

HELMINTOS PARÁSITOS DE *HALICHOERES BIVITTATUS* (PISCES: LABRIDAE) DEL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Parasitic helminths of *Halichoeres bivittatus* (Pisces: Labridae) from the southwestern Gulf of México

Jesús MONTOYA-MENDOZA^{1a*}, Yara Mayté BALDERAS-CORTÉS^{1b}, Yessica Mayreni BALDERAS-CORTÉS^{1c}, Sergio CHÁZARO-OLVERA^{2d}, Yuri B. OKOLODKOV^{3e}, David REYNIER-VALDÉS^{1f}.

¹ Laboratorio de Investigación en Acuicultura Aplicada, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Boca del Río, Veracruz, México.

² Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Los Reyes Iztacala, Estado de México, México.

³ Laboratorio de Botánica Marina y Planctología, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Boca del Río, Veracruz, México.

* For correspondence: jesusmontoya@bdelrio.tecnm.mx

Received: 26th September 2022. Returned for revision: 08th November 2022. Accepted: 02nd May 2023.

Associate Editor: Lucimar Dias

Citation/ citar este artículo como: Montoya-Mendoza, J., Balderas-Cortés, Y. M., Balderas-Cortés, Y. M., Cházaro-Olvera, S., Okolodkov, Y. B. y Reynier-Valdés, D. (2023). Helmintos parásitos de *Halichoeres bivittatus* (Pisces: Labridae) del suroeste del Golfo de México. *Acta Biol Colomb*, 28(2), 333-338. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n2.104168>

RESUMEN

Un total de 326 helmintos parásitos fueron recuperados de 94 especímenes de *Halichoeres bivittatus* (Pisces: Labridae) en dos sitios de la zona arrecifal en los límites del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz, México, el suroeste del Golfo de México: Punta Gorda (n = 51) y Mata de Uva (n = 43). Los peces fueron capturados entre mayo y septiembre de 2001. Cada muestra se analizó a nivel de comunidad componente e infracomunidad. Tres especies de helmintos se localizaron en intestino: *Nicolla halichoeri* (Digenea) considerándose nuevo registro de localidad, *Procamallanus (Spirocamallanus) garnotus* (Nematoda) es nuevo registro de hospedero, y las larvas de Tetracyllidea gen. sp. (Cestoda) fueron los parásitos con mayor prevalencia e intensidad promedio para cada sitio. La riqueza de especies para ambos sitios fue de S = 3 y el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Punta Gorda, H' = 0,42; Mata de Uva, H' = 0,49) fueron inferiores a los registrados para las comunidades hospedero-parásito de lábridos y de hospederos de la localidad. No hubo correlación entre el número total de especies o el número total de helmintos con respecto a la longitud total o el peso del hospedero. El análisis de las curvas de especies acumuladas para la comunidad componente sugirió, que el inventario de especies de helmintos estaba casi completo para ambos sitios. La abundancia de larvas del cestodo ubica a *H. bivittatus* como hospedero intermediario del parásito.

Palabras clave: arrecifes, *Halichoeres*, cestodo, riqueza de especies, diversidad de especies.

ABSTRACT

A total of 326 parasitic helminths were obtained from 94 specimens of *Halichoeres bivittatus* (Pisces: Labridae) at two sites in the reef zone at the limits of the Veracruz Reef System National Park, Veracruz, Mexico, southwestern Gulf of Mexico: Punta Gorda (n = 51) and Mata de Uva (n = 43). Fish were caught from May to September 2001. Each sample was examined at the levels of the component community and infracommunity. Three parasitic helminth species were found in intestines: *Nicolla halichoeri* (Digenea: Plagiorchiida: Opecoelidae) is a new geographic record, *Procamallanus (Spirocamallanus) garnotus* (Nematoda) is a new host record, and larvae of Tetracyllidea gen. sp. (Cestoda) were the parasites with the highest prevalence and the average intensity at both sites. Species richness (S = 3) and the Shannon-Wiener diversity index (H' = 0,42; 0,49) were lower than those previously estimated for the labrid host-parasite community in the study area. No correlations between the total number of species or the total number of helminths and

the total length or weight of the host were observed. An analysis of the accumulated curve for the component community suggested that the inventory of helminth species was almost complete for both sites. The abundance of cestode larvae infers *H. bivittatus* is an intermediate host of the parasite.

