



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

ANFÍPODOS BENTÓNICOS (AMPHILOCHIDEA Y
SENTICAUDATA) DEL PARQUE NACIONAL ARRECIFE
PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

JESSICA ESTHER ROJAS FRANCO



DIRECTOR DE TESIS:
DR. IGNACIO WINFIELD AGUILAR

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), particularmente al proyecto: Análisis Taxonómico y Bioecológico de los Macrocrustáceos Bentónicos Asociados a los Parques Nacionales Arrecifales del Caribe mexicano, Quintana Roo.

Al proyecto de investigación PAPIIT-IN220715, por el apoyo financiero para las actividades de campo dentro de las Áreas Naturales Protegidas del Caribe mexicano, Quintana Roo.

A las autoridades de la CONAPESCA-DGOPA-051/15, por los permisos otorgados para realizar la colecta científica en el Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo.

Al Dr. Ignacio Winfield Aguilar, por su apoyo al dirigir esta tesis, por su exigencia y tiempo, y sobre todo por ser clave para saber hacia dónde me quiero dirigir.

Al Dr. Manuel Ortiz Touzet, por las revisiones a esta tesis, por ser un gran maestro y un ejemplo a seguir, y por el tiempo compartido en el laboratorio.

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera, por las correcciones y observaciones a esta tesis, por su apoyo y por ser una gran compañía en campo.

Al Dr. Guillermo Horta Puga, por sus comentarios para mejorar la tesis, por sus excelentes clases sobre los arrecifes de coral y por alentarme a esforzarme más.

Al Biól. Alberto Morales Moreno, por las correcciones de esta tesis.

Al M. en C. Miguel Ángel Lozano Aburto, por su apoyo en la recolecta biológica.

A mi familia, con especial cariño a mis abues: Raquel, Santiago, Esther y Chema; a mi hermana Ana por sus consejos; a Charlie por sus palabras; y sobre todo a mis padres, por su cariño y apoyo, porque gracias a ellos he llegado hasta aquí.

A mis amigas y hermanas Karla, Karen y Monse, gracias por tanto.

A mis amigas y amigos de la carrera, Jime, Vero y Alex, por estar siempre; a Atza, Richard y Leo, por los momentos divertidos e inolvidables.

A mis amigos del laboratorio Mary, Jesús y Alex, por hacer más amena mi estancia en el lab., por las risas, los consejos y por alentarme a terminar la tesis.

Finalmente quiero agradecer a las personas que no mencioné y que han estado conmigo desde el comienzo o en alguna etapa de mi vida, algunas siguen hasta el día de hoy.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

María Esther Franco Muñoz

Y

Javier Rojas Palacios

Gracias por apoyarme a lo largo de mi vida, por alentarme a ser mejor que ayer y por ser siempre mi ejemplo a seguir.

Gracias por creer en mí.

Este logro es más de ustedes que mío.

Los amo.

*“Me pasé la vida imaginándote
No es momento para ser cobarde...
Para que creer en el azar
Yo Nací Para Esto”*

G. Cerati

ÍNDICE

Resumen	6
Introducción	7
Antecedentes	9
Objetivo General.....	11
Objetivos particulares	11
Hipótesis	11
Área de estudio.....	11
Materiales y Método	13
Trabajo de Campo.....	13
Trabajo de gabinete	15
Resultados	15
Discusión	30
Conclusiones	42
Literatura citada	43

Resumen

Con el objetivo de conocer la riqueza específica, la abundancia y la distribución de los anfípodos bentónicos del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, Q. Roo; se realizó un muestreo durante 2013 con equipo SCUBA, donde se recolectaron: macroalgas, pastos marinos, coral blando, roca coralina, esponjas y madera en seis localidades. Los anfípodos separados fueron cuantificados y analizados taxonómicamente con ayuda de claves taxonómicas y guías ilustradas en el laboratorio de Crustáceos de la FES Iztacala. Se cuantificaron 2,790 organismos pertenecientes a 70 especies, 32 géneros, 24 familias y dos subórdenes; de los cuales, el 81% de los anfípodos bentónicos corresponde al suborden Senticaudata y el 19% al Amphilochidea. Las especies *Dulzura schoenerae*, *Leucothoe laurensi*, *Elasmopus thomasi*, *Nasagoneia bacescui*, *Tethygeneia longleyi*, *Podocerus kleidus* y *Pseudamphithoides bacescui* representan ampliaciones en el ámbito geográfico hacia el Caribe Occidental; mientras que *Protohyale* cf. *frequens*, *Shoemakerella lowryi*, *Melita elongata*, *Lembos unifasciatus reductus* y *Bemlos tigrinus* constituyen registros nuevos para el Mar Caribe. Las familias más representativas en términos de riqueza de especies fueron Maeridae (11 especies), Aoridae (10 spp.) y Leucothoidae (siete spp.); mientras que las de abundancia mayor fueron Ampithoidae (552 org.) Chevaliidae (477 org.) y Maeridae (384 org.). La roca coralina y las macroalgas presentaron la riqueza mayor de familias (19 y 40 respectivamente) y de especies (17 y 48); así como las abundancias mayores de los anfípodos bentónicos (82%). Estos sustratos proporcionan refugio, alimento y sitios de reproducción, además de haber presentado una cobertura amplia en el parque arrecifal. La abundancia y la riqueza específica mayor se localizaron en los sitios relativamente cercanos a la línea de costa y en los que se presentó la diversidad y la abundancia mayores de sustratos en el fondo. Por lo que la diversidad de los anfípodos bentónicos en el Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos se atribuye principalmente a la variedad de sustratos presentes en el fondo.

Introducción

El Superorden Peracarida constituye el 40% de los crustáceos conocidos (Barnes, 1990). Entre las características más distintivas del grupo están el desarrollo directo, un marsupio en las hembras y una *lacinia mobilis* en la mandíbula. Estos crustáceos incluyen cerca de 21 500 especies, agrupadas en doce órdenes; de los cuales, Isopoda, Amphipoda, y Tanaidacea presentan la cantidad mayor de especies, abundancias por metro cuadrado y distribución amplia en el ambiente marino (Brusca & Brusca, 2003; Thiel e Hinojosa, 2009; Winfield *et al.*, 2013).

Los anfípodos se caracterizan morfológicamente por: carecer de caparazón, un cuerpo generalmente comprimido lateralmente y dividido en cabeza o cefalón, tórax o pereón (con siete segmentos) y abdomen (con pleón y urosoma, cada uno con tres segmentos), además de un telson libre o fusionado. Los gnatópodos representan los primeros y segundos apéndices torácicos, por lo general son alargados y modificados en quelas o subquelas (Figura 1). Las estructuras bucales son fundamentales en el análisis taxonómico de los anfípodos; en éstas se incluyen las mandíbulas, las maxilas 1 y 2, los maxilípedos, y los labios inferior y superior (Brusca & Brusca, 2003; Phillips, 2006; Winfield *et al.*, 2013).

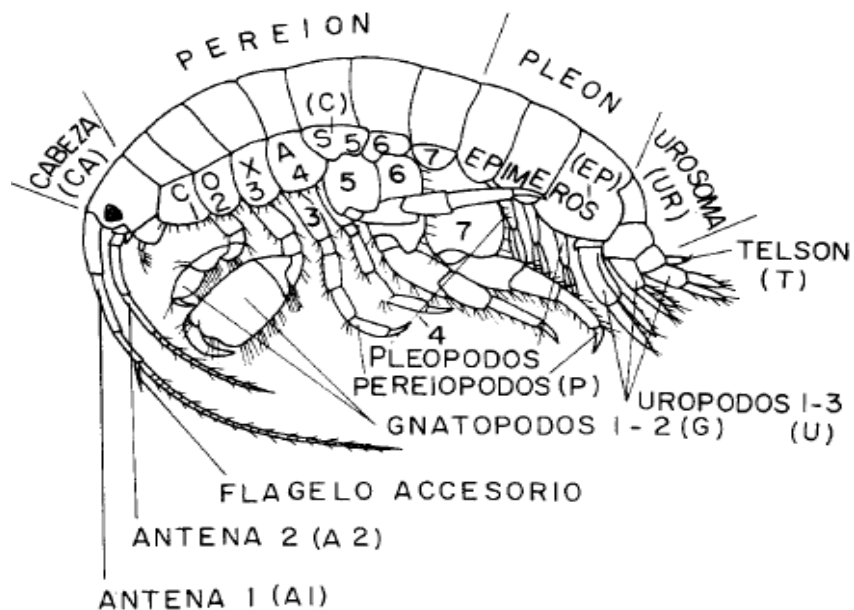


Figura 1. Esquema general de un anfípodo (Gammaridea) en vista lateral (Tomado de Ortiz, 1994).

Estos malacostracos son muy diversos y contienen actualmente 10,059 especies que se han dividido tradicionalmente en cuatro subórdenes: Gammaridea, Hyperiidea, Ingolfiellidea y Senticaudata (Horton *et al.*, 2017). Sin embargo, Lowry & Myers (2017) proponen una nueva clasificación estableciendo al Suborden Ingolfiellida. Aunque la gran mayoría de estos individuos son de vida libre, algunas especies son simbioses o parásitos de otros organismos como esponjas, cnidarios, crustáceos, etcétera (Lecroy *et al.*, 2009). Éstos se distribuyen mundialmente dentro de los ambientes terrestres, dulceacuícolas, salobres y, principalmente, en el marino. Las formas acuáticas incluyen especies planctónicas y, en un porcentaje mayor, bentónicas (Thomas, 1993a; Winfield *et al.*, 2013).

