

Ecología

Anfípodos bentónicos (Crustacea: Peracarida) del Sistema Arrecifal Sisal y línea de costa, noroeste de la península de Yucatán, golfo de México

Benthic amphipods (Crustacea: Peracarida) from Sisal Reef System and coastline, northwest Yucatán Peninsula, Gulf of Mexico

Ignacio Winfield ^a, María Muciño-Reyes ^b, Sergio Cházaro-Olvera ^{a, *},
Manuel Ortiz ^a y Miguel Lozano-Aburto ^c

^a Laboratorio de Crustáceos, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios Núm.1, Los Reyes Iztacala, 54090 Tlalnepantla, Estado de México, México

^b Programa del Posgrado en Ciencias Biológicas-UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. de los Barrios Núm.1, Los Reyes Iztacala, 54090 Tlalnepantla, Estado de México, México

^c Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Miguel Hidalgo Núm. 617, Col. Río Jamapa, 94290 Boca del Río, Veracruz, México

*Autor para correspondencia: chazaro@campus.iztacala.unam.mx (S. Cházaro-Olvera)

Recibido: 23 mayo 2019; aceptado: 3 octubre 2019

Resumen

Se analiza la biodiversidad, abundancia y distribución de los anfípodos bentónicos en los arrecifes de Sisal y Madagascar, incluyendo la línea de costa adyacente, SE del golfo de México. Se recolectaron 12,986 anfípodos, pertenecientes a 95 especies, 51 géneros, 32 familias y 3 subórdenes (Amphilochidea, Colomastigidea y Senticaudata), entre los 0.5 y 20 m de profundidad. *Americorophium aquafuscum*, *Lepidepecreum magdalenensis*, *Leucothoe saron*, *Photis lecroyae* y *Seba robusta* fueron registros nuevos para el golfo de México. *Apocorophium louisianum*, *Erichthonius brasiliensis* y *Ampithoe ramondi* representaron 50% de la abundancia. Se encontraron 2 subgrupos de anfípodos bentónicos; uno de especies asociadas a manchones arrecifales y otro de especies presentes en la línea de costa adyacente. En este estudio, la biodiversidad y abundancia fueron mayores comparadas con otros arrecifes del golfo de México, atribuido a la cobertura de las macroalgas y mayor cantidad de roca coralina; a diferencia de la línea de costa adyacente que se atribuye a los restos de madera. Esta es la primera investigación sobre los anfípodos bentónicos en el Sistema Arrecifal Sisal, Yucatán, incrementando el número de especies documentadas para el golfo de México de 315 a 319, y de 199 a 207 especies para el sector sureste.

Palabras clave: Crustacea; Taxonomía; Arrecife coralino; Yucatán; México

Abstract

The biodiversity, abundance and distribution of benthic amphipods in the reefs of Sisal and Madagascar, including the adjacent coastline, SE of the Gulf of Mexico, were analyzed. Amphipods were collected (12,986), belonging to 95 species, 51 genera, 32 families and 3 suborders (Amphilocheia, Colomastigidea and Senticaudata), between 0.5 and 20 m depths. *Americorophium aquafusum*, *Lepidepcreum magdalenensis*, *Leucothoe saron*, *Photis lecrovae*, and *Seba robusta* were new records for the Gulf of Mexico. *Apocorophium louisianum*, *Erichthonius brasiliensis*, and *Ampithoe ramondi* accounted for 50% of the abundance. Two subgroups of benthic amphipods were found; one of species associated with reef patches and another of species present in the adjacent coastline. In this study, biodiversity and abundance were higher compared to other reefs in the Gulf of Mexico, attributed to the coverage of macroalgae and a higher amount of coral rock; unlike the adjacent coastline that is attributed to the wood debris. This is the first research on benthic amphipods in the Sisal Reef System, Yucatán, increasing the number of documented species for the Gulf of Mexico from 315 to 319, and from 199 to 207 species for the southeast sector.

Keywords: Crustacea; Taxonomy; Coral reef; Yucatán; Mexico

Introducción

Las características fisiográficas, hidrológicas y estructurales de una comunidad de corales dan una complejidad arquitectónica donde diferentes especies de invertebrados pueden alimentarse, reproducirse y protegerse (Zarco-Parrelló et al., 2013). Los arrecifes de Sisal se ubican en el sureste del golfo de México (GMx) y constituyen un sistema de 3 estructuras arrecifales coralinas denominadas: arrecifes Sisal, Madagascar y Serpiente. Los invertebrados en estos arrecifes han sido estudiados parcialmente, enfocándose principalmente en esponjas (Ugalde et al., 2015), anémonas (González-Muñoz et al., 2013), octocorales y corales pétreos (Zarco-Parrelló et al., 2013), moluscos (Ortigosa et al., 2013), crustáceos braquiuros (Hernández et al., 2012), crustáceos carídeos (Duarte et al., 2014; Santana-Moreno et al., 2013) e isópodos (Ortiz, Cruz-Cano et al., 2014; Ortiz et al., 2015).

Para los anfipodos bentónicos en el Sistema Arrecifal Sisal solo se han publicado 2 trabajos de índole taxonómico; la descripción de 1 género y 2 especies nuevas (*Sisalia carricarti* y *Curidia nunoi*) (Ortiz y Winfield, 2014; Winfield y Ortiz, 2014); sin embargo, no se conocen las características ecológicas de la asociación de las especies de anfipodos bentónicas en este sistema; por lo que el presente estudio tiene por objetivo conocer la composición, distribución y abundancia de los anfipodos bentónicos habitantes en los arrecifes Madagascar y Sisal, así como de las especies en la línea de costa adyacente.

Materiales y métodos

Los arrecifes de coral de Sisal forman un complejo de tipo plataforma con poco crecimiento calcáreo, ubicado al SE del GMx entre los 21°20' N, 90°14' O y 21°14' N, 89°50' O (fig. 1). La batimetría es tipo lineal orientada hacia el noroeste, con una pendiente suave y homogénea, con

profundidades cercanas a los 25 m y fondos carbonatados (Zarco-Parrelló et al., 2013). La corriente marina predominante en este complejo arrecifal es la corriente de Yucatán, el clima en la zona costera es de estepa local con temperaturas atmosféricas promedio entre los 25 y 30 °C y 3 épocas climatológicas bien definidas: frentes fríos (nortes), secas y lluvias (Britton y Morton, 1989).