Keywords: reefs, *Halichoeres*, cestodes, species richness, species diversity.

Halichoeres bivittatus (Bloch, 1791) (Pisces: Labridae) especie conocida localmente como Doncella rayada, se distribuye desde Carolina del Norte a Brasil, incluyendo el Golfo de México y el Mar Caribe, habitando comúnmente áreas rocosas y de arrecifes poco profundos, con hábitos alimenticios heterótrofos a base principalmente de gasterópodos (Cervigón, 1993). La Doncella rayada no tiene importancia pesquera artesanal; sin embargo, es muy abundante en arrecifes costeros y en escolleras en la línea costera (Clavijo y Donaldson, 1994; Hernández-Hernández et al., 2009), pero su importancia radica en su abundancia, como un componente importante en las interacciones tanto intraespecíficas como interespecíficas que se establecen en los ecosistemas. Por otro lado, los estudios sobre helmintos parásitos en lábridos son limitados, Muñoz et al. (2007) recopilaron las especies de helmintos parásitos para lábridos a nivel global; para *H. bivittatus* (Bloch) los registros corresponden a *Neoapocreadium coili* (Sogandares-Bernal, 1959) (Sogandares-Bernal y Sogandares, 1961), *Proctoeces maculatus* (Looss, 1901) (Shimazu y Nagasawa, 1985), *P. subtenuis* (Linton, 1907) (Linton, 1907), *Schikhobalotrema adacutuuum* (Manter, 1938) (Manter, 1947), *Lecithochirium latum* (Vigueras, 1958) (Pérez-Vigueras, 1958), *Coitocaecum* sp. (Siddiqi y Cable, 1960), *Helicometrina exacta* (Linton, 1910) (Overstreet, 1969), *H. nimia* (Linton, 1910) (Manter, 1933), *Helicometra* sp. (Dyer et al., 1998), *Nicolla halichoeri* (Overstreet, 1969) (Overstreet, 1969). En tanto, los estudios de comunidades de helmintos parásitos en lábridos también son limitados, se cuenta con los de *Symphodus tinca* (Linnaeus) y *Labrus merula* (Linnaeus) de Valencia, España (Campos y Carbonell, 1994), *Halichoeres melanurus* y otras especies de la familia Labridae de Australia (Muñoz et al., 2007) y para México el de *H. radiatus* de los arrecifes de Veracruz (Montoya-Mendoza et al., 2021), por lo que el presente el estudio analizó la riqueza y diversidad de la comunidad de especies de helmintos parásitos de *H. bivittatus*.

Se examinaron 94 especímenes de *H. bivittatus*, incluyendo 51 de Punta Gorda (sitio localizado en el extremo noroeste del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) 19°15'00" N, 96°10'38" W) y 43 de la escollera Mata de Uva (localizada al sur del PNSAV: 19°01'22" N, 95°57'56" W), ambos sitios fuera del polígono del parque (DOF, 2012), en el Estado de Veracruz, suroeste del Golfo de México. Los peces fueron capturados por pescadores de la localidad, mediante red tipo cuchara con diámetro de 50 cm y luz de malla de 0,4 cm, las colectas fueron mensuales de mayo a septiembre de 2001 hasta completar cada tamaño de muestra. La captura fue transportada en contenedores de plástico con hielo al Laboratorio de Investigación de Acuicultura Aplicada del

