

6. Variación interanual de los parásitos de la lisa *Mugil curema* en la laguna de Tres Palos, Guerrero

ALDO DÍAZ GALLEGOS¹

JUAN VIOLANTE GONZÁLEZ²

YESENIA GALLEGOS NAVARRO³

PRINCESSA JHOSSABETH VILLALBA VASQUEZ⁴

FLOR ARIADNA PALACIOS ATEMPA⁵

JONATAN CARBAJAL VIOLANTE⁶

GUADALUPE QUITERIO RENDON⁷

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.292.06>

Resumen

La lisa *Mugil curema* es una de las especies más importantes para la pesca artesanal de las costas del Pacífico mexicano. No obstante, la información sobre algunos aspectos importantes de su biología y, en particular, de su parasitofauna en el medio silvestre aún es muy escasa, principalmente en los estados del Pacífico sur, como es el caso de Guerrero. Con el objetivo de examinar los factores bióticos y abióticos que pueden influir en la dinámica interanual de las comunidades de parásitos de *M. curema*, se colectaron y

¹ Maestro en Recursos Naturales y Ecología. Estudiante de doctorado en la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6853-7663>; correo electrónico: lic.ecoal@gmail.com

² Doctor en Ciencias Marinas. Profesor-investigador adscrito a la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6291-8763>

³ Doctora en Ciencias Ambientales. Asistente de investigación adscrita a la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9366-6162>

⁴ Doctora en Ciencias Ambientales. Posdoctorante adscrita al Laboratorio de Ecología Acuática de la Facultad de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8027-608X>

⁵ Licenciada en Ecología Marina. Estudiante de maestría en la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7995-4269>

⁶ Licenciado en Ecología Marina. Estudiante de maestría adscrito a la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7725-8128>

⁷ Doctora en Ciencias en Biodiversidad y Conservación. Profesional de proyecto adscrita al Comité de Sanidad Acuícola del estado de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2359-7589>

examinaron un total de 668 lisas durante 2003, 2021, 2022 y 2024, en la laguna de Tres Palos, Guerrero.

La parasitofauna de *M. curema* estuvo constituida por 14 especies de parásitos, 3 especies fueron consideradas como *típicas* de las lisas (*Ligophorus mugilinus*, *Floridocentis mugilis* y *Ergasilus lizae*), por su alta especificidad hospedatoria; mientras que las 11 especies restantes son adquiridas durante su estancia dentro de la laguna. Los grupos de parásitos mejor representados fueron los digéneos y los acantocéfalos (4 especies cada uno). La abundancia de algunas especies de parásitos incrementó de manera significativa con la longitud total del hospedero. La variación interanual en la abundancia de algunas especies de parásitos fue atribuida a cambios en las condiciones ambientales generados por las temporadas de secas y lluvias, los cuales pueden afectar la dinámica de las poblaciones de hospederos intermediarios, así como el comportamiento alimenticio y reproductivo del hospedero. La riqueza de especies de parásitos registrada a nivel componente (8 a 12 especies) fue muy similar a la reportada para esta misma especie en otras localidades del Pacífico mexicano.

Palabras clave: *Mugil curema*, parasitofauna, riqueza de especies.

Introducción

Los peces son considerados los vertebrados que presentan la mayor diversidad de parásitos, debido a que han vivido durante mucho tiempo en estrecha asociación con una amplia variedad de especies de invertebrados, las cuales actúan como hospederos intermediarios (Falkenberg et al., 2022). El parasitismo es facilitado en el medio ambiente acuático, por lo que se incrementan las probabilidades de propagación de las larvas de estos organismos, así como de su reproducción y de la finalización exitosa de sus ciclos de vida (Falkenberg et al., 2022).

La comunidad de parásitos de un hospedero puede ser considerada como representativa del macroambiente en el cual vive el hospedero y del microambiente (hospedero), en el que vive el parásito. Una gran variedad

de factores pueden determinar o influenciar la fauna parasitaria de cualquier especie o grupo de hospedero. Factores como la cantidad de horas de luz solar (duración del fotoperiodo), edad del hospedero, estación del año, alimentación, estado de salud y forma de vida del hospedero, así como de su distribución geográfica, pueden modificar o alterar la fauna parasitaria de una población de hospederos (Centeno et al., 2002). Por lo tanto, uno de los principales objetivos de la ecología de comunidades de parásitos en los últimos años ha sido tratar determinar cuáles son los principales factores que determinan la composición y riqueza de especies en estas comunidades.

Por otra parte, las comunidades de parásitos pueden presentar cambios estructurales tanto espaciales como temporales, relacionados con variaciones estacionales y/o locales de algunos factores bióticos y abióticos. Estos factores pueden cambiar de manera cíclica a lo largo del tiempo, o de forma abrupta en otros casos, afectando la abundancia, distribución espacial y reproducción de las poblaciones de parásitos y de sus hospederos a lo largo del tiempo (Hewitt et al., 2001). Por lo tanto, las poblaciones y comunidades de parásitos pueden responder también a los cambios ambientales y, por tanto, pueden presentar patrones de variación temporal (Zander, 2004). Tanto las características biológicas del hospedero (microambiente), como el ambiente externo (macroambiente del parásito), constituyen los factores principales que estructuran y originan cambios en las poblaciones y comunidades de parásitos (Poulin, 2006). Por otra parte, la estructura y la composición de especies de las comunidades de parásitos pueden experimentar cambios temporales a una pequeña o gran escala de tiempo (estacional o interanual), dependiendo de los cambios en diversos factores ambientales y biológicos relacionados tanto con la ecología de los parásitos como de sus hospederos intermediarios o finales (Kennedy et al., 2006).

La lisa *Mugil curema* es, sin duda, una de las especies más explotada por la pesca ribereña que se practica de manera habitual en las costas del Pacífico mexicano (Salgado-Cruz et al., 2021). La especie presenta una amplia distribución geográfica: en el Pacífico oriental se distribuye desde la costa de California, EUA, hasta Chile y en el Atlántico occidental, desde Cabo Cod, EUA, hasta Brasil, incluido el Golfo de México (Salgado-Cruz et al., 2021). Esta especie pasa la mayor parte de su ciclo de vida en cuer-

pos de agua protegidos, como en el caso de lagunas costeras y estuarios, donde se alimenta de algas microscópicas o filamentosas y organismos planctónicos. Una vez que alcanza el estadio adulto, forma cardúmenes y migra a la zona pelágica costera para desovar (Salgado-Cruz et al., 2021; Santos et al., 2021; Trape et al., 2009).