Los organismos fueron recolectados durante abril y mayo de 2013, en 6 sitios de muestreo geoposicionados con un GPS-356 (fig. 1; tabla 1). Con ayuda de equipo autónomo SCUBA, espátulas y bolsas de red de nylon, se tomaron muestras manualmente equivalentes a 1 m² de macroalgas, roca coralina/restos de conchas, fondos suaves, esponjas, restos de madera y gorgonáceos, entre los 0.5 y 15 m de profundidad, de acuerdo con los permisos de colecta científica DGOPA.01024.110213.0236 y PPF/DGOPA-051/15. La recolecta de sustratos y separación de los ejemplares en cada sustrato fue con base en el protocolo propuesto por Winfield et al. (2013).

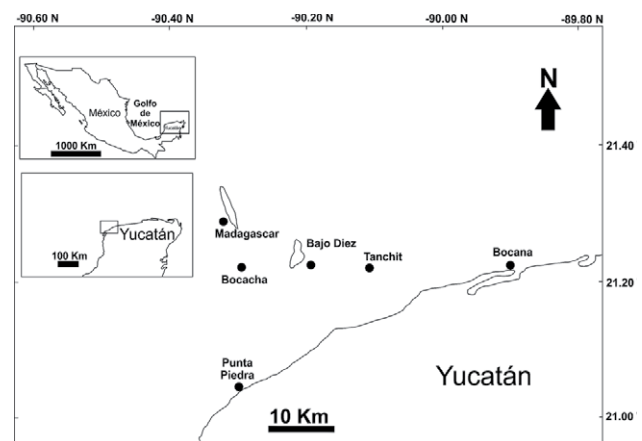


Figura 1. Área de estudio en el SE del golfo de México; se incluyen los sitios de muestreo y los 2 arrecifes de coral y la línea de costa adyacente.

Tabla 1

Coordenadas de los sitios de muestreo del Sistema Arrecifal Sisal, noroeste de la península de Yucatán.

Sitio	Latitud (N)	Longitud (O)
1. Bajo de Diez	21°20'50.8"	90°08'53.0"
2. Bocacha	21°19'17.3"	90°20'02.6"
3. Bocana	21°13'56.5"	89°53'20.1"
4. Madagascar	21°26'30.12"	90°17'25.9"
5. Punta Piedra	21°09'24.5"	90°05'30.9"
6. Tanchit	21°21'53.3"	90°04'05.4"

Las muestras fueron identificadas en el “Laboratorio de Crustáceos” (FESIztacala-UNAM) con las claves específicas, ilustraciones y descripciones de: Myers (1981), Bousfield y Hoover (1997), LeCroy (1995, 2000, 2002, 2004, 2007, 2011) y Ortiz, Winfield et al. (2014). El arreglo taxonómico utilizado fue el propuesto por Lowry y Myers (2017). Los ejemplares incompletos o que presentaron características morfológicas inconsistentes con las claves utilizadas se dejaron como “sp.”, para realizar estudios taxonómicos a futuro y describir, en su caso, las especies nuevas. Se definieron los registros nuevos de anfipodos en el GMx de acuerdo con la bibliografía específica para cada caso. Los anfipodos identificados fueron depositados en la Colección Nacional de Crustáceos, del Instituto de Biología-UNAM (CNCR-UNAM).

Se cuantificó la riqueza específica como el número de especies (s), así como la abundancia total (N) de cada especie, estandarizada como individuos por m^2 (densidad), además de la abundancia relativa (expresada en %), por familia, sustrato y sitio de colecta. Con la información del porcentaje de frecuencia de ocurrencia de cada especie en los sitios de colecta *versus* la abundancia relativa expresada como $(\log(n+1))$, se aplicó la prueba de Olmstead-Tukey (Sokal y Rohlf, 1981) para obtener información de la dominancia-importancia relativa de cada especie, caracterizándolas como dominantes, estacional-indicadoras, frecuentes y raras. Con la matriz de datos de abundancia, densidad y riqueza específica, se evaluó la existencia de posibles agrupamientos entre los sitios de muestreo utilizando el índice de similitud Bray-Curtis. Este índice ignora los casos de especies ausentes en algunas intersecciones de la matriz o cuando una asociación está dominada por pocas especies muy abundantes. Así, las especies raras adicionan muy poco al valor del coeficiente (Krebs, 1989). Finalmente, y con base en la información documentada para cada especie de anfípodo, se determinaron los registros nuevos para el GMx.

Resultados

Se cuantificaron 12,986 organismos pertenecientes a 95 especies, 51 géneros, 32 familias y 3 subórdenes: Amphilochidea, Colomastigidea y Senticaudata (tabla 2). Del total de anfipodos reconocidos en este estudio, el suborden Senticaudata fue el más biodiverso con 16 familias, 29 géneros y 61 especies, concentrando 93% de la abundancia; Amphilochidea presentó 15 familias, 21 géneros y 29 especies, equivalente a 6% de la abundancia y, finalmente, Colomastigidea con 1 familia, 1 género y 5 especies, equivalente a 1% de la abundancia. Las familias con la riqueza específica mayor fueron Aoridae (16), Maeridae (12) y Corophiidae (6), y las especies con la abundancia relativa mayor fueron: *Apocorophium louisianum* (Shoemaker, 1934) (29%), *Erichthonius brasiliensis* (Dana, 1853) (16%) y *Ampithoe ramondi* Audouin, 1826 (8%). De los taxones reconocidos *Ampithoe* sp., *Bemlos* sp., *Ceradocus* sp., *Concarnes* sp., *Elasmopus* sp., *Erichthonius* sp., *Hornellia* sp., *Monocorophium* sp., *Nuuanu* sp., *Paramicrodeutopus* sp., *Photis* sp. y *Quadrimaera* sp., requieren estudios taxonómicos específicos a futuro dado que posiblemente se trate de especies nuevas. Adicionalmente, se determinaron 5 registros nuevos de anfipodos bentónicos para el GMx: *Americorophium aquafuscum* (Heard y Sikora, 1972), *Lepidepecreum magdalenensis* (Shoemaker, 1942), *Leucothoe saron* Thomas y Klebba, 2007, *Photis lecroyae* Ortiz, Varela y Lalana, 2011, y *Seba robusta* Ortiz y Lemaitre, 1997.