Instituto Tecnológico de Boca del Río. En el laboratorio los peces fueron identificados mediante las claves de Humann y DeLoach (2013). De cada espécimen se registró longitud total en cm con un ictiómetro y el peso en g con una balanza analítica Entris® II con precisión de 0,1 g. Dentro de las 24 h posteriores a su captura se aplicó el examen helmintológico. El examen externo incluyó piel, aletas, boca y branquias, y el examen interno incluyó ojos, cerebro, mesenterios, esófago, estómago, intestino y músculos. Todos los helmintos fueron separados en cajas Petri con solución salina al 0,75%, fijados en formalina caliente al 4% y preservados en frascos viales con alcohol al 70%. Para digéneos y céstodos se elaboraron preparaciones totales teñidos con Paracarmín de Mayer o Tricrómica de Gomori, aclarados con aceite de clavo y montados con Bálsamo de Canadá (índice de refracción $n = 1,55$). Los nemátodos fueron aclarados con glicerina y preservados en alcohol al 70% de acuerdo con Vidal-Martínez et al. (2001). Se seleccionaron especímenes para depositar en la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. De acuerdo con Bush et al. (1997), se calculó la prevalencia (porcentaje de hospederos infectados para cada especie de helminto parásito) e intensidad promedio (número promedio de helmintos parásitos por hospedero infectado para cada especie de parásito). Para la muestra de cada sitio se analizó riqueza y diversidad de especies a nivel de comunidad componente (todas las especies de helmintos de todos los hospederos examinados) e infracomunidad (todas las especies de helmintos por hospedero examinado) (Holmes y Price, 1986; Bush et al., 1997).

Se analizó el tamaño de muestra para cada sitio mediante curvas de acumulación de especies, siguiendo el análisis de la comunidad de helmintos parásitos de *Lutjanus campechanus* (Poey) y *Lutjanus synagris* (Linnaeus) (Montoya-Mendoza et al., 2014, 2016). Las curvas fueron obtenidas con una aleatoriedad de 100, apoyados con el programa EstimateS, versión 8.0 (Moreno y Halffter, 2001; Colwell, 2011). La asíntota de la riqueza de especies se analizó con base en el modelo de Clench, ya que la ecuación del modelo permite estimar el número total de especies a nivel de comunidad componente como a/b (Clench, 1979; Soberón y Llorente, 1993; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). El modelo de Clench se describe por la ecuación: $V2 = (a * V1) / (1 + (b * V1))$, donde $V2$ es la riqueza observada, $V1$ es el número de hospederos examinados, a y b son parámetros de la curva calculada iterativamente: a es igual a la tasa de adición de nuevas especies, y b es un parámetro relacionado con la forma de la curva (ver Jiménez-Valverde y Hortal,

Table 1. Parámetros de infección y sitio de infección de los helmintos parásitos de *Halichoeres bivittatus* de Veracruz, México.

Especie*	CNHE	Sitio†	Punta Gorda (n = 51)			Mata de Uva (n = 43)		
			N‡ (% prevalencia)	Intensidad promedio (±SD)	Rango	N‡ (% prevalencia)	Intensidad promedio (±SD)	Rango
Digenea								
<i>Nicolla halichoeri</i> ¥	11786 11787	Int	5 (9,8)	0,62 ± 0,89	1-3	8 (18,6)	2,5 ± 2	1-7
Cestoda								
Tetraphyllidea gen. sp. ^p	11788 11789	Int	16 (31,3)	0,20 ± 5,8	1-19	14 (32,5)	14,7 ± 18,7	1-51
Nematoda								
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) garnotus</i> §	11790 11791	Int	5 (9,8)	1,0 ± 0	1	7 (16,3)	1,0 ± 0	1

*Etapas de vida de las especies: p, pleroceroide.

†Sitio: Int, intestino.

‡N, número de huéspedes infectados.

§ Nuevo registro de hospedero.

¥ Nuevo registro de localidad.

CNHE: Colección Nacional de Helmintos, México; SD: desviación estándar.

2003). Para determinar el número de especies raras que faltan a nivel de comunidad componente se aplicó el índice Bootstrap como un estimador no paramétrico de la riqueza de especies a partir de los datos observados siguiendo los criterios de Poulin (1998).

Para la comunidad componente se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Magurran, 2004) y para la infracomunidad se calculó el promedio del número de especies de helmintos por pez, el promedio del número de especies de helmintos y el valor promedio del índice de diversidad de Brillouin (H) (Magurran, 2004), y se analizó la correlación entre el número total de especies (S) y el número total de helmintos (N) en función de la longitud y el peso del hospedero (Zar, 2010).