Debido a la gran importancia económica y ecológica que presenta *M. curema*, se han realizado algunos estudios parasitológicos de esta especie en las costas del Pacífico mexicano. Entre estos destacan el de Lira (1997), quien estudio los parásitos de *M. curema* y *M. cephalus* en la bahía de Chamela Jalisco, México, concluyendo que *M. curema* presentó una muy baja diversidad de especies, debido a la alta dominancia de una larva de heterófito. Fajer-Avila et al. (2006) examinaron un total de 292 especímenes de *M. curema* bimensualmente durante un año, en dos esteros del estado de Sinaloa con diferente impacto antropogénico, registrando un total de siete especies de parásitos y destacando las altas dominancias de una especie de copépodo y de un nematodo. Para el estado de Guerrero, Violante-González y Aguirre-Macedo (2007) y Violante-González et al. (2007) reportaron la parasitofauna de *M. curema* de las lagunas costeras de Coyuca y Tres Palos. Más recientemente, Morales-Martínez et al. (2022) estudiaron los parásitos de este hospedero en la laguna de Chautengo, en tanto que Andrade (2022) reportó varias especies de haploporidos (tremátodos) para esta lisa en algunas localidades de las costas del estado.

No obstante que la parasitofauna de *M. curema* ya ha sido estudiada en algunas localidades de las costas del estado de Guerrero, no se ha llevado a cabo ningún estudio que examine la dinámica poblacional de sus especies de parásitos a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio fue describir la variación interanual de sus comunidades de parásitos, en la laguna de Tres Palos Gro., con la finalidad de generar información básica que pueda contribuir al desarrollo de su biotecnología de cultivo en Guerrero y otros estados del país, en un mediano plazo.

Localización del área de estudio

La laguna de Tres Palos se encuentra ubicada a 25 km al este del Puerto de Acapulco, se localiza entre los 99° 38' y 99° 47' de longitud Oeste y a los 16° 43' y 16° 48' de latitud Norte. La forma de esta laguna es de subcircular a elíptica, conformada en dos zonas separadas por una península, sus dimensiones son de 16 km de longitud máxima y 6 km en su anchura mayor abarcando una superficie aproximada de 55 km² (5 500 ha) es considerada como una laguna somera y de fondo plano; el 80% en su volumen se localiza a los 3.5 m de profundidad, mientras que el área se reduce un 50% a la misma profundidad. Esta laguna es tipo mixo-oligohalina, con salinidades de 0.5 a 5.0 ups y presenta una gran relación área volumen que facilita la evaporación y una relativa estabilidad ecológica debido a la escasa influencia marina (De la Lanza-Espino et al., 2008; Carpio, 2020).

Colecta y procesamiento de los peces

La colecta de los ejemplares de *M. curema* se llevó a cabo a partir de las capturas comerciales, que se realizan de manera habitual en la laguna de Tres Palos. Se capturó a los peces empleando redes agalleras, posteriormente se les trasladó hasta el laboratorio de la Facultad de Ecología Marina (UAGRO), donde se procesaron y examinaron en las horas posteriores a su captura. Los muestreos abarcaron del año 2021 Feb al 2024 Feb, se efectuaron dos muestreos semestrales (secas y lluvias) en los dos primeros años y solo uno durante el periodo de secas del último año por lo que se efectuó también un análisis temporal. Se incluyó además un muestreo efectuado en el 2003 May en esta misma laguna, con el objetivo de realizar una comparación interanual durante un periodo de tiempo largo (18 a 21 años de diferencia). Durante el examen helmintológico practicado a los peces, se determinaron los diferentes tipos de alimento consumidos (ítems) por lo peces durante cada muestreo, utilizando para ello el método cualitativo de frecuencia de ocurrencia (FO), el cual se expresa generalmente en porcentajes (Muñoz et al., 2006).

Examen helmintológico y caracterización de las infecciones

A cada uno de los peces se les tomaron las biometrías más importantes, como la longitud total, el peso y el sexo. El análisis parasitológico se basó principalmente en las técnicas sugeridas para este tipo de estudios (Vidal-Martínez et al., 2001). Los parásitos colectados de cada uno de los órganos se separaron y fijaron en frascos con alcohol al 70% para ser aclarados y teñidos con colorantes biológicos como el carmín clorhídrico o tricrómica de Gomori, siendo montados en resina sintética o bálsamo de Canadá para ser identificados con claves taxonómicas.

Para caracterizar las infecciones de cada especie de parásito, se emplearon tres de los parámetros de infección más utilizados en los estudios parasitológicos sugeridos por Bush et al. (1997): (a) *prevalencia*: número de individuos de una especie de hospedero infectados con una especie de parásito entre el número de hospederos revisados; (b) *abundancia promedio*: número total de individuos de una especie particular de parásito, en una muestra de hospederos dividida entre el número total de hospederos revisados, y (c) *dispersión*: se empleó el índice de dispersión varianza/media (ID).

Se utilizó el estadístico no paramétrico *G* para determinar si existía alguna diferencia significativa en los porcentajes de infección de las especies, entre años o temporadas de muestreo. En tanto que para determinar diferencias entre las abundancias promedio de las especies de parásitos, se empleó el modelo lineal general (MLG). Se aplicaron además pruebas de correlación por rangos de Spearman (*rs*) para determinar si existía relación entre los valores de prevalencia y abundancia promedio de cada especie de parásito y la longitud de los hospederos ($p \leq 0.05$).

Para describir cada una de las infecciones causadas por los parásitos con base en la longitud del hospedero, se construyeron distribuciones de frecuencias por intervalo de clase utilizando la regla de Sturges, para agrupar los datos de los peces de cada muestreo. La descripción de las comunidades de parásitos se efectuó al nivel de comunidad componente (número total de parásitos presentes en una muestra de hospederos), utilizando los siguientes atributos ecológicos: la riqueza de especies, el número total de

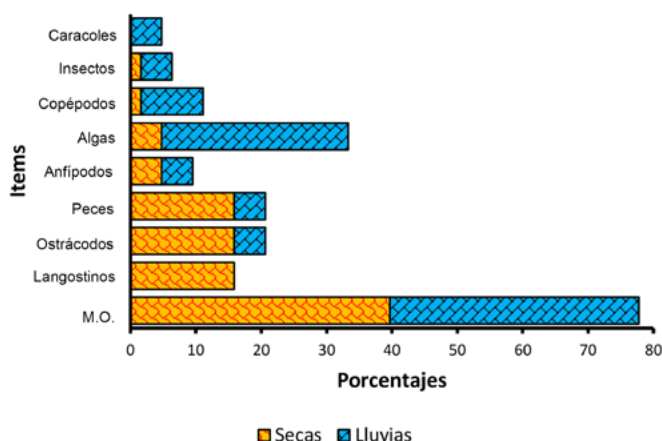
parásitos, la diversidad expresada mediante el exponencial del índice de Shannon-Wiener (ID), así como el índice de Berger-Parker (IBP) como una medida de abundancia numérica (Magurran, 2004).