Entre las especies bentónicas se encuentran aquellas agrupadas en los subórdenes Amphilochidea y Senticaudata que presentan estilos de vida muy diversos que les permite habitar en diferentes ecosistemas, como los arrecifes de coral, las algas, sustratos rocosos, praderas marinas, sedimentos, entre otros. En las aguas someras y del mar profundo, estos organismos conforman un grupo dominante de peracáridos, que se distribuyen de acuerdo al tipo de hábitat, los suministros alimenticios disponibles y adaptaciones de alimentación. Son particularmente importantes en las dinámicas tróficas de algunas comunidades como herbívoros, detritívoros, microdepredadores, carroñeros y como presas; son utilizados como indicadores biológicos de contaminantes orgánicos y químicos; además de ser parte de la dieta de peces de interés comercial o como alimento vivo para peces de ornato (Oliva-Rivera, 1998; Lowry & Springthorpe, 2010). En aguas marinas someras (<200 m de profundidad), así como en los ecosistemas lagunares estuarinos, constituyen un grupo de crustáceos bien documentados en cuanto a la diversidad biológica y hábitat se refiere (Thomas, 1993a; 1993b; Ortiz *et al.*, 2005; Lecroy *et al.*, 2009).

En los arrecifes de coral, los anfípodos representan un grupo dominante superando las poblaciones de anfípodos de otros hábitats marinos. La gran variedad de sustratos que se encuentran en este ecosistema proporcionan

diferentes macro y microhábitats (p. ej., coral vivo, roca coralina, invertebrados sésiles, sedimentos, macroalgas, praderas marinas) donde los anfípodos bentónicos pueden establecerse, reproducirse, alimentarse y encontrar refugio. Asimismo, se han registrado riqueza específica y abundancia elevadas por su éxito reproductivo y los patrones gregarios que presentan (Thomas, 1993a; Oliva-Rivera, 1998; Thiel e Hinojosa, 2009; Winfield *et al.*, 2007; 2011).

Antecedentes

En arrecifes de coral del Mar Caribe, incluyendo el Caribe mexicano, se han realizado diferentes investigaciones sobre anfípodos bentónicos: McKinney (1979) describió *Liljeborgia bousfieldi* y *Listriella quintana* en Bahía del Espíritu Santo e Isla Mujeres; Ortiz (1979) menciona la presencia de 96 géneros y 85 especies dentro del Mar Caribe. Oliva-Rivera (1992) registró a 20 familias y 31 especies dentro de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo; entre las familias registradas estuvieron Amphilochidae, Melitidae y Nuuanuidae.

Ortiz (1994) realizó una clave gráfica para la identificación de las familias y los géneros (Gammaridea) del Atlántico Occidental Tropical. Poco después, Ortiz y Lemaitre (1994) realizaron un estudio de los anfípodos (Gammaridea) en las costas del Caribe Colombiano registrando 43 especies distribuidas en 14 familias.

Oliva-Rivera (1998) menciona 57 especies de anfípodos distribuidas a lo largo de Bahía de la Ascensión y de Chetumal, y las lagunas de Yalahau y Nichupté, Quintana Roo; de las cuales 56 fueron Gammaridea.

Vázquez (2000) identificó a *Leucothoe spinicarpa*, *Elasmopus rapax* y *Maera inaequipes* en macroalgas de Bajo Pepito, Isla Mujeres, Q. Roo. Posteriormente, Martín *et al.* (2000, 2001) describieron dos especies nuevas de anfípodos pertenecientes a los géneros *Listriella* y *Amphilochus* para Venezuela.

Martín *et al.* (2002) registraron 15 especies de anfípodos gammarideos; de las cuales *Globosolembos smithi*, *Apocorophium louisianum* y *Eobrolgus spinosus*, fueron registros nuevos para el Mar Caribe. Álvarez y Villalobos (2002) realizaron un trabajo en el litoral de Quintana Roo, documentando a la familia Gammaridae como dominante, seguida del complejo Corophiidae-Ischyroceridae y, en tercer

lugar, Ampithoidae; posteriormente, García-Madrigal *et al.* (2002) mencionan la presencia de 19 especies de anfípodos bentónicos en la Colección de Referencia del Bentos Costero del Colegio de la Frontera sur en Chetumal, Quintana Roo.

Martín y Díaz (2003) trabajaron en varios microhábitats de aguas de Venezuela donde cuantificaron 11623 anfípodos, de los cuales el 98% perteneció al suborden Gammaridea, 1% a Caprellidea y el 0.03% a Hyperiidea. En el mismo año, Oliva-Rivera identificó 26 especies, 24 géneros y 16 familias de anfípodos dentro del arrecife de coral Banco Chinchorro, Q. Roo; de las cuales *Bemlos spinicarpus*, *Ampithoe* sp. y *Pariphinotus seclusus* mostraron la distribución más amplia.

Posteriormente, Winfield y Escobar-Briones (2007) reconocieron a los anfípodos arrecifales del sector norte del Mar Caribe, documentando a las familias Ampeliscidae, Corophiidae y Gammaridae como dominantes por el número mayor de especies; así como a las especies *Leucothoe spinicarpa* y *Elasmopus rapax* con una frecuencia mayor. Ortiz, *et al.* (2007) publican algunos géneros y especies nuevas de anfípodos en diferentes microhábitats; entre las que sobresalen *Pleusiroides alcoladoi*, *Tantena zlatarskii*, y *Curidia monicae* para Cuba.

Martín *et al.* (2013) realizaron un trabajo de la diversidad regional de anfípodos en el Mar Caribe donde reportaron 535 especies, la mayoría perteneció a Gammaridea (387 especies).

Finalmente, Monroy-Velázquez *et al.* (2017) estudiaron a los peracáridos crípticos del Parque Nacional Puerto Morelos, donde obtuvieron 72 especies de anfípodos en pedacera de coral, destacando Chevaliidae con la abundancia mayor (463 organismos).

Sin embargo, para el Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos (PNAPM), Quintana Roo, no existen trabajos publicados anteriormente sobre los anfípodos bentónicos. Por lo que el presente trabajo contribuirá en el conocimiento de la diversidad biológica, la abundancia y la distribución de los anfípodos bentónicos (Amphilochea y Senticaudata) del citado parque nacional arrecifal.

Objetivo General

Analizar la riqueza específica, abundancia y distribución de los anfípodos bentónicos (Amphilocheida y Senticaudata) del Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo.

Objetivos particulares

1. Identificar las especies, géneros y familias de los anfípodos bentónicos del PNAPM.
2. Realizar un listado taxonómico de los anfípodos bentónicos.
3. Cuantificar la abundancia de los anfíloquidos y senticaudatos.
4. Establecer la distribución de los anfípodos bentónicos en el PNAPM.
5. Reconocer los registros nuevos y las ampliaciones del ámbito geográfico de las especies de anfípodos identificadas.

Hipótesis

Si el Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos tiene una geomorfología compleja con diferentes tipos de sustratos en el fondo, entonces se esperaría encontrar una gran diversidad biológica, abundancia alta y una distribución amplia de anfípodos bentónicos asociados a los sustratos.

Área de estudio

El PNAPM se ubica entre los 21°00'00" y 20°48'33" latitud N y los 86°53'14.40" y 86°46'38.94" longitud W, perteneciente al Municipio Benito Juárez, frente al poblado de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo (Figura 2). Este parque nacional forma parte de la barrera arrecifal denominada "Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental", considerada como la segunda barrera arrecifal más grande del mundo (INE-SEMARNAP, 2000).

El arrecife es una barrera de tipo bordeante extendido con poca acreción del Holoceno; la estructura basal ha sido determinada principalmente por eventos

del Pleistoceno Medio y Tardío. El desarrollo de los arrecifes incluidos dentro del parque nacional es variable, pudiéndose diferenciar diversos sectores, siendo el más homogéneo el que se encuentra entre Puerto Morelos y Punta Tanchacté (Ward, 1985; Jordán, 1979).

Tomando en cuenta la topografía del fondo y las características bióticas, el perfil de la barrera arrecifal se encuentra dividido en seis zonas: orilla, laguna, arrecife oeste o posterior, cresta arrecifal, arrecife este o frontal y plataforma arenosa; aunque la amplitud y la complejidad de cada zona puede ser relativamente variable entre los arrecifes que conforman el parque nacional (INE-SEMARNAP, 2000).

Por la naturaleza kárstica del continente y la escasez de suelos, el agua de lluvia se filtra rápidamente a través de la roca calcárea hacia el acuífero, por lo que el drenaje es básicamente subterráneo. La acumulación de aguas pluviales en la matriz rocosa de la península, ocasiona una diferencia de niveles hidrostáticos que determina un flujo subterráneo de tierra al mar. Sin embargo, por la escasez de sólidos en suspensión, la influencia terrígena sobre el arrecife es mínima (INE-SEMARNAP, 2000).

El clima en la región es cálido, subhúmedo con temporadas de lluvias marcadas, una temperatura ambiental promedio anual de 26.3 °C, una máxima en el verano de 32.5 °C y mínima en el invierno de 12.5 °C (Merino y Otero, 1991). Merino (1992) sugiere un sistema de contracorrientes en el sistema arrecifal. Esta corriente cambia en velocidad y dirección debido a una combinación de variantes como la influencia de la Corriente de Yucatán, el viento y el romper de las olas sobre el arrecife. Durante la mayor parte del año, los arrecifes del parque están expuestos a las olas generadas por los vientos alisios. En la laguna arrecifal, las olas son poco intensas ya que la barrera arrecifal funciona como un eficiente disipador de la energía del oleaje (Merino y Otero, 1991; INE-SEMARNAP, 2000).

