

Datos generales y matrícula del alumno:

Edgar Amauri Domínguez Quintana

2173028523

Lugar y periodo de realización

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

07/09/2022 al 07/03/2023

Unidad, División y Licenciatura que cursa o haya cursado

Unidad Xochimilco

Ciencias Biológicas y de la Salud

Licenciatura en Biología

Nombre del plan, programa o proyecto en el que se participó

Determinación de la carga parasitaria de *Chirostoma jordani* en la presa de Atlangatepec, Tlaxcala.

Nombre del asesor o asesores

Asesora interna: Dra. Martha Rodríguez Gutiérrez

Asesor externo: Dr. Rubén Alonso Contreras Tapia

Introducción

El parasitismo es una interacción biológica inherente a todas las especies en la que los parásitos y los hospederos coinciden en espacio y tiempo, por lo que, existe una amplia diversidad de parásitos que pueden estar presentes en el pescado de consumo. Diversas son las causas por las cuales un pez puede terminar infestado, ya sea por el alimento que consume, por el agua contaminada o simplemente porque comparte hábitat con el parásito y este parasita al estar en contacto directo con él (Lamothe, 1994).

Los parásitos son parte esencial de los ecosistemas, poblaciones sanas de organismos tienen poblaciones sanas de parásitos, es un error común pensar que todos los parásitos son dañinos y se estudian para su erradicación, los parásitos se encuentran en todos los ambientes, es difícil encontrar poblaciones de seres vivos que carezcan de ellos, sin embargo, debe existir un equilibrio para el mantenimiento de las poblaciones. (Poulin, 1999).

Entre los parásitos, los helmintos son un grupo de invertebrados que no se encuentran relacionados filogenéticamente, es decir, no constituyen un grupo monofilético, se caracterizan por ser metazoarios, micro y macroparásitos de aspecto vermiforme, se ubican en cuatro phyla: Platyhelminthes, Acanthocephala, Nematelminthes y Annelida (Salgado-Maldonado y Osorio-Sarabia, 1987; Bautista-Hernández *et al.*, 2015; Rodríguez *et al.*, 2018).

Resulta de suma importancia la identificación de parásitos que afectan a la ictiofauna, en especial cuando se destinan al consumo humano, ya que estos pueden causar zoonosis, parasitosis médica y clínica (Rubio *et al.*, 2016). Algunos de estos parásitos producen en el pez diversas lesiones que le confieren un aspecto desagradable que los hace inapropiados para su venta, la inspección sanitaria del pescado de consumo humano es obligatoria y un correcto manejo puede evitar cuantiosas pérdidas económicas que debilitan al sector pesquero (Ahuir, 2020).

También se encuentran lesiones no visibles causadas por parásitos, las cuales afectan fisiológicamente, esto se refleja en la talla de los peces, adelgazamiento,

modificación de los hábitos alimenticios y de comportamiento, capacidad reproductiva e inclusive la muerte del individuo al encontrarse confundidos, provocando que salgan más a la orilla y sean presa fácil de aves y cualquier otro depredador (Hernández-Hernández *et al.*, 2008).

El conocimiento de la helmintofauna sirve como bioindicador para determinar la riqueza de invertebrados de un ecosistema y el estado en el que se encuentra, lo que permite conocer los ciclos de vida del parásito y del pez hospedero. La presencia y ausencia de ciertos helmintos refleja las diversas alteraciones ambientales de cada especie (Monks *et al.*, 2013).

Los ciclos de vida de los parásitos son complejos, los requerimientos físicos y biológicos para completarlos, son múltiples y exigentes, con esto aseguran el éxito y la continuidad de la especie. Estos pueden ser de dos tipos: directo, en este solo interviene un hospedero definitivo; e indirecto, donde existe un hospedero definitivo y uno o más hospederos intermediarios (Bautista-Hernández *et al.*, 2015).