Resultados y discusiones

La longitud total promedio de los peces varió significativamente entre los años y temporadas de muestreo de 14.0 ± 8.1 cm y 21.5 ± 2.5 cm (ANOVA: $F_5, 667 = 18.94, p < 0.01$). No se registraron diferencias significativas entre la longitud total de machos y hembras (ANOVA $F_1, 290 = 3.57, p = 0.06$); no obstante, las hembras fueron significativamente más pesadas que los machos (ANOVA $F_1, 290 = 27.35, p < 0.01$). La composición de la dieta varió entre las diferentes clases de tamaños de los peces, así como entre las temporadas de secas y lluvias. Por ejemplo, el espectro trófico de peces preadultos y adultos (> 15 cm) durante las temporadas de secas (2021 Feb y 2022 May), estuvo constituido por un 40% de materia orgánica (detritus), 16% de larvas de langostino, 16% de ostrácodos, 16% de larvas de peces, 5% de anfípodos, 5% de algas filamentosas y en una menor proporción por copépodos y larvas de insecto (2%). En tanto que durante las temporadas de lluvias (2021 Oct y 2022 Oct), la materia orgánica (38%) y las algas (28%) fueron los componentes alimenticios mejor representados, en tanto que los crustáceos bentónicos (anfípodos y ostrácodos = 10%), y planctónicos (copépodos = 5%), presentaron porcentajes más bajos (gráfica 6.1). Mientras que la dieta de peces juveniles (5 a 12 cm) consistió en un 61% de materia orgánica, un 29% de crustáceos plantónicos y bentónicos (copépodos ostrácodos y anfípodos) y un 10% de larvas de insecto.

Los mugílidos como *M. curema* juegan un papel importante en el flujo de energía en los ecosistemas lagunares, al alimentarse principalmente de materia orgánica fina y particulada, microalgas, micro- y meiofauna, así como de cualquier otra partícula orgánica presente en el sedimento (Lira, 1997; Navarrete et al., 2017). No obstante, su alimentación puede cambiar durante su desarrollo, así como entre las temporadas climáticas dentro de los sistemas lagunares, por lo que se pueden comportar como peces de hábitos oportunistas; aunque en sus fases juvenil preadulto y adulta consu-

Gráfica 6.1. Componentes alimenticios de la lisa *M. curema* en la laguna de Tres Palos



Fuente: elaboración propia.

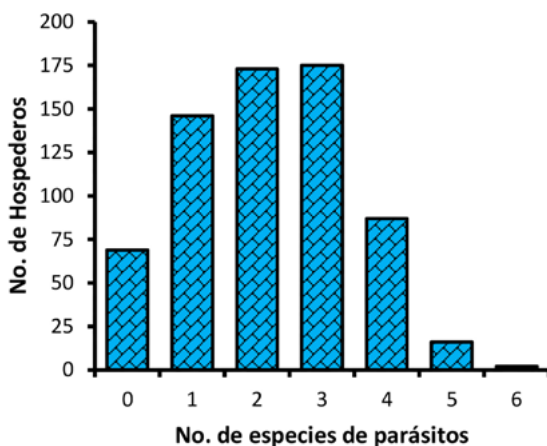
men altos porcentajes de materia orgánica, como lo indicaron los resultados presentados en la gráfica 6.1.

Composición de la parasitofauna

El número total de ejemplares de *Mugil curema* examinados en la laguna de Tres Palos durante el periodo de estudio fue de 668, de los cuales el 90% estuvo infectado por una a seis especies de parásitos. Un mayor porcentaje de peces (52%) presentó de 2 a 3 especies de parásitos por hospedero infectado, y solo el 2.7% presentó hasta 5 o 6 especies distintas (gráfica 6.2).

El número de especies de parásitos por hospedero infectado fue mayor al reportado para esta especie en la laguna de Chautengo, Gro., en la cual solo se registraron como máximo 2 especies de parásitos por pez infectado (Morales-Martínez et al., 2022). En tanto que en otro estudio efectuado en dos estuarios de Mazatlán, Sinaloa, Fajer-Avila et al. (2006) reportaron 2.7 especies de parásitos en promedio por hospedero infectado para este mismo hospedero.

Gráfica 6.2. Distribución del número de especies de parásitos entre los ejemplares de *M. curema*, en la laguna de Tres Palos, Gro.



Fuente: elaboración propia.

La parasitofauna de *M. curema* estuvo constituida por un total de 14 especies de parásitos: una especie de monogeneo, 4 de digeneos, 1 cestodo, 4 acantocéfalos, 2 nematodos y 2 crustáceos (1 copépodo y 1 braquiuro). De acuerdo con el sitio de infección, 3 especies fueron clasificadas como ectoparásitos y 11 como endoparásitos (tabla 6.1). Seis especies de endoparásitos fueron colectadas en forma larvaria, infectando los ojos, el corazón, hígado, mesenterio y, en menor grado, el músculo de los peces [*Ascotyle (Phagicola) longa*, *Austrodiplostomum compactum*, *Clinostomum tataxumui*, *Parvitaenia cochlearii*, *Southwellina hispida* y *Contracaecum multipapilatum*]. El número total de endoparásitos fue mayor al de los ectoparásitos en todos los muestreos.

A excepción de los parásitos *Ligophorus mugilinus*, *Floridocentis mugilis* y *Ergasilus lizae*, los cuales son considerados como especialistas de mugílidos (Fajer-Avila et al., 2006; Lira, 1997), todas las demás especies son adquiridas por *M. curema* durante su ingreso y permanencia dentro de la laguna de Tres Palos. Las 11 especies restantes que formaron parte de su parasitofauna (tabla 6.1) se encuentran también presentes en otros peces marinos, estuarinos o dulceacuícolas, que habitan de manera temporal o permanente en esta laguna costera (Violante-González et al., 2007).