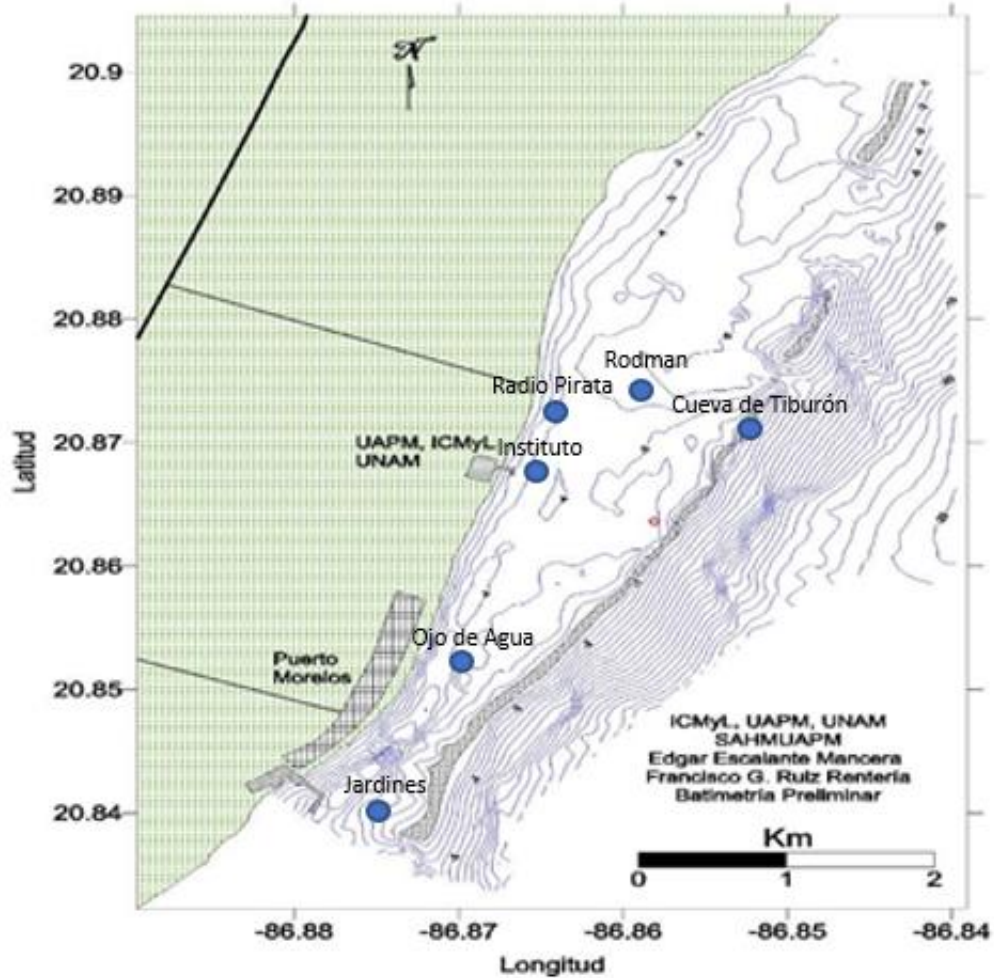


Figura 2. Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo. Se indican los sitios de muestreo: Rodman, Cueva de Tiburón, Radio Pirata, Instituto, Ojo de Agua y Jardines.

Materiales y Método

Trabajo de Campo

Los muestreos se realizaron en el PNAPM del 4 al 10 de junio de 2013. Se utilizó equipo de buceo autónomo SCUBA para la recolecta biológica entre los 0.5 y 20 metros de profundidad. Se geoposicionaron seis sitios de muestreo: Cueva de Tiburón, Instituto, Jardines, Ojo de Agua, Radio Pirata y Rodman (Tabla 1); con una cobertura de la línea de costa, la laguna arrecifal y el arrecife posterior; donde se recolectaron macroalgas, roca coralina, corales blandos, pastos marinos y esponjas.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los seis sitios de muestreo en el PNAPM.

Sitios de muestreo	Latitud norte	Longitud oeste
Cueva de Tiburón	20° 52' 06.9" N	86° 50' 51.6" W
Instituto	20° 52' 2.73" N	86° 51' 59.58" W
Jardines	20° 50' 28.57" N	86° 52' 25.45" W
Ojo de Agua	20° 51' 0.68" N	86° 52' 15.14" W
Radio Pirata	20° 52' 19.51" N	86° 51' 54.07" W
Rodman	20° 52' 23.43" N	86° 51' 9.95" W

La recolecta de sustratos se llevó acabo de manera manual utilizando un cuchillo de campo; posteriormente las muestras se depositaron en bolsas de plástico con agua marina circundante. En superficie, se colocaron en un contenedor de plástico con gotas de una solución de etanol-formaldehido (1:1), donde se dejaron reposar durante 5 minutos para liberar los crustáceos asociados. Una vez liberados, se realizó un filtrado con un juego de tres tamices: 5.0-1.5 mm, 1.0 mm y 0.5-0.1 mm; en el caso de los restos de coral y sedimentos se utilizó un tamiz de 500 μ . Los crustáceos separados se almacenaron en frascos con etanol (70%) y se etiquetaron para su posterior procesamiento en el laboratorio de Crustáceos de la FES Iztacala.

Trabajo de laboratorio

Las muestras fueron examinadas en el microscopio estereoscópico y óptico para reconocer las familias, así como para la identificación de los géneros y las especies con ayuda de claves taxonómicas y guías ilustradas: Barnard y Karaman (1991), Bousfield y Hoover (1997), LeCroy (2000, 2002, 2004, 2007 y 2011), Lowry y Myers (2003) y Winfield y Escobar-Briones (2007).

Trabajo de gabinete

El sistema de clasificación utilizado fue el de Myers & Lowry (2017), donde consideran a los subórdenes Ingolfiellidae, Pseudingolfiellidea, Hyperiidea, Colomastigidea, Hyperiopsidea, Amphilochidea y Senticaudata, fundamentado en un análisis filogenético. Se determinó el número de familias, géneros y especies de los anfípodos identificados y se cuantificó el número de organismos (abundancia) para cada categoría, incluyendo el número de ejemplares por sustrato y por sitio de muestreo. Para determinar la distribución de las especies se tomó en cuenta el tipo de sustrato y el sitio de muestreo donde fueron recolectados, elaborando mapas de distribución geográfica de los anfípodos bentónicos. Una vez que se determinaron las especies, se compararon con otras especies documentadas previamente para el Mar Caribe, diferenciando los registros nuevos y/o ampliaciones del ámbito geográfico para las especies identificadas en este estudio. Para esto, se tomaron en cuenta las ecorregiones del Mar Caribe usadas por Martín *et al.* (2013).

Ecorregiones	Países que lo conforman
Caribe Occidental	México, Belice, Guatemala y Honduras
Caribe Sudoriental	Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia
Caribe del Sur	Aruba, Bonaire, Curacao, Venezuela y Trinidad & Tobago
Antillas mayores	Cuba, Islas Caimán, Jamaica, Hispaniola y Puerto Rico
Caribe Oriental	Antillas menores

Resultados

Se cuantificaron un total de 2790 organismos pertenecientes a 70 especies, 32 géneros, 24 familias y dos subórdenes; de los cuales, el 81% de los anfípodos bentónicos corresponde al suborden Senticaudata y el 19% al Amphilochidea.

Listado taxonómico de los anfípodos bentónicos

- Phylum Arthropoda von Siebold, 1848
 - Subphylum Crustacea Brünnich, 1772
 - Clase Malacostraca Latreille, 1802
 - Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892
 - Superorden Peracarida Calman, 1904
 - Orden Amphipoda Latreille, 1816
 - Suborden Amphilochidea Boeck, 1871
 - Infraorden Amphilochida Boeck, 1871
 - Parvorder Eusiridira Stebbing, 1888
 - Superfamilia Eusiroidea Bousfield, 1979
 - Familia Bateidae Stebbing, 1906
 - Género *Batea* Müller, 1865
 - Batea campi* (Ortiz, 1991)
 - B. carinata* (Shoemaker, 1926)
 - B. catharinensis* Müller, 1865
 - B. cuspidata* (Shoemaker, 1926)
 - Batea* sp.
 - Superfamilia Liljeborgioidea Stebbing, 1899
 - Familia Liljeborgiidae Stebbing, 1899
 - Subfamilia Idunellinae d'Udekem d'Acoz, 2010
 - Género *Idunella* Sars, 1894
 - Idunella* sp.
 - Parvorder Amphilochidira Boeck, 1871
 - Superfamilia Amphilochoidea Boeck, 1871
 - Familia Amphilochidae Boeck, 1871
 - Género *Apolochus* Hoover & Bousfield, 2001
 - Apolochus casahoya* (McKinney, 1978)
 - A. delacaya* (McKinney, 1978)
 - A. pillaii* (Barnard & Thomas, 1983)
 - Apolochus* sp.
 - Género *Hourstonius* Hoover & Bousfield, 2001
 - Hourstonius cf. tortugae* (Shoemaker, 1942)
- Familia Cyproideidae Barnard, 1974
 - Género *Hoplopheonoides* Shoemaker, 1956
 - Hoplopheonoides obesa* Shoemaker, 1956
- Familia Stenothoidae Boeck, 1871
 - Género *Stenothoe* Dana, 1852
 - Stenothoe gallensis* Walker, 1904
- Superfamilia Leucothoidea Dana, 1852
 - Familia Leucothoidae Dana, 1852
 - Género *Leucothoe* Leach, 1814
 - Leucothoe ashleyae* Thomas & Klebba, 2006
 - L. barana* Thomas & Klebba, 2007
 - L. garifunae* Thomas & Klebba, 2007
 - L. kensleyi* Thomas & Klebba, 2005