Se examinaron 51 especímenes *H. bivittatus* de Punta Gorda (PG), con una longitud total de 3,6 a 10,5 (promedio $6,7 \pm 1,7$) cm y peso de 1,0 a 15,0 (promedio $4,6 \pm 3,5$) g, y 43 especímenes de la misma especie de Mata de Uva (MU), con longitud total de 4,5 a 11,0 (promedio $7,3 \pm 1,6$) cm y peso de 2,0 a 15,0 (promedio $5,4 \pm 3,2$) g. En total, se recolectaron 326 helmintos (93 en PG y 233 en MU), se identificaron para ambos sitios tres especies: un digéneo *Nicolla halichoeri* Overstreet, 1969 (Digenea: Plagiorchiida: Opecoelidae), una larva de céstodo del Orden Tetraphyllidea y un nemátodo *Procamallanus (Spirocamallanus) garnotus* Bashirullah et Williams, 1980 (Nematoda: Rhabditida: Camallanidae).

El análisis de las curvas de especies acumuladas para la comunidad componente registró que el inventario de especies de helmintos está casi completo para ambos sitios y que la pendiente de la curva de especies acumuladas para la muestra fue de 0,005 en PG y 0,004 en MU, por lo

que casi se alcanzó la asíntota y la riqueza estimada por el modelo de Clench: para PG fue 3,4 ($a = 0,74$, $b = 0,21$, $a/b = 3,4$) y para MU fue de 3,3 ($a = 1,25$, $b = 0,38$, $a/b = 3,3$). El valor Bootstrap, estimó que la riqueza de especies para PG fue de 3,1 y para MU 3,0, confirmando que la mayoría de las especies de helmintos en la comunidad componente se recuperaron casi en su totalidad para ambas muestras.

La mayor prevalencia registrada para ambos sitios fue para las larvas Tetraphyllidea (PG, 31,3% y MU, 32,5%); y la mayor intensidad promedio fue para las mismas larvas, pero en la muestra de MU ($14,7 \pm 18,7$), adicionalmente *N. halichoeri*; es nuevo registro de localidad y el nemátodo *P. (S.) garnotus* nuevo registro de hospedero (Tabla 1).

Entanto, los parámetros de infracomunidad de *H. bivittatus* (Tabla 2) fueron menores a los de *H. radiatus* (promedio de riqueza $2,6 \pm 0,81$, promedio del número de helmintos $13,2 \pm 23,0$, y el promedio del índice de Brillouin $0,35 \pm 0,26$) (Montoya-Mendoza et al., 2021), de igual forma con los valores de las infracomunidades de carángidos, sciaénidos y lutjánidos del PNSAV y como de *E. morio* (2,62–4,5, 15,9–140,6 y 0,13–0,87, respectivamente) del sureste del Golfo de México (Vidal-Martínez et al., 1998) y con otros hospederos de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe (Aguirre-Macedo et al., 2007); de igual forma con los registros para lábridos de España (Campos y Carbonell, 1994) y de Australia (Muñoz et al., 2007).

Estos registros bajos de riqueza y diversidad de especies pueden ser en respuesta a diferencias latitudinales y hábitos alimenticios de los hospederos, ya que particularmente *H. bivittatus* tiene una dieta limitada de posibles hospederos intermediarios infectados, a diferencia de otros hospederos, tanto del área de estudio como de otros

Tabla 2. Parámetros de infracomunidad de helmintos parásitos de *Halichoeres bivittatus* de Veracruz, México.

Parámetro	Punta Gorda	Mata de Uva
S	3	3
$\bar{X}S \pm DS$	1.4 \pm 0.5	1.5 \pm 0.5
Intervalo	1-2	1-2
N	93	233
$\bar{X}n \pm DS$	5.1 \pm 5.4	11.7 \pm 17.1
Intervalo	1-19	1-51
$\bar{X}H \pm DS$	0.15 \pm 0.18	0.13 \pm 0.17
Intervalo	0.01 a 0.36	0.001 a 0.49

Los datos incluyen: S, riqueza de especies de helmintos; $\bar{X}S$, promedio de especies de helmintos; $\bar{X}n$, promedio del número de helmintos; $\bar{X}H$, promedio del índice de Brillouin.