Tabla 6.1. *Parámetros de infección de las especies de parásitos de M. curema, en la laguna de Tres Palos, Guerrero*

Sitio de infección		2003 _{may}		2021 _{feb}		2021 _{oct}		2022 _{may}		2022 _{oct}		2024 _{feb}	
Parásitos		P%(A)	T[rango]	P%(A)	T[rango]	P%(A)	T[rango]	P%(A)	T[rango]	P%(A)	T[rango]	P%(A)	T[rango]
Digenea													
<i>Ascotyle (Phagicola) longa</i> ^L (Al, G)	He, H, M	100(342.5)	6849[151-805]	73(32.6)	1793[1-487]	53(32.3)	3900[1-406]	68.5(38.7)	209[3-636]	57(25)	3930[1-393]	67(61.1)	4950[1-808]
<i>Austrodiplostomum compactum</i> ^L (Al, G)	Ey	7.5(0.10)	19[1-2]	3.6(0.04)	2[0-1]	0.83(0.02)	3[0-3]					1.23(0.01)	1[0-1]
<i>Saccocoeloides lamothel</i> ^A (Au, G)	I					9.92(1.06)	237[1-94]	5.6(1.5)	81[6-59]	16.6(1.30)	204[1-23]	7.4(1.08)	88[2-36]
<i>Clinostomum tataxumui</i> ^L (Al, G)	Ms	0.5(0.01)	1[0-1]										
Monogenea													
<i>Ligophorus mugilinus</i> ^A (Au, E)	Gi	10.5(0.39)	78[1-19]	1.8(0.02)	1[0-1]	27.3(2.34)	283[1-62]	22.2(0.96)	52[1-18]	3.8(0.28)	44[1-31]	32.1(1.97)	160[1-86]
Cestoda													
<i>Parvitaenia cochlearii</i> ^L (Al, G)	H	0.5(0.02)	4[0-4]					0.64(0.01)	1[0-1]				
Acanthocephala													
<i>Floridosentis mugilis</i> ^A (Au, E)	I	32(0.82)	163[1-11]	7.3(0.25)	14[1-6]			19(0.60)	72[1-13]	2.5(0.06)	9[1-6]	2.5(0.02)	2[0-1]
<i>Neoehinorhynchus brentnickoli</i> ^L (Au, G)	I			1.8(0.02)	1[0-1]	1.6(0.08)	10[1-9]						
<i>Pseudoleptorhynchoides lamothel</i> ^L (Au, G)	I			3.6(0.05)	3[1-2]	2.5(0.05)	6[1-3]					12.3(0.22)	18[1-4]
<i>Southwellina hispida</i> ^L (Al, G)	H, Ms					19.1(2.39)	289[1-48]						

Nematoda												
<i>Capillaria</i> sp. ^A (Au, G)	I					10.7(1.11)	134[1-112]	20.4(1.15)	62[1-32]			
<i>Contracaecum multipapillatum</i> ^L (Al, G)	Ms, M	71.5(3.30)	659[1-39]	29.1(0.44)	24[1-3]	28.1(0.54)	65[1-8]	38.9(0.70)	38[1-7]	23.6(0.45)	71[1-6]	53.1(1.3)
Copepoda												
<i>Ergasilus lizae</i> ^A (Au, E)	Gi	73.5(9.05)	24[1-88]	54.5(1.78)	98[1-24]	42.1(2.72)	329[1-19]		28.7(1.64)	257[1-27]	77.8(4.28)	347[1-33]
Brachyura												
<i>Argulus</i> sp. ^A (Au, G)	Gi, Sk	3(0.05)	10[1-4]	1.82(0.02)	1[0-1]	0.83(0.01)	1[0-1]	1.85(0.02)	1[0-1]	1.9(0.02)	1[0-1]	

Nota: P = prevalencia, (A) = abundancia promedio, T = número total de parásitos [rango] = número mínimo y máximo de parásitos. Estadio larvario: A = adulto, J = juvenil, L = larva. Estrategia de colonización: Au = Autogénica, Al = Alogénica. Especificidad hospedatoria: E = especialista, G = generalista. Sitio = sitio de infección: B = branquias, C = corazón, H = hígado, O = ojos, I = intestino, Ms = mesenterio, M = músculo, Pi = piel.

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, la presencia de hasta seis especies de endoparásitos en forma larvaria en *M. curema* sugiere que este pez juega un papel importante en la dinámica de infección de estos endoparásitos dentro de la laguna (Negreiros et al., 2024). Estos parásitos larvarios utilizan aves ictiófagas, como el pato buzo (*Phalacrocorax brasilianus*) o las garzas, blanca (*Ardea alba*) y gris (*Nyctanassa violacea*) como hospederos finales (Violante-González et al., 2015).

Variación temporal de los niveles de infección

De las 14 especies de parásitos identificadas, solo tres fueron registradas durante todos los muestreos [*Ligophorus mugilinus*, *Ascocotyle* (Ph.) *longa* y *Contracaecum multipapilatum*, tabla 6.1]. El análisis temporal de los niveles de infección indicó que 8 especies presentaron variaciones significativas en su prevalencia de infección a lo largo del periodo de estudio. Los digeneos *Ascocotyle* (Ph.) *longa* ($G = 19.71, p < 0.05$), *Austrodiplostomum compactum* ($G = 8.53, p < 0.05$), el acantocéfalo *Floridosentis mugilis* ($G = 51.5, p < 0.05$) y el nematodo *C. multipapilatum* ($G = 41.58, p < 0.05$) registraron mayores prevalencias de infección durante el muestreo de 2003 May. El copépodo *Ergasilus lizae* ($G = 31.1, p < 0.05$), el monogeneo *L. mugilinus* ($G = 49.4, p < 0.05$) y el acantocéfalo *Pseudoleptorhynchoides lamothei* ($G = 9.45, p < 0.05$) presentaron sus porcentajes de infección más altos durante 2024 Feb. En tanto que el digeneo *Saccocoelioides lamothei* ($G = 22.2, p < 0.05$), fue más prevalente durante el muestreo de 2021 Oct. Las abundancias de estas especies de parásitos variaron también de manera significativa a lo largo del tiempo ($p < 0.01$), y fueron más abundantes en los mismos muestreos en que registraron sus prevalencias más altas (tabla 6.1). De manera general, los valores de prevalencia correlacionaron positivamente con los de las abundancias de las especies de parásitos, confirmando que las especies más prevalentes fueron también las más abundantes ($rs = 0.930, p < 0.01$).