L. laurensi Thomas & Ortiz, 1995
L. saron Thomas & Klebba 2007
Leucothoe sp.
 Infraorden Lysianassida Dana, 1849
 Parvorder Synopiidira Dana, 1852
 Superfamilia Synopioidea Dana, 1852
 Familia Ampeliscidae Krøyer, 1842
 Género *Ampelisca* Krøyer, 1842
 Ampelisca bicarinata Goeke & Heard, 1983
 A. burkei Barnard & Thomas, 1989
 A. schellenbergi Shoemaker, 1933
 Familia Synopiidae Dana, 1853
 Género *Synopia* Dana, 1852
 Synopia cf. *ultramarina* Dana, 1853
 Parvorder Haustoriidira Stebbing, 1906
 Superfamilia Haustorioidea Stebbing, 1906
 Familia Phoxocephalidae Sars, 1891
 Subfamilia Phoxocephalinae Sars, 1891
 Género *Eobrolgus* Barnard, 1979
 Eobrolgus spinosus Holmes, 1905
 Parvorder Lysianassidira Dana, 1849
 Superfamilia Lysianassoidea Dana, 1849
 Familia Lysianassidae Dana, 1849
 Subfamilia Lysianassinae Dana, 1849
 Género *Concarnes* Barnard & Karaman, 1991
 Concarnes concavus Shoemaker, 1933
 Género *Shoemakerella* Pirlot, 1936
 Shoemakerella cf. *lowryi* Gable & Lazo-Wasem, 1990
 Suborden Senticaudata Lowry & Myers, 2013
 Infraorden Talitrida Rafinesque, 1815 (Serejo 2004)
 Parvorder Talitridira Rafinesque, 1815
 Superfamilia Talitroidea Rafinesque, 1815 (Bulycheva 1957)
 Familia Hyalidae Bulycheva, 1957
 Subfamilia Hyalinae Bulycheva, 1957
 Género *Protohyale* Bousfield & Hendrycks, 2002
 Protohyale cf. *frequens* (Stout, 1913)
 Familia Phliantidae Stebbing, 1899
 Género *Pariphinotus* Kunkel, 1910
 Pariphinotus seclusus (Shoemaker, 1993)
 Infraorden Corophiidira Leach, 1814
 Parvorder Corophiidira Leach, 1814
 Superfamilia Aoroidea Stebbing, 1899
 Familia Aoridae Stebbing, 1899
 Género *Bemlos* Shoemaker, 1925
 Bemlos spinicarpus spinicarpus (Pearse, 1912)
 B. spinicarpus inermis (Myers, 1979)
 B. unicornis (Bynum & Fox, 1977)

B. cf. longicornis (Myers, 1978)
B. tigrinus (Myers, 1979).
Bemlos sp.
 Género *Lembos* Bate, 1857
Lembos unifasciatus reductus (Myers, 1979)
L. unifasciatus unifascitus (Myers, 1977)
Lembos sp.
 Superfamilia Chevalioidea Myers & Lowry, 2003
 Familia Chevaliidae Myers & Lowry, 2003
 Género *Chevalia* Walker, 1904
Chevalia mexicana Pearse, 1913
 Superfamilia Corophioidea Leach, 1814
 Familia Ampithoidae Stebbing, 1899
 Género *Ampithoe* Leach, 1814
Ampithoe longimana Smith, 1873
A. marcuzzii Ruffo, 1954
A. ramondi Audouin, 1826
A. valida Smith, 1873
Ampithoe sp.
 Género *Pseudamphithoides* Ortiz, 1976
Pseudamphithoides bacescui Ortiz, 1976
 Parvorder Caprellidira Leach, 1814
 Superfamilia Caprelloidea Leach, 1814
 Familia Podoceridae Leach, 1814
 Género *Podocerus* Leach, 1814
Podocerus kleidus Thomas & Barnard, 1992
 Superfamilia Neomegamphoidea Myers, 1981
 Familia Neomegamphopidae Myers, 1981
 Género *Neomegamphopus* Shoemaker, 1942
Neomegamphopus hiatus Barnard & Thomas, 1987
 Superfamilia Photoidea Boeck, 1871
 Familia Ischyroceridae Stebbing, 1899
 Subfamilia Ischyrocerinae Stebbing, 1899
 Género *Erichthonius* Milne Edwards, 1830
Erichthonius brasiliensis (Dana, 1853)
E. rubricornis (Stimpson, 1853)
Erichthonius sp.
 Familia Photidae Boeck, 1871
 Género *Audulla* Chevreux, 1901
Audulla chelifera Chevreux, 1901
 Género *Latigammaropsis* Liljeborg, 1855
Latigammaropsis atlantica Stebbing 1888
 Infraorden Hadziida Karaman, 1932
 Parvorder Hadziidira Karaman, 1943
 Superfamilia Hadzioidea Karaman, 1943
 Familia Hadziidae S. Karaman, 1943
 Género *Dulzura* Barnard, 1969

Dulzura schoenerae (Fox, 1973)
 Familia Maeridae Krapp-Schickel, 2008
 Género *Elasmopus* Costa, 1853
Elasmopus balkomanus Thomas & Barnard, 1988
E. levis (S. I. Smith, 1873)
E. pocillimanus (Bate, 1862)
E. rapax Costa, 1853
E. thomasi Ortiz & Lalana, 1994
Elasmopus sp.
 Género *Quadrimaera* Krapp-Schickel & Ruffo, 2000
Quadrimaera miranda (Ruffo, Krapp-Schickel & Gable, 2000)
Q. pacifica (Schellenberg, 1938)
Q. quadrimana (Dana, 1852)
Quadrimaera sp.
 Género *Spathiopus* Thomas y Barnard, 1985
Spathiopus looensis Thomas y Barnard, 1985
 Familia Melitidae Bousfield, 1973
 Género *Melita* Leach, 1814
Melita elongata Sheridan, 1980
 Familia Nuuanuidae Lowry & Myers, 2013
 Género *Nuuanu* Barnard, 1970
Nuuanu sp.
 Superfamilia Calliopoioidea Sars, 1895
 Familia Pontogeneiidae Stebbing, 1906
 Género *Nasageneia* Barnard & Karaman, 1987
Nasageneia bacescui Ortiz & Lalana, 1994
N. yucatanensis Ledoyer, 1986
 Género *Tethygeneia* Barnard, 1972
Tethygeneia longleyi (Shoemaker, 1933)

1. Biodiversidad

El suborden Senticaudata presentó una biodiversidad mayor con 43 especies, 20 géneros y 14 familias. Maeridae y Aoridae fueron las familias que presentaron la riqueza mayor de especies: tres géneros y 11 especies para la familia Maeridae; así como dos géneros y 10 especies para Aoridae. La familia Ampithoidae presentó dos géneros y seis especies, Pontogeneiidae con dos géneros y cuatro especies y, por último, Photidae con dos géneros y dos especies (Tabla 2).

Tabla 2. Riqueza de especies, abundancia total (A) y relativa (AR) de los anfipodos (Senticaudata) en el PNAPM.

| Familias (Senticaudata) | Especies | A (AR%) | Familias (Senticaudata) | Especies | A (AR%) |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|------------|
| Ampithoidae | <i>Ampithoe longimana</i> | 225 (8.06) | Maeridae | <i>Elasmopus balkomanus</i> | 170 (6.09) |
| | <i>A. marcuzzii</i> | 196 (7.03) | | <i>E. levis</i> | 13 (0.47) |
| | <i>A. ramondi</i> | 17 (0.61) | | <i>E. pocillimanus</i> | 146 (5.23) |
| | <i>A. valida</i> | 10 (0.36) | | <i>E. rapax</i> | 7 (0.25) |
| | <i>Ampithoe</i> sp. | 4 (0.14) | | <i>E. thomasi</i> | 1 (0.04) |
| | <i>Pseudampithoides bacescui</i> | 100 (3.58) | | <i>Elasmospus</i> sp. | 2 (0.07) |
| Aoridae | <i>Bemlos spinicarpus spinicarpus</i> | 11 (0.39) | | <i>Quadrimaera miranda</i> | 14 (0.50) |
| | <i>B. spinicarpus inermis</i> | 1 (0.04) | | <i>Q. pacifica</i> | 10 (0.36) |
| | <i>B. unicornis</i> | 11 (0.39) | | <i>Q. quadrimana</i> | 17 (0.61) |
| | <i>B. cf. longicornis</i> | 18 (0.65) | | <i>Quadrimaera</i> sp. | 3 (0.11) |
| | <i>Bemlos</i> sp. | 13 (0.47) | | <i>Spathiopus looensis</i> | 1 (0.04) |
| | <i>Lembos unifasciatus reductus</i> | 2 (0.07) | Melitidae | <i>Melita elongata</i> | 2 (0.07) |
| | <i>L. unifasciatus unifasciatus</i> | 14 (0.50) | Neomegamphopidae | <i>Neomegamphopus hiatus</i> | 3 (0.11) |
| | <i>L. tigrinus</i> | 14 (0.50) | Nuuanuidae | <i>Nuuanu</i> sp. | 10 (0.36) |
| | <i>L. spinicarpus inermis</i> | 19 (0.68) | Phliantidae | <i>Pariphinotus seclusus</i> | 73 (2.62) |
| | <i>Lembos</i> sp. | 8 (0.29) | Photidae | <i>Audulla chelifera</i> | 4 (0.14) |
| Chevaliidae | <i>Chevalia mexicana</i> | 477 (17.10) | | <i>Gammaropsis atlantica</i> | 72 (2.58) |
| Hadziidae | <i>Dulzura schoenerae</i> | 2 (0.07) | Podoceridae | <i>Podocerus kleidus</i> | 1 (0.04) |
| Hyalidae | <i>Protohyale</i> cf. <i>frequens</i> | 140 (5.02) | Pontogeneiidae | <i>Nasageneia bacescui</i> | 10 (0.36) |
| Ischyroceridae | <i>Erichthonius brasiliensis</i> | 204 (7.31) | | <i>N. yucatanensis</i> | 195 (6.99) |
| | <i>E. rubricornis</i> | 1 (0.04) | | <i>Tethygeneia longleyi</i> | 10 (0.36) |
| | <i>Erichthonius</i> sp. | 1 (0.04) | | | |

El suborden Amphilochidea presentó una biodiversidad menor con 27 especies, 12 géneros y 10 familias. La familia Leucothoidae destacó con un género y siete especies, seguida de Amphilochidae con dos géneros y cinco especies, Bateidae con un género y cinco especies, así como Ampeliscidae con un género y tres especies (Tabla 3).