sitios, los cuales suelen tener mayor vagilidad y una dieta que incluye una gran variedad de posibles hospederos intermediarios, que los exponen a infecciones al consumir estos posibles hospederos intermediarios infectados, como señalan Campos y Carbonell (1994), Muñoz et al. (2007) y Aguirre-Macedo et al. (2007). En este mismo aspecto, PG es señalado como un sitio sometido a una presión ambiental por su cercanía a la actividad portuaria, tanto del Viejo como del Nuevo Puerto de Veracruz (Jiménez-Badillo et al., 2014); además, este sitio lo señalaron con desarrollo de comunidades secundarias debido al alto deterioro ambiental por la pérdida de riqueza y diversidad de especies (Horta-Puga y Tello-Musi, 2009). En tanto, las escolleras artificiales de MU fueron puestas en la línea de playa de esta localidad con la finalidad de protegerla y evitar la pérdida de la misma por acción de las corrientes marinas. Estos sitios, con reciente construcción presentan limitada riqueza y diversidad de especies por efecto de la sucesión secundaria, como señalan Cházaro-Olvera et al. (2021) en comunidades de crustáceos marinos del litoral veracruzano. Por lo antes mencionado, resulta evidente la ausencia de invertebrados que son los hospederos intermediarios de los helmintos parásitos, y el escaso desarrollo de las comunidades de hospederos intermediarios tienen efecto en la riqueza de las comunidades de parásitos en los hospederos definitivos, por lo tanto, los ciclos de vida de estas especies no se cumplen en sitios con estas características (Aguirre-Macedo et al., 2011).

Cabe señalar que las infecciones de peces ocurren mediante la alimentación, ya que las tres especies de helmintos parásitos se localizaron en el intestino, confirmando la importancia de las infecciones mediante la cadena alimenticia, particularmente de Tetrphyllidea, puesto que la abundancia de estas larvas ubica a *H. bivittatus* como hospedero intermediario de estos parásitos que completan su ciclo de vida en elasmobranchios como *Carcharhinus leucas* (Müller et Henle) y otras especies de tiburones de la costa de Veracruz (Méndez y González, 2013, 2017).

AGRADECIMIENTOS

El estudio fue financiado por Tecnológico Nacional de México (12771.21-P).

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

JM-M, YMB-C, YMBC, SC-O, YBO, DR-V: Colecta de material biológico, examen helmintológico y resultados. JM-M, SC-O, YBO, DR-V: análisis estadístico y redacción del documento. JM-M, SC-O, YBO: revisión final del manuscrito. Todos los autores aprobaron la versión final del manuscrito.

REFERENCIAS

- Aguirre-Macedo, M. L., Vidal-Martínez, V. M., González-Solís, D. y Caballero, P. L. (2007). Helminth communities of four commercially important fish species from Chetumal Bay, México. *Journal of Helminthology*, 81(1), 19-31. <https://doi.org/10.1017/S0022149X0721209X>
- Aguirre-Macedo, M. L., Vidal-Martínez, V. M. y Lafferty, K. (2011). Trematode communities in snails can indicate impact and recovery from hurricane events in a tropical coastal lagoon. *International Journal for Parasitology*, 41, 1403-1408. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2011.10.002>
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. y Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83(4), 575-583.
- Campos, A. y Carbonell, E. (1994). Parasite community diversity in two Mediterranean labrid fishes *Symphodus tinca* and *Labrus merula*. *Journal of Fish Biology*, 44, 409-413. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1994.tb01221.x>
- Cervigón, F. (1993). *Los peces marinos de Venezuela*. Vol. 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela.
- Cházaro-Olvera, S., Arias-Martínez, A., Montoya-Mendoza, J., Morán-Silva, A., Chávez-López, R., Vázquez-López, H. y Rodríguez-Varela, A. C. (2021). Larvae and macrocrustaceans along the coastline of the Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, SW Gulf of Mexico. *Nauplius*, 29, e2021047. <https://doi.org/10.1590/2358-2936e2021047>
- Clavijo, I. y Donaldson, P. L. (1994). Spawning behavior in the labrid, *Halichoeres bivittatus*, on artificial and natural substrates in Onslow Bay, North Carolina, with notes on early life history. *Bulletin of Marine Science*, 55(2-3), 383-387.
- Clench, H. (1979). How to make regional lists of butterflies: Some thoughts. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 33(4), 216-231.