Las macroalgas representaron el sustrato con el número mayor de familias (27) y de especies (69) de anfipodos, seguido de la roca coralina con 21 familias y 44 especies y, los fondos suaves, con el número menor de familias (7) y especies (9) (tabla 3). De las 95 especies de anfipodos identificadas, 43 se registraron en 1 solo sustrato, en comparación con *Ampelisca schellenbergi* Shoemaker, 1933, *Elasmopus pecteniscus* (Spence Bate, 1862), *Erichthonius brasiliensis*, *Gammaropsis togoensis* (Schellenberg, 1925) y *Photis lecroyae*, presentes en la mayoría de los sustratos, con excepción de esponjas y gorgonáceos y, *Ampithoe ramondi*, sin registro en fondos suaves. Las demás especies de anfipodos variaron en cuanto al tipo y número de sustratos. Los sitios Bajo de Diez, Bocacha, Tanchit y Madagascar, ubicados en la zona marina del sistema arrecifal, tuvieron predominio de macroalgas como sustrato, seguido de roca coralina y una distribución heterogénea de esponjas y gorgonáceos; en Punta Piedra, sitio localizado en la línea de costa, predominaron los restos de madera y fondos suaves carbonatados.

Tabla 2

Diversidad biológica, abundancia y caracterización de las especies de anfipodos recolectados en el Sistema Arrecifal Sisal, México. Se incluye el número de la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR–UNAM).

Suborden	Familia	Especie	Núm. CNCR	Núm. de individuos	Olmstead y Tukey
Amphilochidea	Ampeliscidae	<i>Ampelisca burkei</i> J.L. Barnard y Thomas, 1989	31883	4	R
		<i>Ampelisca schellenbergi</i> Shoemaker, 1933	31881	18	D
		<i>Ampelisca vadorum</i> Mills, 1963	31882	2	R
	Amphilochidae	<i>Apolochus delacaya</i> (McKinney, 1978)	31895	21	E
		<i>Apolochus pillaii</i> (J.L. Barnard y Thomas, 1983)	31896	7	F
		<i>Hourstonius laguna</i> (McKinney, 1978)	31897	35	E
	Atylidae	<i>Nototropis minikoi</i> (A.O. Walker, 1905)	31977	83	E
	Bateidae	<i>Batea campi</i> (Ortiz, 1991)		3	R
		<i>Batea cuspidata</i> (Shoemaker, 1926)	31980	49	D
	Cyproideidae	<i>Sisalia carricarti</i> Ortiz y Winfield, 2014	32016	34	D
	Haustoriidae	<i>Protohaustorius bousfieldi</i> Robertson y Shelton, 1978	32023	2	R
		<i>Iphimedia zora</i> Thomas y J.L. Barnard, 1991	32026	9	R
	Leucothoidae	<i>Anamixis cavatura</i> Thomas, 1997	32034	53	D
		<i>Leucothoe flammosa</i> Thomas y Klebba, 2007	32040	6	R
		<i>Leucothoe garifunae</i> Thomas y Klebba, 2007	32033	24	E
		<i>Leucothoe saron</i> Thomas y Klebba, 2007	32035	203	D
		<i>Leucothoe wuriti</i> Thomas y Klebba, 2007	32032	43	E
		<i>Liljeborgia bousfieldi</i> McKinney, 1979	32044	10	F
	Lysianassidae	<i>Aruga holmesi</i> J.L. Barnard, 1955	32048	8	F
		<i>Concarnes</i> sp. Barnard y Karaman, 1991		2	R
		<i>Lepidepcreum magdalenensis</i> (Shoemaker, 1942)	32049	1	R
		<i>Lysianopsis alba</i> Holmes, 1905	32065	12	F
		<i>Shoemakerella cubensis</i> (Stebbing, 1897)	32064	70	D
		<i>Curidia nuno</i> i Winfield y Ortiz, 2013		18	E
	Ochlesidae	<i>Periocolodes cerasinus</i> Thomas y J.L. Barnard, 1985	32119	1	R
	Phoxocephalidae	<i>Eobrolgus spinosus</i> Holmes, 1905	32173	1	R
	Sebidae	<i>Seba robusta</i> Ortiz y Lemaitre, 1997	32186	1	R
	Stenothoidae	<i>Stenothoe gallensis</i> Walker, 1904	32188	78	E
		<i>Stenothoe valida</i> Dana, 1852	32187	3	R
Colomastigidea	Colomatigidae	<i>Colomastix falcirama</i> LeCroy, 1995	32001	4	R
		<i>Colomastix halichondriae</i> Bousfield, 1973	31999	12	F
		<i>Colomastix heardi</i> LeCroy, 1995	32007	2	R
		<i>Colomastix irciniae</i> LeCroy, 1995	32004	2	R
		<i>Colomastix tridentata</i> LeCroy, 1995	31998	8	F
Senticaudata	Ampithoidae	<i>Ampithoe longimana</i> Smith, 1873	31930	13	R
		<i>Ampithoe marcuzzii</i> Ruffo, 1954	31909	107	E
		<i>Ampithoe ramondi</i> Audouin, 1826	31905	946	D
		<i>Ampithoe</i> sp. Leach, 1814		215	E
		<i>Pseudamphithoides bacescui</i> Ortiz, 1976	31906	69	E
	Aoridae	<i>Bemlos</i> cf. <i>longicornis</i> (Myers, 1978)	31951	12	R
		<i>Bemlos dentischium</i> (A. A. Myers, 1977)	31961	1	R
		<i>Bemlos kunkelae</i> (A. A. Myers, 1977)	31955	15	F

Tabla 2
Continuación.

Suborden	Familia	Especie	Núm. CNCR	Núm. de individuos	Olmstead y Tukey
		<i>Bemlos mackinneyi</i> (A. A. Myers, 1978)	31962	1	R
		<i>Bemlos mayensis</i> Ortiz y Nazábal, 1984	31945	3	R
		<i>Bemlos</i> sp. Shoemaker, 1925		2	R
		<i>Bemlos spinicarpus inermis</i> (A. A. Myers, 1979)	31942	4	R
		<i>Bemlos spinicarpus spinicarpus</i> (Pearse, 1912)	31935	29	D
		<i>Bemlos unicornis</i> (Bynum y Fox, 1977)	31934	49	D
		<i>Grandidierella bonnieroides</i> Stephensen, 1947	31953	56	E
		<i>Lembos unifasciatus reductus</i> A. A. Myers, 1979	31943	30	E
		<i>Lembos unifasciatus unifasciatus</i> A. A. Myers, 1977	31963	72	E
		<i>Lembos websteri</i> Bate, 1857	31952	18	E
		<i>Paramicrodeutopus</i> sp. Myers, 1988		2	R
		<i>Plesiolembos ovalipes</i> (A. A. Myers, 1979)	31936	32	D
		<i>Plesiolembos rectangulatus</i> (A. A. Myers, 1977)	31933	19	E
	Cheluridae	<i>Tropichelura gomezi</i> Ortiz, 1976	31995	5	R
	Chevaliidae	<i>Chevalia mexicana</i> Pearse, 1913	31996	2	R
	Corophiidae	<i>Americorophium aquafuscum</i> (Heard y Sikora, 1972)	32011	10	R
		<i>Apocorophium acutum</i> (Chevreux, 1908)	32015	260	E
		<i>Apocorophium louisianum</i> (Shoemaker, 1934)	32010	3541	E
		<i>Laticorophium baconi</i> (Shoemaker, 1934)	32013	487	E
		<i>Monocorophium acherusicum</i> (Costa, 1853)	32018	439	E
		<i>Monocorophium</i> sp. Bousfield y Hoover, 1997		4	R
	Gammaridae	<i>Gammarus lecroyae</i> Thoma y Heard, 2009	32020	21	E
	Hadziidae	<i>Dulzura schoenerae</i> (Fox, 1973)	32019	15	R
	Hornelliidae	<i>Hornellia</i> (<i>Hornellia</i>) <i>habanensis</i> Ortiz, Lalana y Varela, 2008	32025	11	R
		<i>Hornellia</i> (<i>Metaceradocus</i>) <i>tequestae</i> Thomas et Barnard, 1986	32024	24	E
		<i>Hornellia</i> sp. Walker, 1904		4	R
	Ischyroceridae	<i>Erichthonius brasiliensis</i> (Dana, 1853)	32028	1887	D
		<i>Erichthonius</i> sp. H. Milne Edwards, 1830		55	D
	Maeridae	<i>Ceradocus</i> (<i>Denticeradocus</i>) <i>sheardi</i> Shoemaker, 1948	32080	7	F
		<i>Ceradocus</i> (<i>Denticeradocus</i>) <i>rubromaculatus</i> (Stimpson, 1856)	32116	1	R
		<i>Ceradocus shoemakeri</i> Fox, 1973	32090	15	F
		<i>Ceradocus</i> sp. Costa, 1853		4	R
		<i>Dumosus atari</i> Thomas y J.L. Barnard, 1985	32074	2	R
		<i>Elasmopus levis</i> (S. I. Smith, 1873)	32081	25	D
		<i>Elasmopus pecteniscus</i> (Spence Bate, 1862)	32086	405	E
		<i>Elasmopus rapax</i> Costa, 1853	32091	761	E
		<i>Elasmopus</i> sp. Costa, 1853		104	D
		<i>Quadrimeaera miranda</i> (Ruffo, Krapp-Schickel y Gable, 2000)	32075	62	E
		<i>Quadrimeaera quadrimana</i> (Dana, 1852)	32077	3	F
		<i>Quadrimeaera</i> sp. Krapp-Schickel y Ruffo, 2000		19	E

Tabla 2
Continuación.

Suborden	Familia	Especie	Núm. CNCR	Núm. de individuos	Olmstead y Tukey
	Melitidae	<i>Dulichella appendiculata</i> (Say, 1818)	32095	4	R
		<i>Dulichella lecrovae</i> Lowry y Springthorpe, 2007	32089	77	E
		<i>Melita planaterra</i> Kunkel, 1910	32079	89	D
	Nuuanuidae	<i>Nuuanu</i> sp. J.L. Barnard, 1970		17	F
	Phliantidae	<i>Pariphinotus seclusus</i> (Shoemaker, 1933)	32120	122	D
		<i>Pariphinotus seticoxa</i> (Ortiz, 1976)	32126	1	R
	Photidae	<i>Gammaropsis togoensis</i> (Schellenberg, 1925)	32147	643	E
		<i>Latigammaropsis atlantica</i> (Stebbing, 1888)	32161	2	R
		<i>Photis lecrovae</i> Ortiz, Varela y Lalana, 2011	32149	85	E
		<i>Photis</i> sp. Krøyer, 1842		138	E
	Podoceridae	<i>Podocerus brasiliensis</i> (Dana, 1853)	32175	530	R
		<i>Podocerus kleidus</i> Thomas y J.L. Barnard, 1992	32174	11	R
	Pontogeneiidae	<i>Nasageneia yucatanensis</i> Ledoyer, 1986	32134	570	D

Los sitios Bajo de Diez y Bocacha, dentro del sistema arrecifal, presentaron la riqueza mayor de familias y especies con 24 y 18 familias y, 39 y 41 especies, respectivamente; estos valores disminuyeron en Madagascar, Tanchit, Punta Piedra y Bocana (tabla 4). En comparación, Punta Piedra y Bocana, sitios localizados en la línea de costa, presentaron los valores mayores de abundancia relativa (50% y 29%, respectivamente), pero con los valores menores en riqueza de familias y especies de anfípodos (tabla 4). Asimismo, se encontró un patrón de dominancia relativa de ciertas especies: Bocana con la especie *Apocorophium louisianum* (94%); Madagascar y Bajo de Diez con 3 especies cada uno, dominando en ambas *Elasmopus rapax* Costa, 1853 (40% en cada

uno); Bocacha y Punta Piedra con 5 especies por sitio, con *Elasmopus* sp., *Erichthonius brasiliensis* y *Ampithoe ramondi* como dominantes y, finalmente, Tanchit con 9 especies, con *Shoemakerella cubensis* (Stebbing, 1897), *Anamixis cavatura* Thomas, 1997 y *Ampithoe marcuzzii* Ruffo, 1954 como dominantes (tabla 5).

Del análisis de Olmstead-Tukey aplicado a las 95 especies, 37 fueron caracterizadas como raras, 30 como estacionales-indicadoras, 17 como dominantes y 11 como frecuentes (tabla 2). Asimismo, el índice de Bray-Curtis mostró 2 grandes grupos de sitios de muestreo: el primero constituido por Bocana y Punta Piedra, y el segundo, por Bajo de Diez y Bocacha, unidos a Tanchit y a Madagascar (fig. 2).

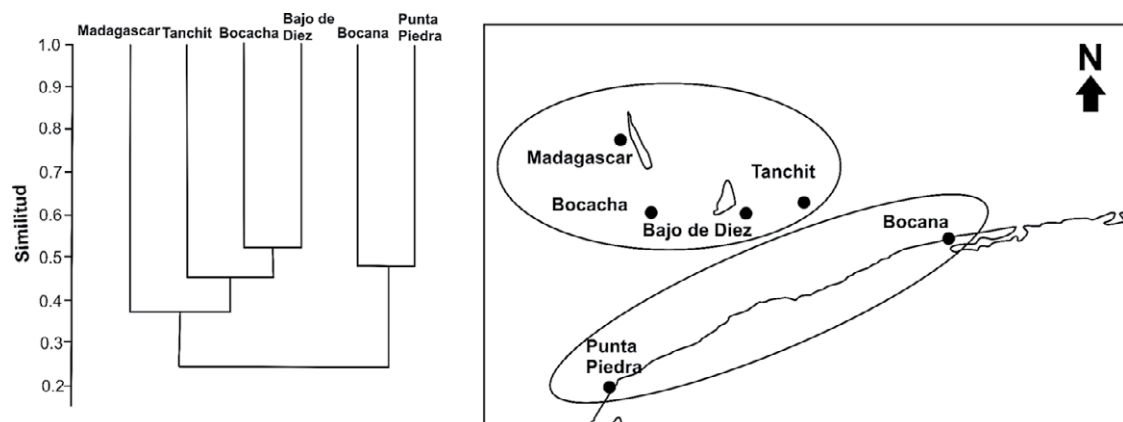


Figura 2. Análisis de similitud (Bray-Curtis) con el agrupamiento de los sitios de muestreo y su ubicación en el área de estudio.

Tabla 3

Riqueza específica, riqueza de familias y abundancia de anfipodos por sustrato recolectado en el Sistema Arrecifal Sisal.

Sustratos	Familias	Especies	Abundancia relativa (%)
Esponjas	7	13	2
Macroalgas	27	69	26
Madera	15	27	34
Octocoral	8	13	3
Roca coralina	21	44	26
Restos de conchas	13	19	5
Sedimento	7	9	4

Tabla 4

Riqueza específica, riqueza de familias y abundancia de anfipodos por sitio de muestreo en el Sistema Arrecifal Sisal.

	Riqueza de familias	Riqueza específica	Abundancia relativa (%)
Bajo de Diez	24	39	9
Bocacha	18	41	4
Punta Piedra	17	34	50
Madagascar	15	25	5
Tanchit	14	33	3
Bocana	11	20	29

Tabla 5

Abundancia relativa (%) de las especies dominantes de anfipodos por sitio de muestreo en el área de estudio.

Sitio	Familia	Especie	Abundancia relativa
Bajo de Diez	Maeridae	<i>Elasmopus rapax</i>	43
	Ampithoidae	<i>Ampithoe</i> sp.	18
		<i>Pseudamphithoides bacescui</i>	4
Bocacha	Maeridae	<i>Elasmopus</i> sp.	17
	Phliantidae	<i>Pariphinotus seclusus</i>	14
	Aoridae	<i>Lembos unifasciatus unifasciatus</i>	13
	Ampithoidae	<i>Ampithoe marcuzzii</i>	13
	Pontogeneidae	<i>Nasageneia yucatanensis</i>	8
Bocana	Corophiidae	<i>Apocorophium louisianum</i>	94
Madagascar	Maeridae	<i>Elasmopus rapax</i>	42
	Leucothoidae	<i>Leucothoe saron</i>	22
	Ampithoidae	<i>Ampithoe ramondi</i>	18
Punta Piedra	Ischyroceridae	<i>Erichthonius brasiliensis</i>	28
	Ampithoidae	<i>Ampithoe ramondi</i>	12
	Photidae	<i>Gammaropsis togoensis</i>	10
	Podoceridae	<i>Podocerus brasiliensis</i>	8
	Pontogeneidae	<i>Nasageneia yucatanensis</i>	8
Tanchit	Lysianassidae	<i>Shoemakerella cubensis</i>	16
	Leucothoidae	<i>Anamixis cavatura</i>	13
	Ampithoidae	<i>Ampithoe marcuzzii</i>	11
	Aoridae	<i>Lembos unifasciatus reductus</i>	6
		<i>Plesiolembos rectangulatus</i>	5
		<i>Plesiolembos ovalipes</i>	4
		<i>Hornellia (Metaceradocus) tequestae</i>	4
	Bateidae	<i>Batea cuspidata</i>	4
	Hadziidae	<i>Dulzura schoenerae</i>	4

Discusión

En este estudio el suborden Senticaudata fue el más abundante y con la riqueza específica mayor, seguido de Amphilochidea y Colomastigidea; esto es consistente con lo establecido por Horton et al. (2019), fundamentado en que dichos subórdenes representan 55.4%, 40.3% y 0.6% de los anfípodos reconocidos actualmente.

Los resultados mostraron que las especies *Apocorophium louisianum*, *Erichthonius brasiliensis* y *Ampithoe ramondi*, dominaron la asociación de anfípodos bentónicos en el área de estudio con 50% de la abundancia total. Estas especies han sido documentadas ampliamente en el GMx de acuerdo con sus hábitos tubícolas o filtradoras y en algunos casos, como ramoneadoras (Heard, 1982; LeCroy, 2002, 2004; Ortiz et al., 2007). De acuerdo con los sustratos, *Ampithoe ramondi* se presentó en todos los tipos, arrecifales y litorales; *Erichthonius brasiliensis* se encontró principalmente sobre macroalgas arrecifales y *Apocorophium louisianum* se documentó en restos de madera de la línea de costa colindante provenientes de los bosques de mangle cercanos a los sitios de colecta costeros. Al respecto, queda de manifiesto la importancia de los restos de madera como sustrato ya que brindan múltiples espacios que son colonizados y utilizados para la protección, la reproducción y la crianza de varias especies de crustáceos isópodos y anfípodos (Montalvo-Urgel et al., 2010).

La asociación de crustáceos peracáridos en el sistema arrecifal se caracterizó por la presencia de 95 especies, de las cuales se documentaron 5 registros nuevos para el GMx: *Americorophium aquafuscum*, especie registrada en la costa este de EUA, desde Delaware hasta Georgia y Florida (Heard y Sikora, 1972; LeCroy, 2004); *Lepidepcreum magdalensis*, documentada en bahía Magdalena, Baja California, México y en el archipiélago de los Canarreos, Cuba (Ortiz y Lalana, 2010; Shoemaker, 1942); *Photis lecrovae*, registrada para Puerto Padre, Cuba (Ortiz et al., 2011); *Leucothoe saron*, documentada para las costas de Belice (Thomas y Klebba, 2007) y *Seba robusta*, registrada en las islas Rosario y Grande, Colombia (Ortiz y Lemaitre, 1997). Con los hallazgos de este estudio en el noroeste de la península de Yucatán, el número de anfípodos bentónicos del GMx se incrementa de 315 a 319 especies; mientras que para el sector sureste del golfo, aumenta de 199 a 207 especies.

La distribución espacial de los anfípodos bentónicos varía en función del tipo de hábitat donde los parches de coral son los ambientes con los valores más altos de riqueza específica ya que presentan sustratos biológicos como gorgonáceos, macroalgas y esponjas, y aquellos no biológicos como conchas vacías, roca sedimentaria y coral muerto (Paz-Ríos et al., 2018). En relación con las 2 zonas diferenciadas en este estudio, se encontró que la zona

arrecifal se caracterizó por albergar la riqueza específica mayor debido a la cobertura de los bosques de *Sargassum* y macroalgas de los géneros *Asparagopsis*, *Caulerpa*, *Codium*, *Dyctiopteris*, *Dictyota*, *Gracilaria*, *Halimeda*, *Halymenia*, *Neomeris* y *Padina*, observados en los arrecifes Madagascar, Sisal, así como en los manchones coralinos intra-arrecifales (Bajo de Diez y Tanchit). Al respecto, se ha documentado la relación directa entre la cobertura y densidad de las macroalgas con el número de especies y la densidad de los anfípodos (Buzá-Jacobucci y Pereira-Leite, 2014; Casset et al., 2001; Oliva-Rivera, 2003). Este incremento en la riqueza específica se debe también a la presencia otros sustratos como: gorgonáceos *Antillogorgia americana* (Gmelin, 1791) y *Pterogorgia guadalupensis* Duchassaing y Michelin, 1846, a la gran cantidad de roca coralina del género *Acropora* y a la asociación comensal con esponjas arrecifales. Estos sustratos proporcionan a los anfípodos espacios para protección y refugio contra depredadores, así como microbiota foliar abundante y biomoléculas alimenticias (Stoner, 1983). Asimismo, la acumulación de roca coralina (*Acropora* spp.) en la periferia arrecifal, permitió que varias especies de anfípodos habitaran dichos sitios al encontrar una acumulación de materia orgánica particulada y un espectro amplio de microhábitats. Adicionalmente, en la zona de la línea de costa se concentró la abundancia mayor de anfípodos (79%) debido a la dominancia de sustratos no consolidados y al aporte de restos madera de los manglares colindantes, donde los anfípodos tubícolas e intersticiales (p. ej., *Corophium* s.l.) pueden habitar exitosamente. Por otro lado, el aporte de agua dulce en la línea de costa permite la presencia de especies tolerantes a intervalos amplios de salinidad como *Apocorophium louisianum* y *Grandidierella bonnieroides* Stephensen, 1947 (Heard, 1982; LeCroy, 2007). Un hecho que refuerza dicho patrón de distribución incluye la dominancia de 10 especies de anfípodos bentónicos con hábitos ramoneadores, 3 especies comensales y 2 filtradoras en los parches arrecifales, a diferencia de las 5 especies dominantes habitantes en la línea de costa adyacente caracterizadas como filtradoras y tubícolas.

Este estudio contribuye con el conocimiento de 13 especies de anfípodos comensales de esponjas, por ejemplo: *Ampithoe ramondi*, se asoció con *Igernella notabilis* (Duchassaing y Michelotti, 1864) y *Mycale (Arenochalina) laxissima* (Duchassaing y Michelotti, 1864); *Pseudamphithoides bacescui* Ortiz, 1976 en *Dysidia* sp. y *Elasmopus levis* (Smith, 1873), *Pariphinotus seclusus* (Shoemaker, 1933) y *Quadrimaera cf. quadrimana* (Dana, 1852), se asociaron con la esponja *Igernella notabilis*.

De acuerdo con la prueba de Olmstead-Tukey, la asociación de anfípodos bentónicos en el área de estudio se caracterizó por la dominancia de especies raras dentro de los géneros *Ampelisca*, *Colomastix*, *Bemlos* y *Corophium* s.l.

y estacionales de los géneros *Leucothoe*, *Grandidierella*, *Lembos*, *Elasmopus*, *Quadrimaera* y *Photis*. Las especies dentro de estos géneros tienen abundancias y afinidades por sustratos específicos que fluctúan durante todo el año debido a los cambios en las condiciones ambientales, lo que ocasiona que su abundancia se reduzca o incluso, desaparezcan de la asociación de anfípodos bentónicos durante periodos breves (Hernández et al., 2010). Al respecto, se ha demostrado que ecosistemas marinos muy dinámicos (Hernández et al., 2010; Villalobos y Álvarez, 2002), dominan especies raras y estacionales en la asociación de invertebrados marinos bentónicos; hecho consistente en este estudio. Así mismo, Pearson y Rosenberg (1978) mencionan que los sitios con muchas especies raras y pocas especies comunes tienen poco estrés, mientras que sitios con pocas especies raras y un alto dominio de algunas especies, es probable que haya disturbios. Puede considerarse entonces que es bajo el estrés ambiental en la zona de estudio.

La riqueza específica de los anfípodos bentónicos documentada en el presente estudio representa el área con el segundo lugar, después del arrecife Alacranes, con los valores mayores de riqueza de especies para el GMx; al respecto, en otros estudios como los realizados en los arrecifes de Florida, Thomas (1993) reconoció 46 especies de anfípodos relacionadas a la variedad de sustratos duros y de macroalgas; Winfield et al. (2007, 2010) registraron 45 especies de anfípodos en el Sistema Arrecifal Veracruzano relacionadas a la complejidad estructural del arrecife y a la variedad de sustratos biológicos y no

biológicos, dominando los anfípodos tubícolas y aquellos asociados a sustratos duros. En los arrecifes cubanos se han reconocido 100 especies de anfípodos atribuido a la cobertura de macroalgas como zonas de refugio (Ortiz y Lalana, 2010). En el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Paz-Ríos et al. (2013a, b; 2018), identificaron 117 especies de anfípodos relacionados con la geomorfología arrecifal, tipos de sustratos y con el esfuerzo de muestreo (tabla 6).

El análisis propuesto en este estudio sobre la diversidad biológica de los anfípodos bentónicos, podría considerarse como la línea base para explorar la composición de especies y familias faltantes del arrecife Serpiente, incluido en el Sistema Arrecifal Sisal y no considerado en este estudio, para realizar estudios biogeográficos y de endemismo, y robustecer la hipótesis de que el canal de Yucatán, incluyendo la plataforma continental de Yucatán, es una zona compleja de conexión e intercambio biológico entre el GMx y el mar Caribe.

