

8. Efecto de las infecciones parasitarias en las poblaciones de lisa *Mugil curema* de lagunas costeras del estado de Guerrero

JUAN VIOLANTE GONZÁLEZ¹

ALDO DÍAZ GALLEGOS²

YESENIA GALLEGOS NAVARRO³

PRINCESSA JHOSSABETH VILLALBA VASQUEZ⁴

ERICK RODRÍGUEZ IBARRA⁵

JONATAN CARBAJAL VIOLANTE⁶

GUADALUPE QUITERIO RENDON⁷

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.292.08>

Resumen

Las condiciones ambientales existentes en las lagunas costeras pueden llegar a afectar la condición física de los peces, haciéndolos más susceptibles a las infecciones parasitarias. Con el objetivo de determinar el posible efecto de las cargas parasitarias sobre el estado de salud de poblaciones de lisa *Mugil curema* se llevaron a cabo muestreos anuales entre febrero de 2021 y octubre de 2024 en cinco lagunas costeras. Los peces de la mayoría de las lagunas estudiadas presentaron un crecimiento isométrico. Los digeneos y los acantocéfalos fueron los grupos de parásitos mejor representados. Se registró

¹ Doctor en Ciencias Marinas. Profesor-investigador adscrito a la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6291-8763>; correo electrónico: viojuang@yahoo.com.mx

² Maestro en Recursos Naturales y Ecología. Estudiante de doctorado en la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6853-7663>

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 a la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8027-608X>

⁵ Doctor en Ciencias en Biodiversidad y Conservación. Posdoctorante adscrito a la Universidad Autónoma de Guerrero, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2930-8709>

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>

una correlación positiva entre las abundancias de algunas especies de parásitos y la longitud de los peces. Los valores del factor de condición de Fulton (FC) variaron entre las lagunas y fueron negativamente correlacionados con las abundancias de cuatro de las especies de parásitos, así como con la riqueza y el número de parásitos a nivel infracomunidad.

Palabra clave: *Mugil curema*, cargas parasitarias, infracomunidad.

Introducción

Las infecciones parasitarias suelen ser muy comunes entre las poblaciones de peces silvestres. Incrementos anormales en los niveles de infección de algunas especies de parásitos pueden afectar la condición física de los peces, ocasionando pérdidas económicas importantes a las pesquerías locales. Por lo tanto, es importante tratar de identificar los factores que influyen en la distribución de las especies de parásitos entre las poblaciones de peces; así como determinar qué especies pueden ser más susceptibles a las infecciones, principalmente en el caso de aquellas con alto potencial acuícola (Tavares-Dias y Neves, 2017). Debido a esto, el estudio de los posibles efectos adversos de los parásitos sobre sus hospederos ha sido uno de los principales objetivos de varios estudios parasitológicos de peces dulceacuícolas y estuarinos (Guidelli et al., 2011; Lizama et al., 2006; Tavares-Dias et al., 2000; Tavares-Dias y Neves, 2017). Se han utilizado varios métodos para tratar de evaluar el estado de salud de los peces, como el empleo de biomarcadores químicos (metabólicos, de estrés oxidativo, inmunológicos, bioquímicos, etc.); sin embargo, las respuestas de estos biomarcadores pueden ser bastante variables y, en ocasiones, un tanto contradictorias (Oliveira et al., 2024). Su empleo requiere, además, del uso de laboratorios y de personal capacitado, lo que los hace métodos bastante costosos (Maceda-Veiga et al., 2014). Las limitaciones de los biomarcadores químicos pueden, por lo tanto, explicar la gran popularidad que tienen actualmente los índices de condición física, basados en relaciones longitud-peso (Guidelli et al., 2011; Lizama et al., 2006; Tavares-Dias et al., 2000; Tavares-Dias y Neves, 2017; Maceda-Veiga et al., 2016). Estos índices permiten realizar interpretaciones

fáciles y confiables del estado de salud de los peces, debido a que representan el peso de cada individuo a un tamaño corporal estandarizado (Maceda-Veiga et al., 2016). Constituyen, por lo tanto, un método bastante eficaz para evaluar los efectos causados por los parásitos sobre sus hospederos. El principal argumento en que se basan estos índices es que se esperan efectos negativos sobre la condición física de los hospederos altamente infectados, debido a que esta es una característica inherente del parasitismo (Guidelli et al., 2011, Maceda-Veiga et al., 2016).

La lisa *Mugil curema* es un pez eurihalino que ingresa a las lagunas costeras y estuarios durante su etapa juvenil, permaneciendo dentro de estos sistemas acuáticos hasta alcanzar su estado adulto; posteriormente migra al medio marino para reproducirse (Salgado-Cruz et al., 2021; Santos et al., 2021; Trape et al., 2009). Durante su estancia dentro de las lagunas costeras, la lisa es generalmente infectada por larvas de parásitos que maduran en aves acuáticas, o en peces residentes. Su parasitofauna es ya conocida en al menos tres lagunas costeras del estado de Guerrero (Violante-González et al., 2007; Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Morales-Martínez et al., 2022). Sin embargo, se desconoce si los parásitos que la infectan dentro de las lagunas costeras afectan su estado de salud, lo cual podría poner en riesgo a las poblaciones locales. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo principal utilizar dos de los índices de condición física más utilizados en peces para evaluar el estado de salud de las poblaciones de lisas de cinco lagunas costeras del estado de Guerrero.

Colecta y procesamiento de los peces

Entre febrero de 2021 y octubre de 2024 se examinaron un total de 972 lisas, obtenidas a partir de las capturas comerciales que se llevan a cabo regularmente en cinco lagunas costeras del estado de Guerrero: Tecomate (16° 41' N, 99° 19' O, $n = 47$), Tres Palos (16° 48' N, 99° 47' O, $n = 468$), Coyuca (16° 57' N, 100° 02' O, $n = 178$), Mitla (16° 59' N, 100° 14' O, $n = 183$) y Nuxco (17° 11' N, 100° 47' O, $n = 96$). A cada uno de los peces se les tomaron sus biometrías más importantes, como la longitud total, el peso total y el sexo. Se estimaron los parámetros de la relación longitud-peso para las po-

blaciones de cada una de las lagunas, así como para cada uno de los muestreos. El factor de condición relativa (Kn) de cada uno de los peces se obtuvo con base en el método propuesto por Le Cren (1951). De acuerdo con este método, los valores de los parámetros a y b de cada una de las relaciones longitud-peso se utilizaron para obtener los pesos teóricos (We), a partir de la ecuación $We = a Lt^b$. Posteriormente, el factor de condición relativo se obtuvo como la proporción entre el peso observado y el calculado para cada uno de los peces ($Kn = Wt/We$). En tanto que el factor de condición de Fulton se calculó mediante la fórmula: $FC = Wt/Lt^3$, donde Wt = peso total y Lt = longitud total.