Tabla 3. Riqueza de especies, abundancia total (A) y relativa (AR) de los anfipodos (Amphilochidea) en el PNAPM.

| Familias (Amphilochidea) | Especies | A (AR%) | Familias (Amphilochidea) | Especies | A (AR%) |
|--------------------------|--|-----------|--------------------------|--|------------|
| Ampeliscidae | <i>Ampelisca bicarinata</i> | 4 (0.14) | Leucothoidae | <i>Leucothoe ashleyae</i> | 59 (2.11) |
| | <i>A. burkei</i> | 12 (0.43) | | <i>L. barana</i> | 30 (1.08) |
| | <i>A. schellengeri</i> | 4 (0.14) | | <i>L. garifunae</i> | 8 (0.29) |
| Amphilochidae | <i>Apolochus casahoya</i> | 1 (0.04) | | <i>L. kensleyi</i> | 4 (0.14) |
| | <i>A. delacaya</i> | 4 (0.14) | | <i>L. laurensi</i> | 3 (0.11) |
| | <i>A. pillai</i> | 6 (0.22) | | <i>L. saron</i> | 244 (8.75) |
| | <i>Apolochus</i> sp. | 2 (0.07) | | <i>Leucothoe</i> sp. | 43 (1.54) |
| | <i>Hourstonius</i> cf. <i>tortugae</i> | 29 (1.04) | Liljeborgiidae | <i>Idunella</i> sp. | 1 (0.04) |
| Bateidae | <i>Batea campi</i> | 12 (0.43) | Lysianassidae | <i>Concarnes concavus</i> | 10 (0.36) |
| | <i>B. carinata</i> | 4 (0.14) | | <i>Shoemakerella</i> cf. <i>lowryi</i> | 8 (0.29) |
| | <i>B. catharinensis</i> | 15 (0.54) | Phoxocephalidae | <i>Eobrolgus spinosus</i> | 3 (0.11) |
| | <i>B. cuspidata</i> | 24 (0.86) | Stenothoidae | <i>Stenothoe gallensis</i> | 3 (0.11) |
| | <i>Batea</i> sp. | 1 (0.04) | Synopiidae | <i>Synopia</i> cf. <i>ultramarina</i> | 2 (0.07) |
| Cyproideidae | <i>Hoplopheonoides obesa</i> | 2 (0.07) | | | |

En el caso de los sustratos, la riqueza mayor (al igual que la abundancia) se presentó en la roca coralina (con 40 especies y 19 familias) y en las macroalgas (con 49 especies y 17 familias); mientras que en los pilotes de madera sólo se encontraron dos familias, Hyalidae y Leucothoidae (Tabla 4).

En Amphilochidea, la riqueza mayor de familias se presentó en la roca coralina (ocho familias); mientras que la cantidad menor se presentó en el coral blando y en los pilotes de madera (una familia en cada una). Por otro lado, Senticaudata presentó la riqueza mayor en las macroalgas y en la roca coralina (11 familias en cada una) (Tabla 4).

Tabla 4. Número de familias de los subórdenes Amphilochidea y Senticaudata asociadas a los diferentes sustratos del PNAPM.

| Sustratos | No. de familias
(Amphilochidea) | No. de familias
(Senticaudata) | Total de familias |
|--------------------------|--|---|--------------------------|
| Macroalgas | 6 | 11 | 17 |
| Esponjas | 5 | 8 | 13 |
| Pastos | 2 | 4 | 6 |
| Roca coralina | 8 | 11 | 19 |
| Coral blando | 1 | 3 | 4 |
| Pilotes de madera | 1 | 1 | 2 |

2. Abundancia

2.1 Abundancia de las familias de anfípodos en el PNAPM

En el suborden Senticaudata se agruparon las familias que presentaron las abundancias mayores: Ampithoidae con 552 organismos (equivalente al 20% del total de los anfípodos) y Chevaliidae con 477 organismos (eq. al 17%); seguidas de Maeridae con 384 (eq. 14%), Pontogeneiidae con 215 (eq. al 8%), Ischyroceridae con 206 (eq. 7%), Hyalidae con 140 (eq. al 5%), Aoridae con 111 (eq. al 4%), Photidae con 76 organismos (eq. al 3%) y Phliantidae con 73 organismos (eq. al 3%). En el caso del suborden Amphilochidea, la familia con abundancia alta fue Leucothoidae con 391 organismos (eq. 14%). Estas familias conforman al 95% de los anfípodos, mientras que las 14 familias restantes representan al 5% del total de individuos (Tablas 2 y 3; Figura 3).

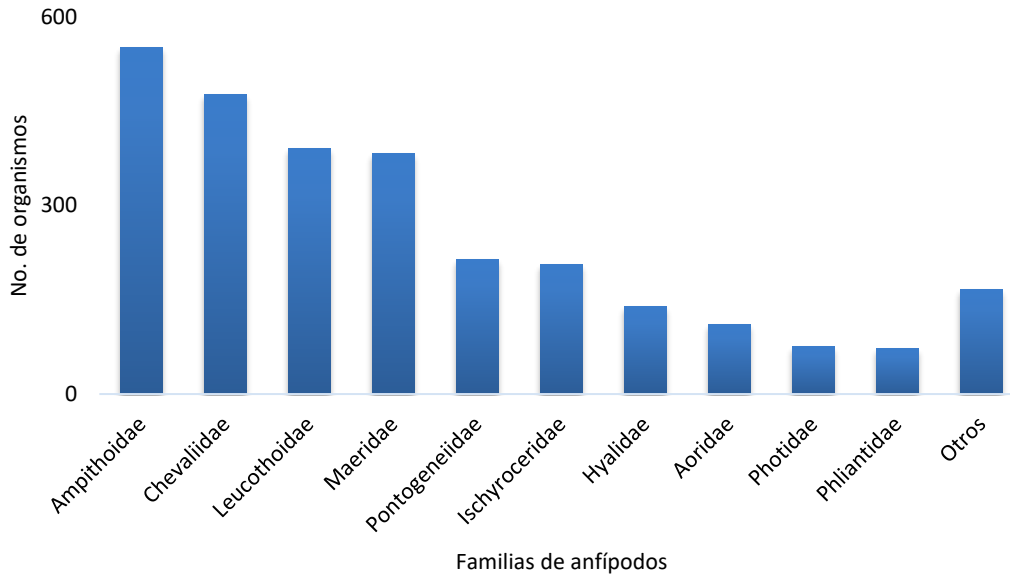


Figura 3. Abundancia de las familias (Amphilocheida y Senticaudata) en el PNAPM. La columna “otros” agrupa a las familias con las abundancias menores (Ampeliscidae, Amphilocheida, Bateidae, Cyproideidae, Hadziidae, Liljeborgiidae, Lysianassidae, Nuuanuidae, Phoxocephalidae, Podoceridae, Stenothoidae, Synopiidae, Melitidae, y Neomegamphopidae).

2.2 Abundancia de las familias de anfipodos por sustrato

En cuanto a los sustratos, la abundancia mayor se presentó en las macroalgas y en la roca coralina; representando así al 82% de los organismos. Mientras que la abundancia menor se presentó en los pilotes de madera, con menos del 1% de los organismos (Figura 4).

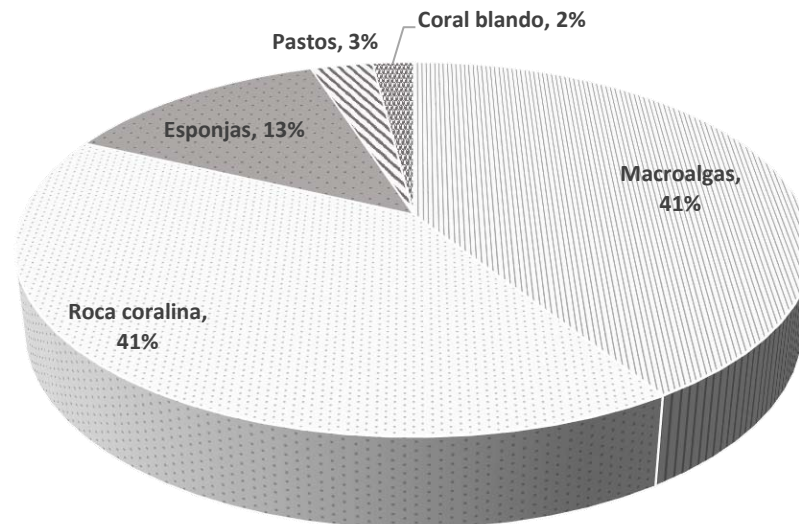


Figura 4. Porcentaje de los anfipodos bentónicos en cada tipo de sustrato.

En las macroalgas, la familia mejor representada por el porcentaje mayor de organismos fue Maeridae (Senticaudata) con el 27%; en roca coralina Chevaliidae (Senticaudata) con el 40%; en esponjas, Leucothoidae (Amphilochidea) con el 34%; en pastos marinos, Aoridae (Senticaudata) con el 46%; en coral blando Ampithoidae (Senticaudata) agrupó al 90% de los organismos; mientras que en los pilotes de madera se presentaron cuatro organismos, de los cuales tres pertenecen a la familia Hyalidae (Senticaudata).

Leucothoidae fue la única familia que se encontró asociada a los seis tipos de sustratos; seguido de Aoridae y Maeridae al presentarse en casi todos los sustratos, con excepción de los pilotes de madera. Después, las familias que se encontraron en cuatro de los seis sustratos recolectados fueron: Chevaliidae e Ischyroceridae (ausentes en corales blandos y pilotes de madera); Hyalidae (ausente en pastos marinos y coral blando) y Ampithoidae (ausente en pastos y pilotes de madera). Por último, las familias que se encontraron asociadas únicamente a un tipo de sustrato fueron, en el caso de la roca coralina: Cyproideidae, Hadziidae, Liljeborgiidae, Melitidae y Nuuanuidae; a macroalgas, Neomegamphopidae, Podoceridae y Stenothoidae; mientras que Phoxocephalidae solo se encontró en los pastos marinos.