Muchas especies de parásitos pueden experimentar cambios espaciales o temporales en sus parámetros de infección (prevalencia, intensidad y abundancia), debido a las variaciones estacionales de algunos factores bio-

ticos o abióticos (Poulin, 2006). Estas variaciones, pueden expresarse como cambios en la prevalencia o la abundancia de los parásitos a lo largo del tiempo (Poulin, 2006).

Especies de endoparásitos como *F. mugilis*, *C. multipapilatum* y *Ps. lamothei* son transmitidas a sus hospederos intermediarios o definitivos, por medio de la ingestión de presas infectadas, o bien a través del consumo de vegetación acuática, en la cual se enquistan metacercarias de haplopóridos como *Sacocoeliodes lamothei* (Andrade, 2022). Por ello, cambios en la composición de la dieta de los hospederos a lo largo del tiempo o bien una variación en la disponibilidad de presas infectadas con estadios infectivos (larvas), asociados a fluctuaciones en algunos factores ambientales, pueden haber ocasionado variaciones en los niveles de infección de estas especies de parásitos durante el periodo de estudio (Carpio, 2020; Luque et al., 2004).

Distribución espacial de las especies de parásitos

Los valores del índice de dispersión varianza/media (ID, tabla 6.2) indicaron que el 64 % de las especies de parásitos presentó una dispersión agregada ($ID > 1$) en uno o más años de muestreo; mientras que el 21 % presentó una distribución regular o uniforme ($ID < 1$). Las especies *A. (Ph.) longa*, *S. lamothei*, *L. mugilinus* y *Capillaria* sp. tuvieron los valores más altos de agregación ($ID > 20$). No obstante, solo la larva del digeneo, *A. (Ph.) longa* mostró niveles altos de agregación durante todos los muestreos (tabla 2). De manera general, los valores del ID de las especies de parásito, presentaron una correlación positiva con sus valores de prevalencia ($r_s = 0.429$, $p < 0.01$), abundancia promedio ($r_s = 0.776$, $p < 0.01$) y número total de parásitos ($r_s = 0.730$, $p < 0.01$).

Una de las características más comunes de las infecciones parasitarias en hospederos vertebrados es la tendencia de los parásitos a presentar una distribución agregada entre sus hospederos (Carpio, 2020; Carvallho et al., 2015; Poulin, 1993). La distribución agregada es considerada un patrón típico en poblaciones de parásitos de peces de agua dulce, y ha sido reportada para varias especies de helmintos parásitos como de crustáceos (Carvall-

ho et al., 2015; Guidelli et al., 2003; Poulin, 1993). Este patrón de agregación también fue observado entre la mayoría de las especies de parásitos (9 especies) de la lisa *M. curema*. No obstante, solo en los casos del monogeneo *L. mugilinus* el trematodo *A. (Ph.) longa* y el copépodo *E. lizae*, las intensidades de infección fueron bastante contantes a lo largo del tiempo (tabla 6.2).

Tabla 6.2. Valores del índice de dispersión varianza/media para las especies de parásitos de la lisa *M. curema*, en la laguna de Tres Palos, Gro.

Parásito	2003 May	2021 Feb	2021 Oct	2022 May	2022 Oct	2024 Feb
<i>Ascocotyle (Ph.) longa</i>	48.82	172.24	119.14	189.78	133.58	214.66
<i>Austrodiplostomum compactum</i>	0.17					
<i>Saccocoelioides lamothei</i>			38.24	29.37	6.33	17.09
<i>Ligophorus mugilinus</i>	3.80		16.35	6.39	18.58	44.20
<i>Floridosentis mugilis</i>	1.59	1.62	4.07		2.78	
<i>Neoechinorhynchus brentnickoli</i>			6.40			
<i>Pseudoleptorhynchoides lamothei</i>		0.33	0.50			0.72
<i>Southwellina hispida</i>			17.00			
<i>Capillaria</i> sp.			90.68	17.50		
<i>Contracaecum multipapilatum</i>	6.03	0.36	1.37	1.36	0.85	4.98
<i>Ergasilus lizae</i>	18.54	5.74	2.79		4.04	5.12
<i>Argulus</i> sp.	0.88					

Fuente: elaboración propia.

Influencia de la longitud del hospedero en los niveles de infección

La longitud total de los peces, sin considerar el sexo, correlacionó positivamente con la abundancia de seis especies de parásitos: *E. lizae* ($rs = 0.452$, $p < 0.01$), *L. mugilinus* ($rs = 0.239$, $p < 0.01$), *A. compactum* ($rs = 0.109$, $p < 0.01$), *A. (Ph.) longa* ($rs = 0.332$, $p < 0.01$), *F. mugilis* ($rs = 0.159$, $p < 0.01$) y *C. multipapilatum* ($rs = 0.356$, $p < 0.01$). Mientras que se registró una correlación negativa entre la longitud de los peces y las abundancias del dige-

neo *S. lamothei* ($rs = -0.178$, $p < 0.01$) y del acantocéfalo *Southwellina hispida* ($rs = -0.269$, $p < 0.01$). A nivel de cada uno de los muestreos, solo durante cuatro de ellos se registró una correlación positiva entre la longitud total y la riqueza de especies, así como con la carga parasitaria. Las correlaciones más intensas se registraron en los muestreos que presentaron un mayor rango de tamaños, por ejemplo en el año 2022 Oct, como lo indicó el valor más alto del cv (57.5%, tabla 6.3).

Tabla 6.3. Valores del coeficiente de correlación por rangos de Spearman entre la longitud total, la riqueza de especies de parásitos y la carga parasitaria en *M. curema*

Muestreo	Riqueza	Carga
2003 May	0.255*	0.202*
2021 Feb	0.019	0.111
2021 Oct	0.621*	0.516*
2022 May	-0.018	-0.008
2022 Oct	0.722*	0.594*
2024 Feb	0.298*	0.454*

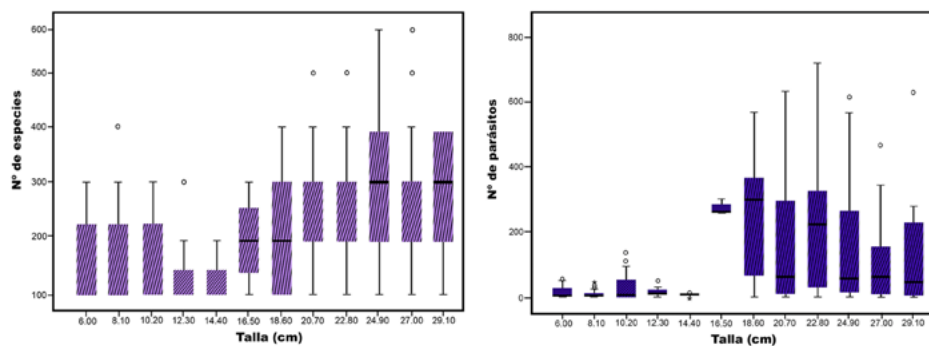
Nota: *valores significativos a un nivel de $p < 0.01$.