Se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (H) para determinar posibles diferencias en los factores de condición entre las lagunas, debido a que las condiciones ambientales pueden influir en el estado de salud de los peces. La prueba de U de Mann-Whitney se empleó para establecer diferencias en los factores de condición entre sexos.

Caracterización de las infecciones y de las comunidades de parásitos

Para caracterizar las infecciones de cada una de las especies se emplearon tres de los parámetros de infección más utilizados en los estudios parasitológicos: (a) prevalencia, (b) abundancia promedio y (c) número total de parásitos de cada especie (Bush et al., 1997). Se utilizó el estadístico no paramétrico G para determinar si existían diferencias significativas en los porcentajes de infección de las especies de parásitos entre las lagunas y años de muestreo. En tanto que para determinar diferencias entre las abundancias, se empleó el modelo lineal general (MLG). Se aplicaron, además, pruebas de correlación por rangos de Spearman (rs) para determinar si existía relación entre la abundancia de cada especie de parásito y la longitud de los hospederos o los factores de condición Kn y FC ($p \leq 0.05$).

La descripción de las comunidades de parásitos se efectuó al nivel de infracomunidad (número total de especies de parásitos en cada pez), utilizando los siguientes parámetros: número promedio de especies, número promedio de parásitos, diversidad promedio, expresada mediante el

índice Brillouin (H'), y el índice de infracomunidad ICI , utilizado para determinar qué especies fueron las que contribuyeron en un mayor grado a la estructuración de las infracomunidades (Zander, 2004). Las diferencias entre los parámetros de infracomunidad se determinaron mediante el MLG.

Resultados y discusión

Características del hospedero

La longitud total promedio de los peces varió significativamente de 14.0 ± 8.1 cm a 26.3 ± 2.2 cm entre las lagunas y los años y de muestreo (ANOVA: $F_{10, 971} = 49.60$, $p < 0.01$). La proporción de sexos M:H fue de 0.42:1, favoreciendo a las hembras. Un 23% de las lisas fueron organismos inmaduros o juveniles (media = 11.19 cm), por lo que no fueron sexados. Las hembras fueron significativamente más grandes (24.23 ± 2.95) que los machos (23.17 ± 2.05) (ANOVA: $F_{2, 744} = 30.19$, $p < 0.01$).

Los valores de los parámetros de la relación longitud-peso sin considerar el sexo (tabla 8.1) indicaron que el crecimiento de las lisas fue bastante homogéneo entre un año y otro para una misma laguna, como en los casos de Coyuca ($\approx$ isométrico) y Mitla (alométrico negativo). En Tres Palos el crecimiento fue principalmente de tipo isométrico ($b = 3$), a excepción de uno de los muestreos ($b = 2.83$). De manera general, los valores del coeficiente b no fueron diferentes de 3 ($t = -0.936$, $p = 0.369$).

No obstante que las tallas de las lisas examinadas en el presente estudio fueron muy similares a las reportadas en otras localidades, como Sinaloa (21.33 ± 1.95 , Fajer-Avila et al., 2006) o Guerrero (19.3 ± 1.14 cm, Morales-Martínez et al., 2022), en Baja California Sur se han reportado tallas de 25.4 a 45.5 cm de longitud total (Salgado-Cruz et al., 2021). La talla de primera madurez sexual estimada para machos y hembras de *M. curema* es de 26.8 y 28.6 cm, respectivamente (Salgado-Cruz et al., 2021); por lo que los peces examinados fueron principalmente juveniles y subadultos, debido a que las lisas ya maduras regresan al medio marino para reproducirse (Salgado-Cruz et al., 2021; Santos et al., 2021). La diferenciación se-

Tabla 8.1. *Parámetros de la relación longitud peso y factores de condición para la lisa M. curema, en cinco lagunas del estado de Guerrero*

Laguna	Año/mes	No. de peces	Talla (cm)	CV	a	b	R2	Kn	FC
Coyuca	2023May	84	23.5±4.1	17.4	0.0096	2.9714	0.9879	1.0020	0.8799
	2024Ago	94	23.2±2.2	9.59	0.0098	2.9783	0.9523	0.9989	0.9148
Mitla	2023Sep	113	23.4±2.2	9.50	0.0256	2.6905	0.9120	0.9986	0.9654
	2024Oct	70	26.3±2.2	8.29	0.0507	2.4763	0.8828	1.0040	0.9204
Nuxco	2024Sep	96	22.3±2.6	11.6	0.0073	3.0577	0.9666	1.0089	0.8805
Tecomate	2024Mar	47	25.2±1.6	6.55	0.002	3.4606	0.9262	0.9891	0.8728
Tres Palos	2021Feb	55	21.4±1.4	6.49	0.0077	3.0466	0.9454	1.0060	0.8935
	2021Oct	121	16.9±8.6	50.6	0.0149	2.8392	0.9966	1.0049	0.9840
	2022May	54	21.3±1.8	8.56	0.0092	3.0013	0.9188	1.0033	0.9259
	2022Oct	157	14.0±8.1	57.5	0.0121	2.9055	0.9927	1.0033	0.9631
	2024Feb	81	21.2±7.7	36.4	0.0117	2.9099	0.9980	1.0041	0.9004

Notas: CV = coeficiente de variación; a, b = parámetros de la relación longitud-peso; Kn = Factor de condición relativa; FC = factor de condición de Fulton.
Fuente: elaboración propia.

xual en cuanto al tamaño de machos y hembras, es un patrón bastante común que se observa entre las poblaciones de peces marinos. En la mayoría de los estudios sobre poblaciones de *M. curema* se reportan hembras de mayor tamaño y peso, en comparación con los machos (Ibáñez y Colín, 2014; Salgado-Cruz et al., 2021).