2. 3 Abundancia de las especies de anfípodos en el PNAPM

Las especies que presentaron la abundancia mayor fueron: *Chevalia mexicana* con 477 organismos (eq. al 17%), *Leucothoe saron* con 244 (eq. 9%), *Ampithoe longimana* con 225 (eq. 8%), *Erichthonius brasiliensis* con 204 (eq. 7%), *Ampithoe marcuzzii* con 196 (eq. 7%), *Nasageneia yucatanensis* con 195 (eq. 7%), *Elasmopus balkomanus* con 170 (eq. 6%), *E. pocillimanus* con 146 (eq. 5%) y *Protohyale cf. frequens* con 140 (eq. 5%), representando en conjunto el 72% del total de los anfípodos; mientras que las 61 especies restantes conforman el 28% (Figura 5).

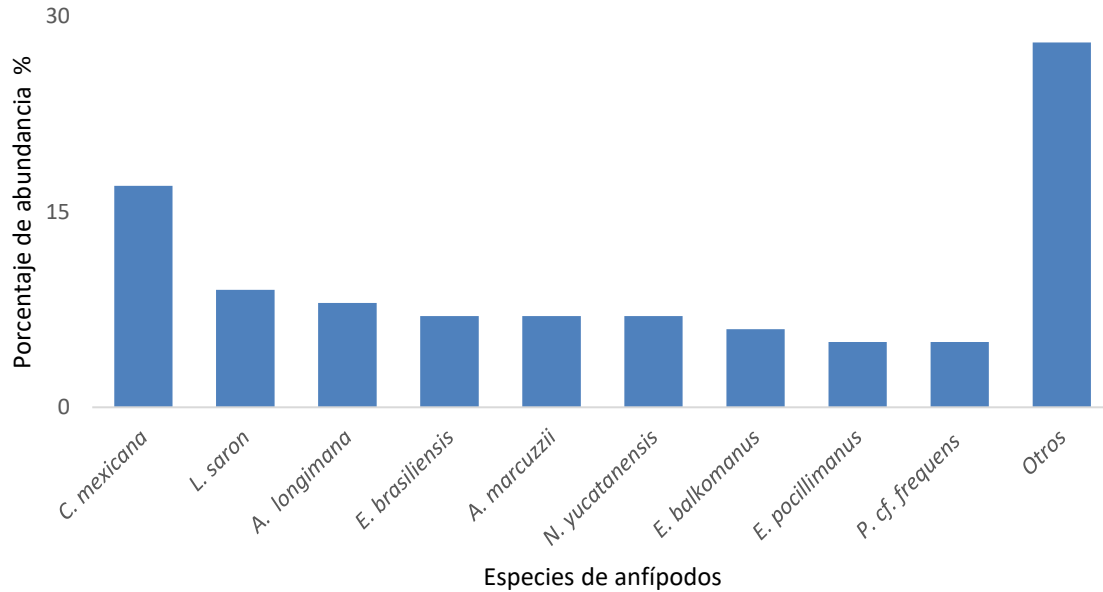


Figura 5. Porcentaje de los anfípodos bentónicos en el PNAPM. La columna “otros” agrupa a las 61 especies que presentaron las abundancias menores.

2.4 Especies de anfípodos más abundantes por sustrato

Las especies que presentaron la cantidad mayor de individuos en los diferentes sustratos fueron: *Nasageneia yucatanensis* en macroalgas con 194 individuos; *Erichthonius brasiliensis* en esponjas con 74 individuos; en roca coralina y pastos marinos, *Chevalia mexicana* con 452 y 15 individuos, respectivamente; en coral blando *Ampithoe longimana* con 63 individuos; en los pilotes de madera solo se presentaron *Protohyale cf. frequens* con tres organismos y *Leucothoe garifunae* con un organismo (Tabla 5).

Tabla 5. Especies de anfípodos con la abundancia mayor por sustratos.

| Sustratos | Especie | No. de organismos |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| Macrolgas | <i>Nasageneia yucatanensis</i> | 194 |
| | <i>Erichthonius pocillimanus</i> | 146 |
| | <i>Protohyale cf. frequens</i> | 89 |
| Esponjas | <i>E. brasiliensis</i> | 74 |
| | <i>Ampithoe marcuzzi</i> | 58 |
| | <i>Leucothoe saron</i> | 43 |
| | <i>P. cf. frequens</i> | 43 |
| Pastos | <i>Chevalia mexicana</i> | 15 |
| | <i>Leucothoe spinicarpus</i> | 13 |
| | <i>E. brasiliensis</i> | 11 |
| | <i>Bemlos sp.</i> | 11 |
| Roca coralina | <i>C. mexicana</i> | 452 |
| | <i>L. saron</i> | 149 |
| | <i>A. marcuzzi</i> | 121 |
| Coral blando | <i>A. longimana</i> | 63 |
| Pilotes de madera | <i>P. cf. frequens</i> | 3 |

3. Distribución de los anfípodos bentónicos en el PNAPM

El sitio de muestreo donde se presentó la cantidad mayor de organismos fue Instituto con 1194 individuos (eq. al 43%), seguido de Jardines con 770 (eq. al 27%) y Rodman con 666 (eq. al 24%); mientras que en Ojo de agua se presentó >1% de los anfípodos (Figura 6).

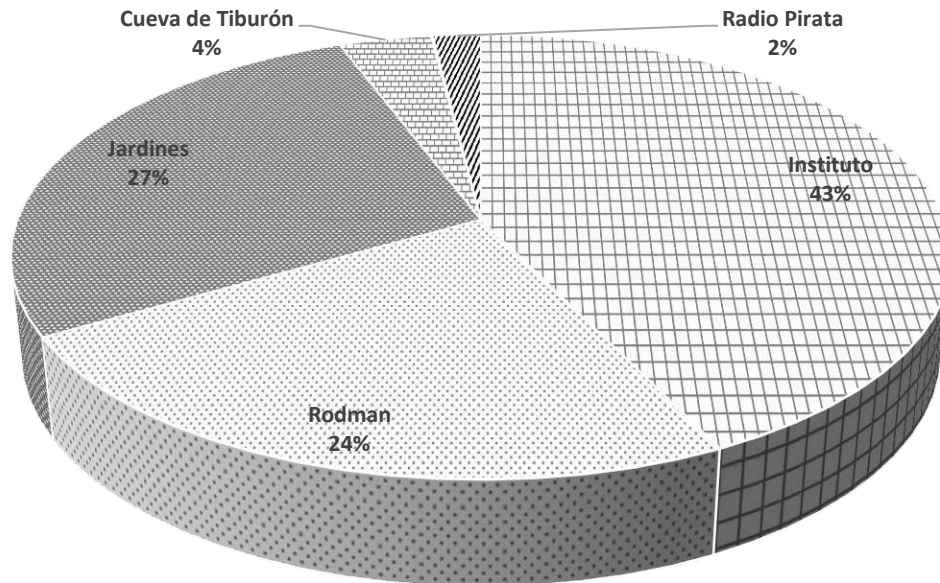


Figura 6. Porcentaje de anfípodos por sitio de muestreo en el PNAPM.

3.1 Distribución de las familias de anfípodos.

Rodman representó el sitio con la riqueza mayor de familias (22), de las cuales Ampithoidae destacó con el 27% de la abundancia total, Leucothoidae con el 23% e Ischyroceridae con el 16%; en Instituto se documentaron 16 familias, de las cuales destacaron Ampithoidae (20%) y Maeridae (20%); Jardines presentó 14 familias, donde Chevaliidae tuvo el 58% y Ampithoidae el 16%. En Cueva de Tiburón y Radio Pirata se encontraron seis familias para cada uno. La Familia Leucothoidae destacó en ambos sitios con el 55% y 59%, respectivamente; por último, en Ojo de Agua sólo se presentaron dos familias: Leucothoidae (con el 50%) y Lysianassidae (con el 50%) (Tabla 6).

Leucothoidae presentó una distribución amplia en todos los sitios de recolecta del PNAPM; seguido de Ampithoidae, Aoridae e Ischyroceridae al encontrarse en cinco sitios, con excepción de Ojo de Agua. Las familias con una distribución restringida en Rodman fueron: Cyproideidae, Gammaridae, Hadziidae, Liljeborgiidae, Melitidae, Nuuanuidae, Podoceridae y Synopiidae; finalmente, Neomegamphopidae, Poxocephalidae y Stenothoidae sólo se presentaron en Instituto (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución y abundancia de las familias de anfípodos por sitio de muestreo.

| FAMILIAS | Sitios de muestro | | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------|------------|--------------|------------------|-------------|
| | Rodman | Instituto | Jardines | Radio Pirata | Cueva de Tiburón | Ojo de Agua |
| AMPELISCIDAE | 14 | 4 | 2 | - | - | - |
| AMPHILOCHIDAE | 1 | 37 | 2 | 2 | - | - |
| AMPITHOIDAE | 178 | 242 | 118 | 5 | 9 | - |
| AORIDAE | 19 | 51 | 23 | 12 | 6 | - |
| BATEIDAE | 26 | 28 | 2 | - | - | - |
| CHEVALIIDAE | 1 | 23 | 449 | - | 4 | - |
| CYPROIDEIDAE | 2 | - | - | - | - | - |
| HYALIDAE | 5 | 122 | 13 | - | - | - |
| HADZIIDAE | 2 | - | - | - | - | - |
| ISCHYROCERIDAE | 106 | 66 | 5 | 1 | 28 | - |
| LEUCOTHOIDAE | 153 | 116 | 32 | 32 | 57 | 1 |
| LILJEBORGIIIDAE | 1 | - | - | - | - | - |
| LYSIANASSIDAE | 10 | 6 | 1 | - | - | 1 |
| MAERIDAE | 59 | 244 | 79 | 2 | - | - |
| MELITIDAE | 2 | - | - | - | - | - |
| NEOMEGAMPHOPIIDAE | - | 3 | - | - | - | - |
| NUUANUIDAE | 10 | - | - | - | - | - |
| PHLIANTIDAE | 56 | - | 17 | - | - | - |
| PHOXOCEPHALIDAE | - | 3 | - | - | - | - |
| PHOTIDAE | 7 | 46 | 23 | - | - | - |
| PODOCERIDAE | 1 | - | - | - | - | - |
| PONTOGENEIIDAE | 11 | 200 | 4 | - | - | - |
| STENOTHOIDAE | - | 3 | - | - | - | - |
| SYNOPIIDAE | 2 | - | - | - | - | - |
| TOTAL DE FAMILIAS | 21 | 16 | 14 | 6 | 5 | 2 |
| TOTAL DE ORGANISMOS | 666 | 1194 | 770 | 54 | 104 | 2 |

3.2 Distribución de las especies de anfípodos en el PNAPM

Leucothoe ashleyae presentó una distribución amplia en todos los sitios de recolecta del PNAPM; seguida de *Pseudamphithoides bacescui*, *Erichthonius brasiliensis* y *Leucothoe saron* confinadas a cinco sitios, con excepción de Ojo de Agua. Las especies que tuvieron una distribución amplia en cuatro sitios de recolecta fueron: *Ampithoe longimana* y *Chevalia mexicana* (ausentes en Ojo de Agua y Radio Pirata); *Concarnes concavus* y *Elasmopus balkomanus* (ausentes en Cueva de Tiburón y Radio Pirata) y *Leucothoe* sp. (ausente en Rodman y Ojo

de Agua) (Figura 7). Las 49 especies restantes tuvieron una distribución reducida al presentarse en menos de tres sitios de colecta.

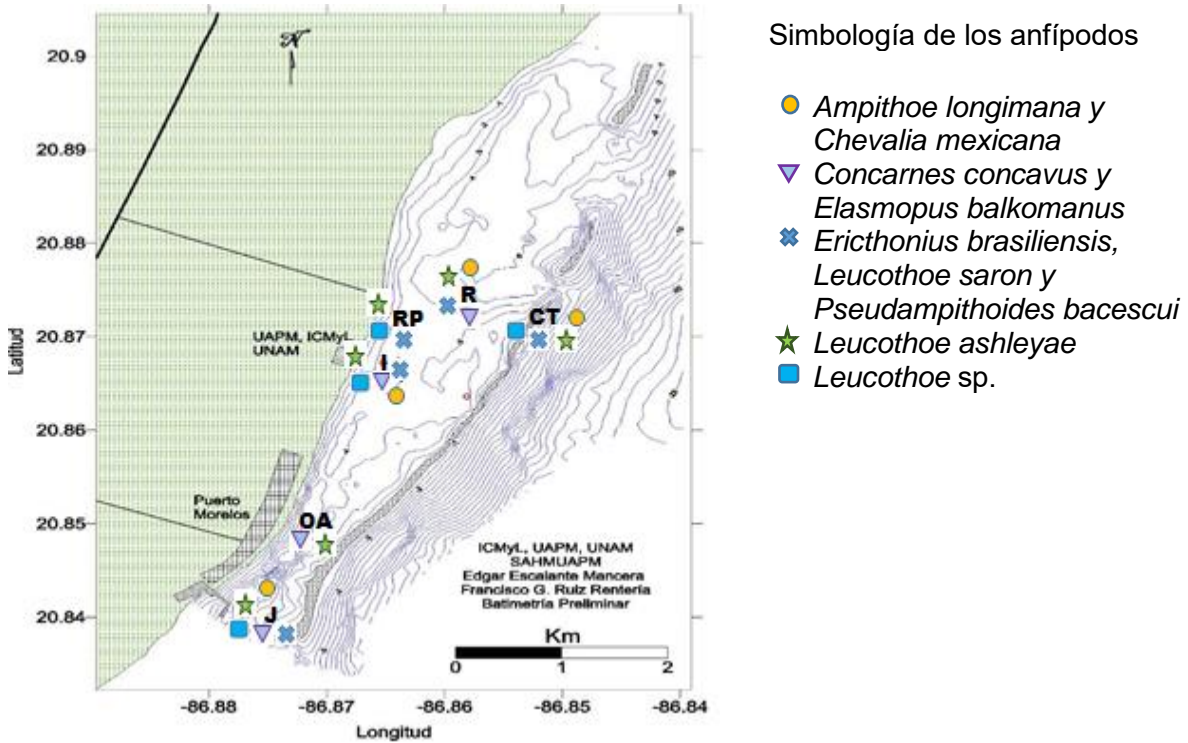


Figura 7. Especies con una distribución amplia en el PNAPM. Jardines (J), Ojo de Agua (OA), Instituto (I), Radio Pirata (RP), Rodman (R) y Cueva de Tiburón (CT).

Por otro lado, *Nasagenia yucatanensis* destacó en Instituto con 190 organismos; *Leucothoe saron* predominó en Rodman y Radio Pirata con 124 y 22 organismos respectivamente; *Ericthonius brasiliensis* en Cueva de Tiburón con 28 organismos; *Chevalia mexicana* en Jardines con 449 organismos; *Ericthonius brasiliensis* en Cueva de Tiburón con 28 organismos y finalmente, Ojo de Agua solo presentó dos individuos pertenecientes a *Concarnes concavus* y *Leucothoe saron* (Figuras 8 y 9).

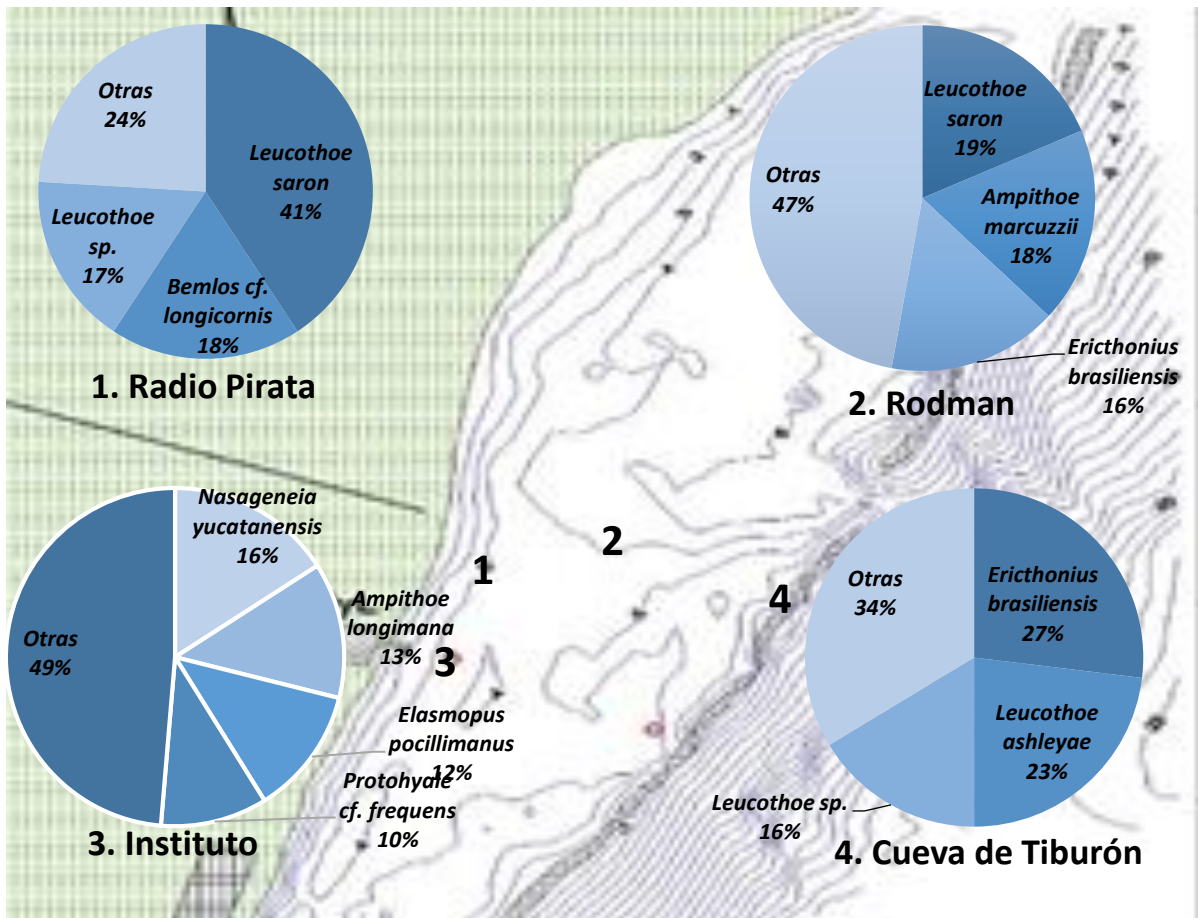


Figura 8. Especies con la abundancia mayor en la zona norte del PNAPM. El segmento "otras" corresponde a las especies con abundancia menor en los sitios de muestreo.