Fuente: elaboración propia.

La distribución del número de especies de parásitos con base a los intervalos de clase construidos, indicó que la riqueza de especies incrementó de manera constante hasta los 24.9 cm de longitud total, para posteriormente disminuir ligeramente en los peces de mayor tamaño (gráfica 6.3a). La carga parasitaria presentó un comportamiento similar, aunque en este caso las clases de tamaños más infectadas fueron las de 16.5 y 18.6 cm (gráfica 6.3b).

Los niveles de infección de las especies de parásitos variaron también entre las diferentes clases de tamaños. Por ejemplo, juveniles de menos de 10 cm de longitud total se caracterizaron por presentar altos niveles de infección del acantocéfalo *S. hispida* ($p = 46.81$, $A = 6.13$), durante el muestreo de 2021 Oct y de *S. lamothei* ($p = 21.62$, $A = 1.43$), durante el de 2022 Oct. Otras especies de parásitos también importantes por sus niveles de infección en estos juveniles de lisa, fueron el nematodo *Capillaria* sp. y los acantocéfalos *F. mugilis* y *S. lamothei* ($p = 12.8$, 6.36 y 6.38 , respectivamente).

Gráfica 6.3. Distribución de la riqueza de especies (a) y la carga parasitaria (b) en la lisa *Mugil curema*, de la laguna de Tres Palos, Gro.



Fuente: elaboración propia.

El tamaño corporal del hospedero es considerado como un factor importante de estructuración de las infracomunidades de parásitos (Baia et al., 2018; Carpio, 2020). La abundancia de muchas especies de parásitos es generalmente correlacionada positivamente con el tamaño corporal del hospedero, debido a que se considera que los hospederos más grandes, presentan un mayor número de nichos para la colonización de los parásitos. Además, los hospederos más grandes son generalmente de mayor edad, por lo que han vivido durante un mayor tiempo y, por lo tanto, han tenido una mayor probabilidad de infectarse con parásitos durante su periodo de vida, en comparación con los más pequeños y de vida más corta (Carpio, 2020; Luque y Poulin, 2008).

Sin embargo, las correlaciones negativas registradas entre la longitud de los peces y las abundancias del digéneo *S. lamothei* y el acantocéfalo *S. hispida* indicaron que existió una reducción en la abundancia de estos endoparásitos entre los peces de mayor tamaño. Algunos estudios han reportado también la ocurrencia de asociaciones negativas entre la abundancia de algunos parásitos y el tamaño del hospedero; es decir, una reducción en los niveles de infección, con el aumento en el tamaño del cuerpo (Carpio, 2020; Iyaji et al., 2009). Las reducciones en la abundancia de parásitos en los peces de mayor tamaño pueden ser atribuidas a cambios en los hábitos alimenticios del hospedero durante su desarrollo; esto es, el pez puede dejar de alimentarse de una determinada presa que actúa

como hospedero intermediario del parásito en la fase adulta (o reducir su consumo), o bien debido al desarrollo de una reacción inmunitaria en peces más grandes o de mayor edad (Carpio, 2020; Iyaji et al., 2009).

Comunidades componente

La riqueza de especies de parásitos registrada a nivel de comunidad componente en *M. curema* varió de manera significativa de 8 a 12 especies ($t = -4.15, p < 0.01$), siendo más alta en el muestreo de 2021 Oct (tabla 6.4). En tanto que el número total de parásitos de cada comunidad varió también significativamente de 1 937 parásitos a 71 234 parásitos (2003 May) ($t = -4.99, p < 0.01$). La diversidad de especies calculada a partir del exponencial del índice de Shannon-Wiener (1D), varió de 1.93 a 6.25, siendo significativamente más alta durante el año 2021 Oct ($t = -4.73, p < 0.01$).

Tabla 6.4. Características de las comunidades de parásitos de *M. curema* en la laguna de Tres Palos, Gro.

Muestreo	No. de peces	Long (cm)	CV	Riqueza	Ecto	Endo	No. de parásitos	IBP	Especie dominante	1D
2003May	200	21.5 ± 2.5	11.8	9	1897	69337	71234	0.9615	Asco	1.93
2021Feb	55	21.4 ± 1.4	6.49	9	100	1837	1937	0.9257	Asco	2.36
2021Oct	121	16.9 ± 8.6	50.6	12	613	4716	5329	0.7318	Asco	6.25
2022May	54	21.3 ± 1.8	8.56	6	53	2272	2325	0.8994	Asco	2.82
2022Oct	157	14.0 ± 8.1	57.5	8	304	4215	4519	0.8697	Asco	3.21
2024Feb	81	21.2 ± 7.7	36.4	8	507	5164	5671	0.8729	Asco	3.20

Notas: CV = coeficiente de variación, IBP = índice de Berger-Parker, 1D = exponencial del índice de Shannon-Wiener. Asco = *Ascocotyle (Phagicola) longa*.

Fuente: elaboración propia.

La estructura y composición de las comunidades de parásitos de cualquier población de peces es ensamblada a partir de un conjunto de especies de parásitos disponibles a nivel local (Carpio, 2020; Tavares-Dias y

Neves, 2017; Valtonen et al., 2001). Estas son generalmente influenciadas por una serie de factores bióticos y abióticos, incluidos las condiciones ambientales y climáticas (secas y lluvias), el comportamiento alimenticio y reproductivo del hospedero, así como por la estructura y complejidad de las redes alimenticias. Estas comunidades también son afectadas por la disponibilidad de estadios larvarios infectivos, así como por la presencia de hospederos intermediarios adecuados en el medio ambiente (Carpio, 2020; Tavares-Dias y Neves, 2017; Valtonen et al., 2001). Por lo tanto, estas comunidades pueden presentar cambios importantes en su composición y diversidad de especies, principalmente durante periodos largos (varios años).

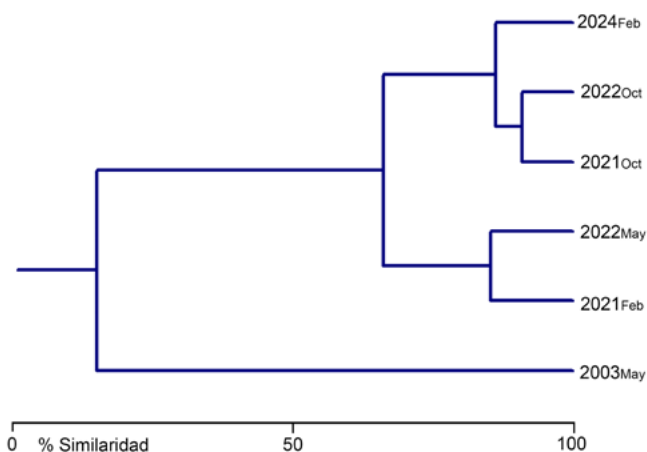
Las comunidades de parásitos de *M. curema* en la laguna de Tres Palos presentaron una riqueza y diversidad de especies de parásitos, similares a las registradas en poblaciones de la misma especie en el Pacífico mexicano (7 a 9 especies: Fajer-Avila et al., 2006; Lira, 1997; Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González et al., 2007). Sin embargo, la parasitofauna global fue de 14 especies de parásitos (tabla 6.1). Este resultado puede ser atribuido al mayor tiempo de muestreo, así como a los mayores tamaños de muestra utilizados en el presente estudio. Los estudios parasitológicos que abarcan periodos de muestreo de varios años como el presente, permiten poder recuperar un mayor número de especies consideradas como raras, las cuales no obstante su baja ocurrencia a lo largo del tiempo, contribuyen de manera significativa a la riqueza y la diversidad de especies de las comunidades de parásitos.

Las comunidades de parásitos de *M. curema* se caracterizaron también por la alta dominancia del digeneo *A. (Ph.) longa* durante todos los muestreos (tabla 1). Este heterófito fue la especie dominante y estuvo presente en las lisas durante todos los muestreos, registrando altos niveles de infección en comparación con las demás especies. Sin embargo, nuestros resultados indican que tanto su prevalencia de infección, así como su abundancia promedio, han disminuido en los últimos 20 años. Esta especie utiliza garzas y cormoranes ictiófagos que habitan en la laguna de Tres Palos (Violante-González et al., 2015), pero sus poblaciones han disminuido en los últimos años, debido posiblemente a la alta deforestación de las zonas de manglar, lo cual ha limitado sus áreas de reproducción.

La similitud entre las comunidades componentes (muestreos) de la lisa, varió ampliamente de 5.28% (2003 May-2021 Feb) a 91% (2021 Oct-2022 Oct) (media = 49.37); aunque la composición de especies fue más similar para una misma temporada durante los dos años sucesivos (gráfica 6.4).

Carpio (2020) en un estudio sobre la dinámica de la comunidad de parásitos del cuatete (*Ariopsis guatemalensis*) en la laguna de Tres Palos, señaló que las variaciones en los factores ambientales locales (temperatura, precipitación, salinidad), tuvieron un efecto muy importante en la variación de la composición, riqueza y diversidad de especies de parásitos de este hospedero, tanto a nivel interanual como entre temporadas climáticas. No obstante, en el presente estudio los cambios más notables en la riqueza, diversidad y composición de especies se registraron entre periodos de varios años (2003 May-2021 Feb); mientras que fueron menos evidentes entre años consecutivos (gráfica 6.4). Por lo tanto, estos resultados sugieren que las comunidades de parásitos de la lisa *M. curema* pueden ser más impredecibles durante periodos de tiempo largos, aunque son más predecibles entre las temporadas climáticas de años sucesivos.

Gráfica 6.4. Porcentajes de similitud cuantitativa entre las comunidades de parásitos de la lisa *M. curema*, en la laguna de Tres Palos, Gro.



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La composición de la dieta varió entre las diferentes clases de tamaños de los peces, así como entre las temporadas climáticas de secas y lluvias. No obstante que el 90% de los peces examinados estuvo infectado, el número de especies de parásitos por hospedero infectado fue generalmente bajo (2 a 3 especies), lo cual posiblemente no pone en riesgo la salud de estos peces. Los digeneos y los acantocéfalos (4 especies cada uno) fueron los grupos de parásitos mejor representados dentro de la parasitofauna de *M. curema*. Los niveles de infección de la mayoría de las especies de parásitos (8 especies) fueron influenciados por las condiciones ambientales locales. El ciclo estacional de secas y lluvias pudo influir en la disponibilidad de hospederos intermediarios en la laguna de Tres Palos, y también generar cambios en el comportamiento alimenticio y reproductivo de juveniles y adultos de *M. curema*; esto, a su vez, influye en el reclutamiento de especies de endoparásitos, los cuales son transmitidos a partir del consumo de presas infectadas. Los principales factores bióticos que originaron cambios en la estructura de las comunidades de parásitos de *M. curema* fueron la dieta, la talla del hospedero, así como posibles diferencias entre juveniles y adultos en cuanto a su proximidad con el fondo, lo cual puede facilitar la transmisión de especies de parásitos desde hospederos intermediarios bentónicos.

Referencias

- Andrade, L. (2022). *Taxonomía integrativa de Haploporidos (Trematoda) parásitos de Mugil spp. (Mugilidae) de las costas de México* [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Baia, R. R. J., Florentino, A. C., Silva, L. M. A. y Tavares-Dias, M. (2018). Patterns of the parasite communities in a fish assemblage of a river in the Brazilian Amazon region. *Acta Parasitologica*, 63, 304-316.
- Bush, A. O., Laferty, K. D., Lotz J. M. y Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. *The Journal of Parasitology*, 83(4), 575-583.
- Carpio, D. I. (2020). *Dinámica de la comunidad de parásitos del cuatete Ariopsis guatemalensis (Günther, 1864), en dos lagunas costeras del Estado de Guerrero, México* [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Carvalho, R. P. S., Takemoto, R. M., Melo, C. M., Jeraldo, V. L. S. y Madi, R. R. (2015). Struc-