Agradecimientos

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (UNAM), proyecto PAPIIT-IN220715, por el apoyo financiero otorgado en la recolecta científica y en el desarrollo del proyecto de investigación. A las autoridades de Conapesca-DGOPA (SAGARPA) por los permisos otorgados para el ingreso y recolecta científica (DGOPA.01024.110213.0236 y PPF/DGOPA-051/15). Finalmente, a la Unidad de Docencia e Investigación, BMY-UNAM, en Sisal, Yucatán, por el

Tabla 6

Diversidad biológica de anfípodos bentónicos documentada para varios arrecifes del golfo de México y el Caribe mexicano; se incluye la fuente bibliográfica.

	Arrecife	Riqueza de especies	Riqueza de familias	Factores a los que se atribuye la diversidad de anfípodos
Golfo de México	Este estudio	95	32	Macroalgas, roca coralina, y restos de madera
	Florida	46	31	Roca coralina, <i>Thalassia</i> , sedimento e invertebrados sésiles (Thomas, 1993)
	Sistema Veracruzano	45	18	Influencia de las descargas residuales y metales pesados; cobertura de muestreo, cobertura de muestreo, y adaptaciones biológicas de anfípodos para colonizar sustratos (Winfield et al., 2007, 2010)
	Cuba	100	35	Macroalgas como zona de resguardo (Ortiz y Lalana, 2010)
	Isla Pérez, arrecife Alacranes	42	23	Complejidad geomorfológica del arrecife y esfuerzo de muestreo (Paz-Ríos et al., 2013a, b)
	Arrecife Alacranes	75	33	Tipo de hábitat: fondos suaves, sustratos duros y sustratos artificiales (Paz-Ríos et al., 2018)
Noroeste del Caribe	Banco Chinchorro	26	17	Complejidad estructural y heterogeneidad del ambiente, cubierta de fondo vegetal, tamaño de grano en sedimento y contenido de materia orgánica (Oliva-Rivera, 2003)

apoyo en el desarrollo y logística del trabajo de campo. Finalmente, nuestro agradecimiento a los hermanos Mex, por su apoyo en todo el proceso operativo de campo.

Referencias

- Bousfield, E. L. y Hoover, P. M. (1997). The amphipod Superfamily Corophioidea on the Pacific coast of North America. Part V. Family Corophiidae, Corophiinae, new subfamily: systematic and distributional ecology. *Amphipacifica*, 2, 67–139.
- Britton, J. C. y Morton, B. C. (1989). *Shore ecology of the Gulf of México*. Texas: University of Texas Press.
- Buzá-Jacobucci, G. y Pereira-Leite, F. P. (2014). The role of epiphytic algae and different species of *Sargassum* in the distribution and feeding of herbivorous amphipods. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42, 353–363. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue2-fulltext-6>
- Casset, M. A., Momo, F. R. y Giorgi, A. D. N. (2001). Dinámica poblacional de dos especies de anfipodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján (Argentina). *Ecología Austral*, 11, 79–85.
- Duarte, J., Hermoso-Salazar, M., Anker, A. y Simões, N. (2014). Eight new records of alpheid shrimps (Decapoda: Caridea: Alpheidae) in the Southern Coast of Gulf of México. *Marine Biodiversity Records*, 7, e110, 1–7. <https://doi.org/10.1017/s1755267214000773>
- González-Muñoz, R., Simões, N., Tello-Musi, J. y Rodríguez, E. (2013). Sea anemones (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) from coral reefs in the southern Gulf of Mexico. *Zookeys*, 341, 77–106. <https://doi.org/10.3897/zookeys.341.5816>
- Heard, R. W. (1982). *Guide to common tidal marsh invertebrates of the northeastern Gulf of Mexico*. Mississippi: Mississippi Alabama Sea Grant Consortium.
- Heard, R. W. y Sikora, W. B. (1972). A new species of *Corophium* Latreille, 1806 (Crustacea: Amphipoda) from Georgia brackish waters with some ecological notes. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 84, 467–476.
- Hernández, P., Rombenso, A. Pinheiro, M. A. A. y Simões, N. (2012). Population structure and sexual maturity of the calico box crab *Hepatus epheliticus* Linnaeus (Brachyura, Hepatidae) from Yucatan Peninsula, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40, 480–486. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-25>
- Hernández, C., Álvarez, F. y Villalobos, J. L. (2010). Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81 (Suplem.), S1410–S151. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.0.217>
- Horton, T., Lowry, J., De Broyer, C., Bellan-Santini, D., Coleman, C.O., Corbari, L. et al. (2019). World Amphipoda Database. Accessed on 2019-09-24 at <http://www.marinespecies.org/amphipoda>
- Krebs, C. (1989). *Ecological methodology*. New York: Harper-Collins.
- LeCroy, S. (1995). Amphipod Crustacea III. Family Colomastigidae. *Memoirs Hourglass Cruises*, 9, 1–139.
- LeCroy, S. (2000). *An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 1. Families Gammaridae, Hadziidae, Isaeidae, Melitidae and Oedicerotidae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection.
- LeCroy, S. (2002). *An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 2. Families Ampeliscaidae, Amphilocheidae, Ampithoidae, Aoridae, Argissidae and Haustoriidae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection.
- LeCroy, S. (2004). *An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 3. Families Bateidae, Biancolinidae, Cheluridae, Colomastigidae, Corophiidae, Cypropoideidae and Dexaminidae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection.
- LeCroy, S. (2007). *An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 4 Families Anamixidae, Eusiridae, Hyalellidae, Hyalidae, Iphimediidae, Ischyroceridae, Lysianassidae, Megaluropidae and Melphidippidae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection.
- LeCroy, S. (2011). *An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 5 Families. Leucothoidae, Liljeborgiidae, Neomegamphopidae, Ochlesidae, Phliantidae, Phoxocephalidae, Platyschnopidae, Pleustidae, Podoceridae, Pontoporeiidae, Sebidae, Stenothoidae, Synopiidae and Talitridae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection.
- Lowry, J. K. y Myers, A. A. (2017). A phylogeny and classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa*, 4265, 1–89. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4265.1.1>
- Montalvo-Urgel, H., Sánchez, A., Florido, R. y Macossay-Cortez, A. (2010). Lista de crustáceos en troncos hundidos del humedal tropical Pantanos de Centla, al sur del golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81 (Suplem.), S121–S131. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.0.215>
- Myers, A. A. (1981). Amphipod Crustacea I. Family Aoridae. *Memoirs of the Hourglass Cruises*, 5, 1–75.
- Oliva-Rivera, J. J. (2003). The amphipod fauna of Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico with ecological notes. *Bulletin of Marine Science*, 73, 77–89.
- Ortigosa, D., Simões, N. y Calado, G. (2013). Seaslugs (Mollusca: Opisthobranchia) from Campeche Bank, Yucatan, Mexico. *Thalasa*, 29, 59–75.
- Ortiz, M. y Lalana, R. (2010). Distribución de los anfipodos (Crustacea, Malacostraca, Peracarida) de los subórdenes Gammaridea, Caprellidea e Hyperidea, presentes en el archipiélago cubano. *Revista de Investigaciones Marinas*, 31, 75–90.

- Ortiz, M. y Lemaitre, R. (1997). Seven new amphipods (Crustacea: Peracarida: Gammaridea) from the Caribbean coast of South America. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 26, 71–104.
- Ortiz, M. y Winfield, I. (2014). A new genus and species of Cyproideidae (Crustacea: Peracarida: Amphipoda) from a tropical coral reef, SE Gulf of Mexico. *Zootaxa*, 3795, 16–24. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3795.1.2>
- Ortiz, M., Martín, A. y Díaz, Y. J. (2007). Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical*, 55, 479–498. <https://doi.org/10.15517/rbt.v55i2.6026>
- Ortiz, M., Varela, C. y Lalana, R. (2011). Especie nueva de anfípodo del género *Photis* (Gammaridea, Photidae) del Archipiélago cubano. *Novitates Caribaeae*, 4, 10–16.
- Ortiz, M., Cruz-Cano, B., Winfield, I., Cházaro-Olvera, S. y Lozano-Aburto, M. (2014). Los isópodos (Crustacea, Peracarida) asociados al Sistema Arrecifal Bajos de Sisal y Puerto Progreso, Yucatán, México. *Novitates Caribaeae*, 7, 95–104.
- Ortiz, M., Winfield, I., Scheinvar-Gottdiener, E. y Cházaro-Olvera, S. (2014). *Clave ilustrada de anfípodos del golfo de México y el Mar caribe (Gammaridea y Caprellidea)*, 2ª Edición. Ciudad de México: UNAM-FESIZTACALA.
- Ortiz, M., Schotte, M. y Winfield, I. (2015). A new species of *Halacarsantia* (Crustacea, Isopoda, Asellota) from Sisal Coral Reef System, Yucatan, Mexico. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»*, 57, 77–85. <https://doi.org/10.1515/travmu-2015-0001>
- Paz-Ríos, C., Simoes, N. y Ardisson, P. L. (2013a). Intertidal and shallow water amphipods (Amphipoda: Gammaridea and Corophiidea) from Isla Pérez, Alacranes Reef, southern Gulf of Mexico. *Nauplius*, 21, 179–194. <https://doi.org/10.1590/s0104-64972013000200005>
- Paz-Ríos, C., Simoes, N. y Ardisson, P. L. (2013b). Records and observations of amphipods (Amphipoda: Gammaridea and Corophiidea) from fouling assemblages in the Alacranes Reef, southern Gulf of Mexico. *Marine Biodiversity Records*, 6, 1–16. <https://doi.org/10.1017/s175526721300064x>
- Paz-Ríos, C., Simoes, N. y Pech, D. (2018). Species richness and spatial distribution of benthic amphipods (Crustacea: Peracarida) in the Alacranes Reef National Park, Gulf of Mexico. *Marine Biodiversity*, 49, 673–682. <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0843-8>
- Pearson, T. H. y Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology*, 16, 229–311.
- Santana-Moreno, L. D., De Grave, S. y Simões, N. (2013). New records of caridean shrimps (Decapoda: Caridea) from shallow water along the northern Yucatán peninsula coasts of México. *Nauplius*, 21, 225–238. <https://doi.org/10.1590/s0104-64972013000200009>
- Shoemaker, C. (1942). Amphipod crustacean collected on the Presidential Cruise of 1938. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 101, 1–52.
- Sokal, R. R. y Rohlf, J. F. (1981). *Biometry*. San Francisco, CA: Freeman.
- Stoner, A. W. (1983). Distributional ecology of amphipods and tanaidaceans associated with three sea grass species. *Journal of Crustacean Biology*, 3, 505–518. <https://doi.org/10.1163/193724083x00184>
- Thomas, J. D. (1993). *Identification manual for Marine Amphipoda (Gammaridea): I. Common coral reef and rocky bottom amphipods of South Florida*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection.
- Thomas, J. D. y Klebba, K. N. (2007). New species and host associations of commensal leucothoid amphipods from coral reefs in Florida and Belize (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa*, 1494, 1–44. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1494.1.1>
- Ugalde, D., Gómez, P. y Simões, N. (2015). New records of marine sponges (Porifera: Demospongiae) from the Gulf of México, new records and redescription of *Erylus trisphaerus* (de Laubenfels, 1953). *Zootaxa*, 3911, 151–183. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3911.2.1>
- Villalobos, J. L. y Álvarez, F. (2002). Distribution of intertidal non-branchyuran decapods from the Gulf of California islands and its biogeographical implications. En E. Escobar-Briones y F. Álvarez (Eds.), *Modern approaches to the study of Crustacea* (pp. 241–252). New York: Kluwer Academic/Plenum Publisher.
- Winfield, I. y Ortiz, M. (2014). *Curidia nunoi* sp. nov. (Crustacea: Amphipoda: Ochlesidae), a new benthic species from a tropical coral reef southern Gulf of Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94, 353–359. <https://doi.org/10.1017/s0025315413001665>
- Winfield, I., Abarca-Arenas, L. y Cházaro-Olvera, S. (2007). Crustacean macrofauners in the Veracruz coral reef system, SW Gulf of Mexico: checklist, spatial distribution and diversity. *Cahiers de Biologie Marine*, 48, 287–295.
- Winfield, I., Cházaro-Olvera, S., Horta-Puga, G., Lozano-Aburto, M. A. y Arenas-Fuentes, V. (2010). Macrocrustáceos incrustantes en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: biodiversidad, abundancia y distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 165–175. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.0.219>
- Winfield, I., Ortiz, M., Cházaro-Olvera, S., Lozano-Aburto, M. A. y Barrera-Escorcia, H. (2013). *Manual de campo y laboratorio para el estudio de los crustáceos peracáridos marinos*. Ciudad de México: Ed. FES, Iztacala-UNAM.
- Zarco-Perelló, S., Mascaró, M., Garza-Pérez, R. y Simoes, N. (2013). Topography and coral community of the Sisal Reefs, Campeche Bank, Yucatán, México. *Hidrobiológica*, 23, 28–41.