La proporción de sexos, al igual que la estructura de tallas, constituyen información básica para evaluar el potencial reproductivo y estimar el tamaño del *stock* en poblaciones de peces (Carpio, 2020; Mitu et al., 2019). En *M. curema* se observó también una variación en la proporción de sexos, la cual favoreció a las hembras (0.42:1). Algunos estudios reportan también una variación en la proporción de sexos favorable a las hembras, en poblaciones de *M. curema* (Ibáñez y Colín 2014, Salgado-Cruz et al., 2021). Se han sugerido algunas hipótesis para tratar de explicar estas variaciones, como la segregación por clases de edad y sexo que presenta la especie, o bien debido a diferencias en las tasas de mortalidad, crecimiento, longevidad e inicio de la madurez sexual de cada sexo (Ibáñez y Colín, 2014; Salgado-Cruz et al., 2021).

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento de las especies de peces son de gran importancia para la ordenación de las pesquerías y la comprensión de la biología de las poblaciones. Las relaciones longitud-peso permiten realizar comparaciones entre las poblaciones, basadas en el rendimiento del crecimiento de los peces (Antonetti et al., 2013; Carpio, 2020; Frota et al., 2004).

Los resultados obtenidos en las lagunas costeras sugieren que el crecimiento de la lisa es principalmente de tipo isométrico (a excepción de Mitla, tabla 8.1), lo cual contrasta con lo reportado para esta especie por Ibáñez y Colín (2014) y Salgado-Cruz et al. (2021), quienes observaron un crecimiento de tipo alométrico negativo ($b < 3$). De acuerdo con Froese (2006), el valor del parámetro b es muy sensible a la intensidad del muestreo, por lo que el menor rango de tallas utilizado en algunos muestreos como en los de Mitla ($cv = 8.29$ y 9.5 , tabla 8.1), pudo haber influido en los resultados obtenidos para esta laguna. En este sentido, se ha sugerido que se pueden obtener valores bajos de b cuando se incluyen peces juveniles y menos robustos en las relaciones longitud-peso (Salgado-Cruz et al., 2021).

El factor de condición es un parámetro cuantitativo que refleja el estado de bienestar de los peces, el cual determina el éxito poblacional presente y futuro, debido a su influencia en el crecimiento, la reproducción y la supervivencia (Carpio, 2020; Mitu et al., 2019). Los resultados obtenidos para los factores de condición fueron generalmente iguales a uno, en el caso del Kn y < 1 para el FC (tabla 8.1). Un análisis de acuerdo con el sexo, indicó que el Kn no registró diferencias en la condición física de hembras y machos ($p > 0.05$); sin embargo, el FC sugirió que los machos presentaron una mejor condición (media = 0.9141), en comparación con las hembras (media = 0.9036) ($U = 59741$, $p < 0.01$). La comparación entre lagunas indicó nuevamente que solo para el FC se registraron diferencias significativas. De acuerdo con este índice, los peces de Tecomate presentaron una más baja condición física (media = 0.8728), en comparación con los de las otras lagunas ($H = 101.17$ $p < 0.01$). Ibáñez y Colín (2014) reportaron también diferencias en el FC de poblaciones de *M. curema* entre localidades (0.83 a 1.01), y las atribuyen a diferencias en el esfuerzo pesquero. No obstante, la más baja condición física de las lisas en la laguna de Tecomate

puede ser atribuida a las drásticas condiciones ambientales que presenta esta laguna a lo largo del año. Por ejemplo, debido a su poca profundidad la salinidad puede variar entre 8 y 65 ups (Villerías-Salinas et al., 2016), lo cual genera condiciones ambientales extremas, incluso para peces eurihalinos como *M. curema*. Maceda-Veiga et al. (2014) señalaron también que las diferencias ambientales existentes entre los lagos estudiados contribuyeron a establecer diferencias en el factor de condición del pez *Gobiomorphus cotidianus*.

Composición de la parasitofauna

El número total de ejemplares de *M. curema* examinados en las cinco lagunas durante los 4 años de muestreo fue de 972. La parasitofauna estuvo constituida por 16 especies, el patrón general de riqueza de los grupos de parásitos fue Digenea > Acanthocephala > Nematoda = Copepoda > Monogenea = Cestoda = Brachyura (tabla 8.2). Un total de 8 especies de parásitos, 3 digeneos (*Ascocotyle Ph. longa*, *Austrodiplostomum compactum* y *Saccocoelioides lamothei*), un monogeneo (*Ligophorus mugilinus*), 2 acantocéfalos (*Floridosentis mugilis* y *Pseudoleptorhynchoides lamothei*), un nematodo (*Contracaecum multipapilatum*) y un copépodo (*Ergasilus lizae*) fueron registradas en varios de los muestreos con prevalencias > 10% en al menos uno de ellos, por lo que fueron consideradas como especies componentes.

Recientemente, Falkenberg et al. (2022) presentaron un listado de los parásitos que infectan a poblaciones de *M. curema*, tanto en el océano Atlántico como el Pacífico. De acuerdo con estos autores la parasitofauna global del hospedero, se encuentra actualmente distribuida de la siguiente manera: Digenea (25 especies), Copepoda (25), Monogenea (13), Nematoda (5), Isopoda (3), Cestoda (2), Acanthocephala (2), Hirudinea (1 especie). En las lagunas costeras de Guerrero, los digeneos (5 especies) y los acantocéfalos (4) fueron los mejor representados por su mayor riqueza de especies.

Los digeneos constituyen el grupo más abundante y diverso de helmintos parásitos en peces de diferentes ambientes acuáticos (Carpio, 2020; Luque y Poulin, 2007; Violante-González et al., 2007). No obstante, los

Tabla 8.2. *Parámetros de infección de parásitos de la lisa M. curema, en cinco lagunas del estado de Guerrero*

Parásitos	Parám	Co 23	Co 24	Mi 23	Mi 24	Nux 24	Teco 24	3P 2021a	3P 2021b	3P 2022a	3P 2022b	3P 24
Digenea												
<i>Ascocotyle (Phagicola) longa</i> L (Sa, Al) G	P%	48.8	17.0	72.6	57.1	68.7	44.7	73	53	68.5	57	66.7
	A	10.3	7.84	37.3	10.2	18.4	16.4	32.6	32.3	38.7	25	61.1
	T	866	737	4216	715	1763	773	1793	3900	2091	3930	4950
<i>Austrodiplostomum compactum</i> L (D, Al) G	P%	2.38	3.19	17.7				3.6	0.83			1.23
	A	0.05	0.03	0.27				0.04	0.02			0.01
	T	4	3	30				2	3			1
<i>Clinostomum tataxumui</i> L (D, Al) G	P%			0.88								
	A			0.05								
	T			6								
<i>Saccocoeleoides lamothei</i> A (Sa, Au) G	P%	28.6	7.4						9.92	5.6	16.6	7.4
	A	4.02	0.11						1.06	1.5	1.30	1.09
	T	338	10						237	81	204	88
<i>Forticulcita isabelae</i> (Sa, Au) E	P%	4.7										
	A	0.07										
	T	6										
Monogenea												
<i>Ligophorus mugilinus</i> A (M, Au) E	P%		34.0	0.88	1.43		2.13	1.8	27.3	22.2	3.8	32.1
	A		1.22	0.05	0.07		0.02	0.02	2.34	0.96	0.28	1.98
	T		115	6	5		1	1	283	52	44	160
Cestoda												
<i>Parvitaenia cochlearii</i> L (Sa, Al) G	P%			1.43							0.64	
	A			0.01							0.01	
	T			1							1	
Acanthocephala												
<i>Floridosentis mugilis</i> A (M, Au) E	P%	22.6	3.19		1.43	27.1	51.1	7.3	19		2.5	2.47
	A	0.38	0.13		0.01	0.75	4.38	0.25	0.60		0.06	0.02

Parásitos	Parám	Co 23	Co 24	Mi 23	Mi 24	Nux 24	Teco 24	3P 2021a	3P 2021b	3P 2022 a	3P 2022b	3P 24
<i>Neoechinorhynchus brentnickoli</i> J (Sa, Au)	T	33	12		1	72	206	14	72		9	2
	P%			0.88				1.8	1.6			
	A			0.01				0.02	0.08			
	T			1				1	10			
<i>Pseudoleptorhynchoides lamothei</i> J (Sa, Au) E	P%				25.7			3.6	2.5			12.3
	A				0.63			0.05	0.05			0.22
	T				44			3	6			18
<i>Southwellina hispida</i> L (Al, G)	P%								19.1			
	A								2.39			
	T								289			
Nematoda												
<i>Capillaria</i> sp. A (Sa, Au) G	P%	3.5			4.29				10.7	20.4		
	A	0.04			0.39				1.11	1.15		
	T	3			27				134	62		
<i>Contracaecum multipapilatum</i> L (Sa, Al) G	P%	27.4	53.2	61.9	68.6	78.8	59.6	29.1	28.1	38.9	23.6	53.1
	A	0.36	1.32	1.72	2.66	2.18	3.15	0.44	0.54	0.70	0.45	1.30
	T	30	124	194	186	209	148	24	65	38	71	105
Copepoda												
<i>Ergasilus lizae</i> A (M, Au) E	P%	53.6	57.4	46.9	61.4		23.4	54.5	42.1		28.7	77.8
	A	3.08	1.47	1.32	3.27		0.60	1.78	2.72		1.64	4.28
	T	259	138	149	229		28	98	329		257	347
<i>Bomolochus</i> sp. (M, Au) G	P%		2.13				2.13					
	A		0.02				0.02					
	T		2				1					
Brachyura												
<i>Argulus</i> sp. A (Sa, Au) G	P%		1.06	2.65				1.82	0.83	1.85	1.9	
	A		0.01	0.03				0.02	0.01	0.02	0.02	
	T		1	3		1	1	1	1			

Notas: P = prevalencia, (A) = abundancia promedio, T = número total de parásitos [rango] = número mínimo y máximo de parásitos. Lagunas: Co = Coyuca, Mi = Mitla, Nux = Nuxco, Teco = Tecomate, 3P = Tres Palos. Estadio: A = adulto, J = juvenil, L = larva. Origen: D = dulceacuícola, M = marino, Sa = salobre. Estrategia de colonización: Au = autogénica, Al = alogénica. Especificidad hospedatoria: E = especialista, G = generalista.

Fuente: elaboración propia.

acantocéfalos suelen ser poco comunes entre los peces dulceacuícolas de México (Salgado-Maldonado et al., 2004; Violante-González et al., 2007). La lisa *M. curema* fue parasitada hasta por 4 especies de acantocéfalos (3 especies autogénicas y 1 alogénica, tabla 8.1); aunque solo *Floridocentis mugilis* presentó altos niveles de infección y se registró en la mayoría de las lagunas (excepto Mitla). Esta es una especie marina, considerada como especialista de mugílidos (Fajer-Avila et al., 2006; Falkenberg et al., 2022), lo cual puede explicar su mayor prevalencia y abundancia en lisas de lagunas con más alta salinidad, como Nuxco (17.4 ups) y Tecomate (19.5 ups) (Contreras-Espinosa y Warner et al., 2004). A decir de Falkenberg et al. (2022), de las 25 especies de copépodos reportadas para *M. curema*, 13 corresponden al género *Ergasilus*. No obstante que solo una especie de *Ergasilus* (*E. lizae*) fue identificada en el presente estudio, se ha reportado a *Ergasilus* sp. infectando hasta 12 especies de peces en la laguna de Tres Palos, incluida *M. curema* (Violante-González et al., 2007). Por lo tanto, es muy probable que sean más de 2 especies de *Ergasilus* las que parasitan a peces de las lagunas costeras del estado.