- ture of the parasite infracommunity of *Sciades proops* from the Japaratuba River Estuary, Sergipe, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(4), 906-913.
- Centeno, L., Bashirullah, A. K., Álvarez, M. E. y Álvarez, R. (2002). Análisis comparativo de las comunidades de parásitos metazoarios en dos especies de peces marinos del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bioagro*, 14, 135-144.
- De la Lanza-Espino, G., Alcocer-Durand, J., Moreno-Ruiz, J. L. y Hernández-Pulido, S. (2008). Análisis químico-biológico para determinar el estatus trófico de la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Hidrobiológica*, 18, 21-30.
- Fajer-Avila, E. J., García-Vásquez, A., Plascencia-González, H., Ríos-Sicairos, J., García-de-la-Parra, I. M. y Betancourt-Lozano, M. (2006). Copepods and larvae of nematodes parasiting the white mullet *Mugil curema* (Valenciennes, 1836): Indicators of anthropogenic impacts in tropical coastal lagoons? *Environmental Monitoring and Assessment*, 122, 221-237.
- Falkenberg, J. M., Vitória, M. M., Viera, G. H. C. y Lacerda, A. C. (2022). Metazoan parasites of white mullet *Mugil curema* Valenciennes, 1836 (Mugiliformes: Mugilidae) and new records of occurrence in the western Atlantic, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 94(1).
- Guidelli, G. M., Isaac, A., Takemoto, R. M. y Pavanelli, G. C. (2003). Endoparasite infracommunities of *Hemisorubim platyrhynchos* (Valenciennes, 1840) (Pisces: Pimelodidae) of the Baía river, upper Paraná river floodplain, Brazil: Specific composition and ecological aspects. *Brazilian Journal of Biology*, 63(2), 261-268.
- Hewitt, J. E., Thrush, S. E. y Cummings, V. J. (2001). Assessing environmental impacts: Effects of spatial and temporal variability at likely impact scales. *Ecological Applications*, 11, 1502-1516.
- Iyaji, F. O., Etim, L. y Eyo, J. E. (2009). Parasite assemblages in fish hosts. *Journal of Biological Research*, 7(2), 561-570.
- Kennedy, B. M., Thompson B. W. y Luecke, C. (2006). Ecological differences between two closely related morphologically similar benthic whitefish (*Prosopium spilontus* and *Prosopium abyssicola*) in an endemic whitefish complex. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63, 700-709.
- Lira, G. (1997). *Fauna helmintológica de dos especies de mugílicos (Pisces: Mugilidae) de la bahía de Chamela, Jalisco, México* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Luque, J. L. y Poulin, R. (2008). Linking ecology with parasite diversity in neotropical fishes. *Journal of Fish Biology*, 72, 189-204.
- Luque, J. L., Mouillot, D. y Poulin, R. (2004). Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology*, 128, 671-682.
- Magurran, A. (2004). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University.
- Morales-Martínez, K. A., Muñoz-García, C., Figueroa-Delgado, A., Chávez-Guitrón, L., Osorio-Saravia, D., Saavedra-Montañez, M., Martínez-Maya, J. J., Rubio, J. M. y Villalobos, N. (2022). Parasite identification in mullet fish (*Mugil curema*) from Chautengo Lagoon, Guerrero, Mexico, based on morphology and molecular analysis. *Experimental Parasitology*, 240.
- Muñoz, G., Grutter, A. S. y Cribb, T. H. (2006). Endoparasite communities of five fish

- species (Labridae: Cheiliniinae) from Lizard Island: How important is the ecology and phylogeny of the hosts? *Parasitology*, 132, 363-374.
- Navarrete Salgado, N. A., Fernández, G. E., Delgado-Rodríguez, V., González-Díaz, E. y Pérez-Crespo, L. (2017). Análisis del contenido estomacal de la lisa (*Mugil curema* Cuvier y Valenciennes) en Playa Navarro, Vega de Alatorre, Veracruz. *Revista de Zoología*, 28, 9-18.
- Negreiros, L. P., Couto, J. V. y Tavares-Dias, M. (2024). Metazoan parasites fauna of detritivorous and omnivorous fishes from Amapá Lake, in western Brazilian Amazon. 2024. *Biota Neotropica*, 24(1).
- Poulin, R. (1993). The disparity between observed and uniform distributions: A new look at parasite aggregation. *International Journal of Parasitology*, 23(7), 937-944
- Poulin, R. (2006). Variation in infection parameters among populations within parasite species: Intrinsic properties versus local factors. *International Journal of Parasitology*, 36(8), 877-885.
- Salgado-Cruz, L., Quiñonez-Velázquez, C., García-Domínguez, F. A., Pérez-Quinonez, C. I. y Aguilar-Camacho, V. (2021). Aspectos reproductivos de *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) en dos zonas de Baja California Sur, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 56, 50-65.
- Santos, J. R., Esteves-Silva, P. H., Costa-Campos, C. E. y Tavares-Dias, M. (2021). Ectoparasites infecting *Mugil curema* (Mugiliformes: Mugilidae) in Amapá state estuary, in the northern Brazilian coast region. *Journal of Parasitic Diseases*, 45, 1065-1070.
- Tavares-Dias, M. y Neves, L. R. (2017). Diversity of parasites in wild *Astronotus ocellatus* (Perciformes, Cichlidae), an ornamental and food fish in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89, 2305-2315.
- Trape, S., Durand, J. D., Guilhaumon, F., Vigliola, L. y Panfili, J. (2009). Recruitment patterns of young-of-the-year mugilid fishes in a West African estuary impacted by climate change. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 85(3), 357-367.
- Valtonen, E. T., Pulkkinen, K., Poulin, R. y Julkunen, M. (2001). The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology*, 122, 471-481.
- Vidal-Martínez, V. M., Aguirre-Macedo, L., Scholz, T., Gonzalez-Solis, D. y Mendoza-Franco, E. F. (2001). *Atlas of helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academy of Sciences of the Czech Republic.
- Violante-González, J. y Aguirre-Macedo, M. L. (2007). Metazoan parasites of fishes from Coyuca lagoon, Guerrero, Mexico. *Zootaxa*, 1531, 39-48.
- Violante-González, J., Aguirre-Macedo, M. L. y Mendoza-Franco, E. F. (2007). A checklist of metazoan parasites of fish from Tres Palos lagoon, Guerrero, Mexico. *Parasitology Research*, 102, 151-161.
- Violante-González, J., Pulido-Flores, G., Monks, S., Rojas-Herrera, A. A., Melo-García, M. A., García-Ibáñez, S., Esparza-Ibarra, E. L., Larumbe-Morán, E. y Carbajal-Violante, J. (2015). Importancia de las aves ictiófagas como hospederos finales de helmintos, en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. En G. Pulido-Flores, S. Monks y M. López-Herrera (Eds.), *Estudios en biodiversidad* (vol. 1, pp. 104-120). Zea.
- Zander, C. D. (2004). Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic. *Parasitology Research*, 93, 17-29.