Los parásitos pueden soportar condiciones de frío o calor extremo y se pueden encontrar en cualquier ambiente, pueden tener una fase de vida libre en la cual se desarrolla su estado infectivo, en parásitos de ciclo indirecto la fase de vida libre no siempre ocurre. Su importancia radica en la complejidad de sus ciclos de vida y sus mecanismos de transmisión, los cuales dependen directamente de las interacciones tróficas entre ellos (Marcogliese y Cone, 1997).

Los parásitos desempeñan papeles funcionales, regulan las poblaciones de animales de vida libre, son un componente natural y necesario de las comunidades biológicas y mantienen la estructura de las comunidades. La presencia de una especie de parásito es normal, su ausencia provocará un cambio en la estructura biótica (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

El parásito es fisiológicamente dependiente de su hospedero para sobrevivir, poseen potencial y capacidad para adaptarse a diferentes microhábitats en el cuerpo del hospedero, el cual es el ambiente físico, obteniendo protección contra desecación y temperaturas desfavorables, así como fuente de alimento que le

permite la sobrevivencia y desarrollo. El número de parásitos que alberga un hospedero depende de múltiples factores; algunos son atribuibles al hospedero como el comportamiento y los hábitos alimenticios, otros al ambiente como el pH y la temperatura, y algunos inherentes a la biología del parásito (Salgado-Maldonado *et al.*, 2014).

La interacción parásito-hospedero trae consigo consecuencias y adaptaciones para ambas especies. Para sobrevivir, el parásito debe cumplir con sus requerimientos básicos de hábitat, comida y reproducción. El parasitismo puede considerarse como una presión evolutiva en la que las especies involucradas se adaptan a los procesos selectivos; por una fuerza de selección, el hospedero se adapta, resiste o tolera la infección parasitaria (Poulin, 1999).

El género *Chirostoma* es endémico de la mesa central mexicana (Soria-Barreto y Paulo-Maya, 2005). Se encuentra distribuido en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz, en algunos de ellos de manera natural y en otros debido a la introducción como es el caso de la presa de Atlangatepec, Tlaxcala. Incluye 18 especies y cuatro subespecies, algunas de ellas de importancia económica como *Chirostoma estor* Jordan, 1880, conocido como pescado blanco, y los diversos tipos de charal, por ejemplo, *Chirostoma jordani* Woolman, 1894, objeto de estudio de esta investigación (Cardenas-Reygadas y Barrera-Escorcía, 1998).

Chirostoma jordani se distribuye en la vertiente del Pacífico a lo largo del cauce del río Lerma, río Grande de Santiago y río Ameca; en los cuerpos de agua del valle de México y las lagunas de Atotonilco y San Marcos, Jalisco; en la laguna de El Carmen, cerca de los límites entre Puebla y Tlaxcala. En la vertiente del Atlántico se ha reportado en las aguas cálidas del río Pánuco, río Cazones y río Tecolutla; Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, estado de México, Puebla y Tlaxcala (Miller *et al.*, 2005).

Esta especie de pez habita aguas claras, turbias o fangosas de lagos, ríos y canales, a profundidades de un metro. Posee un cuerpo largo, delgado y comprimido, con

una banda lateral color plata, dientes pequeños al igual que la boca (Miller, 2009). Los juveniles miden de 9 a 14 mm de longitud patrón (LP), el periodo reproductivo es de finales de febrero a mediados de mayo (Miller *et al.*, 2005). *Chirostoma jordani* es muy abundante en lagos como el de Chapala y Pátzcuaro, donde los habitantes de la región lo deshidratan y usan como alimento, por tener un sabor agradable, rico en proteínas, omega 3 y bajo en grasa.

Chirostoma jordani, ha sido objeto de estudios helmintológicos en cuatro entidades federativas; Guanajuato, Michoacán, Estado de México e Hidalgo, registrándose como hospedero de 18 especies de helmintos, de los cuales se han reportado cinco especies de digeneos, diez de cestodos y tres de nemátodos (Hernández-Hernández *et al.*, 2008).