- Colwell, R. K. (2011). *EstimateS*: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. (version 8.5). [software]. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. 2011.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2012). Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, México, Con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992. Tercera Sección. 29 de noviembre de 2012. Ciudad de México, México.
- Dyer, W. G., Williams, E. H. y Bunkley-Williams, L. (1998). Some digenetic trematodes of marine fishes from Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 34, 141-146.
- Hernández-Hernández, I., Aguilar-Betancourt, C. y González-Sansón, G. (2009). Variaciones en la abundancia de peces en sitios con diferente grado de contaminación del sublitoral de Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista de Biología Tropical*, 57(4), 977-992.
- Humann, P. y DeLoach, N. (2013). Reef coral identification: Florida, Caribbean y Bahamas, 3rd ed. Jacksonville, Florida, USA: New World Publications.
- Holmes, J. C. y Price, P. W. Communities of parasites. En J. Kikkawa y D. J. Anderson (Ed.). *Community ecology pattern and process*. (pp. 187-213). London, UK: Blackwell Scientific Publications.
- Linton, E. (1907). Notes on parasites of Bermuda fishes. *Proceedings of the United States National Museum*, 33, 85-126. <https://doi.org/10.5479/si.00963801.33-1560.85>
- Jiménez-Badillo, M. L., Cruz-Rodas, S., Lozano-Aburto, M. A. y Rodríguez-Quiroz, G. (2014). Problemática ambiental y socioeconómica del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 60, 58-64. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67431160007>.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151-161. http://sea-entomologia.org/PDF/RIA_8/R08-024-151.pdf
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Manter, H. W. (1933). The genus *Helicometra* and related trematodes from Tortugas, Florida. *Papers from the Tortugas Laboratory of the Carnegie Institute of Washington*, 28, 167-180.
- Manter, H. W. (1937). A new genus of distomes (Trematoda) with lymphatic vessels. *Allan Hancock Pacific Expedition*, 2(3), 11-22.
- Méndez, O. y González, M. A. D. (2013). Cestodes of the bull shark *Carcharhinus leucas* in Chachalacas beach, Veracruz, Mexico. *Neotropical Helminthology*, 7, 167-171. <https://doi.org/10.24039/rnh201371959>
- Méndez, O. y González, M. A. D. (2017). Helminthos parasitos intestinales de tiburones en la costa central del estado de Veracruz, México. *Ciencia Pesquera*, 25, 51-61.
- Montoya-Mendoza, J., Badillo-López, S. E., Amaro-Espejo, I. A., Castañeda-Chávez, M. R., Lango-Reynoso, F. y Herrera-Martínez, I. (2018). Helminth parasite communities of two *Scorpaena* spp. (Scorpaenidae) from reefs of Veracruz, Mexico. *Journal of Agricultural Science*, 10, 504-509. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n9p504>
- Montoya-Mendoza, J., Castañeda-Chávez, M. R., Lango-Reynoso, F. y Rojas-Castañeda, S. (2016). Helminth parasites of lane snapper, *Lutjanus synagris* from Santiaguillo reef, Veracruz, Mexico. *Journal of Agricultural Science*, 110, 81-88. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v8n11p81>
- Montoya-Mendoza, J., Jiménez-Badillo, M. L., Salgado-Maldonado, G. y Mendoza-Franco, E. F. (2014). Helminth parasites of the red snapper, *Lutjanus campechanus* (Perciformes: Lutjanidae) from the reef Santiaguillo, Veracruz, Mexico. *Journal of Parasitology*, 100(6), 868-872. <https://www.jstor.org/stable/24625293>
- Montoya-Mendoza, J., Morales-Sánchez, G., Arenas-Fuentes, V. E. y González-Solís, D. (2021). Parasitic helminth community of the puddingwife wrasse, *Halichoeres radiatus* (Linnaeus) in reefs from Veracruz, Mexico. *Journal of Parasitology*, 107(6), 841-845. <https://doi.org/10.1645/20-160>
- Montoya-Mendoza, J., Salgado-Maldonado, G., Álvarez-Noguera, F., Lugo-Vázquez, A. y Lango-Reynoso, F. (2019). Communities of helminth parasites in sciaenid fish from the Alvarado Coast, Veracruz, Mexico, southern Gulf of Mexico. *Journal of Agricultural Science*, 11, 65-75. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n8p65>
- Montoya-Mendoza, J., Salgado-Maldonado, G., Favila-Castillo, M. E., Vázquez-Hurtado, G. y Castañeda-Chávez, M. R. (2017). Communities of helminth parasites in five Carangidae species from the coast of Veracruz, Mexico, southern Gulf of Mexico. *Global Journal of Science Frontier Research*, 17(1), 7-18.
- Moreno, C. E. y Halffter, G. (2001). On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 38, 487-490. <https://www.jstor.org/stable/2655814>
- Muñoz, G., Grutter, A. S. y Cribb, T. H. (2007). Structure of the parasite communities of a coral reef fish assemblage (Labridae): Testing ecological and phylogenetic host factors. *Journal of Parasitology*, 93(1), 17-30. <https://www.jstor.org/stable/40058730>
- Horta-Puga, G. y Tello-Musi, J. L. (2009). *Sistema Arrecifal Veracruzano: condición actual y programa permanente de monitoreo*: Primera Etapa. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores

- Iztacala. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DM005. México D. F.
- Overstreet, R. M. (1969). trematodes of marine teleost fishes from Biscayne Bay, Florida. *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 15(4), 119-176. <https://digitalcommons.unl.edu/parasitologyfacpubs/867>
- Overstreet, R. M., Cook, J. O. y Heard, R. (2009). Trematoda (Platyhelminthes) of the Gulf of Mexico. En D. W. Felder, D. K. Camp (Ed.) *Gulf of Mexico. Origins, waters, and biota. Volume 1: Biodiversity* (pp. 419-486) Collage Station, Texas, USA: Texas A&M University Press.
- Pérez-Vigueras, I. (1958). Contribución al conocimiento de la fauna helmintológica cubana. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural*, 24(1), 17-38.
- Poulin, R. (1998). Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal of Parasitology*, 84, 485-490. <https://doi.org/10.2307/3284710>
- Sánchez-Ramírez, C. y Vidal-Martínez, V. M. (2002). Metazoan parasite infracommunities of Florida pampango (*Trachinotus carolinus*) from the coast of the Yucatán Peninsula, Mexico. *Journal of Parasitology*, 88, 1087-1094. <https://doi.org/10.2307/3285476>
- Shimazu, T. y Nagasawa, K. (1985). Trematodes of marine fishes from Moroiso Bay, Misaki, Kanagawa Prefecture, Japan. *Journal of Nagano-ken Junior College (Nagano-ken Tanki Daigaku)*, 40, 7-15.
- Siddiqi, A. H. y Cable, R. M. (1960). Digenetic trematodes of marine fishes of Puerto Rico. *Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands*, 17(3), 257-369.
- Soberón, M. J. y Llorente, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7(3), 480-488. <https://www.jstor.org/stable/2386676>
- Sogandares-Bernal, F. y Sogandares, L. M. (1961). Nine digenetic trematodes of marine fishes from the Atlantic coast of Panama. *Tulane Studies in Zoology*, 8, 141-153.
- Vidal-Martínez, V. M., Aguirre-Macedo, M. L., Scholz, T., González-Solís, D. y Mendoza-Franco, E. (2001). Atlas of the helminth parasites of cichlid fishes of Mexico. Prague, Czech Republic. Academy of Sciences of the Czech Republic.
- Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, M. L., Vivas-Rodríguez, R. C. y Moravec, F. (1998). Las comunidades de macroparásitos del mero *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) en la Península de Yucatán, México. *Proceedings of Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 50, 754-779.
- Zar, J. H. (2010). Biostatistical analysis, 5th ed. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall.