriforme</i> (puntos negros) y <i>Opechona bacillaris</i> (puntos azules). Excluyendo el largo y ancho de las metacercarias. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	29
Figura 10. Prevalencia parasitaria de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Bougainvillia superciliaris</i> durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.	31
Figura 11. Prevalencia parasitaria de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Liriope tetraphylla</i> durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	32
Figura 12. Prevalencia parasitaria de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Eucheilota maculata</i> durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011....	32

Figura 13. Prevalencia parasitaria de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Bougainvillia carolinensis</i> durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.	33
Figura 14. Intensidad de metacercarias de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Bougainvillia superciliaris</i> . Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	34
Figura 15. Intensidad de metacercarias de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Bougainvillia carolinensis</i> . Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	34
Figura 16. Intensidad de metacercarias de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Liriope tetraphylla</i> . Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	35
Figura 17. . Intensidad de metacercarias de <i>Opechona pyriforme</i> por intervalos de talla de la umbrela en <i>Eucheilota maculata</i> . Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	35
Figura 18. Intensidad de metacercarias de <i>Opechona pyriforme</i> por talla de la umbrela en <i>Bougainvillia muscus</i> . Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.	36
Figura 19. Intensidad de metacercarias de <i>Opechona pyriforme</i> por talla de la umbrela en <i>Clytia globosa</i> . Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.	36
Figura 20. Intensidad parasitaria total registrada en los diferentes intervalos de temperatura durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	38
Figura 21. Intensidad parasitaria total registrada en los diferentes intervalos de salinidad durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.....	37

Tabla 1. Registro de digéneos que infectan a diferentes especies de hidromedusas, escifomedusas y ctenóforos.....	9
Tabla 1 (Continuación). Registro de digéneos que infectan a diferentes especies de hidromedusas, escifomedusas y ctenóforos.....	9
Tabla 2. Abundancia promedio mensual (A), abundancia promedio anual (Aa) e índice de valor de importancia (IVI) de las especies dominantes de hidromedusas de la Laguna de Tamiahua durante el ciclo anual 2011.....	23
Tabla 3. Índices parasitarios mensuales de <i>Opechona pyriforme</i> en cada especie hospedera en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011. (%P= Prevalencia, I= Intensidad y A= Abundancia). El promedio de la intensidad se muestra entre paréntesis.....	28
Tabla 4. Índices parasitarios de <i>Opechona bacillaris</i> en cada especie de hidromedusa calculados en cada mes de muestreo en la Laguna de Tamiahua. (%P= Prevalencia, I= Intensidad y A= Abundancia).....	29

RESUMEN

Los digéneos son parásitos de importancia económica en las pesquerías debido a que pueden ocasionar reducción en la fecundidad, cambios en el comportamiento o la muerte del hospedero. Las hidromedusas juegan un papel importante como hospederos intermediarios por diferentes especies de digéneos de las familias Faustilidae, Fellodistomidae, Hemiuridae y Lepocreadiidae. Se analizó el parasitismo en las especies dominantes de hidromedusas en la laguna de Tamiahua durante un ciclo anual en 2011. Los ejemplares se recolectaron en 22 estaciones distribuidas a lo largo de la laguna durante los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre. Se midió el diámetro de la umbrela de los hospederos utilizando el software AxioVision Rel. 4.4 acoplado a un estereomicroscopio Carl Zeiss modelo SV 11. Posteriormente se calculó la prevalencia, intensidad y abundancia parasitaria de cada mes. Se recolectaron un total de 157,651 hidromedusas, de las cuales 1,414 presentaron infección y se extrajeron 4,153 metacercarias. Los parásitos corresponden a las especies *Opechona pyriforme* y siete individuos de *Opechona bacillaris*. La prevalencia y abundancia de *Bougainvillia superciliaris* fue similar entre los meses (mientras que la intensidad fue mayor en febrero; en *Liriope tetraphylla* la mayor prevalencia ocurrió en febrero, la abundancia fue mayor en febrero y noviembre y la intensidad fue mayor en noviembre. En *Eucheilota maculata*, *Bougainvillia carolinensis* y *Bougainvillia muscus* la prevalencia, intensidad y abundancia parasitaria no fueron estadísticamente significativas entre los meses. De manera intraespecífica, *L. tetraphylla* presentó la mayor prevalencia y abundancia, sin embargo, la intensidad fue mayor en esta especie y *B. superciliaris*. Las hidromedusas que presentaron una correlación negativa del diámetro umbrelar y la prevalencia fueron: *B. superciliaris*, *L. tetraphylla* y *E. maculata*, por otro lado, se observó una asociación directa entre el diámetro umbrelar y la intensidad en las especies *B. superciliaris* y *B. carolinensis*, sin embargo, en las otras hidromedusas hospederas las variables no se correlacionaron. Por otro lado, la intensidad y temperatura se correlacionaron de manera negativa, mientras que con la salinidad no se mostró ningún grado de asociación. Las hidromedusas analizadas corresponden a nuevos registros de hospederos para el golfo de México, así como la determinación de metacercarias de *O. bacillaris*.

ABSTRACT

Digeneans are parasites of economic importance in fisheries because they can cause a reduction in fecundity, changes in behavior or death of the host. Hydromedusae play an important role as intermediary hosts for different species of trematodes of the families Faustilidae, Fellodistomidae, Hemiuridae and Lepocreadiidae. Parasitism was analyzed in the dominant hydromedusae species in the Tamiahua lagoon during an annual cycle in 2011. The specimens were collected in 22 stations distributed throughout the lagoon during the months of february, may, august and november. The diameter of the host's umbrella was measured using the AxioVision Rel. 4.4 software coupled to a Carl Zeiss stereomicroscope model SV 11. Subsequently, the prevalence, intensity and parasitic abundance of each month were calculated. A total of 157,651 hydromedusae were collected, of which 1,414 presented infection and 4,153 metacercariae were extracted. The parasites correspond to the species *Opechona pyriforme* and seven individuals of *Opechona bacillaris*. The prevalence and abundance of *B. superciliaris* was similar between months, while the intensity was higher in february; in *Liriope tetraphylla* the highest prevalence occurred in february, the abundance was higher in february and november and the intensity was higher in november. In *Eucheilota maculata*, *Bougainvillia carolinensis* and *Bougainvillia muscus* the parasitic prevalence, intensity and abundance were not statistically significant between the months. Intraspecifically, *L. tetraphylla* presented the highest prevalence and abundance, however, the intensity was higher in this species and *B. superciliaris*. The hydromedusae that presented a negative correlation of the umbrelar diameter and the prevalence were: *B. superciliaris*, *L. tetraphylla* and *E. maculata*, on the other hand, a direct association was observed between the umbrelar diameter and the intensity in the species *B. superciliaris* and *B. carolinensis*, however, in the other host hydromedusae, the variables did not correlate. On the other hand, the intensity and temperature were negatively correlated, whereas no degree of association was shown with salinity. The hydromedusae analyzed correspond to new records of hosts for the gulf of Mexico, as well as the determination of metacercariae of *O. bacillaris*.

INTRODUCCIÓN

En el litoral del Golfo de México, destacan por su magnitud la laguna Madre en Tamaulipas, laguna de Términos en Campeche y la laguna de Tamiahua en Veracruz, ésta última fue un ecosistema particularmente importante debido a los altos volúmenes de producción ostrícola en los años 60 (Franco-López y Chávez-López, 1992), aunque también existen otros recursos pesqueros aprovechados por las cooperativas, por mencionar algunos: jaiba (*Callinectes sapidus* y *C. rathbunae*), camarón (*Litopenaeus setiferus* y *Farfantepenaeus aztecus*) (Palacios-Fest y Chávez, 1994), cangrejo azul (*Cardiosoma guanhumi*), cangrejo moro (*Ucides cordatus*), algunas especies de lutjánidos (*Lutjanus campechanus*, *L. griseus* y *L. cyanoptera*), lisa (*Mugil cephalus*), lebrancha (*Mugil curema*), trucha de mar (*Cynoscion nebulosus* y *C. arenarius*), corvina (*Sciaenops ocellatus*), gurrubata (*Micropogonias undulatus*) y robalo (*Centropomus undecimalis*) (INAPESCA, 2004).

La laguna de Tamiahua ha sufrido varias alteraciones, como lo fue el dragado de la boca de Corazones en 1973, en 1978 se abrió la boca artificial de Tampachichi lo cual creó una zona hidráulicamente estática entre las islas del Ídolo y de Juan A. Ramírez y modificó las condiciones provocando un incremento de la salinidad y favoreciendo la incursión de especies marinas como lo fue el turbelario parásito *Stylochus ellipticus* que en 1989 invadió completamente la laguna provocando la muerte del 80% del ostión *Crassostrea virginica* (Gómez-Aguirre y Beltrán-Barbosa, 1988), sin embargo, la apertura de esta boca artificial quedó inconclusa y dos años más tarde se cerró por efecto de los vientos del norte lo que favorece su bloqueo por causa del relleno sedimentario inducido por el acarreo litoral (Palacios-Fest y Chávez, 1994). Debido al frecuente azolve por los sedimentos provenientes del río Pánuco, en la década de los 2000 se iniciaron trabajos de rehabilitación, prolongación de escolleras y apertura permanente de las bocas Corazones y Tampachichi (Sagarpa-Conapesca, 2007, 2008).

En el año 2005, esta laguna fue decretada un humedal de importancia internacional (RAMSAR, 2005), de acuerdo con la Comisión Nacional para el Manejo y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2017) este sistema pertenece a la Región Marina Prioritaria 47, Pueblo Viejo-Tamiahua por presentar una alta biodiversidad en moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, tortugas y una zona de anidación, migración y reproducción

de tortugas, aves y peces (Arriaga-Cabrera *et al.*, 1998), también pertenece a la Región Terrestre Prioritaria 103 Laguna de Tamiahua debido a que es el manglar más grande que aún queda al norte del Papaloapan, existe una zona de playa importante para el desove de tortuga y representa también una de las lagunas más ricas en especies de peces (Arriaga *et al.*, 2000), de las cuales están reportadas 143 especies (Abarca-Arenas *et al.*, 2012). Sobre hidromedusas los primeros registros fueron llevados a cabo por Signoret (1969), en el cual registra a las especies *Bougainvillia niobe* y *Blackfordia virginica*, posteriormente Gómez-Aguirre (1977) menciona a *Obelia* sp.

Las medusas pertenecen al Phylum Cnidaria que a su vez se divide en cinco clases: Anthozoa, Cubozoa, Hydrozoa, Scyphozoa y Staurozoa (Daly *et al.*, 2007). Las hidromedusas pertenecen a la Clase Hydrozoa, la cual comprende dos subclases: Hydroidolina y Trachylina (Collins, 2002) que en conjunto tienen aproximadamente 3,666 especies válidas (Schuchert, 2011). En México se han registrado 151 especies de hidromedusas en ambos litorales (Segura-Puertas *et al.*, 2003), de las cuales 98 se encuentran en el golfo de México, de éstas 72 especies se registraron en aguas estuarinas y/o neríticas, 27 en la región oceánica y 18 en aguas profundas (Segura-Puertas *et al.*, 2009).

El ciclo de vida general de las hidromedusas se puede dividir en dos tipos principales: meroplanctónico y holoplanctónico, el primero involucra la alternancia de generaciones entre las fases hidroide-medusa y en el segundo carece de la fase hidroide, además existen ciclos de vida en donde la fase medusa está ausente, otros que presentan una etapa enquistada embrionaria (Boero *et al.*, 1992) o la formación de la fase medusa originada a partir de un único hidroide (Bouillon, 1983).

En las redes tróficas las medusas juegan un papel importante como depredadores y/o competidores debido a que se alimentan de los huevos, larvas y adultos de la mayoría de los organismos bentónicos, planctónicos y nectónicos, también promueven una alta biodiversidad debido a que durante la proliferación de sus poblaciones se alimenta de especies potencialmente dominantes, a pesar de ello, también tienen efectos negativos sobre las especies de interés comercial (Boero *et al.*, 2005), sin embargo, también son presas de algunos peces medusívoros, por ejemplo *Stromateus brasiliensis* y *Trachurus lathami* (Díaz-Briz *et al.*,

2015), aunque el número de especies de peces que se alimentan exclusivamente de organismos gelatinosos es pequeño (Arai, 2005).

La fase medusa también es reconocida como hospedero intermediario y dispersora de algunas especies de parásitos digéneos de las familias Faustilidae, Fellodistomidae, Hemiuridae y Lepocreadiidae, por ejemplo las hidromedusas del género *Eirene* sp. son parasitadas por *Opechona pyriforme* (Gómez del Prado-Rosas *et al.*, 2000; Martell-Hernández *et al.*, 2011) y *Clytia* sp. son parasitadas por *Monascus filiformis* (Girola *et al.*, 1992) y *Bacciger* sp. (Martorelli, 2001).

Estos parásitos de medusas pertenecen a la clase Trematoda que está integrada por dos subclases: Aspidogastrea y Digenea, ambas comúnmente conocidas como duelas (Schmidth y Roberts, 2009). Se han registrado 18,000 especies de esta clase a nivel mundial (Overstreet *et al.*, 2009), de las cuales 80 corresponden a los aspidogastreaos y el resto a los digéneos (Rohde, 2005). De ambas subclases se reconocen cerca de 5,000 especies como parásitos de peces (Cribb, 2005), por lo que esta clase probablemente sea el grupo más grande de endoparásitos (Cribb *et al.*, 2001).

La subclase Aspidogastrea se caracteriza por la presencia de un gran disco adhesivo ventral que consiste en una serie de surcos transversos o discos suctorios (Schmidth y Roberts, 2009). Son parásitos de moluscos como primer hospedero y de vertebrados como hospederos definitivos facultativos (la maduración puede ocurrir en el molusco) u obligados (la maduración se produce después de la ingestión por el molusco) (Rohde, 2002). Infechan a hospederos de ambientes dulceacuícolas y marinos (Alves *et al.*, 2015). Esta subclase es de considerable interés biológico debido a que presenta características ancestrales de adaptación a la vida parasitaria y un ciclo de vida simple (solo un hospedero intermediario) (Rohde, 2002), por lo que ha sido considerada como un eslabón entre los organismos de vida libre y parásitos (Schmidth y Roberts, 2009).

Los integrantes de la subclase Digenea se caracterizan por la presencia de dos ventosas: una anterior llamada también oral porque suele rodear a la boca y otra ventral llamada acetábulo (Schmidth y Roberts, 2009), son parásitos internos de diferentes grupos de vertebrados e invertebrados marinos (Martorelli, 2001). Durante su ciclo de vida utilizan dos o más

invertebrados como hospederos intermediarios (Martorelli y Cremonete, 1998; Overstreet *et al.*, 2009) y como hospedero definitivo infectan a un vertebrado marino (Nogueira Jr. *et al.*, 2015), en donde la transmisión es a menudo asegurada por las relaciones tróficas que ocurren entre los hospederos (Marcogliese, 1995).

Esta subclase es de importancia económica debido a que suelen localizarse por debajo de las escamas, sobre las branquias, en la vejiga natatoria, en el tejido conectivo, gónadas y sistema circulatorio (Cribb *et al.*, 2003), ocasionando pérdidas en las pesquerías debido a que causan reducción en la fecundidad, cambios en el comportamiento e incluso la muerte (Barber *et al.*, 2000), por ejemplo Lemly y Esch (1984) mencionan que el tremátodo *Uvulifer ambliplitis* induce la mortalidad del 10 al 20% en la etapa juvenil del pez hospedero *Lepomis macrochirus* durante el invierno en Reed's Pond, Carolina del Norte.

El ciclo de vida de un digéneo comienza cuando los huevos son liberados al medio junto con las heces del hospedero definitivo, de donde eclosiona el miracidio, larva de vida libre que penetra a un molusco como primer hospedero intermediario para desarrollarse en esporocisto (Fig. 1) (Schmidh y Roberts, 2009), en esta etapa ocurre una primera reproducción asexual, formándose numerosas esferas en su interior que incrementarán su tamaño y se diferenciarán en redias, en esta fase se lleva a cabo una segunda reproducción asexual para producir las cercarias (Whitfield y Evans, 1983), las cuales presentan diferentes estrategias de dispersión y adaptaciones para acceder al siguiente hospedero, por ejemplo, algunas cercarias son organismos de vida libre y otras pueden enquistarse en diferentes sustratos o mimetizarse con las larvas de crustáceos con el fin de ser consumidas por el siguiente hospedero, entre ellos los copépodos como *Acartia lilljeborgii* (Gómez del Prado-Rosas *et al.*, 2011), el ctenóforo *Mnemiopsis leidyi* (Martorelli, 2001), el quetognato *Sagitta friderici* (Daponte *et al.*, 2008) y varias especies de hidromedusas (Díaz-Briz *et al.*, 2015), permaneciendo en el interior hasta que éste sea ingerido por el hospedero definitivo (Niewiadomska y Pojmańska, 2011), como el pez *Stenotomus chrysops* (Stunkard, 1980).

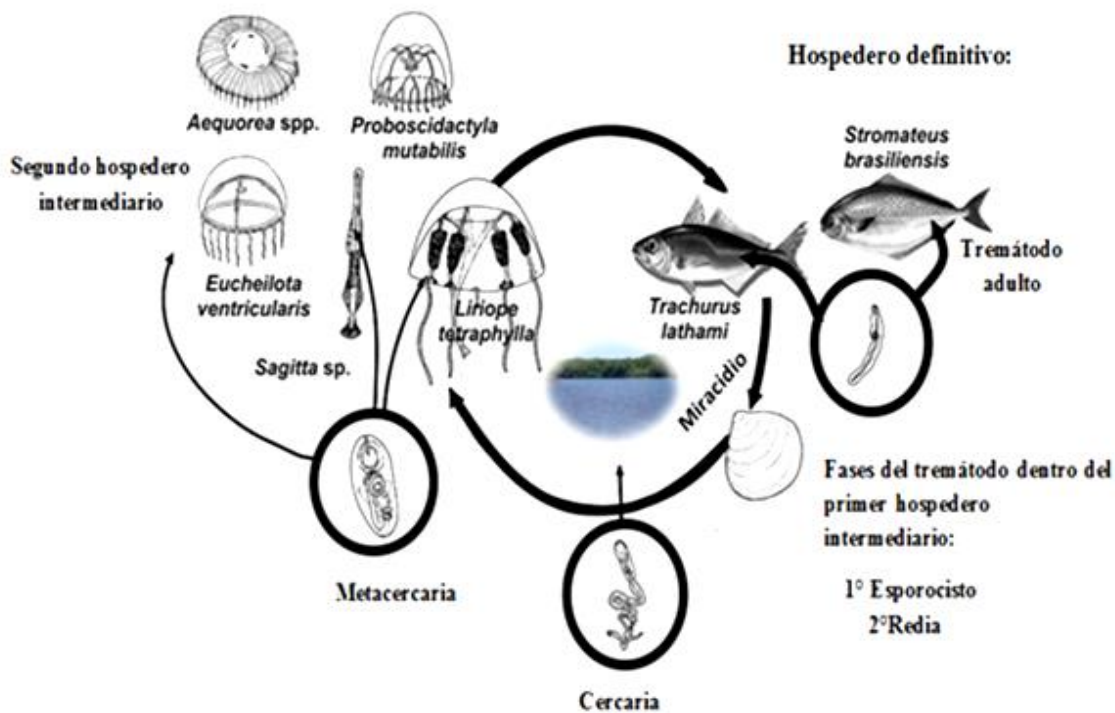


Figura 1. Ciclo de vida de los digéneos. Modificado de Díaz-Briz *et al.* (2015).

Antecedentes

Se han realizado diferentes trabajos en dicha laguna, por ejemplo: estudios de batimetría, sedimentología, meteorología, hidrología, estimación de biomasa planctónica, ictiofauna y recurso ostrícola (Villalobos *et al.*, 1976), diversidad y abundancia del ictioplancton (Flores-Coto *et al.*, 1983), análisis de la estructura de la comunidad ictioplanctónica (Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez, 2016), mientras que Gaspar-Dillanes *et al.* (1995) y Díaz-Ávalos *et al.* (2003) evaluaron la biomasa en desove de *Anchoa mitchilli* y observaron una menor abundancia de los huevos relacionado con una mayor presencia de cnidarios.

Son pocos los trabajos realizados sobre tremátodos parásitos en cnidarios y aun más escasos aquellos que registran índices parasitarios, dichos trabajos son los realizados en el océano Atlántico por Girola *et al.* (1992) donde mencionan a *Monascus filiformis* infectando a *Liriope tetraphylla*, una prevalencia de 13.58% y una intensidad de 1 a 9 metacercarias en los meses de mayo-junio, posteriormente Martorelli (1996) determina metacercarias de *Opechona* sp.

infectando a *Clytia* sp. con una prevalencia e intensidad de 25% y 1-6 metacercarias respectivamente, después Martorelli (2001), registra a *Opechona* sp. parasitando a *Clytia* sp., *L. tetraphylla* y *Mnemiopsis leidyi* cuyas prevalencias e intensidades fueron (17%, 1-7; 5%, 1-2 y 30%, 2-20 respectivamente) entre los años 1996 y 1998. Años más adelante Díaz-Briz *et al.* (2012) encontraron 17 especies de cniadios infectados por metacercarias de *Bacciger* sp., un hemiúrido, *M. filiformis* y *Opechona* sp., de los cuales los dos últimos fueron los más frecuentes con prevalencias de 0.1-80.2% en *L. tetraphylla*, 0.2-64.7% en *Eucheilota ventricularis* y 33.3% en *Clytia simples*.

Particularmente en el litoral del golfo de México se tiene el estudio Martell-Hernández *et al.* (2011) y Gómez del Prado Rosas *et al.* (2000) en el Caribe mexicano, ambos autores determinaron a *Opechona pyriforme*, en el primero mencionan la infección en *Eirene lactea* con una prevalencia de 0.39% y una intensidad media de 1.5 metacercarias/hospedero y en el segundo a *Eirene tenuis* con una prevalencia de 3.74%, una abundancia de 0.06 y una intensidad de 1-59 metacercarias.

Durante el período de 1958 al 2016, a nivel mundial, se han registrado dos familias, seis géneros y siete especies de tremátodos digéneos infectando a cuatro especies de escifomedusas y dos especies de ctenóforos, siendo las hidromedusas los organismos mejor representados como hospederos intermediarios con un total de 11 especies (nueve de la Subclase Hydroidolina y dos de la Subclase Trachylina) (Tabla 1).

Tabla 1. Registro de digéneos que infectan a diferentes especies de hidromedusas°, escifomedusas* y ctenóforos+

Parásitos	Especies de medusas hospederas	Región geográfica y localidad	Autor (año)
<i>Aponurus</i> sp.	<i>Aequorea pensilis</i> °	Océano Indico Bahía de Bengala, India	Rao (1958)
<i>Lepotrema clavatum</i> , <i>Cephalolepidapedon saba</i> y <i>Opechona olssoni</i>	<i>Aurelia aurita</i> *, <i>Chrysaora pacifica</i> * y <i>Cyanea nozakii</i> *	Océano Pacífico Mar interior de Seto, Oeste de Japón	Kondo <i>et al.</i> (2016)
<i>Opechona bacillaris</i>	<i>Obelia</i> sp.°, <i>Cosmetira pilosella</i> °, <i>Neoturris pileata</i> °, <i>Clytia hemisphaerica</i> ° y <i>Pleurobrachia pileus</i> +	Océano Atlántico Noreste Plymouth, Inglaterra	Lebour (1916)
<i>Opechona bacillaris</i>	<i>Pleurobrachia pileus</i> +	Bahía Galway, Irlanda Occidental	Yip (1984)
<i>Opechona bacillaris</i>	<i>Bougainvillia carolinensis</i> °, <i>Gonionemus vertens</i> ° y <i>Chrysaora quinquecirrha</i> *	Wood Hole, Massachusetts, E.U.A.	Stunkard (1970)
<i>Opechona pyriforme</i>	<i>Pelagia noctiluca</i> ° y <i>Aequorea forkalea</i> °	Wood Hole, Massachusetts, E.U.A.	Stunkard (1983)
<i>Opechona pyriforme</i>	<i>Eirene tenuis</i> °	Golfo de México Laguna Madre, Tamaulipas, México	Martell-Hernández <i>et al.</i> (2011)
<i>Opechona pyriforme</i>	<i>Eirene lactea</i> °	Caribe Mexicano Laguna arrecifal, Puerto Morelos, Quintana Roo, México	Gómez del Prado Rosas <i>et al.</i> , (2000)

Tabla 2 (Continuación). Registro de digéneos que infectan a diferentes especies de hidromedusas°, escifomedusas* y ctenóforos+

Parásitos	Especies de medusas hospederas	Región geográfica y localidad	Autor (año)
<i>Monascus filiformis</i>	<i>Clytia</i> sp. ^o , <i>Liriope tetraphylla</i> ^o , <i>Eucheilota ventricularis</i> ^o y <i>Aglauroopsis kawari</i> ^o	Océano Atlántico Suroeste Zona común de pesca Argentino-Uruguaya	Girola <i>et al.</i> (1992)
<i>Opechona</i> sp.	<i>Liriope tetraphylla</i> ^o y <i>Clytia</i> sp. ^o	Mar de Plata, Argentina	Martorelli (1996)
<i>Bacciger</i> sp. y Fam. Hemiuridae	<i>Clytia</i> sp. ^o y <i>Mnemiopsis leidyi</i> ⁺	Mar de Plata, Argentina	Martorelli (2001)
<i>Opechona</i> sp.	<i>Liriope tetraphylla</i> ^o , <i>Clytia</i> sp. ^o y <i>Mnemiopsis leidyi</i> ⁺	Mar de Plata, Argentina	Martorelli (2001)
<i>Opechona</i> sp.	<i>Lychnorhiza lucerna</i> *, <i>Chrysaora láctea</i> *, <i>Mnemiopsis leidyi</i> ⁺ y <i>Beroe</i> sp.	Cananeia, Sao Paulo, Brazil	Morandini <i>et al.</i> (2005)
<i>Monascus filiformis</i> , <i>Opechona</i> sp., <i>Bacciger</i> sp. y Fam. Hemiuridae	<i>Liriope tetraphylla</i> ^o y <i>Eucheilota ventricularis</i> ^o	Plataforma continental de Brasil, Uruguay y Argentina	Días-Briz <i>et al.</i> (2012)
<i>Monascus filiformis</i>	<i>Bougainvillia pagesi</i> ^o	Estuario del Río de la Plata, Uruguay	Failla-Siquier (2014)
<i>Opechona</i> sp.	<i>Lychnorhiza lucerna</i> * y <i>Chrysaora láctea</i> *	Costas del Estado de Paraná, Brazil	Nogueira-Junior <i>et al.</i> (2015)

JUSTIFICACIÓN

Las hidromedusas juegan un papel importante como hospederos intermediarios y como dispersoras de diferentes especies de digéneos en la etapa de metacercaria, por lo que estos

organismos actúan como un eslabón primordial en la transmisión de estos parásitos al hospedero definitivo a través de las redes tróficas marinas y/o costeras. La laguna de Tamiahua sufrió un proceso de salinización por la apertura de la Boca de Tampachichi, está catalogada como un humedal de importancia internacional y pertenece a las Regiones Terrestre y Marina Prioritaria, sin embargo, poco se conoce de los helmintos que infectan a las especies de este ecosistema, por lo que caracterizar la infección parasitaria de las metacercarias de tremátodos digéneos contribuirá al conocimiento y comportamiento del parasitismo en las especies dominantes de hidromedusas durante un ciclo anual.

HIPÓTESIS

Si las hidromedusas presentan proliferaciones masivas, un ciclo de vida holoplanctónico o meroplanctónico y algunas especies son utilizadas como hospederos intermediarios por diferentes especies de tremátodos, se espera que el parasitismo sea mayor durante la época de mayor abundancia, en las especies holoplanctónicas y que esté asociado con la talla de los hospederos.

OBJETIVO GENERAL

- Analizar la infección parasitaria de metacercarias de los tremátodos digéneos en las especies dominantes de hidromedusas en la Laguna de Tamiahua durante un ciclo anual.

Objetivos particulares

- Determinar las especies de hidromedusas dominantes de la Laguna de Tamiahua

- Determinar a nivel de género y/o especie las metacercarias que parasitan a las hidromedusas de la Laguna de Tamiahua
- Comparar los índices ecológicos parasitarios en cada especie de hidromedusa por épocas climáticas y entre las especies
- Relacionar los índices ecológicos de las metacercarias con la talla del hospedero y los parámetros ambientales

METODOLOGÍA

Área de estudio

La Laguna de Tamiahua se localiza en la porción media occidental de las costas del Golfo de México (21° 06' a 22° 06' lat. N. y 97° 23' a 97° 23' a 97° 46' long. W) al norte del Estado de Veracruz, entre los ríos Pánuco al norte y Tuxpan al sur (Villalobos *et al.*, 1976). Su longitud aproximada es de 85 km (medida del canal de La Ribera hasta la Boca de Corazones) y 18 km de ancho, con una profundidad promedio de 3 m hacia la región central; está separada del mar por una barra arenosa de anchura variable a lo largo de la laguna llamada Cabo Rojo, cortada en la porción norte por la Boca de Tampachichi de origen artificial, abierta en 1978 de 200 m de ancho y en el sur por la Boca de Corazones de origen natural permanentemente abierta; consta de varias islas dispuestas de norte a sur, Juan A. Ramírez, Burros, del Toro y del Ídolo (Reséndez-Medina, 1970).

En la región el clima es (A)C(f)(e)w que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias fuertes en verano y seco en el invierno, su precipitación promedio anual es de 2202.9 mm y temperatura media anual de 18 °C, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C, con presencia de canícula (García, 2004).

Trabajo de campo

Se recolectaron muestras de zooplancton en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre del 2011, en 22 estaciones distribuidas de la siguiente forma: 10 en la zona norte desde Tampico Alto hasta la isla de Burros, al sur de la isla Juan A. Ramírez y 12 en la zona sur desde la desembocadura del estero Cucharas e isla del Toro hasta la boca de Corazones (Fig.

2). Los muestreos se efectuaron con una red cónica para zooplancton con apertura de malla de 500 μm y diámetro de la boca de 0.5 m, a la cual se le colocó un flujómetro para calcular el volumen del agua filtrada, los arrastres se realizaron en la capa superficial del agua (0.5-0 m) siguiendo una trayectoria circular durante 5 minutos, simultáneamente se registró la salinidad y la temperatura del agua superficial. Las muestras recolectadas inmediatamente se colocaron en contenedores de plástico y se fijaron con formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio.

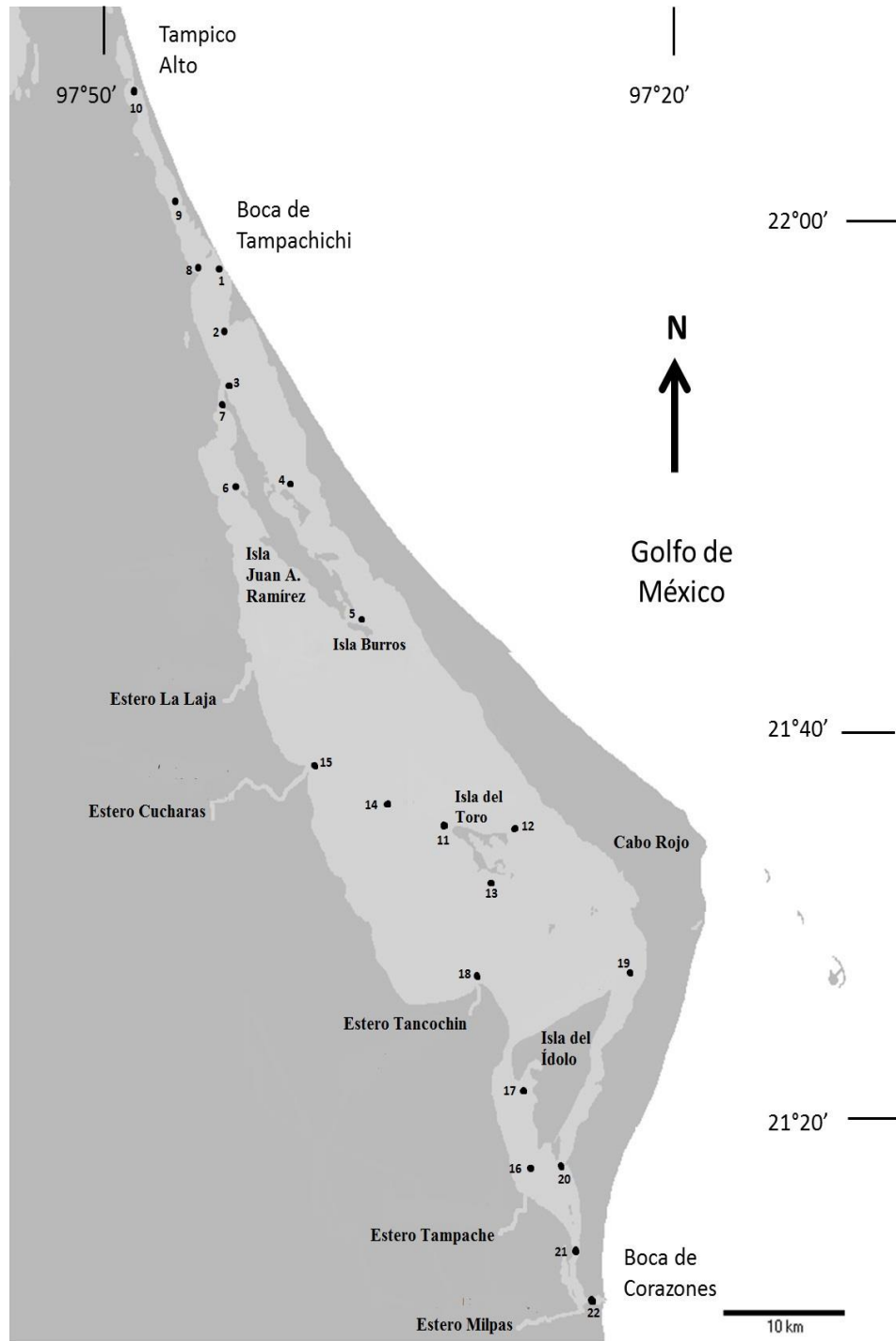


Figura 2. Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo en laguna de Tamiahua, Veracruz.

Meteorología e Hidrología

Para poder delimitar las épocas climáticas, se elaboró un climograma con los datos de precipitación y temperatura promedio mensual del año 2011 solicitados a la CONAGUA (estación meteorológica Tuxpan). Con los datos de temperatura y salinidad de las 22 estaciones durante el ciclo anual, se realizaron gráficos que permitieron interpretar la variación de estas variables ambientales con el climograma en la Laguna de Tamiahua.

Procesamiento de las hidromedusas

Las hidromedusas fueron separadas de las muestras y se determinó la especie en un microscopio estereoscópico y con ayuda de literatura especializada en taxonomía de medusas, como la desarrollada por Mayer (1910), Kramp (1959, 1961), Bouillon (1999) y Bouillon *et al.*, (2004).

Las especies de hidromedusas dominantes fueron revisadas en sus diferentes estructuras para localizar las metacercarias: gónadas, mesoglea, zona inter-radial de la umbrela, cavidad gástrica, tentáculos y canales radiales, registrando el número de parásitos presentes en cada hospedero, el número de parásitos totales y el número de individuos parasitados por especie, por estación y época. Además se tomaron medidas del diámetro umbrelar (mm) a través de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss modelo SV11 Axiostar, la cámara fotográfica AxioCam MCr. y el software AxioVision Rel. 4.4.

Procesamiento de las metacercarias

Las metacercarias fueron extraídas con ayuda de pinzas y agujas de disección, se colocaron en agua destilada por 24 horas para eliminar la formalina del organismo y fueron puestas en viales con alcohol etílico al 70%. Para observar la morfología interna se procesaron con la técnica de Salgado-Maldonado (1979) (con modificaciones en el tiempo y en el uso de hematoxilina de Harris) la cual se describe a continuación:

Los parásitos preservados en alcohol etílico 70%, fueron hidratados en una serie gradual de alcohol etílico al 50% y 30% hasta agua destilada (durante 10 minutos en cada cambio), después se tiñieron en hematoxilina de Harris durante 5 minutos, en seguida se lavaron con agua destilada para eliminar el exceso de colorante, posteriormente se les adicionaron 10 gotas

de agua acidulada al 2% con ácido clorhídrico hasta que el parásito tomó un color rosa pálido, posteriormente se lavaron en agua destilada durante 10 segundos para eliminar el agua acidulada, en seguida se enjuagaron en agua de la llave hasta virar a color azul pálido o violeta (10 segundos), para continuar se hicieron cambios en alcoholes al 30%, 50%, 70%, 96% para deshidratarlas (durante 10 minutos en cada cambio) hasta alcohol absoluto (dos cambios de 10 minutos cada uno), para finalizar se aclararon en aceite de clavo y se montaron en un porta objetos con bálsamo del Canadá para obtener preparaciones permanentes.

Para determinar la especie se utilizó la literatura especializada: Stunkard (1969), Køie (1975), Yamaguti (1975) Bray y Gibson (1990), Bray y Cribb (1998), Gómez del Prado-Rosas *et al.* (2000) y Bray (2005), tomando en cuenta los datos morfométricos de sus diferentes estructuras como son: longitud y ancho corporal, de la ventosa oral y del acetábulo, además de caracteres cualitativos como: presencia de espinas en el tegumento, presencia de pigmentos ocelares, posición de ambas ventosas con respecto al cuerpo, forma de la vesícula excretora, sitio de bifurcación de los ciegos intestinales, forma y posición de los primordios de las gónadas, así como caracteres merísticos: número de papilas en el acetábulo y la proporción del ancho del acetábulo con respecto a la ventosa oral. Además como característica adicional se registró una nueva medida: la relación de la longitud total del parásito con la distancia entre las ventosas. Dichas características son observadas y medidas con el uso de un microscopio compuesto Carl Zeiss, la cámara fotográfica AxioCam MCr y el software AxioVision Rel. 4.4. Todas las medidas están dadas en micras y están representadas mediante el promedio y la desviación estándar.

Finalmente, el material determinado será depositado en la Colección de Peces e Invertebrados Marinos y Estuarinos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN. Secciones: Invertebrados Planctónicos y Parásitos.

Parámetros ecológicos

Para definir a las especies dominantes se utilizó el índice del valor de importancia (*IVI*) modificado de Krebs (1985).

$$IVI = (Ari + Fri)$$

donde:

IVI: valor de importancia de la especie *i*

Ari: abundancia relativa de la especie *i* (calculado con los datos de cada estación en cada mes)

Fri: frecuencia relativa de la especie *i* (expresado en porcentaje, se asigna el 25% por cada mes de presencia)

La prevalencia, intensidad, intensidad media y abundancia parasitaria se determinó para cada especie de parásito por especie de hospedero por estación y época de muestreo siguiendo las definiciones de Bush *et al.* (1997).

Abundancia: número promedio de metacercarias encontradas en la muestra de una especie de hidromedusa por estación de muestreo y/o época del ciclo anual

$$A = M/H$$

donde:

A = Abundancia promedio

M: número total de metacercarias de la misma especie de parásito en la muestra examinada

H: número total de individuos de hidromedusas (infectadas y no infectadas)

Intensidad: intervalo de metarcercarias de la misma especie localizadas en una especie de hidromedusa por época

Intensidad media: promedio del número de metacercarias presentes en cada hidromedusa en una estación de muestreo por época

Prevalencia: porcentaje de infección de una especie de metacercaria en una especie hidromedusa analizada por época

$$P = 100(h/H)$$

donde:

P: prevalencia

h: número de hospederos parasitados

H: número de hospederos examinados

Análisis de los datos

Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas de la prevalencia, intensidad y abundancia parasitaria entre las épocas climáticas de cada especie y entre las especies holoplanctónicas y meroplanctónicas, se realizaron los siguientes pasos, primero se calcularon los índices parasitarios en cada estación por época climática para cada una de las especies de hidromedusas, después los datos fueron sometidos a una prueba de normalidad Shapiro-Wilk (estandarizando con $\log(x+1)$ a los datos que no cumplieron con la normalidad, x es cada uno de los índices calculados), posteriormente se realizó una prueba de ANOVA de una vía y posteriormente la prueba de Tukey (para aquellos resultados que presentaran diferencias significativas).

Para determinar el grado de asociación entre el diámetro de la umbrela y su correspondiente prevalencia e intensidad parasitaria, así como para la temperatura y salinidad, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (Zar, 1999).

Para separar las especies de metacercarias se utilizó un análisis discriminante que nos ayudó a determinar las variables que fueron útiles para discriminar entre especies, estas fueron: longitud y ancho del cuerpo y de de ambas ventosas; longitud de la faringe; proporción de la distancia entre las ventosas en relación con la longitud corporal y la proporción del ancho del acetábulo en relación con el ancho de la ventosa oral.

Todas las pruebas se realizan con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ utilizando el software PAST 3.16 (Hammer, 2017).

RESULTADOS

Meteorología

En la laguna de Tamiahua se observó una marcada estacionalidad climática, debido a la baja precipitación; se determinó que la temporada de secas inició en el mes de diciembre (32.6 mm), teniendo los meses con escasa y nula precipitación de marzo a mayo (4.7 a 0.0 mm) con una temperatura y evaporación máxima (27.19 °C y 143.22 mm respectivamente). La época de lluvias comenzó en junio con un mayor nivel de precipitación (222.3 mm) y finalizó en noviembre (142.5 mm). Los “nortes” empezaron desde noviembre cuando la temperatura tuvo una marcada disminución hasta el mes de febrero (17.6 °C), mes donde finalizan debido al incremento de la temperatura en el mes de marzo (23.8 °C) (Fig. 3).

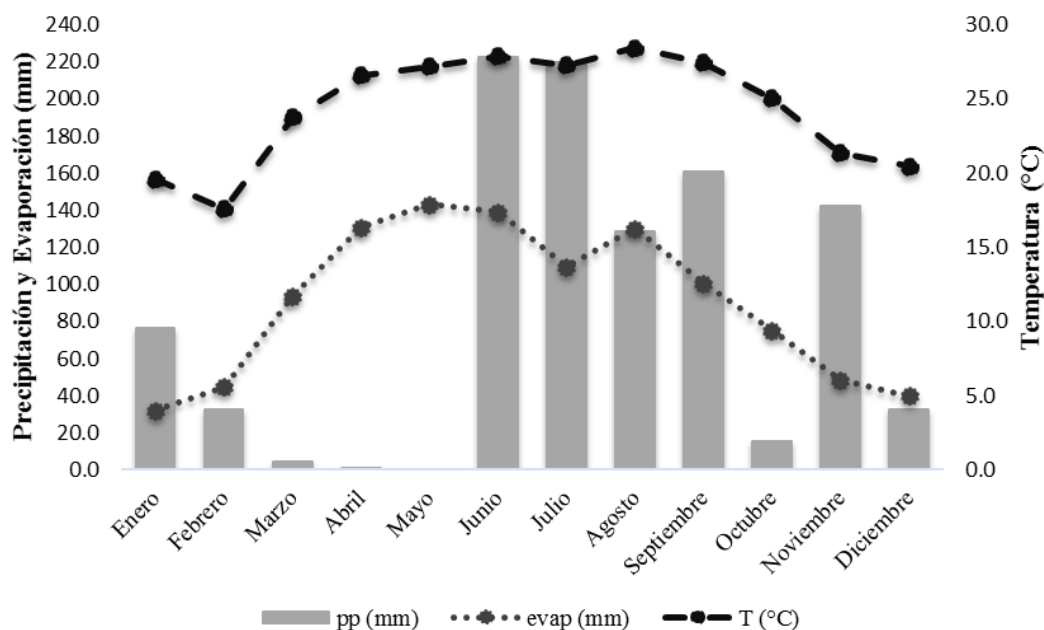


Figura 3. Precipitación total (mm), promedio mensual de temperatura ambiental (°C) y evaporación (mm) de la Estación Meteorológica de Tuxpan, Sistema Meteorológico Nacional, CONAGUA, 2011.

Hidrología

El agua superficial de la laguna presentó los valores más bajos de temperatura en febrero (13 °C–18.5 °C), se puede observar que durante este mes en la parte norte de la laguna fueron mayores (15.5 a 18.5 °C) a las registradas en la región sur (13 a 14 °C). Los valores más altos de temperatura se registraron en el mes de agosto (24 a 34 °C) (Fig. 4).

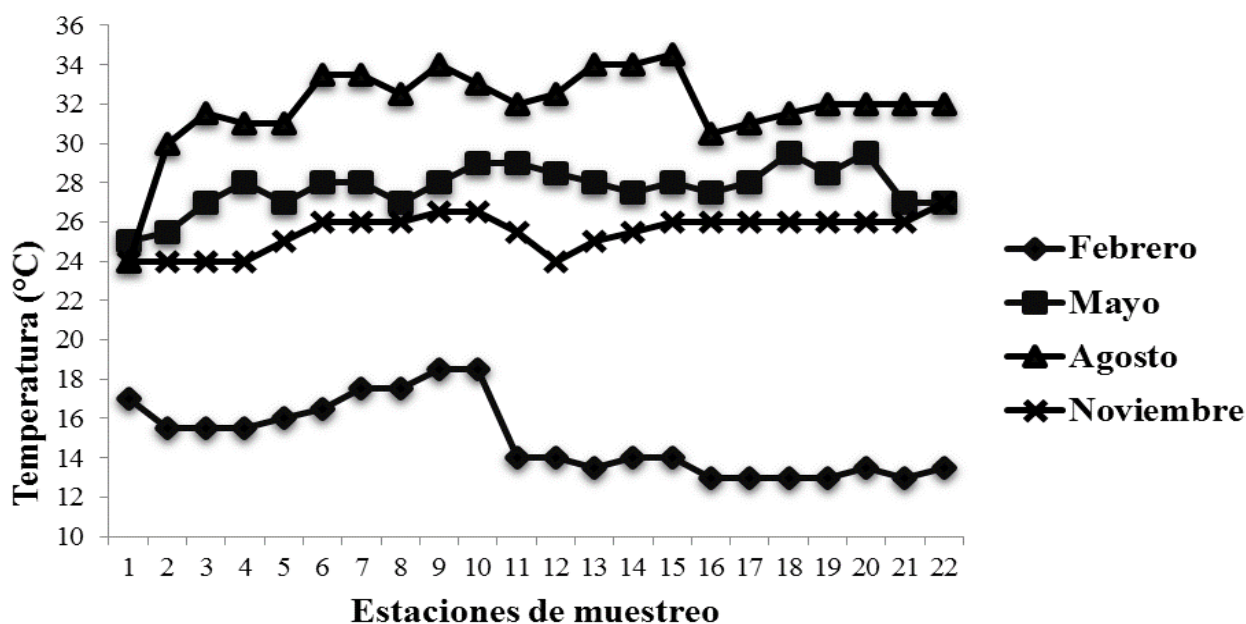


Figura 4. Variación mensual de la temperatura del agua superficial durante el ciclo anual. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

En la laguna la salinidad fue alta (34-37) en el extremo norte (estación 1) y en el extremo sur (estación 22) durante el ciclo anual, debido a que estas estaciones se encuentran ubicadas en las bocas de Tampachichi y Corazones respectivamente, donde se tiene una influencia permanente de agua marina. Particularmente en mayo cuando está por terminar la temporada de secas se observan altas salinidades (30-37) en la mayoría de las estaciones. En agosto las estaciones 9 y 10 presentaron salinidades bajas 8 y 2 respectivamente debido a las altas precipitaciones durante la temporada de lluvias, además de que tienen una alta influencia de agua dulce del río Pánuco a través del canal El Chijol, así mismo la estación 18 tuvo una baja salinidad (13) debido a que se localiza cerca de la desembocadura del estero Tancochin. En noviembre también las estaciones 10 y 18 presentaron baja salinidad por la influencia de las desembocaduras de agua dulce, la temporada de lluvias-nortes (Fig. 5).

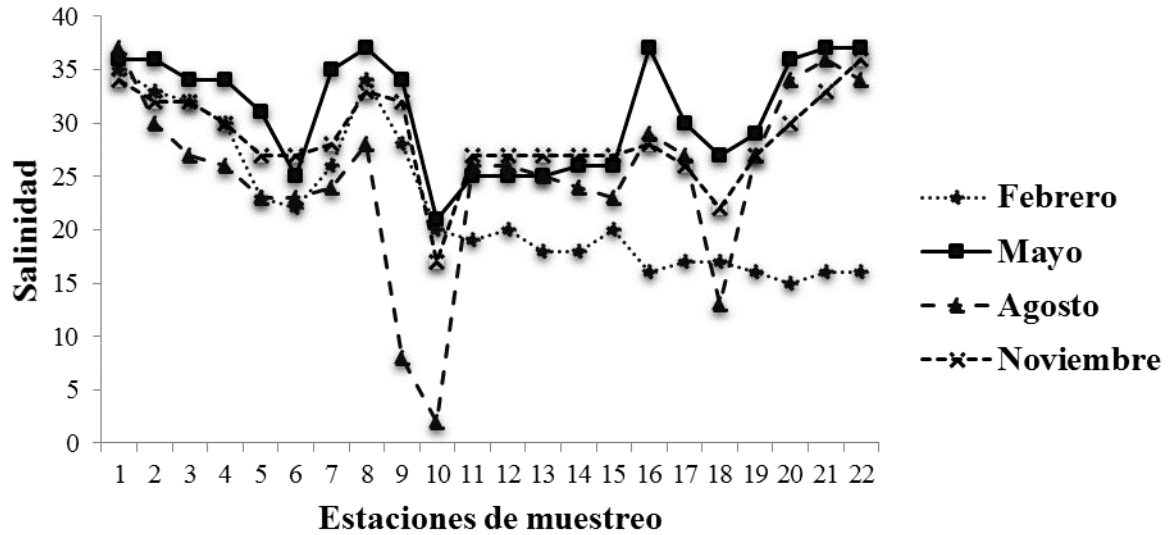


Figura 5. Variación mensual de la salinidad durante el ciclo anual. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

Abundancia de hidromedusas

Se recolectaron un total de 157,651 hidromedusas durante el ciclo anual. Las especies dominantes por su mayor abundancia fueron: *Bougainvillia superciliaris* (3664.94 ind./100 m³), seguida de *Liriope tetraphylla* (1712.04 ind./100 m³), *Bougainvillia carolinensis* 104.14 (ind./100 m³), *Eucheilota maculata* (92.86 ind./100 m³), *Clytia globosa* (21.56 ind./100 m³) y *Bougainvillia muscus* (98.29 ind./100 m³) (Tabla 3). De los organismos recolectados 1430 presentaron infección; *B. superciliaris* (777) , *L. tetraphylla* (560), *E. maculata* (61), *B. carolinensis* (7), *C. globosa* (7) y *B. muscus* (5). Se extrajo un total de 4153 metacercarias y de las hidromedusas analizadas *B. muscus* presentó infección en mayo y noviembre, mientras que *C. globosa* solo en noviembre.

Tabla 2. Abundancia promedio mensual (A), abundancia promedio anual (Aa) e índice de valor de importancia (IVI) de las especies dominantes de hidromedusas de la Laguna de Tamiahua durante el ciclo anual 2011.

Especie	A (ind./100m ³)				Aa (ind./100m ³)	IVI
	Febrero	Mayo	Agosto	Noviembre		
<i>Bougainvillia superciliaris</i>	9906.33	2089.81	560.10	2103.50	3664.94	163.48
<i>Liriope tetraphylla</i>	1953.49	11.53	135.62	4747.55	1712.04	124.41
<i>Bougainvillia carolinensis</i>	41.63	197.21	61.48	116.24	104.14	104.10
<i>Eucheilota maculata</i>	20.04	114.73	29.17	207.48	92.86	102.65
<i>Clytia globosa</i>	0.52	3.19	3.26	79.27	21.56	100.37
<i>Bougainvillia muscus</i>	0.00	319.42	41.37	32.35	98.29	79.23

Posición taxonómica y descripción morfológica de las metacercarias

Las metacercarias parásitas de las hidromedusas obtenidas corresponden a las especies *Opechona pyriforme* (Fig. 6) y *Opechona bacillaris* (Fig. 7) De acuerdo con Bray y Gibson (1990) la posición taxonómica de los parásitos es la siguiente:

Phylum Plathelminthes

Clase Trematoda Rudolphi, 1808

Subclase Digenea Carus, 1863

Superfamilia Lepocreadioidea Odhner, 1905

Familia Lepocreadiidae Odhner, 1905

Género *Opechona* Loos, 1907

Opechona pyriforme (Linton, 1900)

Opechona bacillaris (Molin, 1859) Dollfus, 1927

Las metacercarias de *O. pyriforme* (Fig. 6) presentan una longitud y ancho promedio corporal de $153.72 \pm 17.94 \mu\text{m}$ y $112.70 \pm 12.85 \mu\text{m}$ respectivamente. La ventosa oral y el acetábulo tienen una longitud y ancho promedio de $37.49 \pm 5 \mu\text{m}$ y $40.63 \pm 4.91 \mu\text{m}$; $36.47 \pm 3.46 \mu\text{m}$ y $37.12 \pm 3.29 \mu\text{m}$ respectivamente. La proporción del ancho promedio del acetábulo es 0.91 veces el ancho promedio de la ventosa oral. La distancia promedio entre ambas ventosas cabe 7 veces en la longitud corporal. La faringe muscular bien desarrollada de $21.20 \pm 1.06 \mu\text{m}$ de largo y $19.74 \pm 0.89 \mu\text{m}$ de ancho.

Los ejemplares varían de forma oval a piriforme, con la porción corporal más ancha a la altura del acetábulo. Presentan un tegumento espinoso a lo largo de todo el cuerpo. En todos los organismos es visible el pigmento ocelar, en la región anterior y en distintos grados de dispersión. La ventosa oral se localiza en posición subterminal, de forma esférica, aunque usualmente es un poco más ancha en la mitad posterior. El acetábulo se ubica inmediatamente por abajo de la región media del cuerpo, internamente presenta nueve papilas. El aparato digestivo de las metacercarias se compone de una boca, localizada en el centro de la ventosa oral, la prefaringe, la faringe, en algunos ejemplares se observó que el esófago tiene una longitud mayor que el pseudoesófago y dos ramas intestinales cuya bifurcación en posición anterior al acetábulo, las cuales se extienden hasta la parte posterior del cuerpo en donde se conectan con la porción posterior de la vesícula excretora para formar un uroprocto, dicha vesícula es alargada en forma de “I” y se extiende a la altura del acetábulo. Las metacercarias presentan primordios de gónadas, dos testículos y un ovario pretesticular, con arreglo en tándem.

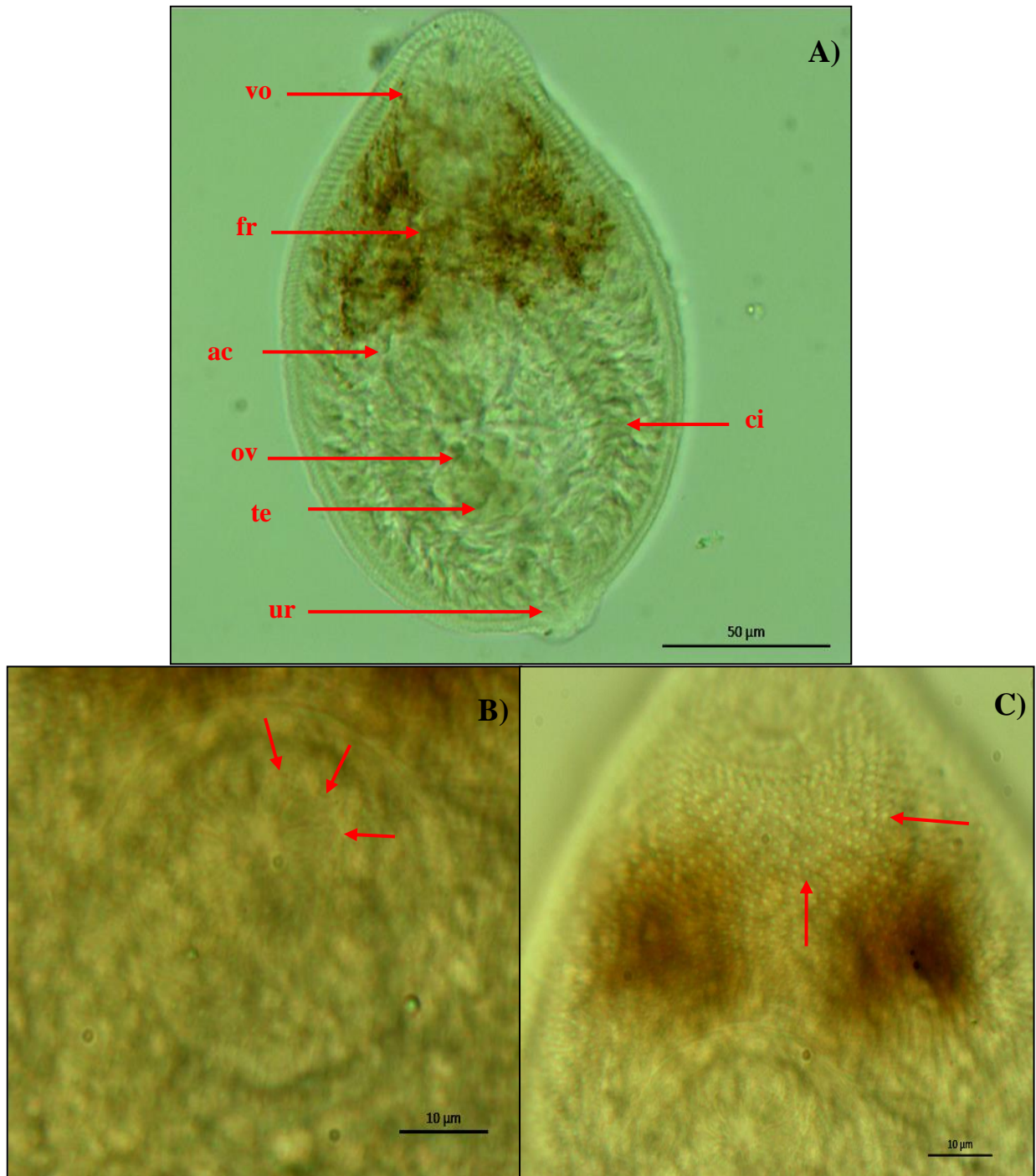


Figura 6. Metacercaria de *Opechona pyriforme* en las especies dominantes de hidromedusas hospedadas. laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011. A) (vo) ventosa oral, (fr) faringe, (ac) acetábulo, (ci) ciegos intestinales, (ov) ovario, (te) testículos. (ur) uroprocto. B) Papilas en el interior del acetábulo. C) Tegumento espinoso.

Las metacercarias de *O. bacillaris* (Fig. 7) tienen un largo y ancho promedio corporal de 312.32 ± 10.65 y 146.05 ± 10.84 μm respectivamente. La ventosa oral mide 50.42 ± 5.71 μm de longitud y 55.98 ± 10.61 μm de ancho; el acetábulo presenta una longitud y ancho de 43.83 ± 3.69 μm y 47.30 ± 5.99 μm . La proporción del ancho promedio del acetábulo es 0.86 del ancho promedio de la ventosa oral. La distancia promedio entre las ventosas cabe 4.35 veces la longitud corporal. La faringe muscular bien desarrollada de 48.14 ± 0.99 μm de largo y 29.22 ± 1.34 μm .

Son de forma alargada, presenta espinas en todo el tegumento las cuales son más largas hacia la porción final anterior. Presenta ocelos en la región anterior los cuales consisten en gránulos de pigmento dispersos. La ventosa oral es ovalada o en forma de embudo. El acetábulo es de forma esférica o ligeramente ovalada, se localiza justo por debajo de la parte media del cuerpo, además, tiene una longitud de y presenta 10 papilas en la parte interna de la ventosa. El aparato digestivo se compone de una boca, localizada en el centro de la ventosa oral, la prefaringe, faringe muscular bien desarrollada, el esófago es más corto que el pseudoesófago, presenta dos ramas intestinales bifurcadas en posición anterior al acetábulo, las cuales se extienden hasta la parte posterior del cuerpo, uniéndose a la vesícula excretora (tubular en forma de "I") para formar el uroprocto. Las metacercarias presentan primordios de gónadas, dos testículos y un ovario pretesticular, con arreglo en tándem.

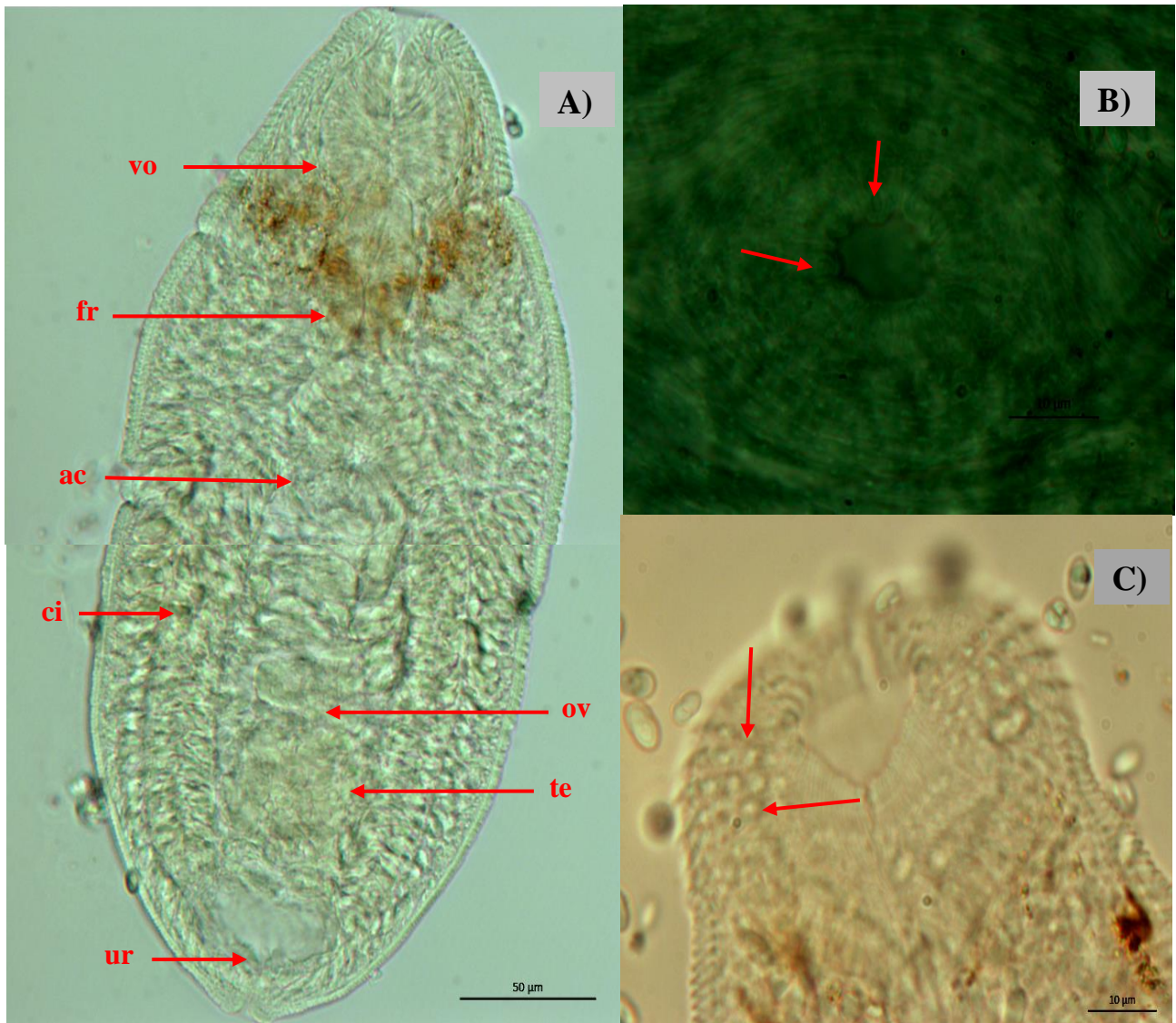


Figura 7. Metacercaria de *Opechona bacillaris* en los hospederos *Bougainvillia superciliaris*, *Liriope tetraphylla* y *Bougainvillia carolinensis* en la laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011. A) (vo) ventosa oral, (fr) faringe, (ac) acetábulo, (ci) ciegos intestinales, (ov) ovario, (te) testículos. (ur) uroprocto. B) Papilas en el interior del acetábulo. C) Tegumento espinoso.

Parasitismo de metacercarias de *O. pyriforme* y *O. bacillaris* en las especies dominantes de hidromedusas por épocas climáticas

Las metacercarias de *O. pyriforme* registradas en la Laguna de Tamiahua parasitaron a *B. superciliaris*, *L. tetraphylla*, *E. maculata* y *B. carolinensis* durante todo el ciclo anual, sin embargo, en *B. muscus* las metacercarias se registraron en los meses de mayo y noviembre, mientras que en la hidromedusa *C. globosa* el parásito estuvo presente únicamente en noviembre (Tabla 3).

Tabla 3. Índices parasitarios mensuales de *Opechona pyriforme* en cada especie hospedera en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011. (%P= Prevalencia, I= Intensidad y A= Abundancia). El promedio de la intensidad se muestra entre paréntesis.

Hospedero	Febrero			Mayo			Agosto			Noviembre		
	P%	I	A	%P	I	A	%P	I	A	%P	I	A
<i>Bougainvillia superciliaris</i>	1.00	1-32 (1.91)	0.02	0.21	1-5 (1.33)	0.002	0.16	1-5 (1.42)	0.002	1.29	1-9 (1.28)	0.015
<i>Liriope tetraphylla</i>	0.44	1-40 (4.93)	0.02	7.14	1-8 (4.00)	0.33	0.36	1	0.005	1.10	1-85 (4.66)	0.065
<i>Eucheilota maculata</i>	0.97	1	0.04	5.37	1-22 (4.06)	0.229	0.55	6	0.127	0.85	1-11 (2.409)	0.026
<i>Bougainvillia carolinensis</i>	0.55	1	0.006	1.24	1-4 (1.53)	0.0172	0.34	1	0.001	0.30	1	0.0009
<i>Bougainvillia muscus</i>	0.00	0.00	0.00	0.26	1-9 (3.00)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.38	1	0.045
<i>Clytia globosa</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1-4 (1.85)	0.01

Respecto a las metacercarias *O. bacillaris* sólo se encontraron siete individuos, los hospederos infectados y los meses fueron los siguientes: *B. superciliaris* en febrero, *L. tetraphylla* en noviembre y *B. carolinensis* en mayo (Tabla 4).

Tabla 4. Índices parasitarios de *Opechona bacillaris* en cada especie de hidromedusa calculados en cada mes de muestreo en la Laguna de Tamiahua. (%P= Prevalencia, I= Intensidad y A= Abundancia).

Hospedero	Febrero			Mayo			Noviembre		
	%P	I	A	%P	I	A	%P	I	A
<i>Bougainvillia superciliaris</i>	0.008	3	7.99x10 ⁻⁵	0	0	0	0	0	0
<i>Liriopse tetraphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0.003	1	2.71x10 ⁻⁵
<i>Bougainvillia carolinensis</i>	0	0	0	0.086	1	0.0008	0	0	0

Las especies de metacercarias tuvieron diferencias significativas en las medidas de las variables analizadas ($F= 94.32$, $p<0.05$). Como resultado del análisis discriminante la función canónica que tienen mayor poder es la que tiene a las variables longitud y ancho corporal (Fig. 8), ya que el valor promedio de *O. bacillaris* (312.32 ± 10.65) y ($146.05 \pm 10.84 \mu\text{m}$) es considerablemente mayor al de *O. pyriforme* (153.72 ± 17.9) y ($112.70 \pm 12.85 \mu\text{m}$). Por otra parte, al excluir estas variables, la función canónica con mayor poder discriminante considera a: longitud y ancho de la ventosa oral y el largo de la faringe (Fig. 9).

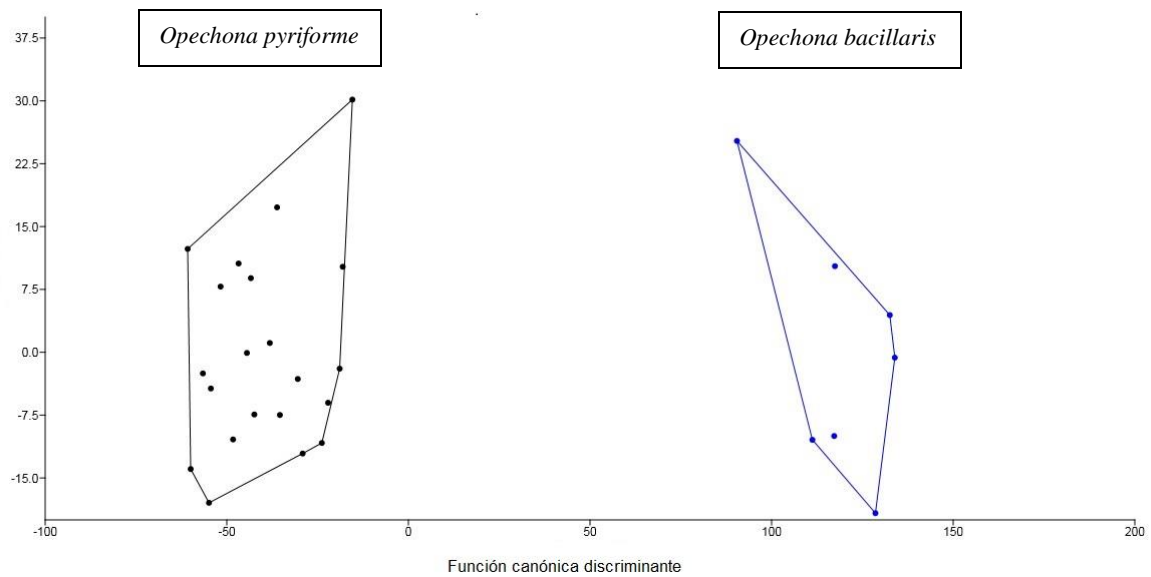


Figura 8. Diagrama resultante del análisis discriminante de las variables morfológicas de *Opechona pyriforme* y *Opechona bacillaris*. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

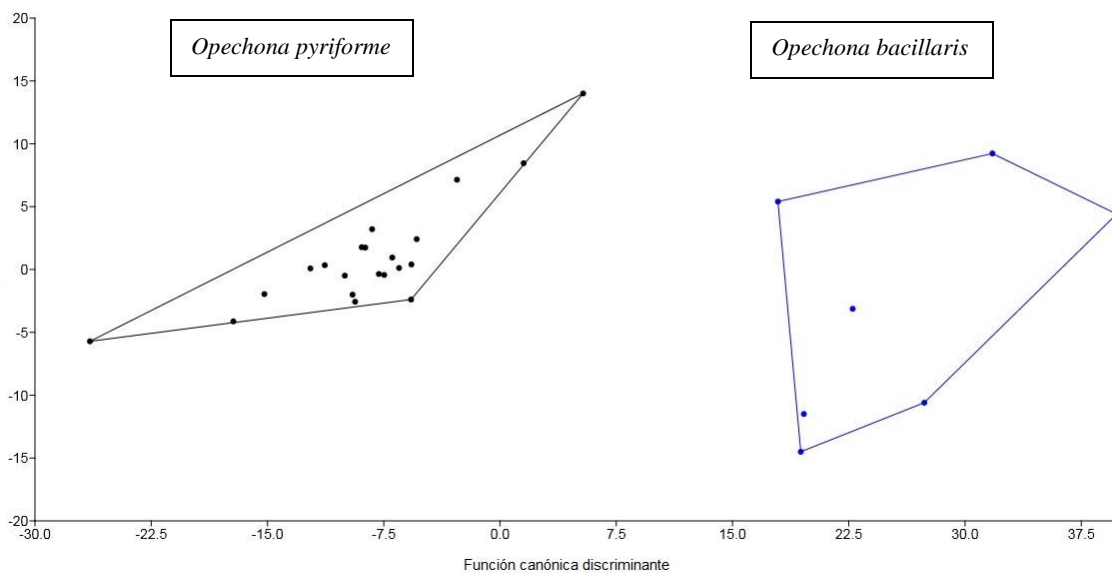


Figura 9. Diagrama resultante del análisis discriminante de las variables morfológicas de *Opechona pyriforme* y *Opechona bacillaris*. Excluyendo el largo y ancho de las metacercarias. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

La prevalencia de *O. pyriforme* en las hidromedusas parasitadas de *B. superciliaris* no mostró diferencias significativas entre las épocas climáticas ($F= 1.35$, $p= 0.26$), así como con la abundancia ($F= 1.08$, $p>0.05$), sin embargo, la intensidad media fue mayor en la época de secas-nortes (febrero) con respecto a mayo (secas), agosto (lluvias) y noviembre (lluvias-nortes) ($q= 6.1$, $p<0.05$).

En *L. tetraphylla* la mayor prevalencia ocurrió en febrero (secas-nortes) ($q= 6.12$, $p<0.05$), la abundancia fue mayor en los meses de febrero y noviembre, sin embargo no hubo diferencias significativas entre ellos ($q= 11.35$, $p>0.05$), mientras que la intensidad fue mayor en noviembre ($q= 12.49$, $p<0.05$).

Para *E. maculata*, *B. carolinensis* y *B. muscus* la prevalencia, intensidad y abundancia parasitaria no fueron estadísticamente significativas durante el ciclo anual ($F= 1.16$, $F= 0.72$ y $F= 2.47$, $p>0.05$; $F= 0.55$, $F= 0.95$ y $F= 0.51$, $p>0.05$; $F= 0.08$, $F= 1.65$ y $F= 0.46$, $p>0.05$) respectivamente.

Debido al bajo número de metacercarias de *O. bacillaris* y a que en los hospederos *C. globosa* y *B. muscus* se tiene un bajo número de individuos parasitados fueron excluidos los análisis estadísticos.

Parasitismo de metacercarias de *O. pyriforme* en las especies dominantes de hidromedusas holoplanctónicas y meroplanctónicas

La especie dominante, que presenta un ciclo de vida holoplanctónico, es *L. tetraphylla* y al analizar los índices parasitarios con el resto de las hidromedusas dominantes se encontró que la prevalencia y abundancia fue mayor durante el ciclo anual ($q= 6.51$, $p<0.05$ y $q= 9.20$, $p<0.05$) respectivamente. Por otro lado, la intensidad fue mayor en *L. tetraphylla* y *B. superciliaris* y no hubo diferencias significativas entre ellas ($q= 0.29$, $p>0.05$).

Relación del diámetro umbrelar y la prevalencia parasitaria

Las especies *B. superciliaris*, *L. tetraphylla* y *E. maculata* presentaron una disminución en la proporción de individuos infectados conforme la talla aumenta: $r_s = -0.67, p=0.03$, $r_s = -0.73, p=0.01$ y $r_s = -0.78, p=0.048$ respectivamente (Fig. 10, 11 y 12 respectivamente), sin embargo, en *B. carolinensis* no se observó una correlación de las variables ($r_s = -0.60, p>0.05$) (Fig. 13).

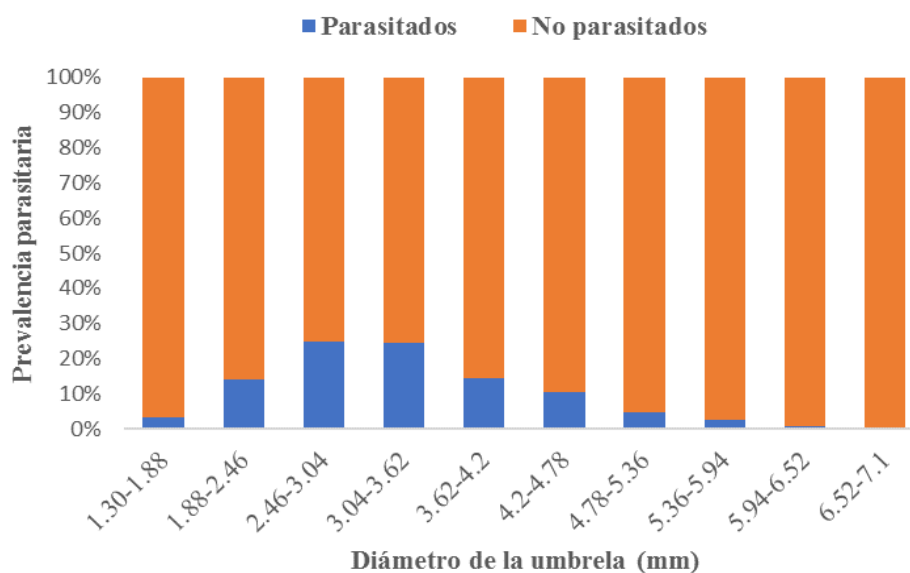


Figura 10. Prevalencia parasitaria de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrela en *Bougainvillia superciliaris* durante el ciclo anual en la laguna de Tamiahua, Veracruz 2011.

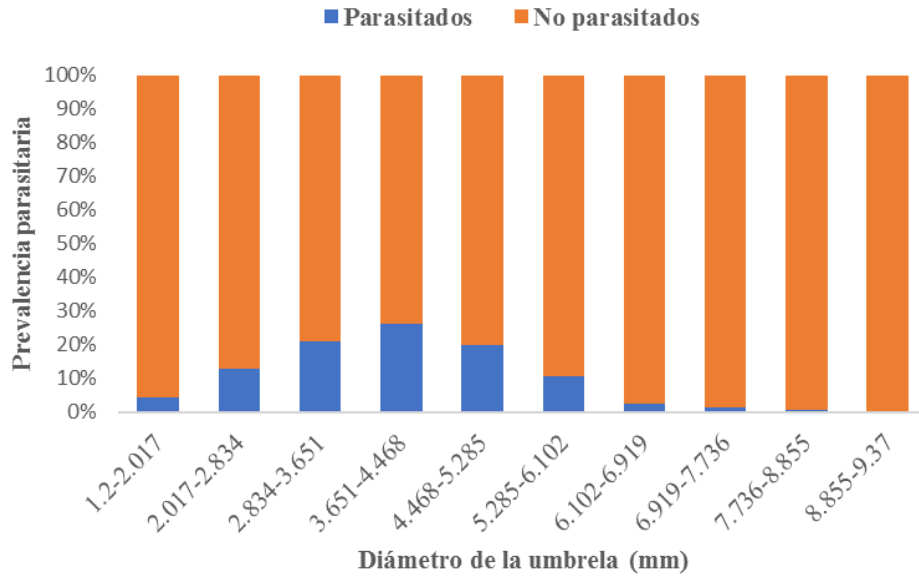


Figura 11. Prevalencia parasitaria de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrela en *Liriope tetraphylla* durante el ciclo anual en la laguna de Tamiahua, Veracruz 2011.

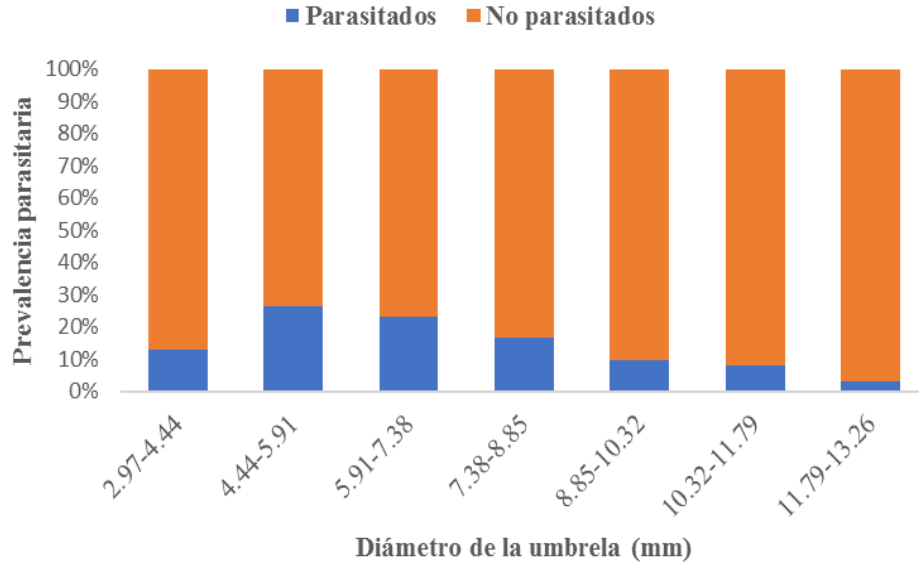


Figura 12. Prevalencia parasitaria de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrela en *Eucheilota maculata* durante el ciclo anual en la laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

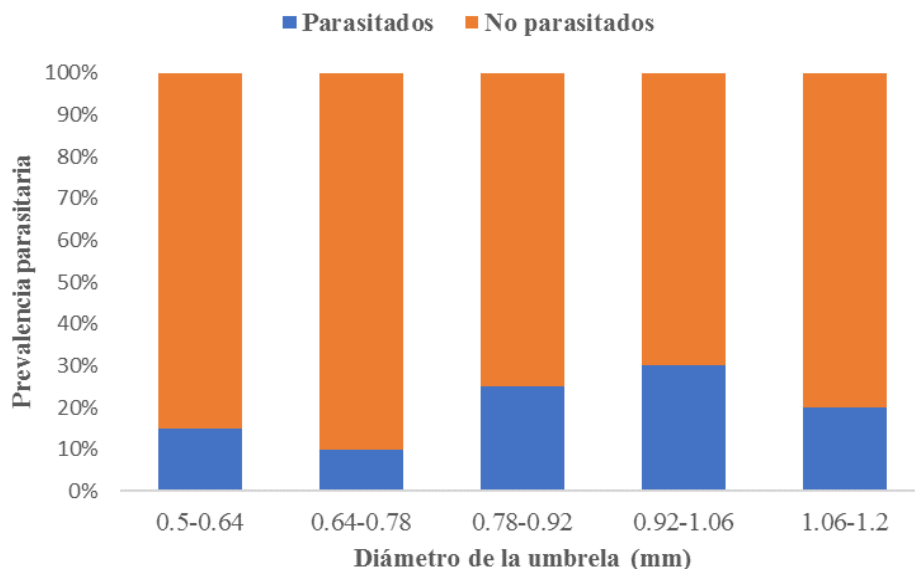


Figura 13. Prevalencia parasitaria de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrela en *Bougainvillia carolinensis* durante el ciclo anual en la laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

Relación del diámetro umbrelar y la intensidad parasitaria

En *B. superciliaris* se encontraron de 1 a 32 metacercarias por hospedero y la talla con mayor intensidad media fue en el intervalo de 4.79 a 5.36 mm (Fig. 14). Para *B. carolinensis* se encontraron de 1 a 4 metacercarias/individuo, siendo el intervalo de 1.07-1.20 mm en donde se encontró la mayor intensidad promedio (Fig. 15). En ambos hospederos se registró una correlación positiva entre estas variables ($r_s = 0.14, p < 0.05$; $r_s = 0.46, p < 0.05$) respectivamente. El hospedero *L. tetraphylla* presentó de 1-85 parásitos/individuo, encontrando que la intensidad promedio fue mayor en los individuos de 7.74-8.85 mm (Fig. 16), por otro lado, en *E. maculata* se extrajeron de 1-22 metacercarias/hospedero, observando que el intervalo de 7.39-8.85mm tuvo la mayor intensidad promedio (Fig. 17). En ambos hospederos estas variables no se correlacionaron ($r_s = 0.05, p > 0.05$; $r_s = -0.04, p > 0.05$). En *B. muscus* la mayor intensidad fue de 4 metacercarias en un individuo con talla de 1.16mm (Fig. 18), mientras que en *C. globosa* fueron los individuo con tallas de 7.99 y 9.04 los que presentaron la mayor intensidad (4 y 3 metacercarias) respectivamente (Fig. 19).

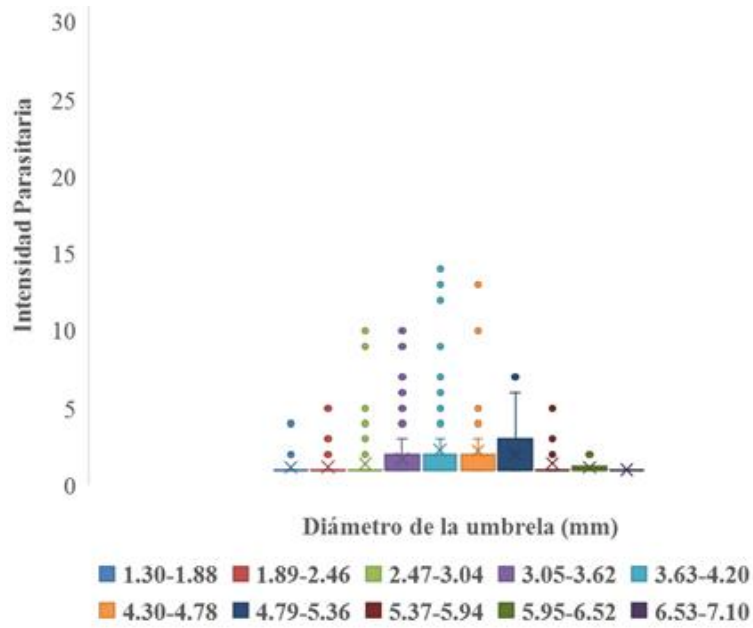


Figura 14. Intensidad de metacercarias de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrella en *Bougainvillia superciliaris*. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

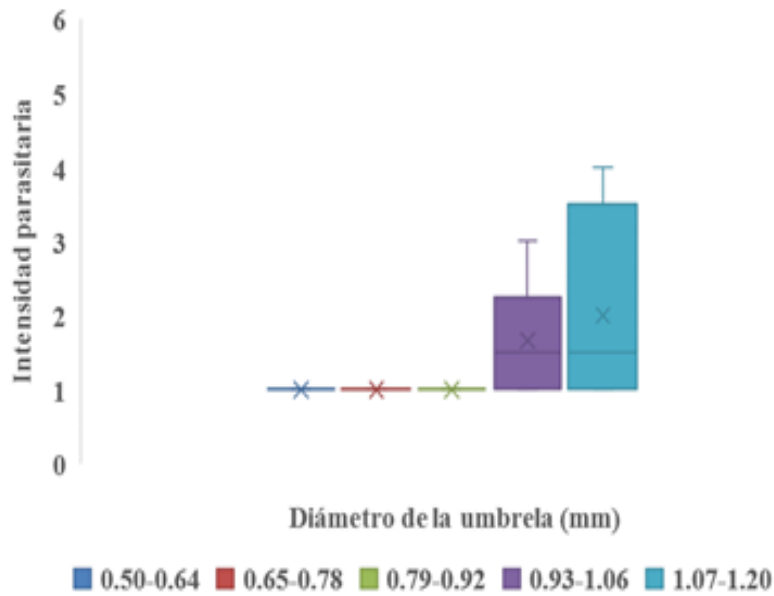


Figura 15. Intensidad de metacercarias de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrella en *Bougainvillia carolinensis*. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

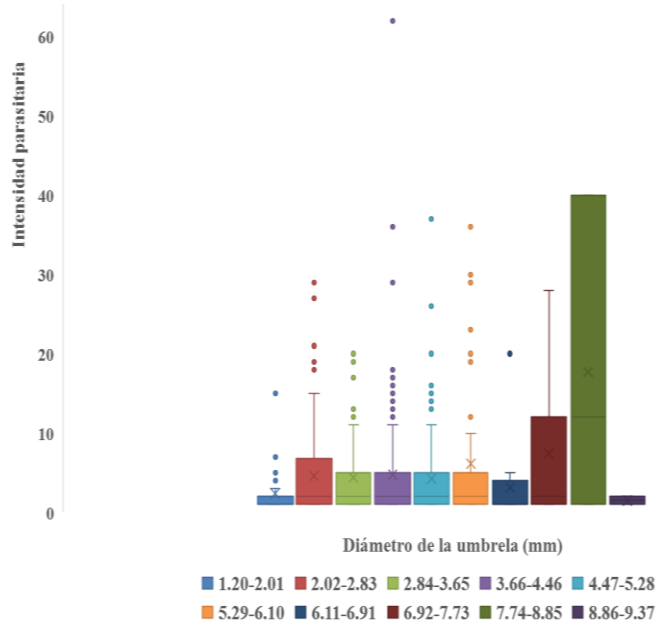


Figura 16. Intensidad de metacercarias de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrela en *Liriopse tetraphylla*. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

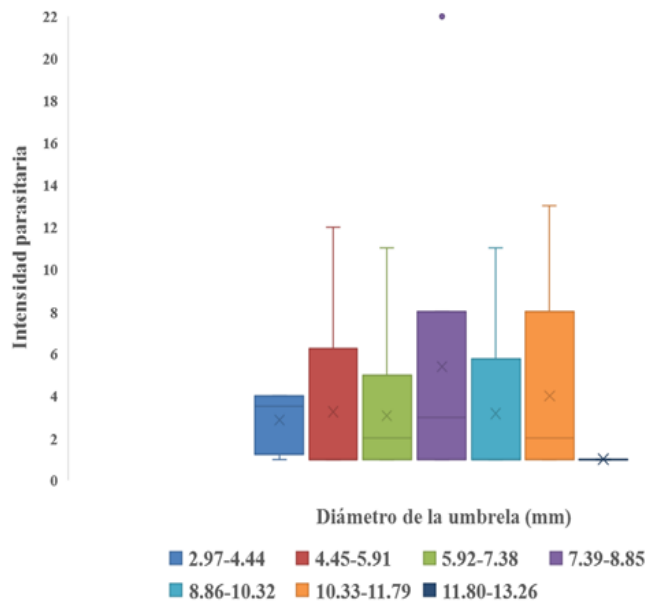


Figura 17. . Intensidad de metacercarias de *Opechona pyriforme* por intervalos de talla de la umbrela en *Eucheilota maculata*. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

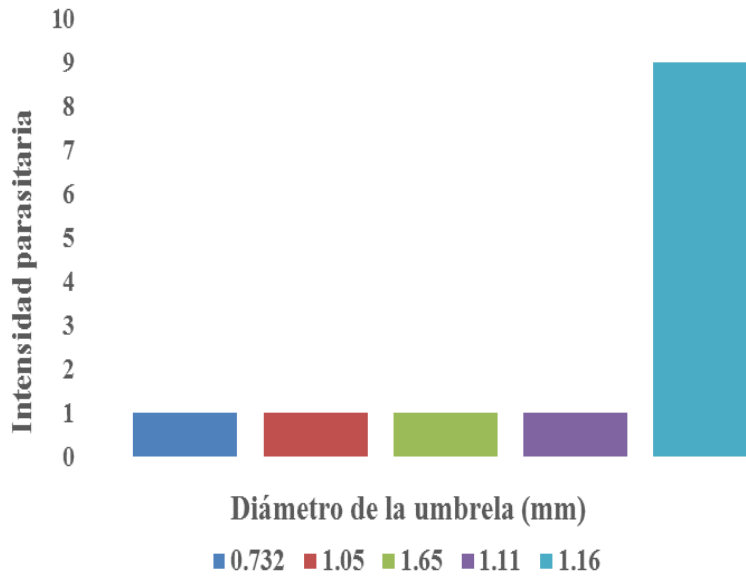


Figura 18. Intensidad de metacercarias de *Opechona pyriforme* por talla de la umbrella en *Bougainvillia muscus*. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

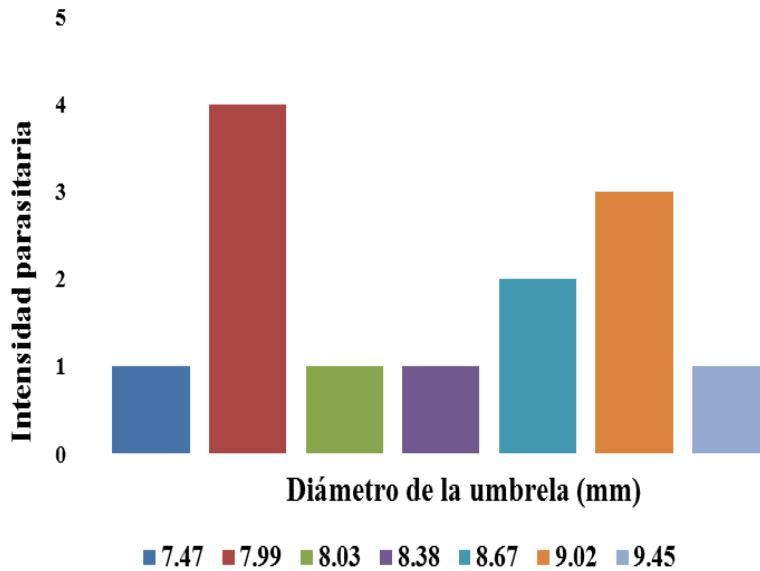


Figura 19. Intensidad de metacercarias de *Opechona pyriforme* por talla de la umbrella en *Clytia globosa*. Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

Relación de los parámetros fisicoquímicos con la intensidad parasitaria

Durante el ciclo anual el promedio mayor de la intensidad parasitaria se registró en las temperaturas de 22.22-25.28 °C, observando una disminución de la intensidad al aumentar estos valores de temperatura ($r_s = -0.48$, $p < 0.05$) (Fig. 20), mientras que fue mayor en salinidades de 17.76-20.50, sin embargo, las variables no se correlacionaron ($r_s = -0.08$, $p > 0.05$) (Fig. 21).

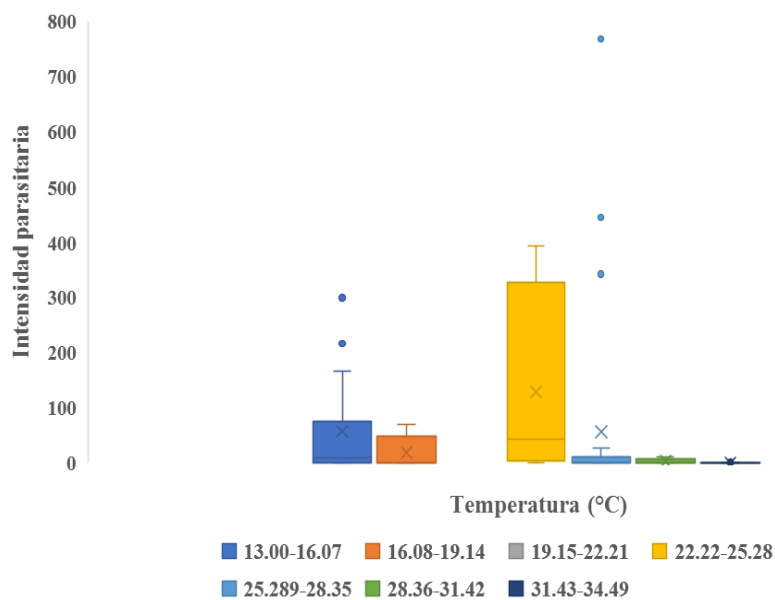


Figura 20. Intensidad parasitaria total en los diferentes intervalos de temperatura durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

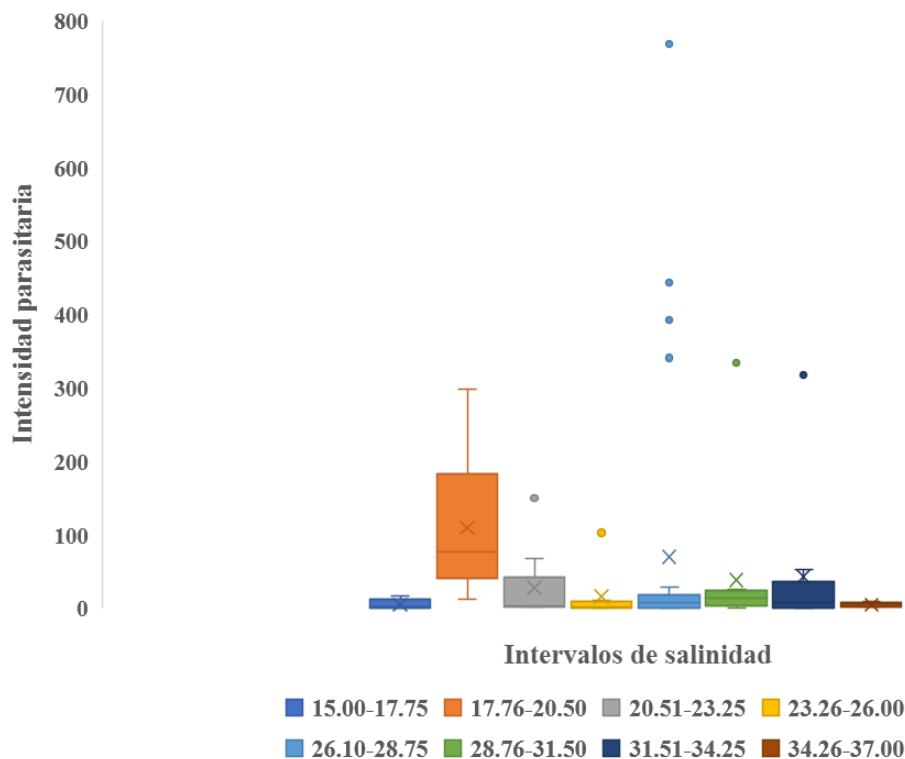


Figura 21. Intensidad parasitaria total registrada en las diferentes salinidades durante el ciclo anual en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, 2011.

DISCUSIÓN

Hidrología

En la laguna de Tamiahua la temperatura del agua superficial tuvo variaciones relacionadas con la temperatura ambiental, observándose en febrero la temperatura más baja dado que coincide con la temporada de secas-nortes, esto coincide con lo observado por Zavala-Hidalgo *et al.* (2014), quien menciona que el golfo de México sufre un enfriamiento superficial por aguas subsuperficiales de menor temperatura. En mayo la salinidad presentó los valores más altos debido a una alta temperatura ambiental y tasa de evaporación correspondiente a la temporada de secas. En agosto el agua superficial presentó la temperatura mas alta como

reflejo de los valores mas altos de temperatura ambiental, el cual correspondió a la temporada de lluvias (junio a noviembre), observando un descenso en la salinidad por las precipitaciones, el aporte de agua dulce de los ríos y arroyos que desembocan en la laguna, como lo observado por Pritchard (1967); Botello, (1978) y Summer y Belaineh (2005).

Posición taxonómica y descripción morfológica de las metacercarias

La presencia del uroprocto en *Opechona* es un carácter taxonómico importante y definitivo que separa a este género de *Prodistomum*, en el cual los ciegos intestinales no están unidos a la vesícula excretora (Bray y Gibson, 1990). El género *Opechona* contiene en la actualidad nueve especies. Bray y Gibson (1990) distinguen ocho de ellas en su revisión y una más (*O. austrobalearis*) que fue descrita posteriormente por Bray y Cribb (1998). De acuerdo con los autores mencionados *O. pyriforme* se distingue de *O. chloroscombrici*, *O. austrobalearis*, *O. occidentalis*, *O. parvasoma*, *O. pharyngodactyla* y *O. sebastodis* en la forma corporal y la longitud del pseudoesófago con respecto al esófago (en dichas especies el pseudoesófago es más largo que el esófago, al contrario de lo observado en *O. pyriforme*).

Morfológicamente las especies más similares a *O. pyriforme* son *O. cablei* y *O. balearis*, las cuales además, son las únicas especies dentro del género en las que se ha documentado el parasitismo en hidromedusas como segundos hospederos intermediarios en el ciclo de vida de éstos digéneos. Las metacercarias de *O. pyriforme* difieren de las metacercarias de *O. balearis*, en el tamaño general del cuerpo que es significativamente mayor en esta última especie y las ventosas son significativamente más grandes (Køie, 1975). Con respecto a las espinas del tegumento, *O. balearis* presenta de mayor tamaño en la porción anterior y en *O. cablei* son pequeñas y en menor número en la mitad posterior (Køie, 1975; Stunkard, 1980) mientras que en *O. pyriforme* el arreglo y tamaño de las espinas es uniforme a lo largo del cuerpo (Stunkard, 1969). Además la relación de la longitud respecto de la distancia promedio entre las ventosas es de 7 veces en *O. pyriforme* y 4.35 en *O. balearis*.

La morfología de las metacercarias de *O. pyriforme* que infectaron a las especies dominantes de hidromedusas coinciden con la descrita por Stunkard (1969), además el promedio de los

datos morfométricos (longitud y ancho corporal, diámetro de las ventosas) así como la proporción del ancho de la ventosa oral con el acetábulo de las metacercarias son parecidos a los mencionados por Gómez del Prado-Rosas *et al.* (2000) y Martell-Hernández *et al.* (2011) en *E. lactea* y *E. tenuis* respectivamente para el golfo de México. Por otro lado, las características morfológicas de las metacercarias de *Opechona bacillaris* tales como: el largo y ancho de ambas ventosas, la presencia de espinas de mayor tamaño en la parte anterior del cuerpo, una faringe muscular bien desarrollada, el esófago más corto que el pseudoesófago, concuerdan con las descritas por Køie (1975).

Parasitismo de metacercarias de *O. pyriforme* y *O. bacillaris* en las especies dominantes de hidromedusas

Son pocos los registros que se tienen de metacercarias infectando organismos gelatinosos a nivel mundial. El género *Opechona* es el más representativo en el Océano Atlántico Sur (Martorelli, 1996; Martorelli, 2001; Díaz-Briz *et al.*, 2012). De manera específica las metacercarias de *O. pyriforme* solo ha sido determinada en el Caribe mexicano y golfo de México (Gómez del Prado-Rosas, 2000; Martell-Hernández, 2011). En los trabajos de esta zona se obtuvieron una prevalencia total de 0.39% en *E. lactea* y 3.74 % en *E. tenuis* respectivamente, resultados que difieren con los registrados en este trabajo *E. maculata* (2.17%), *L. tetraphylla* (1.25%), *B. superciliaris* (0.92%), *Clytia globosa* (0.78%), *B. carolinensis* (0.57) y *B. muscus* (0.28%). Estas diferencias pudieron deberse a las condiciones fisicoquímicas del area de estudio o al número de ejemplares analizados en los trabajos mencionados.

La prevalencia en *L. tetraphylla* y *C. globosa* fueron de 1.25% y 0.78% respectivamente, por otro lado en el Océano Atlántico Sur Martorelli (1996) encontró metacercarias de *Opechona* sp. infectando a las hidromedusas *L. tetraphylla* y *Clytia* sp. y las prevalencias obtenidas fueron 0.5% y 25%, posteriormente Martorelli (2001) obtuvo datos de prevalencia de 17% en *Clytia* sp. y 5% en *L. tetraphylla*. Díaz-Briz *et al.* (2012) obtuvo una prevalencia mayor en *L. tetraphylla* (18.9%) y en las especies del género *Clytia* (52.2% en *C. hemisphaerica* y 33.3% en *C. simplex* y *C. lomae*), además la prevalencia registrada por los autores antes mencionados

en *Eucheilota ventricularis* (46.8%) y del género *Bougainvillia* sp (5.8%), difieren con las obtenidas en este estudio para el mismo género (*Bougainvillia superciliaris* 0.92% y *Eucheilota maculata* 2.17%). Estas diferencias pudieron deberse al número de ejemplares analizados en los trabajos mencionados o a las condiciones fisicoquímicas del área de estudio, debido a que la temperatura y la salinidad en el mar se mantienen constantes, mientras que la laguna de Tamiahua presenta un ambiente heterogéneo de estas variables.

En la laguna de Tamiahua *L. tetraphylla* presentó la mayor prevalencia y abundancia del resto de las hidromedusas analizadas, esto puede deberse a que esta especie es holoplanctónica mientras que en las demás especies de hidromedusas son meroplanctónicas, también fue la segunda especie más abundante en la laguna, por el contrario, para el Atlántico sur Díaz-Briz *et al.* (2012) registró la mayor prevalencia en *Eucheilota ventricularis* (12.1%) en comparación con *L. tetraphylla* (3.7%), siendo la segunda especie con el mayor número de ejemplares analizados.

Éstas diferencias en la prevalencia puede deberse a que como menciona Poulin (2006), un mayor número de eventos de transmisión en el ciclo de vida del parásito causa una mayor variabilidad en los parámetros de éste ya que los factores se multiplican con cada estadio de desarrollo y *Opechona piriforme* incluye siete estadios distintos (huevo, miracidio, esporocisto, redia, cercaria, metacercaria y adulto) que están sometidos a diferentes condiciones ambientales (Stunkard, 1969).

La especie *O. bacillaris* estuvo presente en un sólo ejemplar de las especies *B. superciliaris*, *L. tetraphylla* y *B. carolinensis*, las prevalencias registradas fueron 0.008%, 0.003% y 0.086% respectivamente y se encontró únicamente una metacercaria en cada hospedero. Anteriormente sólo se había determinado a este digéneo en el Océano Atlántico Noreste por Stunkard (1970) en los hospederos *B. carolinensis*, *Gonionemus vertens* y *Chrysaora quinquecirrha*, posteriormente Lebour (1916) menciona a las hidromedusas *Cosmetira pilosela*, *C. hemisphaerica*, *Obelia* sp., *Neoturris pileata*, y el ctenóforo *Pleurobrachia pileus* con una mayor prevalencia y abundancia parasitaria en *C. pilosela*. En la laguna de Tamiahua se encontraron en total siete ejemplares de este digéneo en las hidromedusas *B. superciliaris*, *Liriope tetraphylla* y *Bougainvillia carolinensis*, por el contrario Yip (1984) observó que *O.*

bacillaris es el parásito más frecuente y abundante de *P. pileus*, con una prevalencia e intensidad parasitaria mayores en verano y menores en invierno en la bahía Galway, Irlanda.

Relación del diámetro umbrelar con la prevalencia e intensidad parasitaria

Dentro de las tallas de las hidromedusas se esperaba que aquellas con mayor tamaño presentaran una mayor prevalencia e intensidad por tener una mayor superficie de contacto y más tiempo expuestas a las cercarias, sin embargo, en este trabajo *Bougainvillia superciliaris*, *Liriope tetraphylla* y *Eucheilota maculata* presentaron una disminución en la prevalencia conforme aumenta la talla. En *Bougainvillia carolinensis* estos índices parasitarios no tuvieron asociación alguna en los tamaños de umbrela y en *Bougainvillia muscus* y *Clytia globosa* no se pudo asumir una asociación debido al bajo número de individuos analizados. La intensidad parasitaria estuvo relacionada positivamente con las tallas de *B. superciliaris* y *B. carolinensis*, de igual manera esto se ha observado en la especie *Eirene tenuis* de la laguna Madre (Martell-Hernández et al., 2011) donde señalan que la intensidad incrementan de forma gradual con el tamaño de los hospederos, así como también ocurre en escifomedusas de las costas de Brasil (Nogueira-Junior et al., 2015).

Al examinar el grado de asociación de la intensidad parasitaria con la temperatura del agua superficial y la salinidad en la laguna de Tamiahua se obtuvo lo siguiente: a mayores temperaturas la intensidad disminuyó de manera gradual ($r_s = -0.35$, $p = 0.0007$), por el contrario no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la salinidad y la intensidad ($r_s = -0.08$, $p = 0.41$). Estos resultados difieren con los registrados por Martell-Hernández *et al.* (2011), en donde señalan que no hay asociación de dichos parámetros fisicoquímicos y la intensidad parasitaria, sin embargo, Esch (1982) indica que las especies de parásitos responden de diferentes maneras a los factores abióticos presentes en el ambiente en el que viven y son varios los factores ambientales que influyen en los índices parasitarios de las poblaciones de parásitos, por otra parte, Marcogliese (1995) menciona que la temperatura del agua es un factor importante en la regulación de la estacionalidad de muchos helmintos en varios grupos de hospederos en el zooplancton, por su parte Chubb (1979) indica que este factor juega un

papel importante en el ciclo de vida, la dinámica de transmisión de numerosas especies de digéneos y en la biología de sus hospederos en el medio acuático.

Es importante considerar que las variaciones en la temperatura y la salinidad pueden influir de manera indirecta sobre otros estadios del ciclo de vida o sobre la dinámica poblacional de los otros hospederos, por ejemplo, Arai (1976) demostró que la agregación de los individuos de las hidromedusas *Sarsia tubulosa*, *Clytia gregaria* y del ctenóforo *Pleurobrachia pileus* se debe a una respuesta activa en lugar de una flotación pasiva en diferentes intervalos de salinidad, por otra parte, Moreira (1978) observó que los movimientos de nado en las especies *Clytia gracilis* y *Liriope tetraphylla* se ven afectados en salinidades menores a 15, mientras que en salinidades menores a 5 estos organismos mueren. Otros factores que intervienen en la dinámica de los hospederos son la luz y la disponibilidad de alimento, ya que promueven la liberación de las hidromedusas, por ejemplo, la producción de la fase medusa en *Cladonema californicum* ocurre predominante en las horas de iluminación (Costelo, 1988) sugiriendo un papel importante de este factor en el reclutamiento de la fase planctónica; mientras que los hidroides de *Clytia gregaria* liberan medusas principalmente después de un incremento abrupto de la cantidad de alimento (Roosen-Runge, 1970).

Las poblaciones de metacercarias se ven influenciadas de manera directa en la etapa anterior (cercaria), esta fase parasita a moluscos y se sabe que los parámetros ambientales como la salinidad y la temperatura del medio marino intervienen en la emergencia de las cercarias, como lo observado por Thieltges y Rick (2006), quienes mencionan que en condiciones de temperatura controladas la emergencia, supervivencia y la efectividad para poder parasitar al siguiente hospedero varían con el incremento o disminución de este parámetro.

Como se mencionó anteriormente, los peces son utilizados como hospederos definitivos del estadio adulto de *O. pyriforme* y *O. bacillaris*, sin embargo, son pocos los autores que mencionan a estos hospederos, por ejemplo, Linton (1901; 1905) señala a los peces: *Hyperoglyphe perciformis*, *Cynoscion regalis*, *Paralichthys dentatus*, *Brevoortia tyrannus*, *Menidia menidia*, *Menticirrhus saxatilis*, *Lagodon rhomboides* y *S. chrysops* infectados por *O. pyriforme* en el Atlántico noroeste, por otra parte Lebour (1908) indica a especies de clima templado *Scomber scombrus* y Nicoll (1910) a *Cyclopterus lumpus* y *Capros asper* como hospederos de *O. bacillaris* en el Atlántico noreste.

En el golfo de México no se tienen registros de la etapa adulta de estos digéneos, sin embargo, la existencia de *O. pyriforme* en hidromedusas dentro de la laguna de Tamiahua puede indicar la presencia de los primeros hospederos y los hospederos definitivos de este tremátodo, Stunkard (1969) señala al gasterópodo *Anachis* (Collumbellidae) y al pez *S. chrysops* como los hospederos intermediario y definitivo respectivamente, con respecto al molusco se ha registrado en sitios cercanos a la laguna de Tamiahua a *Parvachis* en arrecife Lobos, Veracruz (Vicencio-de la Cruz y González-Gándara, 2006), *Anachis* y *Costoanachis* en la laguna de Tampamachoco (Reguero *et al.*, 1991), por otro lado, los peces señalados como hospederos definitivos en la laguna son: *S. chrysops*, *L. rhomboides* (Abarca-Arenas *et al.*, 2012) y *M. saxatilis* (Lozano-Vilano *et al.*, 1993), mientras que *O. bacillaris* no tiene registros de hospederos definitivos en ambientes tropicales.

CONCLUSIONES

Las hidromedusas *Bougainvillia superciliaris*, *Liriope tetraphylla*, *Eucheilota maculata*, *Bougainvillia carolinensis*, *Bougainvillia muscus* y *Clytia globosa* representan nuevos registros de hospederos intermediarios de *O. pyriforme*

El digéneo *O. bacillaris* se registra por primera vez en el golfo de México infectando a *B. superciliaris*, *L. tetraphylla* y *B. carolinensis*

La proporción de la distancia promedio entre ambas ventosas con respecto a la longitud total del parásito es un carácter diagnóstico utilizado por primera vez para separar las dos especies de digéneos del género *Opechona*

En *B. superciliaris* la intensidad fue mayor en febrero (secas-nortes), mientras que la prevalencia y abundancia no tuvieron diferencias entre las épocas climáticas

La prevalencia en *L. tetraphylla* fue mayor en febrero (secas-nortes) y la intensidad en noviembre (lluvias-nortes), mientras que la abundancia fue similar en los mismos meses.

Las especies *B. carolinensis*, *E. maculata* y *B. muscus* no tuvieron diferencias en los índices parasitarios y las épocas climáticas

La hidromedusa *C. globosa* presentó metacercarias solo en noviembre (lluvias-nortes)

La prevalencia y la abundancia fueron mayores en la especie holoplanctónica: *L. tetraphylla*

Bougainvillia superciliaris, *L. tetraphylla* y *E. maculata* presentaron una correlación negativa entre la prevalencia parasitaria y las tallas de la umbrela

Bougainvillia superciliaris y *B. carolinensis* tuvieron una correlación positiva entre la intensidad y el diámetro de la umbrela

La temperatura se relacionó de manera inversa sólo con la intensidad, por el contrario la salinidad no tuvo efecto alguno en los índices parasitarios

El tamaño de los hospederos y los parámetros fisicoquímicos tuvieron diferentes tipos de asociaciones con los índices parasitarios. Los índices parasitarios. Los cuales pudieron estar influenciados por otros factores ambientales.

LITERATURA CITADA

- ABARCA-ARENAS, L. G., J. FRANCO-LÓPEZ, C. GONZÁLEZ-GÁNDARA Y G. SILVA-LÓPEZ. 2012. Los peces de la costa veracruzana: relación especies-área y conectividad entre ríos. *En* Del Moral-Flores, F. L., J. A. Martínez-Pérez, J. Franco-López, A. J. Ramírez-Villalobos y J. L. Tello-Musi (eds.). Investigación ictiológica en México: temas selectos en honor al DR. José Luis Castro Aguirre. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, p. 127-158.
- ALVES, P., F. M. VIEIRA, C. P. SANTOS, T. SCHOLZ Y J. L. LUQUE. 2015. A Checklist of the Aspidogastrea (Platyhelminthes: Trematoda) of the World. *Zootaxa* **3918**: 339–396.
- ARAI, M. N. 2005. Predation on pelagic coelenterates: a review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **85**: 523-536.
- ARAI, M. N. 1976. Behavior of the planktonic coelenterates, *Sarsia tubulosa*, *Phialidium gregarium*, and *Pleurobrachia pileus* in salinity discontinuity layers. *Journal Fisheries Research Board of Canada* **30**: 1105-1110.
- ARRIAGA-CABRERA, L., E. VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, J. GONZÁLEZ-CANO, R. JIMÉNEZ-ROSENBERG, E. MUÑOZ-LÓPEZ Y V. AGUILAR-SIERRA (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- ARRIAGA-CABRERA, L., J. M. ESPINOZA, C. AGUILAR, E. MARTÍNEZ, L. GÓMEZ Y E. LOA (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 611 p.
- BARBER I., D. HOARE Y J. KRAUSE. 2000. The effects of parasites on fish behaviour: An evolutionary perspective and review. *Reviews in Fisher Biology and Fisheries* **10**: 131–165.
- BOERO, F., J. BOUILLON Y E. PIRAINO. 2005. The role of Cnidaria in evolution and ecology. *Italian Journal of Zoology* **72**: 65-71.

- BOERO F., J. BOUILLON Y S. PIRAINO. 1992. On the origins and evolution of hydromedusan life cycles (Cnidaria, Hydrozoa). *En* DALLAI R. (ed.). Sex origin and evolution. Selected Symposia and Monographs U. Z. I. **6**: 59-68.
- BOTELLO, A. V. 1978. Variación de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequía y lluvias (mayo y noviembre de 1974) en la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México **5**: 159-178.
- BOUILLON, J. 1983. Sur le cycle biologique de *Eirene hexanemalis* (Goette, 1886) (Eirenidae, Leptoméduesae, Hydrozoa, Cnidaria). *Cahiers de Biologie Marine* **24**: 421-427.
- BOUILLON, J. 1999. Hydromedusae. *En* D. Boltovskoy (ed.). South Atlantic zooplankton, vol 1. Backhuys Publishers, Leiden, p. 385-465.
- BOUILLON, J., M. D. MEDEL, F. PAGÈS, J. P. GILI, F. BOERO Y C. GRAVILI. 2004 Fauna of the Mediterranean Hydrozoa. *Scientia Marina* **68**: 1-449.
- BRAY, R. A. 2005. Family Lepocreadiidae (Oghner, 1905). *En* Jones, A., Bray, R. A., and Gibson, D. I. (eds.) Keys to the Trematoda, vol. 2, CAB International and the National Museum, London, United Kingdom, p. 545-619.
- BRAY, R. A. Y D. I. GIBSON. 1990. The Lepocreadiidae (Digenea) of fishes of the north.east Atlantic: review of the genera *Opechona* Looss, 1907 y *Prodistomum* Linton, 1910. *Systematic Parasitology* **15**: 159-202.
- BRAY, R. A. Y T. H. CRIBB. 1998. Lepocreadiidae (Digenea) of Austalian coastal fishes: New species of *Opechona* Looss, 1907, *Lepotrema* Ozaki, 1932 and *Bianum* Stunkard, 1930 and comments on the other species reported for the first time or poorly know in Australian waters. *Systematic Parasitology* **41**: 123-148.
- BUSH, A. O., K. D. LAFFERTY, J. M. LOTZ Y A. W. SHOSTAK. 1997 Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* **83**: 575-583.
- CHUBB, J. C. 1979. Seasonal occurrence of helminths in freshwaters fishes. Part III. Trematoda. *Advances in Parasitology* **17**: 141-313.