La presa de Atlangatepec es un humedal importante por sus recursos pesqueros para las familias de Tlaxcala, razón por la cual, en esta investigación se espera generar conocimientos sobre los parásitos del charal, *Chirostoma jordani*, que sirvan para un mejor manejo de la especie a futuro, ya que es fundamental conocer las amenazas que enfrenta la fauna de la presa y así prevenir y conservar a las especies que en ella habitan, debido a su importancia económica para la población local.

Por lo que, el presente estudio pretende identificar y cuantificar la carga parasitaria diferenciada entre sexos del pez *Chirostoma jordani*, así como establecer la prevalencia e intensidad promedio en las estaciones de otoño e invierno.

Objetivo general

Determinar la carga parasitaria en las estaciones de otoño e invierno de *Chirostoma jordani* y si hay mayor afectación en un sexo.

Objetivos específicos

- Identificar los parásitos en *Chirostoma jordani* de la presa de Atlangatepec.
- Determinar si hay diferencia en la carga parasitaria entre machos y hembras, durante el periodo de estudio.

Material y métodos

La presa de Atlangatepec se encuentra ubicada al norte del Estado de Tlaxcala, a 28 km de la ciudad y a 10 km del poblado de Tlaxco. Los muestreos comprendieron los meses de septiembre a febrero, de la pesca comercial mensualmente se obtuvieron 40 ejemplares de machos y 40 hembras de *C. jordani*. Desde el mes de septiembre hasta febrero se analizó un total de 480 organismos de *C. jordani*, 240 hembras y 240 machos. Posterior a su captura, los ejemplares fueron trasladados en recipientes con hielo para cuidar su temperatura y evitar un estado de descomposición que afecte su manipulación, fueron analizados en el laboratorio, en donde se realizó una evaluación externa e interna que incluyó la extracción del cerebro, ojos e hígado, siguiendo el protocolo descrito por Serrano-Martínez *et al.* (2017).

Para la revisión helmintológica, los ojos y el cerebro fueron colocados en cajas Petri de vidrio de 100x20mm. con una solución de cloruro de sodio al 0.9 % para que, de esta manera los parásitos vivos alojados salgan al medio, para luego ser examinados bajo el microscopio estereoscópico y proceder al conteo e identificación. Con el hígado fue utilizada la técnica de squash, la cual consiste en aplanar el objeto de estudio en dos placas de vidrio, logrando así una extensión de la muestra, facilitando su estudio, para posteriormente ser observado en el microscopio estereoscópico en busca de parásitos, de acuerdo con el protocolo descrito por Salgado-Maldonado *et al.* (2014).

Los helmintos fueron extraídos y fijados con una solución caliente de formol bufferado al 10% y fueron observados dando énfasis en las estructuras características para su determinación taxonómica, siguiendo el protocolo descrito por Serrano-Martínez *et al.* (2017).

El análisis de la información incluyó estadística descriptiva el análisis de varianza de dos vías (ANOVA) para determinar si existe diferencia significativa ($p < 0.05$) en la carga parasitaria entre hembras y machos y entre los meses del muestreo. Además, se determinó la prevalencia e intensidad media parasitaria, de acuerdo con lo propuesto por Bush *et al.* (1997); Margolis *et al.* (1982), siendo:

Prevalencia (P): número de hospederos infectados por una especie parásita particular, dividido por el número total de hospederos examinados; se expresa en porcentaje.

Intensidad media (IM): intensidad promedio de una especie en particular de parásito entre los hospederos infectados. Se calcula como el número total de parásitos/número de hospederos infectados.

Actividades realizadas

A partir del mes de septiembre al mes de febrero se realizaron muestreos mensuales completando un total de 6, en cada uno se recolectaron 40 individuos hembras y 40 machos para determinar la carga parasitaria.

Todos los individuos fueron disectados y sus órganos fueron analizados por diversos métodos: para el hígado se aplicó la técnica de squash; los ojos y el cerebro se introdujeron en una caja Petri con solución salina, para expulsar al medio a los parásitos alojados y poder contar.

De cada parásito identificado se realizó el conteo, que fue registrado en una base de datos, con el cual se obtuvieron los parámetros de: prevalencia e intensidad media. En el programa PAST 4.04 se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de dos vías.

Metas alcanzadas

En el *C. jordani* se identificó las especies de parásitos y se determinó la prevalencia e intensidad media de cada uno. En cuanto a la carga parasitaria entre hembras y machos, el análisis de varianza ANOVA determinó que no existe diferencia significativa ($p < 0.05$), sin embargo, sí existe entre los meses del muestreo.

Con esta investigación se aporta información de las especies que parasitan a *C. jordani* en la presa de Atlangatepec, así como la determinación de la prevalencia e intensidad media en dos épocas del año (otoño e invierno), conocimiento para nuevas investigaciones que quieran retomar como es el ciclo parasitario en función de las estaciones del año.

Resultados y discusión

Entre los parásitos encontrados durante la realización de este estudio se identificaron los siguientes:

- Platelmino: Tremátodo, Digeneo, en estadio de metacercaria, identificado como *Diplostomum* sp. localizado en ojos y cerebro.
- Nemátodo: De la familia Anisakidae en estadio juvenil, identificado como *Contracaecum* sp. localizado en la cavidad visceral y cavidad branquial.
- Acantocephalo: Identificado como *Polymorphus* sp. en estado inmaduro, cistacanto, localizado en el hígado.
- Artrópodo, Crustáceo, copépodo identificado como *Lernaea* sp. localizado en la piel.

Dentro de los helmintos, la especie que se registró con mayor prevalencia fue *Diplostomum* sp., parasitando al 100% de los hospederos en el cerebro y ocasionalmente en ojos; seguido de *Polymorphus* sp., con una mayor prevalencia durante el mes de febrero en machos con un valor de 22.5%, mientras que en las hembras fue en el mes de septiembre con 12.5%.

Las otras dos especies de parásitos exhibieron valores bajos, los valores más altos de prevalencia para *Lernaea* sp. se obtuvieron en el mes de octubre en machos con 17.5% y en octubre y noviembre en hembras, ambos con 7.5%.

La prevalencia de *Contracaecum* sp. en los machos fue de 0%, es decir, no se encontró ningún hospedero parasitado en ninguno de los meses, mientras que en hembras el valor más alto fue de 5% en los meses de septiembre y noviembre y de 2.5% en enero, en el resto de los meses tampoco se encontró (tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia parasitaria mensual en *Chirostoma jordani* de la presa de Atlangatepec, diferencias entre sexo, se presenta en porcentaje.

	Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
<i>Diplostomum</i> sp.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Contracaecum</i> sp.	0	5	0	0	0	5	0	0	0	2.5	0	0
<i>Lernaea</i> sp.	5	5	17.5	7.5	2.5	7.5	0	2.5	2.5	2.5	0	0
<i>Polymorphus</i> sp.	12.5	12.5	7.5	2.5	5	0	5	2.5	2.5	7.5	22.5	7.5

En cuanto a la intensidad media, la más alta se determinó en hembras en el mes de diciembre con 74.4 para *Diplostomum* sp.; mientras que en machos fue en el mes de noviembre, con 60.1 parásitos por hospedero, siendo el cerebro el órgano más parasitado. En general, en el resto de los parásitos se tuvo una intensidad media menor de 2 y en algunos meses fue nula, con *Contracaecum* sp. el de menor intensidad promedio reportó y solo se presentó en hembras en los meses de septiembre, noviembre y enero (tabla 2).

Tabla 2. Intensidad media parasitaria mensual en *Chirostoma jordani* de la presa de Atlangatepec, diferencias entre sexo.

	Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
<i>Diplostomum</i> sp.	23.3	32.2	28.6	28.	60.1	53.3	51.9	74.4	37.6	41.85	56.42	31
<i>Contracaecum</i> sp.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Lernaea</i> sp.	1	2	1	1	1	1.33	0	1	1	1	0	0
<i>Polymorphus</i> sp.	1.6	1.8	1.33	1	1	0	1.5	1	2	1.33	1.11	1

El mes con el mayor conteo total de parásitos encontrados en *C. jordani* fue diciembre, con un total de 5,058, mientras que el mes de septiembre fue el que tuvo la menor cantidad con 2,245. Se observa el cerebro como el órgano mayor

parasitado del muestreo, mientras que la cavidad branquial presentó la menor carga parasitaria (tabla 3).

Tabla 3. Número total mensual de parásitos en órganos de *Chirostoma jordani* de la presa de Atlangatepec, diferencias entre sexo.

Órgano parasitado	Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H
Cerebro	925	1269	1138	1140	2401	2125	2076	2976	1504	1676	2257	1240
Ojos	8	20	7	6	5	8	3	1	0	0	0	0
Piel	2	2	7	3	1	4	0	1	1	1	0	0
Hígado	8	9	4	1	2	0	3	1	2	4	10	3
Cavidad visceral	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
Cavidad branquial	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Para *C. jordani* se han registrado la presencia de 18 especies de helmintos en el territorio nacional, Guanajuato es la entidad que presenta el mayor número de especies con 14, entre las que esta *Allocreadium mexicanum* y *Bothriocephalus acheilognathi*, en Michoacán se han registrado 3 especies, entre ellas *Diplostomum* sp. y en el Estado de México solo se ha reportado la presencia de un céstodo, *Valipora compylancristota* (Salgado-Maldonado, 2006).

En la presa de Atlangatepec se localizaron cuatro especies distintas de parásitos: *Diplostomum* sp., es un parásito tremátodo digeneo, del phylum platelmintos, se encontró en estadio inmaduro: metacercaria, parasitando en el cerebro en todos los peces del estudio y en algunos en los ojos (tabla 3).

Este parásito tiene forma alargada en lanza, dispone de una ventosa oral, dos ciegos que recorren todo el cuerpo. En la región posterior tienen un acetábulo de mayor tamaño que la ventosa oral. El estado adulto de este género se desarrolla en intestino de las aves piscívoras, y para este caso particular se sospecha de la garza dedos dorados (*Egretta thula*) la cual está reportada en la presa de Atlangatepec (Alvarado-Panameño, 2019; UPAEP, 2015).

Diplostomum sp. es reportado por Hernández-Hernández *et al.*, (2008) como parásito de *Chirostoma* sp. en el lago de Tecocomulco con altos valores de intensidad media de 1.01 y prevalencia de 20.28% de hospederos en el cerebro, indicando que provocó cambios en el comportamiento de los peces como el nado errático, lo que los hace susceptibles a ser depredados con mayor facilidad por aves ictiófagas, en las cuales *Diplostomum* sp. alcanza su madurez sexual, aunque puede ser causada por *Proterodiplostomatidae* gen sp. y *Echinostomatidae* gen sp. que también fueron localizados en el cerebro: ya que la presencia de este parásito en el *C. jordani* en la presa de Atlangatepec no representa un daño visible, basado en la observación al realizar la disección, no se descarta un posible daño que provoque a esta especie de peces.

El acantocéfalo, *Polymorphus* sp., es un parásito menos frecuente comparado con los nemátodos y platelmintos, pero en algunos hospederos alcanzan altas intensidades, provocando un daño considerable en la pared intestinal. A pesar del gran tamaño de algunas especies, son pocas las patologías asociadas a su presencia, la mayoría parecen ser el resultado de una respuesta inflamatoria crónica resultado de una lesión causada por la probóscide, a menudo con la posterior fibrosis y la formación de nódulos, similar a la respuesta inflamatoria desencadenada por un cuerpo irritante inanimado, ocasionalmente ocurren epizootias que provocan grandes mortalidades. Aunque es raro, la infestación humana puede producirse por el consumo de pescado crudo (Drago, 2017). Este parásito fue el segundo más prevalente, fue localizado en el hígado, no se tiene registro previo de parasitosis por *Polymorphus* sp. en hígado de *C. jordani*.

El gusano ancla, *Lernaea* sp. es un copépodo parásito que puede ocasionar alta mortalidad en las poblaciones de peces y la disminución en la pigmentación de los individuos supervivientes a su infestación. La peligrosidad radica en su falta de especificidad hospedatoria; es decir, que puede parasitar a prácticamente cualquier especie de pez de agua dulce, cuando los peces tienen una talla menor a 2 cm ocasiona daños directos a órganos vitales, además de provocar infecciones en las heridas donde penetra la cabeza (ancla) del parásito, la incidencia ocasiona

disminución del vigor de los peces o de su potencial (Silva-Souza *et al.*, 2000). La presencia de este copépodo en *C. jordani* causó daño externo, visible con moretones en la musculatura del pez, provocando posibles infecciones bacterianas o micóticas, las cuales confieren un mal aspecto para el consumo y la venta, así como para la salud del pez, una infección agravada en el pez puede terminar matándolo, una alta prevalencia de este parásito supone un daño mayor a futuro, provocando una alta tasa de mortalidad y por lo tanto una menor carga pesquera así como menores ventas para los habitantes de la zona.

Contracaecum sp., a pesar de tener una baja prevalencia, es uno de los pocos parásitos con capacidad zoonótica. Los hospederos definitivos de los miembros de este género son aves piscívoras, su tercer estadio larvario se presenta generalmente encapsulado, siendo el humano un hospedero intermediario de manera accidental, por el consumo de carne de pescado crudo, estos nemátodos están presentes en todos los ambientes de agua dulce, se les atribuye funciones dentro de los ecosistemas, en los ciclos de vida de organismos, son indicadores potenciales de contaminación y alteración del medio ambiente (Anderson, 1992). Este fue el parásito con menor prevalencia en todos los meses, ausente en su totalidad en los machos y presente solo en tres meses en las hembras en una intensidad media muy baja, ubicado en la cavidad branquial y visceral.

El análisis de varianza determinó que no existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la carga parasitaria entre machos y hembras en ninguna de las 4 especies de parásitos encontrados en las dos estaciones del año que se realizó el muestreo.

Sin embargo, sí existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes meses entre hembras y machos, como se observa en la figura 1.

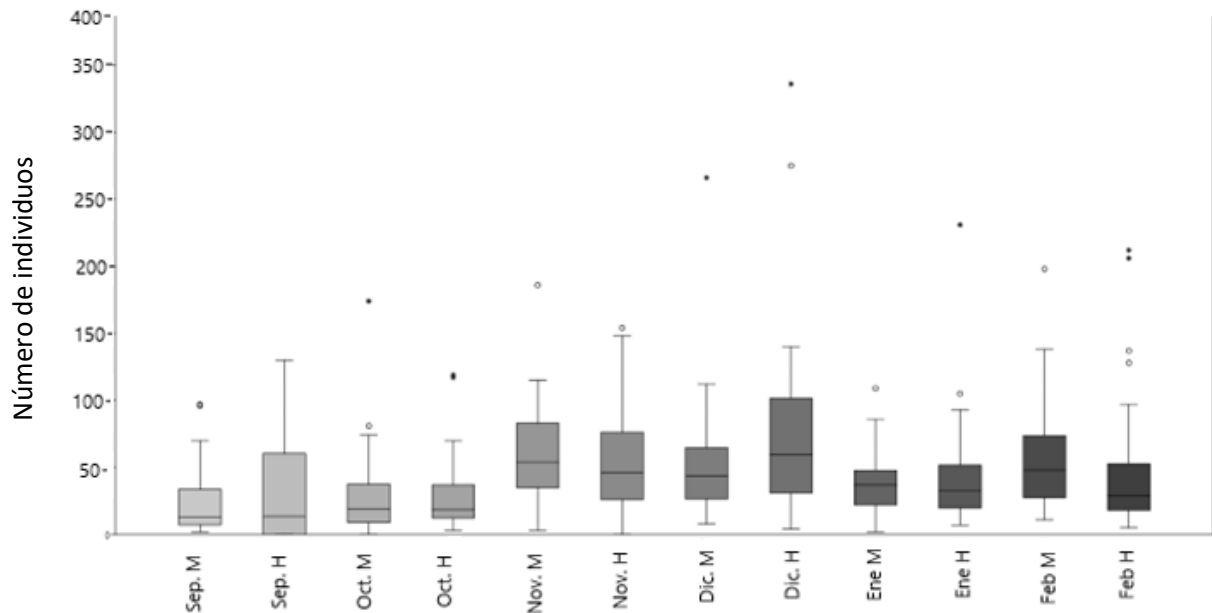


Figura 1. Gráfica de caja y bigote de la carga parasitaria en *Chirostoma jordani*, causada por *Diplostomum* sp. comparando por sexo y entre meses.

Existen diferencias significativas en la carga parasitaria entre los diferentes meses. La carga parasitaria de los machos durante el mes de septiembre presentó diferencias significativas respecto al mes de noviembre, diciembre y febrero; mientras que el mes de octubre también en machos presenta diferencias respecto al mes de noviembre y febrero (figura 1).

En las hembras se determinaron diferencias significativas en la carga parasitaria entre el mes de diciembre y los meses de enero y febrero, así como entre el mes de diciembre y los meses de septiembre y octubre (figura 1).

Las variaciones estacionales de la carga parasitaria entre los diferentes meses, puede estar sujeta a distintos factores, por ejemplo; cambios de temperatura entre temporada, presencia y ausencia de depredadores, cambios en los factores fisicoquímicos y cambios ambientales, estos factores afectan la variación de abundancia, intensidad y reproducción de los organismos parásitos entre los diferentes meses (Muñoz y Delorme, 2011).

Conclusiones

Se reporta la presencia de cuatro especies de parásitos: *Diplostomum* sp., *Lernaea* sp., *Polymorphus* sp. y *Contracaecum* sp., en el charal, *C. jordani*, de la presa de Atlangatepec, Tlaxcala. El 100% de los peces presentó al menos un parásito de cualquiera de las especies; *Diplostomum* sp. fue el que tuvo mayor prevalencia, con un 100% en todos los meses en ambos sexos, mientras que *Contracaecum* sp. fue el de menor prevalencia, presente únicamente en las hembras en solo en tres meses. Los resultados sugieren que no existe relación entre la carga parasitaria y el sexo de *C. jordani* (ANOVA, $p < 0.05$), sin embargo, sí existen diferencias significativas entre los diferentes meses.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con el muestreo mensual a *C. jordani*, igualmente es recomendable incluir en los muestreos a los demás hospederos, como aves y caracoles, para conocer el ciclo de vida completo de los parásitos y como cambia la carga parasitaria de cada sexo en función de las estaciones del año, así como en que temporada los parásitos presentan una mayor prevalencia y saber las afectaciones que pueden provocar a futuro los parásitos en el *C. jordani* y en la salud ecosistémica de la presa.

Referencias bibliográficas

Ahuir B., A.E. (2020). Parásitos: la biodiversidad olvidada. *Mediterráneo Económico*, n. 33. pp. 213-234.

Alvarado-Panameño, J. F. (2019). Monitoreo de parásitos helmintos en peces del Embalse Cerrón Grande. *Revista Multidisciplinaria de la Universidad del Salvador* 2 (1). pp. 79-94.

Anderson, R.C. (1992). *Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission*. CABI Publishing Wallingford, Oxon (UK). pp. 650.

Bautista-Hernández, C. E., Monks, S., Pulido-Flores, G. & Rodríguez-Ibarra, A. E. (2015). Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso. *Estudios en Biodiversidad* 2. pp. 17-18.

Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology Meets Ecology on Its Own Terms: Margolis et al. Revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4). pp. 575-583.

Cárdenas-Reygadas, R. y Barrera-Escorcía H. (1998). Histología y ultraestructura del testículo del charal *Chirostoma jordani* (Osteichthyes: Atherinidae). *Revista de Biología Tropical* 46. pp. 943-949.

Drago F., B. (2017). *Macroparásitos: Diversidad y biología*. Universidad Nacional de la Plata. pp. 112-127.

Hernández-Hernández, D., Pulido-Flores, G. & Monks, S. (2008). Registro helmintológico de *Chirostoma jordani* Woolman, 1894, del lago de Tecocomulco, Hidalgo, México. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. pp.58-76.

Lamothe A., R. (1994). Importancia de la helmintología en el desarrollo de la acuicultura. *Instituto de Biología. Laboratorio de Helmintología. Serie Zoología*, vol. 65, núm. 1. pp. 195-200.

Marcogliese, D. J. & D. K. Cone. 1997. Food webs: a plea for parasites. *Trends in Ecology and Evolution* 12. pp. 320-325.

Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M., & Schad, G. A. (1982). The Use of Ecological Terms in Parasitology (Report of an Ad Hoc Committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology*, 68(1). pp. 131-133.

Miller, R. R., Minckley W. L. y Norris S. M. (2005). *Freshwater fishes of Mexico*. The University of Chicago Press. pp. 490.

Miller R. R. (2009). *Peces dulceacuícolas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. pp. 559.

Monks, S., Pulido-Flores, G., Bautista-Hernández, C. E., Alemán-García, B., Falcón-Ordaz, J. & Gaytán-Oyarzún, J. C. (2013). El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztlán, Hidalgo, México. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas* 6. pp. 25-34.

Muñoz, G. y Delorme, N. (2011). Variaciones temporales de las comunidades de parásitos en peces intermareales de Chile central: spes residentes vs temporales. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, vol. 46. núm. 3. pp. 313-327.

Poulin, R. (1999). The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels? *International Journal for Parasitology*, 29(6). pp. 903–914.

Rodríguez, J. G., Olivares-Orozco, J. L., Sánchez-Castillejas, Y. & Arece-García, J. (2018). Evolución de los Helmintos. *Revista de Salud Animal*, 40(2). pp.1-6.

Rubio A., H., Domínguez C., M., Hernández C., M. R., Burrola B., M. E., Colmenero, L., & Villalba, M. D. (2016). Identificación de helmintos en carpa común (*Cyprinus carpio*) de un ecosistema acuático en el norte de México. *Investigación y Ciencia*, 24 (68). pp. 15-21.

Salgado-Maldonado, G., Caspeta-Mandujano, J.M., Ramírez-Martínez, C., Lozano-Vilano, L., García Ramírez, M. E. y Mendoza-Franco, E. (2014). Helminths parasites of the fishes of the Lacantún river in the biosphere reserve Montes Azules, Chiapas. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 142-147.

Salgado-Maldonado, G & Osorio-Sarabia, D. (1987). Helminths of some fishes of Lago de Pátzcuaro. Ciencia y Desarrollo. 74(13). pp. 41-57.

Salgado-Maldonado, G. (2006). Checklist of helminth parasites of freshwater fishes from Mexico. Zootaxa 1324. pp. 357.

Serrano-Martínez, E., Quispe, H. M., Hinostroza, M. E. y Plasencia P. L. (2017). Detección de parásitos en peces marinos destinados al consumo humano en Lima Metropolitana. Rev Inv Vet Perú. 28 (1). pp. 160-168.

Silva-Souza A., Almeida S., & P. M. Machado. (2000). Effects of the infestation by *Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 (Copepoda, Lernaeidae) on the leucocytes of *Schizodon intermedius* Garavello & Britski, 1990 (Osteichthyes, Anostomidae), Revista Brasileira de Biologia, 60(2). pp. 217-220.

Soria-Barreto, M. y Paulo-Maya J. (2005). Morfometría comparada del aparato mandibular en especies de *Chirostoma* (Atheriniformes: Atherinopsidae) del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Hidrobiológica 15. pp.161-168.

UPAEP. (2015). Aves del sitio Ramsar: Presa de Atlangatepec. Universidad Autónoma del Estado de Puebla. pp. 29.