Efecto de los parásitos sobre el estado de salud de los peces

Las pruebas de correlación por rangos de Spearman (r_s) empleadas para determinar alguna posible asociación entre la talla, el peso y los factores de condición de las lisas con las abundancias de sus especies de parásitos más frecuentes y abundantes indicaron la presencia de correlaciones tanto positivas como negativas, para 3 de las características del hospedero examinadas. Tanto la longitud total como el peso fueron positivamente correlacionados con las abundancias de seis de las especies de parásitos (tabla 8.3); las asociaciones más intensas se registraron con las abundancias de las especies *E. lizae* y *C. multipapilatum* ($r_s > 0.300$), mientras que se registraron correlaciones negativas con la abundancia de *Southwellina hispida*, en tanto que para el digeneo *Saccocoelioides lamothei* se observó también esta misma tendencia, aunque la correlación no fue significativa (tabla 8.3). En cuanto a los factores de condición, solo el de Fulton (FC), fue correlacionado nega-

tivamente con las abundancias de cuatro de las especies de parásitos. Considerando los datos agrupados, la talla de los peces correlacionó de manera negativa con ambos factores de condición (-0.076 y -0.383 , respectivamente). Los peces infectados presentaron valores del FC significativamente más bajos (media = 0.9197), que los no infectados (media = 0.9824) (ANOVA: $F_{1, 971} = 46.47$). Por otra parte, los peces no infectados fueron generalmente de menor tamaño (media = 15.5 cm), en comparación con los infectados (media = 21.6).

Tabla 8.3. Valores del coeficiente de correlación (RS) entre la talla, peso y factores de condición (Kn, FC), con la abundancia de especies de parásitos en *M. curema*

Parámetros	Erga	Limu	Aust	Asco	Sacc	Flor	Sohi	Cont
Talla	0.314	0.069	0.231	0.080	-0.056 ns	0.098	-0.235	0.352
Peso	0.309	0.074	0.248	0.083	-0.062 ns	0.081	-0.237	0.355
Kn	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
FC	-0.165	ns	ns	-0.100	-0.046 ns	-0.121	0.205	-0.154

Notas: Erga = *Ergasilus lizae*, Limu = *Ligophorus mugilinus*, Aust = *Austrodiplostomum compactum*, Asco = *Ascocotyle (Ph.) longa*, Sacc = *Saccocoeloides lamothei*, Flor = *Floridosentis mugilis*, Sohi = *Southwellina hispida*, Cont = *Contracaecum multipapilatum*, ns = no significativo.

Fuente: elaboración propia.

Las correlaciones positivas registradas entre la talla y el peso con las abundancias de 6 de las especies de parásitos sugieren que los hospederos de mayor tamaño y peso fueron generalmente los que presentaron una mayor abundancia de estas especies de parásitos.

El tamaño corporal del hospedero se considera un factor importante de estructuración de las infracomunidades de parásitos, en poblaciones de peces de diferentes ambientes (Baia et al., 2018). Los peces de mayor tamaño pueden ingerir mayores cantidades de alimento, presentan una superficie corporal más grande, y generalmente son de mayor edad; por lo que han vivido durante un mayor tiempo, y han tenido una mayor probabilidad de infectarse con un mayor número de especies de parásitos, en comparación con los más pequeños y de vida más corta (Luque y Poulin, 2008; Morand et al., 2000; Sasal et al., 1997).

Sin embargo, la correlación negativa registrada en el caso de *S. hispida* y la débil, aunque no significativa con *S. lamothei* (tabla 8.3), indicaron

que existió una reducción en las abundancias de estas especies entre los peces de mayor tamaño. Algunos estudios han reportado también la ocurrencia de asociaciones negativas entre la abundancia de algunos parásitos y la longitud del hospedero, es decir, una reducción en los niveles de parasitismo, con el aumento en el tamaño (Iyaji et al., 2009). Las reducciones en la abundancia de parásitos en los peces más grandes pueden ser atribuidas a cambios en los hábitos alimenticios del hospedero; esto es, el pez puede dejar de alimentarse de una determinada presa que actúa como hospedero intermediario del parásito en la fase adulta, o bien reducir su consumo (Carpio, 2020; Iyaji et al., 2009). En los casos del acantocéfalo *S. hispidus* y el digéneo *S. lamothei*, estos fueron más abundantes en lisas juveniles (< 10 cm); por lo que diferencias en la dieta de juveniles y preadultos, pueden explicar la reducción en las abundancias de estas especies de parásitos en las lisas de mayor tamaño.

Debido a que los parásitos son considerados patogénicos para el hospedero, se espera generalmente encontrar una correlación negativa entre el factor de condición y la abundancia o la prevalencia de las especies de parásitos (Guidelli et al., 2011; Moreira et al., 2010). En este sentido, las correlaciones negativas registradas entre el FC y las abundancias de cuatro de las especies de parásitos (*E. lizae*, *A. Ph. longa*, *F. mugilis*, y *C. multipapillatum*) pueden sugerir una posible afectación a las lisas, por parte de estas especies de parásitos. Sin embargo, se ha señalado que muchas veces los hospederos pueden contener altos niveles de infección parasitaria, sin que se vea afectada su condición física (Moreira et al., 2010; Guidelli et al., 2011). Se ha argumentado también que es posible que los parásitos no presenten un alto grado de patogenicidad, por lo que, no obstante que presenten una alta abundancia, no ocasionan un mayor daño físico al hospedero (Guidelli et al., 2011; Moreira et al., 2010). En el caso de la lisa solo el digéneo *A. (Ph.) longa* presentó niveles de infección altos: prevalencia media = 57% y abundancia media = 26 parásitos por hospedero infectado. No obstante, al parecer sus niveles de infección han disminuido en este hospedero. Por ejemplo, Violante-González et al. (2007) reportaron a *A. (Ph.) longa* infectando a 10 especies de peces en la laguna de Tres Palos; en el caso particular de *M. curema*, la prevalencia de infección fue del 100%, con una abundancia promedio de > 200 metacercarias por pez infectado. Este dige-

neo infecta principalmente el corazón de las lisas (Carnevia et al., 2005; Portes-Santos et al., 2013; Violante-González et al., 2007), aunque puede localizarse también en otros sitios como el músculo, por lo que es considerado como una especie con potencial zoonótico, ya que se le ha relacionado con casos de gastroenteritis parasitaria en algunos países como Brasil (Carnevia et al., 2005).

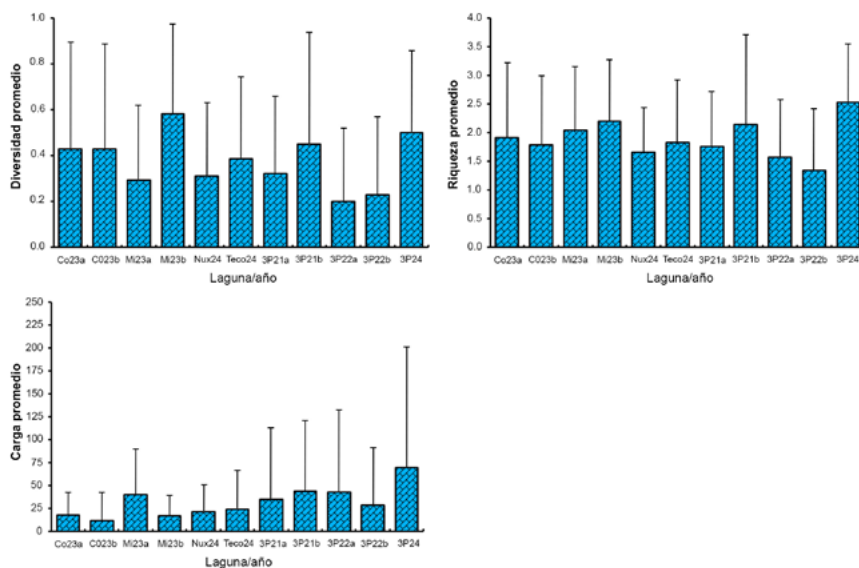
Características de las infracomunidades

Todos los parámetros de infracomunidad variaron significativamente entre las lagunas y años de muestreo (figura 8.1). La diversidad promedio fue más alta durante el segundo muestreo efectuado en la laguna de Mitla (MLG: $F_{10, 971} = 7.84$, $p < 0.01$), mientras que la riqueza de especies (MLG: $F_{10, 971} = 8.21$, $p < 0.01$) y la carga promedio de parásitos por hospedero infectado (MLG: $F_{10, 971} = 5.50$, $p < 0.01$) fueron significativamente más altas entre las lisas del último muestreo efectuado en la laguna de Tres Palos (2024, figura 8.1).

Las infracomunidades de parásitos de *M. curema*, se caracterizaron por ser poco diversas ($H' = 0.20$ a 0.58), pobres en especies (1.3 a 2.5 especies) y por su bajo número de parásitos (12.1 a 70, gráfica 8.1). No obstante, al parecer esta es una característica bastante común de las infracomunidades de este hospedero. Por ejemplo, Fajer-Avila et al. (2006) reportaron también valores bajos de riqueza de especie (1.6 a 2.6), de diversidad ($H' < 0.07$) y de abundancia de parásitos (media = 75) para infracomunidades de *M. curema* en otras localidades de Pacífico mexicano. En Perú, Minaya et al. (2021) reportaron valores de riqueza = 1.64, diversidad = 0.31 y un número promedio de parásitos de 12.92 por hospedero infectado. Mientras que Moutinho y Alves (2014) y Santos-Gueretz et al. (2022) en Brasil, concluyeron que esta lisa presentó una baja riqueza de especies de especies, en comparación con otras especies de mugilidos como *M. lizae*.

A nivel infracomunidad se registró un mayor número de correlaciones (7 negativas y 2 positivas) entre los factores de condición y la carga de parásitos (tabla 8.4). El factor de condición de Fulton (FC) fue el que presentó un mayor número de correlaciones (10/14), con la carga o la riqueza de especies de parásitos. El número de correlaciones negativas (11) fue más

Gráfica 8.1. *Parámetros de las infracomunidades de parásitos ($\pm$ desviación estándar) de *M. curema* en cinco lagunas costeras*



Notas: Co = Coyuca, Mi = Mitla, Nux = Nuxco, Teco = Tecomate, 3P = Tres Palos.

Fuente: elaboración propia.

alto que el de las positivas (3); solo en el caso de los muestreos de la laguna de Coyuca no se registraron correlaciones con ningún parámetro de infracomunidad (tabla 8.4).

Cuando se evalúa el posible efecto de los parásitos sobre la condición física de los peces, se considera también importante examinar el efecto global de las infecciones mixtas, es decir, efectuar también una evaluación a nivel de infracomunidad (Brasil-Sato, 1999, Guidelli et al., 2011). El conocimiento de la influencia de este tipo mixto de parasitismo puede ser de gran importancia en los estudios parasitológicos, en particular de aquellos enfocados en poblaciones de peces cultivados o con potencial de cultivo (Guidelli et al., 2011). De acuerdo con los resultados, en *M. curema* los hospederos con infracomunidades con un mayor número de especies y de parásitos presentaron de manera general una menor condición física, lo cual puede sugerir nuevamente posibles efectos negativos por parte de los parásitos. Sin embargo, las infracomunidades de este hospedero fueron

Tabla 8.4. Valores del coeficiente de correlación (RS) entre los factores de condición (Kn, FC), y los parámetros de infracomunidad para cada una de las lagunas y años de muestreo

Laguna/año	Factor	Parámetros de infracomunidad			
		Diversidad	Equidad	Riqueza	Carga
Co 2023May	Kn	-0.054	0.081	-0.034	-0.071
	FC	-0.05	0.062	-0.033	-0.056
Co 2023Ago	Kn	-0.037	-0.1993	0.099	0.025
	FC	-0.045	-0.222	0.093	0.027
Mi 2023Sep	Kn	-0.025	0.020	-0.092	-0.193
	FC	-0.005	0.015	-0.065	-0.151
Mi 2023Oct	Kn	-0.109	0.095	-0.149	-0.326
	FC	-0.03	0.058	-0.171	-0.343
Nux 2024Sep	Kn	0.134	-0.087	0.161	0.299
	FC	0.145	-0.105	0.157	0.302
Teco 2024Mar	Kn	-0.077	0.003	-0.145	-0.178
	FC	-0.027	0.200	-0.385	-0.411
3P 2021Feb	Kn	0.014	0.007	0.108	0.092
	FC	0.032	0.040	0.092	0.063
3P 2021Oct	Kn	-0.008	-0.037	-0.117	-0.015
	FC	-0.102	-0.015	-0.508	-0.445
3P 2022May	Kn	-0.018	-0.106	-0.181	0.078
	FC	-0.041	-0.138	-0.171	0.093
3P 2022Oct	Kn	-0.225	-0.283	0.048	-0.154
	FC	-0.088	-0.090	-0.295	-0.424
3P 2024Feb	Kn	0.167	0.082	0	-0.082
	FC	0.221	0.338	-0.191	-0.362

Notas: Co = Coyuca, Mi = Mitla, Nux = Nuxco, Teco = Tecomate, 3P = Tres Palos. Valores significativos en negritas. Fuente: elaboración propia.

pobres en especies y con un bajo número de parásitos, por lo que al parecer no afectan la salud de las lisas, en las lagunas estudiadas.

Estructuración de las infracomunidades

Las especies *Ascocotyle (Ph.) longa*, *Contracaecum multipapilatum* y *Ergasilus lizae* mostraron los valores más altos del índice de infracomunidad

($ICI \geq 0.25$). El digeneo *A. (Ph.) longa* fue la especie más importante en el proceso de estructuración de las infracomunidades durante un mayor número de muestreos (5/11); en tanto que *C. multipapilatum* lo hizo en un mayor número de lagunas (3/5, tabla 8.5).

Tabla 8.5. Valores del índice de infracomunidad (ICI), para los parásitos de *M. curema* de cinco lagunas del estado de Guerrero

Parásitos	Co 23	Co 24	Mi 23	Mi 24	Nux 24	Teco 24	3P 2021a	3P 2021b	3P 2022 a	3P 2022b	3P 24
Digenea											
<i>Ascocotyle (Phagicola) longa</i> L (Sa, Al) G	0.227	0.079	0.333	0.234	0.391	0.203	0.360	0.206	0.396	0.329	0.257
<i>Austrodiplostomum compactum</i> L (D, Al) G	0.011	0.015	0.081				0.018	0.003			0.005
<i>Clinostomum tataxumui</i> L (D, Al) G			0.004								
<i>Saccocoelioides lamothei</i> A (Sa, Au) G	0.133	0.035						0.039	0.032	0.095	0.029
<i>Forticulcita isabelae</i> (Sa, Au) E	0.022										
Monogenea											
<i>Ligophorus mugilinus</i> A (M, Au) E		0.158	0.004	0.006		0.010	0.009	0.106	0.128	0.022	0.124
Cestoda											
<i>Parvitaenia cochlearii</i> L (Sa, Al) G										0.004	
Acanthocephala											
<i>Floridosentis mugilis</i> A (M, Au) E	0.105	0.015		0.006	0.154	0.232	0.036	0.074		0.015	0.010
<i>Neoechinorhynchus brentnickoli</i> J (Sa, Au)			0.004				0.009	0.006			
<i>Pseudoleptorhynchoides lamothei</i> J (Sa, Au) E				0.105			0.018	0.010			0.048
<i>Southwellina hispida</i> L (Al, G)								0.074			
Nematoda											
<i>Capillaria</i> sp. A (Sa, Au) G	0.017			0.018				0.042	0.118		
<i>Contracaecum multipapilatum</i> L (Sa, Al) G	27.4	0.247	0.284	0.281	0.402	0.271	0.144	0.109	0.225	0.135	0.205

Parásitos	Co 23	Co 24	Mi 23	Mi 24	Nux 24	Teco 24	3P 2021a	3P 2021b	3P 2022 a	3P 2022b	3P 24
Copepoda											
<i>Ergasilus lizae</i> A (M, Au) E	0.249	0.267	0.215	0.252		0.106	0.270	0.164		0.165	0.300
<i>Bomolochus</i> sp. (M, Au) G		0.010				0.010					
Brachyura											
<i>Argulus</i> sp. A (Sa, Au) G		0.005	0.012				0.009	0.003	0.011	0.011	

Notas: Co = Coyuca, Mi = Mitla, Nux = Nuxco, Teco = Tecomate, 3P = Tres Palos. Estadio: A = adulto, J = juvenil, L = larva. Origen: D = dulceacuícola, M = marino, Sa = salobre. Estrategia de colonización: Au = autogénica, Al = alogénica. Especificidad hospedatoria: E = especialista, G = generalista. Valores en negritas indican la especie más importante en cada muestreo.

Fuente: elaboración propia.

A excepción del copépodo *E. lizae*, el cual es considerado como un parásito especialista de mugílidos (Fajer-Avila et al., 2006; Lira, 1997), larvas de las otras dos especies infectan a una gran variedad de peces en las lagunas costeras de Guerrero, por lo que contribuyen de manera importante en la estructuración de sus infracomunidades de parásitos (Violante-González y Aguirre-Macedo, 2007; Violante-González et al., 2007). Se puede establecer, finalmente, que *M. curema* juega un papel más importante como hospedero intermediario o paraténico (para 8/13 especies) que como hospedero final de helmintos parásitos que infectan a los peces de las lagunas costeras del estado de Guerrero.

Conclusiones

El crecimiento de la lisa fue principalmente de tipo isométrico en la mayoría de las lagunas estudiadas. Los peces de Tecomate presentaron una menor condición física, lo cual fue atribuido a las condiciones ambientales más adversas, que presenta esta laguna. Los digeneos y los acantocéfalos fueron los grupos de parásitos que mostraron la mayor riqueza de especies. Los peces de mayor tamaño presentaron abundancias más altas de algunas especies de parásitos. El factor de condición de Fulton (FC), fue correlacionado negativamente con las abundancias de 4 especies de parásitos, así como con dos parámetros de infracomunidad. Los peces de mayor tamaño fueron

los más frecuentemente infectados y presentaron una menor condición física, en tanto que los no infectados fueron principalmente organismos juveniles. Lisas juveniles de menos de 5 cm obtenidas de las lagunas costeras, pueden ser propuestas para su cultivo, debido a que aún no han sido infectadas o presentan cantidades mínimas de parásitos.

Referencias

- Alves, D. R. (2014). Metazoan parasites of *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidae) from the coastal Rio de Janeiro. *Centro Universitário de Volta Redonda*, 9, 67-75.
- Antonetti, D. A., Leal, M. E. y Schulz, U. H. (2013). Length-weight relationships for 19 fish species from the Jacu. Delta, R.S., Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, (30), 259-260.
- 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.
- Brasil-Sato, M. C., (1999). *Ecologia das comunidades de parasitos metazoários de Pimelodus maculatus Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) das bacias do rio São Francisco, Três Marias, M. G. e do rio Paraná, Porto Rico, P. R.* [Tesis de Doctorado]. Federal University of São Carlos.
- Bush, A. O., Laferty, K. D., Lotz, J. M. y Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *The Journal of Parasitology*, 83(4), 575-583.
- Carnevia, D., Castro, O., Perretta, A. y Venzal, J. M. (2005). Identificación en Uruguay de metacercarias de *Ascoctyle (Phagicola) longa Digenea: Heterophyidae* parasitando lisas, *Mugil platanus* (Pisces: Mugilidae) y evaluación del riesgo de zoonosis y afecciones en mascotas. *Veterinaria*, 40, 19-23.
- 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.
- Contreras-Espinosa, F. y Warner, B. G. (2004). Ecosystem characteristics and management considerations for coastal wetlands in Mexico. *Hydrobiología*, 511, 233-245.
- 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 Ciências*, 94(1).

- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal Applied. Ichthyology*, 22, 241-253.
- Frota, L. O., Costa, P. A. S. y Braga, A. C. (2004). Length-weight relationships of marine fishes from the central Brazilian coast. *NAGA, World Fish Cent. Quart*, 27, 20-26.
- Guidelli, G., Tavechio, W. L., Takemoto, R. M. y Pavanelli, G. C. (2011). Relative condition factor and parasitism in anostomid fishes from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 177, 145-151.
- Ibáñez, A. L. y Colin, A. (2014). Reproductive biology of *Mugil curema* and *Mugil cephalus* from western Gulf of Mexico Waters. *Bulletin of Marine Science*, 90(4), 941-952.
- Iyaji, F. O., Etim, L. y Eyo, J. E. (2009). Parasite assemblages in fish hosts. *Journal of Biological Research and biotechnology*, 7, 561-570.
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relation and seasonal cycle in gonad weight and condition perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Lira, G. (1997). *Fauna helmintológica de dos especies de mugílidos (Pisces: Mugilidae) de la bahía de Chamela, Jalisco, México* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lizama, M. L. A. P., Takemoto, R. M. y Pavanelli, G. C. (2006). Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/length relation and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 15(3), 116-122.
- Luque, J. L. y Poulin, R. (2007). Metazoan parasite species richness in neotropical fishes: Hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, 134, 865-878.
- Luque, J. L. y Poulin, R. (2008). Linking ecology with parasite diversity in Neotropical fishes. *Journal of Fish Biology*, 72(1), 189-204.
- Maceda-Veiga, A., Green, A. J. y De Sostoa, A. (2014). Scaled body-mass index shows how habitat quality influences the condition of four fish taxa in north-eastern Spain and provides a novel indicator of ecosystem health. *Freshwater Biology*, 59(6), 1145-1160.
- Minaya, D., Iannaccone, J., Alvarino, L. y Cepeda, C. (2021). Metazoan parasites of white mullet *Mugil curema Valenciennes, 1836* (Periformes, Mugilidae) from the wetlands of Pantaños de Villa, Lima, Peru. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 16, 150-160.
- Mitu, N. R., Alam, M. M., Hussain, M. A., Hasan, M. R. y Atul, C. S. (2019). Length-weight and length-length relationships, sex ratio and condition factors of the Asian striped dwarf catfish *Mystus tengara* (Hamilton, 1822) (Siluriformes: Bagridae) in the Ganges River, Northwestern Bangladesh. *Iranian Journal of Ichthyology*, 6, 21-30.
- 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.
- Morand, S., Cribb, T. H., Kulbicki, M., Rigby, M. C., Chauvet, C., Dufour, V. y Pichelin, S. (2000). Endoparasite species richness of new caledonian butterfly fishes: Host density and diet matter. *Parasitology*, 121, 65-73.

- Moreira, L. H. A., Yamada, F. H., Ceschini, T. L., Takemoto, R. M. y Pavanelli, G. C. P. (2010). The influence of parasitism on the relative condition factor (kn) of *Metynnis lippincottianus* (Characidae) from two aquatic environments: The upper Paraná river floodplain and Corvo and Guairacá rivers, Brazil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 32(1), 83-86.
- Moutinho, F. O. y Alves, D. R. (2014). Metazoan parasites of *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidae) from the coastal Rio de Janeiro. *Cadernos UniFOA*, 24, 67-75.
- Oliveira, J., Oliva-Teles, A. y Couto, A. (2024). Tracking biomarkers for the health and welfare of aquaculture fish. *Fishes*, 9(7), 289.
- Portes-Santos, C., Lopes, K. C., Da Silva-Costa, V. y Dos Santos, E. G. (2013). Fish-borne trematodosis: Potential risk of infection by *Ascocotyle (Phagicola) longa* (Heterophyidae). *Veterinary Parasitology*, 193, 302-306.
- Salgado-Cruz, L., Quiñonez-Velázquez, C., García-Domínguez, F. A., Pérez-Quiñonez, 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.
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., Soto-Galera, E., Pineda-López, R., Caspeta-Mandujano, J. M., Aguilar-Castellanos, E. y Mercado-Silva, N. (2004). Helminth parasites of freshwater fishes of the Pánuco river basin, East Central Mexico. *Comparative Parasitology*, 71, 190-202.
- 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.
- Santos-Gueretz, J., Moura, A. B. y Martins, M. L. (2022). Parasitic fauna of *Mugil curema* in an estuarine ecosystem in the northern coast of the Santa Catarina State, Brazil. *Archives of Veterinary Science*, 27 (3), 1-6.
- Sasal, P., Morand, S. y Guégan, J. F. (1997). Determinants of parasite species richness in Mediterranean marine fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 149, 61-71.
- 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.
- Tavares-Dias, M., Martins, M. L., Moraes, F. R. y Kronka, S. N. (2000). Condition factor, hepatosomatic and splenosomatic relation of freshwater fishes naturally parasitized. *Acta Science*, 22, 533-537.
- 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, 357-367.
- Villeras-Salinas, S., Violante-González, J., García-Castro, N. y Alonzo-Guzmán, L. (2016). Environmental Deterioration of the Tecomate Coastal Lagoon, in the Guerrero State, Mexico. *International Journal Geosciences*, 7, 1-10.
- Violante-González, J. y Aguirre-Macedo, M. L. (2007). Metazoan parasites of fishes from Coyoaca 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.

Zander, C. D. (2004). Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic, 2: Infracommunity. *Parasitology Research*, 93, 17-29.