- COLLINS, A. G. 2002. Phylogeny of Medusozoa and the evolution of cnidarian life cycles. *Journal of Evolutionary Biology* **15**: 418–432.
- CONABIO. 2017. Listado de Regiones Marinas Prioritarias. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html> (Consultado en agosto de 2018).
- COSTELLO, J. 1988. Laboratory culture and feeding of the hydromedusa *Cladonema californicum* Hyman (Anthomedusae: Cladonematidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **108**:119-128.
- CRIBB, T. H., R. A. BRAY Y D. T. J. LITTLEWOOD. 2001. The nature and evolution of the association among digeneans, molluscs and fishes. *International Journal of Parasitology* **31**: 997-1011.
- CRIBB, T. H., R. A. BRAY, P. D. OLSON Y D. T. J., LITTLEWOOD. 2003. Life cycle evolution in the Digenea: a new perspective from phylogeny. *Advances in Parasitology* **54**: 204-205.
- CRIBB, T. H. 2005. Digenea (endoparasitic flukes). *En* Rohde K. (ed.). *Marine Parasitology*. CABI Publishing, United Kingdom: 76–87.
- DAPONTE, M. C., A. A. GIL DE PERTIERRA, M. A. PALMIERI Y M. OSTROWSKI DE NUÑEZ. 2008. Monthly occurrence of parasites of the chaetognath *Sagitta friderici* of Mar del Plata, Argentina. *Journal of Plankton Research* **30**: 567–576.
- DALY, M., M. R. BRUGLER, P. CARTWRIGHT, A. G. COLLINS, M. N. DAWSON, D. G. FAUTIN, S. C. FRANCE, C. S. MCFADDEN, D. M. OPRESKO, E. RODRIGUEZ, S. L. ROMANO Y J. L. STAKE. 2007. The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa* **1668**: 127-182.
- DÍAZ-BRIZ, L., S. R. MARTORELLI Y G. GENZANO. 2015. The parasite *Monascus filiformis* (Trematoda, Digenea, Fellodistomidae) on *Stromateus brasiliensis* (Pisces, Perciformes, Stromateidae), posible routes of transmisión involving jellyfish. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* **96**: 1483-1489.

- DÍAZ-BRIZ, L. M., S. R. MARTORELLI, N. G. GENZANO Y W. H. MIANZAN. 2012. Parasitism (Trematoda, Digenea) in medusae from the southwestern Atlantic Ocean: medusa hosts, parasite prevalences, and ecological implications. *Hydrobiologia* **690**: 215-226.
- DÍAZ-ÁVALOS, C., J. F. BARBA-TORRES Y M. T. GASPAR-DILLANES. (2003). Variables ambientales y abundancia de los huevos de *Anchoa mitchilli* (Pisces: Engraulidae) en la laguna de Tamiahua, México. *Revista Biología Tropical* **51**: 471–478.
- FAILLA-SIQUIER, G. 2014. Hallazgo de la medusa *Bougainvillia pagesi* (Cnidaria, Hydrozoa, Anthoathecata) parasitada con metacercarias de *Monascus filiformis* (Digenea, Fellostomidae) en el estuario de Río de la Plata, Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay* **23**: 43-47.
- ESCH, G. W. 1982. Abiotic factors: an overview. 279-288. *En*: Mettrick, D. F. y S. S. Drsser (Eds.). *Parasites: their world and ours*. Elsevier Biomedical Press. Amsterdam, Países Bajos, 455 p.
- FLORES-COTO, C., F. BARBA-TORRES, Y J. SÁNCHEZ-ROBLES. (1983). Seasonal diversity, abundance, and distribution of ichthyoplankton in Tamiahua Lagoon, Western Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society* **112**: 247–256.
- FRANCO-LÓPEZ, J. Y CHÁVEZ-LOPEZ, R. 1992. Síntesis sobre el conocimiento de la ictiofauna de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica* **2**: 53-63.
- GARCÍA, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Serie Libros, Núm. 6, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 91 p.
- GASPAR-DILLANES, M. T., A. SÁNCHEZ-ITURBE, P. GONZÁLEZ-YOVAL Y D. LÓPEZ-GARCÍA. (1995). Dinámica poblacional y biomasa desovante de la anchoa (*Anchoa mitchilli*) en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México, en 1985 y 1986. *Ciencia Pesquera* **11**: 21–27.

- GIROLA, V. C., S. R. MARTORELLI Y N. H. SARDELLA. 1992. Presencia de metacercarias de *Monascus filiformis* (Digenea, Fellostomidae) en hidromedusas del Océano Atlántico Sur. *Revista Chilena de Historia Natural* **65**: 409-412.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S. 1977. Observaciones comparativas de resultados de estudios del plancton de lagunas costeras del Golfo de México. 19-33, En: *Memorias, II Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica*, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S. Y M. A. BELTRAN-BARBOSA. 1988. Traumatismos observados en ostiones (*Crassostrea virginica*) invadidos por planarias (*Stylochus ellipticus*). *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* **58**:449–450.
- GÓMEZ-DEL PRADO ROSAS, M. C., I. VALLES-VEGA, H. LOZANO-COBO Y S. HERNÁNDEZ-TRUJILLO. 2011. Metacercarie of hemiurid in copepods from Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México. *Neotropical Helminthology* **5**:125-137.
- GÓMEZ-DEL PRADO ROSAS, M. C., L. SEGURA-PUERTAS, J. N. ÁLVAREZ-CADENA Y R. LAMOTHE-ARGUMEDO. 2000. *Opechona pyriforme* metacercaria (Trematoda: Lepocreadiidae) in *Eirene lactea* (Cnidaria: Hydromedusae) From a reef lagoon in the Mexican Caribbean Sea. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* **71**: 1-6.
- HAMMER. 2017. PAST for Windows. Manual version 3.15. Natural History Museum. University of Oslo Noruega.
- INAPESCA (Instituto Nacional de la Pesca). 2004. Acuerdo por el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo. *En: Diario Oficial de la Federación* (2004). Segunda sección. Secretaria De Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentacion. 439 p.
- KONDO, Y., S. OHTSUKA, T. HIRABAYASHI, S. OKADA, N. O. OGAWA, N. OHKOUCHI, T. SHIMAZU & J. NISHIKAWA. 2016. Seasonal changes in infection with trematode species utilizing jellyfish as hosts: evidence of transmission to definitive host fish via medusivory. *Parasite* **23**: 16.

- KRAMP, P. L. 1959. The hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. Dana Report **46**: 1-283.
- KRAMP, P. L. 1961. Synopsis of the medusae of the world. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **40**: 469 p.
- KREBS, C. J. 1985. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 3rd ed. Harper and Row, New York. 800 p.
- KØIE, M. 1975. On the morphology and life-history of *Opechona bacillaris* (Molin, 1859) Loss, 1907 (Trematoda, Lepocreadiidae). Ophelia **13**: 63-86.
- LEBOUR, M. V. 1916. Medusae as hosts for larval trematodes. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **11**: 57-59.
- LEMLY, A. D. Y G. W. ESCH. 1984. Effects of the trematode *Uvulifer ambloplitis* on juvenile bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*: Ecological Implications. Journal of Parasitology **70**: 475-492.
- LINTON, E. 1901. Parasites of fishes of the Woods Hole region. U.S. Commission of fish and fisheries, p. 405-492.
- LINTON, E. 1905. Parasites of fishes of Beaufort, North Carolina. Bulletin of the Bureau of Fisheries **24**: 321-428.
- LOZANO-VILANO, M. L., M. E. GARCÍA-RAMÍREZ Y S. CONTRERAS-BALDERAS. 1993. Peces costeros y marinos del estado de Veracruz. En: Salazar-Vallejo, S. I. y N. E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Comision Nacional de Biodiversidad y CIQRO, Mexico, p. 576-595.
- MARCOGLIESE, D. J. 1995. The role of zooplankton in the transmission of helminths parasites to fish. Review in Fish Biology and Fisheries **5**: 336-371.
- MARTELL-HERNÁNDEZ, L. F., A. OCAÑA-LUNA Y M. SÁNCHEZ-RAMÍREZ. 2011. Seasonal occurrence of *Opechona pyriforme* metacercarie (Digenea: Lepocreadiidae) in

- Eirene tenuis* medusae (Hydrozoa: Leptothecata) from a hypersaline lagoon in western Gulf of Mexico. *Journal of Parasitology* **97**: 68-71.
- MARTORELLI, S. R. 1996. First record of encysted metacercariae in hydrozoan jellyfishes and ctenophores of the Southern Atlantic. *Journal of Parasitology* **82**: 352-353.
- MARTORELLI, S. R. 2001. Digenea parasites of jellyfish and ctenophores of the southern Atlantic. *Hydrobiologia* **451**: 305-310.
- MARTORELLI, S. R. Y F. CREMONTE. 1998. A proposed three-host life history of *Monascus filiformis* (Rudolphi, 1819) (Digenea: Fellodistomidae) in the southwest Atlantic Ocean. *Canadian Journal of Zoology* **176**: 1198-1203.
- MAYER, A. B. 1910. *Medusae of the world*. Carnegie Institution of Washington. Publication No. 109. Volume I: 230 p.
- MORANDINI, A. C., S. R. MARTORELLI, A. C. MARQUES Y F. L. DA SILVEIRA. 2005. Digenean metacercaria (Trematoda, Digenea, Lepocreadiidae) parasitizing “coelenterates” (Cnidaria, Scyphozoa and Ctenophora) from Southeastern Brazil. *Journal of Oceanography* **53**: 39-45.
- MOREIRA, G. S. 1978. A preliminary laboratory study on the salinity and temperature tolerance of some medusae from de Sao Paulo coast, Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico* **47**: 45-55.
- NIEWIADOMSKA, K. Y T. POJMAŃSKA. 2011. Multiple strategies of digenean trematodes to complete their life cycles. *Wiadomości Parazytologiczne* **57**: 233–241.
- NICOLL, W. 1910. On the entozoa of fishes from the Firth of Clyde. *Parasitology* **3**: 322-359.
- NOGUEIRA-JÚNIOR, M., L. M. DÍAZ-BRIZ Y M. A. HADDAD. 2015. Monthly and inter-annual variations of *Opechona* sp (Digenea: Lepocreadiidae) parasitizing scyphomedusae off southern Brazil. *Marine Biology* **162**: 391-400.

- OCAÑA-LUNA, A. Y M. SÁNCHEZ RAMÍREZ. 2016. Estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **87**: 123-132.
- OVERSTREET, R. M., J. O. COOK Y R. W. HEARD. 2009. Trematoda (Platyhelminthes) of the Gulf of Mexico, vol. 1, *En*: Felder, D. L. y D. K. Camp. (eds.). *Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota*. Texas A&M University Press, College Station, p. 419–486.
- PALACIOS-FEST, M. Y A. E CHÁVEZ. 1994. La Laguna de Tamiahua, caracterización ecológica y acuícola. *En*: De la Lanza-Espino, G., J. J. Salaya-Avila y E. Versi. (eds.). *Manejo y Aprovechamiento Acuícola de las Lagunas Costeras en America Latina y el Caribe*. FAO. México, D.F, p. 169.
- PRITCHARD, D. W. 1967. What is an estuary: physical standpoint. *En* Lauff, G. H. (ed.). *Estuaries*. pub. 83. Washington, DC, USA: American Association for the Advancement of Science, p. 3-5.
- POULIN, R. 2006. Variation in infection parameters among populations within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *International Journal of Parasitology* **36**: 877-885.
- RAO, K. H. 1958. Hemiurid larvae (Trematoda) in the medusa *Aequoreo pensilis* (Haeckel) from the Bay of Bengal. *Annals and Magazine of Natural History* **1**: 702-704.
- REGUERO, M., A. GARCÍA-CUBAS Y G. ZÚÑIGA. 1991. Moluscos de la laguna Tampamachoco, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* **18**: 298-328.
- RESÉNDEZ-MEDINA, A. 1970. Estudio de los peces de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Ciencias del Mar y Limnología* **41**: 79-146.
- ROHDE, K. 2002 Subclass. Aspidogastrea Faust & Tang, 1936. *In* Gibson, D.I., Jones, A. & Bray, R.A. (eds.). *Keys to the Trematoda*, vol. 1. CABI, Wallingford, p. 5-14.
- ROHDE, K. 2005. Helminth parasites. *In* Rohde, K. (ed.). *Marine Parasitology*. CABI, Wallingford, p. 47–116.

- ROOSEN-RUNGE, E. C. 1970. Life cycle of the hydromedusae *Clytia gregarium* (A. Agassiz, 1862) in the laboratory. *The Biological Bulletin* **139**: 615-622.
- SAGARPA-CONAPESCA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Comisión Nacional de la Pesca). 2007. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular para la rehabilitación y prolongación de escolleras y dragado en la boca de Corazones, laguna de Tamiahua, municipio de Tamiahua, Veracruz. México, D. F.
- SAGARPA-CONAPESCA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Comisión Nacional de la Pesca). 2008. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular para la rehabilitación y prolongación de escolleras y dragado de canales en la boca de Tampachiche, laguna de Tamiahua, Veracruz. México, D. F.
- SALGADO-MALDONADO, G. 1979. Procedimientos y técnicas generales empleados en los estudios helmintológicos. Laboratorio de Helminología. Oficina de Sanidad, Nutrición y Genética. Dirección General de Acuacultura. Departamento de Pesca, México, p. 17-53.
- SEGURA-PUERTAS, L., L. CELIS Y L. CHIAVERANO. 2009. Medusozoans (Cnidaria: Cubozoa, Scyphozoa, and Hydrozoa) of the Gulf of Mexico. *En* Felder, D. L. y D. K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico—Origins, Waters, and Biota. Biodiversity*. Texas A&M University Press, College Station, Texas, p. 369–379.
- SEGURA-PUERTAS, L., E. SUAREZ-MORALES, Y L. CELIS. 2003. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of Mexico. *Zootaxa* **194**: 1–15.
- SCHMIDT, D. L. Y L. S. ROBERTS. 2009. *Foundations of parasitology*. 7th Edition. McGraw-Hill. New York, 702. p
- SIGNORET, P. M. 1969. Contribución al conocimiento de las medusas de las lagunas de Tamiahua y Alvarado, Ver., México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México, 91 p.
- STUNKARD, H. W. 1969. The morphology and life-history of *Neopechona pyriforme* (Linton, 1900) n. gen., n. comb. (Trematoda, Lepocreadiidae). *Biological Bulletin* **136**: 96-113.

- STUNKARD, H. W. 1980. The marine cercariae of the Woods Hole Massachusetts region. *Biological Bulletin* **138**: 66-76
- STUNKARD, H. W. 1980. Successive hosts and developmental stages in the life history of *Neopechona cablei* sp. n. (Trematoda: Lepocreadiidae). *The Journal of Parasitology* **66**: 636-641.
- STUNKARD, H. W. 1983. The marine cercariae of the Woods Hole, Massachusetts region, a review and a revision. *Biological Bulletin* **164**:143-162.
- SUMMER, D. M. Y G. BELAINEH. 2005. Evaporation, precipitation, and associated salinity changes at a humid, subtropical estuary. *Estuaries* **28**: 844-855.
- THIELTGES D. W. Y J. RICK. 2006. Effect of temperature on emergence, survival and infectivity of cercariae of the marine trematode *Renicola roscovita* (Digenea: Rencolidae). *Diseases of Aquatic Organisms* **73**: 63-68.
- VICENCIO-DE LA CRUZ, F. Y C. GÓNZALEZ-GÁNDARA. 2006. Lista actualizada de los gasterópodos de la planicie del Arrecife Lobos, Veracruz, México. *UDO Agrícola* **6**: 128-137.
- VILLALOBOS, A., S. GÓMEZ, V. ARENAS, A, RESÉNDEZ Y G. DE LA LANZA. (1976). Estudios hidrobiológicos en la laguna de Tamiahua. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, **37**: 139-180.
- WHITFIELD, P. J. & N. A. EVANS. 1983. Parthenogenesis and asexual multiplication among parasitic platyhelminths. *Parasitology* **86**: 121–160.
- YAMAGUTI, S. 1975. A synoptical review of life histories of digenetic trematodes of vertebrates. Keigaku Publishing Co, 590 p.
- YIP, S. Y. 1984. Parasites of *Pleurobrachia pileus* Müller, 1776 (Ctenophora), from Galway Bay, Western Ireland. *Journal of Plankton Research* **6**: 107–121.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 663 p.

CONABIO. 2017. Listado de Regiones Marinas Prioritarias. Disponible en:
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html>
(Consultado en agosto de 2018).

RAMSAR. 2005. <http://www.ramsar.org/es/humedal/mexico>. Accesado: 2017-05-15.

SCHUCHERT, P. 2011. Hydrozoa: World Register of Marine Species.
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1337>. Accesado: 2017-02-07.