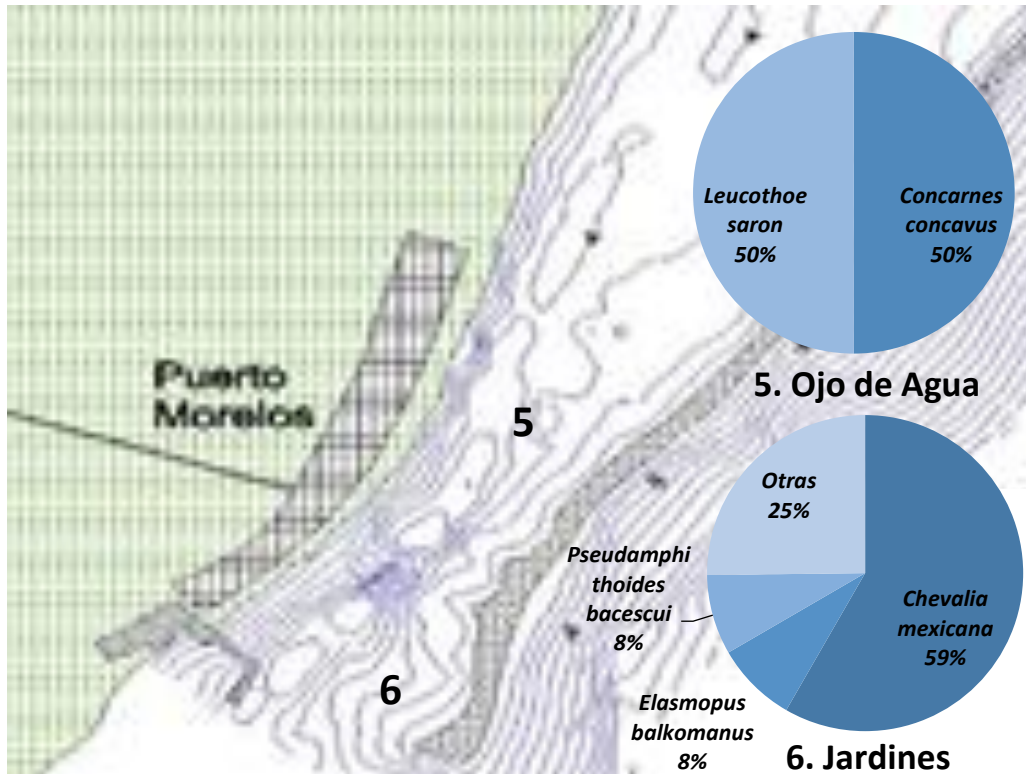


Figura 9. Especies con la abundancia mayor en la zona sur del PNAPM. El segmento “otras” corresponde a las especies con abundancia menor en los sitios de muestreo.

Discusión

En los arrecifes de coral los anfípodos son un grupo dominante, tanto en términos de biomasa como en diversidad de especies (Thomas, 1993a; 1993b). Su importancia radica en que son utilizados como bioindicadores por su sensibilidad a sustancias tóxicas y contaminantes marinos, por su papel en las tramas tróficas, además de la gran diversidad biológica y las abundancias elevadas por metro cuadrado (Hart & Fuller, 1979; Thomas, 1993a; 1993b; Winfield *et al.* 2007). Sin embargo, existen varios arrecifes de coral en este sector del mar Caribe, con un desconocimiento de la riqueza específica y de la abundancia de estos crustáceos peracáridos. En este estudio se analizaron 2790 organismos agrupados en 24 familias, 32 géneros y 58 especies de anfílquidos y senticaudatos dentro del PNAPM, Q. Roo; resultados mayores a los obtenidos por algunos autores en el Caribe mexicano.

Oliva-Rivera y Jiménez-Cueto (1992) registraron 20 familias y 31 especies de anfípodos en raíces sumergidas de *Rizhophora mangle* en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an; poco después los mismos autores examinaron 1139 organismos pertenecientes a 17 especies de anfípodos en la Laguna de Yalahau, Q. Roo, observando un patrón en la distribución de estos organismos en los sitios menos perturbados, de aguas transparentes y con mayor cobertura, diversidad y abundancia vegetal. Posteriormente, Oliva-Rivera (2003) documentó 16 familias, 24 géneros y 26 especies de anfípodos habitantes del arrecife de coral Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, Q. Roo. En esa publicación, la abundancia y la diversidad de anfípodos se relacionaron con la disponibilidad de sustratos, sobretodo de pastos marinos y algas.

Finalmente, Monroy-Velázquez *et al.* (2017) analizaron 1416 individuos pertenecientes a 72 especies de anfípodos crípticos en el Parque Nacional Puerto Morelos; sin embargo, fueron 44 especies las que se identificaron taxonómicamente hasta el nivel más bajo posible. La abundancia y la riqueza taxonómica se relacionaron con la profundidad, obteniendo los valores más altos en el arrecife posterior (3 m), posiblemente por un mayor desarrollo en el arrecife y una mayor acumulación de la pedacera de coral, producto de los huracanes.

Los resultados del presente estudio fueron inferiores a los obtenidos por Martín *et al.* (2013), donde mencionan que en el Caribe mexicano se concentra la diversidad mayor de anfípodos con 266 especies; sin embargo, esto se atribuye mayormente a la cantidad de trabajos sobre anfípodos realizados en esta zona y a la disponibilidad de información taxonómica para esta área; más que a un patrón específico en la distribución del grupo en el Caribe mexicano.

En el presente trabajo la biodiversidad de anfípodos se atribuye principalmente a los tipos de sustratos en el arrecife. Se observó que los valores mayores de riqueza específica y de abundancia se presentaron en los sitios con mayor cantidad y diversidad de sustratos en el fondo, entre los que sobresalen las macroalgas, la roca coralina y las esponjas, al presentarse en la mayor parte de la

laguna arrecifal; éstos sirven como hábitats donde los anfípodos encuentran protección, alimento y sitios de reproducción.

Por otro lado, entre los resultados obtenidos en esta investigación, se presentan siete especies con ampliación del ámbito geográfico y cinco más que constituyen registros nuevos para el Mar Caribe, con base en las ecorregiones de Martín *et al.* (2013).

Dulzura schoenerae, *Leucothoe laurensi*, *Elasmopus thomasi*, *Nasageneia bacescui*, *Tethygeneia longleyi*, *Podocerus kleidus* y *Pseudamphithoides bacescui* tuvieron una ampliación geográfica hacia el Caribe Occidental donde no existían registros (Tabla 7).

Tabla 7. Anfípodos con ampliaciones geográficas en el Mar Caribe. Se muestran las ecorregiones y los países del Mar Caribe donde se han registrado las especies.

| Especie | Ecorregiones | Países |
|-----------------------------------|---|--|
| <i>Dulzura schoenerae</i> | Antillas Mayores | Cuba y Puerto Rico (Lecroy, 2000; WORMS, 2017) |
| <i>Leucothoe laurensi</i> | Caribe Sudoriental, Caribe del Sur y Antillas Mayores | Panamá, Cuba, Venezuela (Ortiz <i>et al.</i> , 2007; Lecroy <i>et al.</i> , 2009; Martín, 2013; Paz-Ríos, 2013; WORMS, 2017) |
| <i>Elasmopus thomasi</i> | Caribe Sudoriental y Antillas Mayores | Colombia y Cuba (Ortiz <i>et al.</i> , 2007; Lecroy <i>et al.</i> , 2009; Martín, 2013; WORMS, 2017) |
| <i>Nasageneia bacescui</i> | Caribe Sudoriental y Antillas Mayores | Colombia y Cuba (Lecroy, 2000; Ortiz <i>et al.</i> , 2007; Lecroy <i>et al.</i> , 2009; Martín, 2013; WORMS, 2017) |
| <i>Tethygeneia longleyi</i> | Caribe del Sur y Antillas Mayores | Cuba y Venezuela (Lecroy, 2000; Lecroy <i>et al.</i> , 2009; Martín, 2013; WORMS, 2017) |
| <i>Pseudamphithoides bacescui</i> | Caribe Sudoriental y Antillas Mayores | Colombia y Cuba (Ortiz <i>et al.</i> , 2007; Lecroy, <i>et al.</i> 2009; Martín, 2013; WORMS, 2017) |
| <i>Podocerus kleidus</i> | Caribe del Sur y Antillas mayores | Cuba y Venezuela (Ortiz y Lanana, 1998; Martín y Díaz, 2003; Ortiz <i>et al.</i> , 2007) |

Los registros nuevos de anfípodos bentónicos en el Mar Caribe fueron: *Protohyale* cf. *frequens*, *Shoemakerella lowryi*, *Melita elongata*, *Lembos unifasciatus reductus* y *Bemlos tigrinus* (Tabla 8).

Tabla 8. Registros nuevos de anfipodos en el Mar Caribe. En la columna de la derecha se muestran los lugares donde se han registrado.

| Especie | Área geográfica documentada anteriormente para cada especie |
|---------------------------------------|--|
| <i>Protohyale</i> cf. <i>frequens</i> | Florida (De Bahía Perdido, al Río St. Marys) (Lecroy, 2000) |
| <i>Shoemakerella lowryi</i> | Bermudas (WORMS, 2017) |
| <i>Melita elongata</i> | Golfo de México: Florida (Bahía Biscaina, Bahía Florida, Bahía Tampa) y Texas (Laguna Madre) (Lecroy, 2000; Ortiz <i>et al.</i> , 2007; Lecroy <i>et al.</i> , 2009; Martín, 2013) |
| <i>Lembos unifasciatus reductus</i> | Golfo de México y Florida (Lecroy, 2000; Felder, 2009) |
| <i>Bemlos tigrinus</i> | Golfo de México y Florida (Bahía Florida, Bahía Biscayna) (Lecroy, 2000) |

Riqueza específica y abundancia de anfipodos

En este trabajo, el suborden Senticaudata obtuvo la riqueza mayor con 14 familias, 20 géneros y 43 especies; mientras que Amphilochidea presentó 10 familias, 12 géneros y 27 especies. Estos valores se atribuyen principalmente a la clasificación utilizada en este estudio (Lowry & Myers, 2017), donde la cantidad mayor de especies se agrupa en Senticaudata (95) y siendo menor en Amphilochidea (88). Por otro lado, los senticaudatos se caracterizan por ser muy diversos y presentar adaptaciones morfológicas que les permite encontrarse en una gran variedad de lugares, entre ellos los arrecifes de coral (Lowry & Myers, 2013); mientras que los anfilóquidos a pesar de tener evidencia de estar bien representados en los hábitats principales, carecen de modificaciones especiales de reproducción (Lowry & Myers, 2017), lo que podría explicar su abundancia menor en este estudio.

Senticaudata agrupó a las familias con riqueza mayor de especies: Maeridae con 11 y Aoridae con 10. Los maeridos y aoridos se distribuyen mundialmente en ambientes marinos y en aguas poco profundas; así como en zonas templadas y tropicales; se han reportado asociados a gramíneas marinas, coral vivo y muerto, pastos marinos y macroalgas (Thomas y Barnard, 1988;

Myers, 1981; 1995; Ortiz, *et al*; 2002; Álvarez y Villalobos, 2002; Myers, 2005; Ortiz *et al.* 2007; Lowry y Hughes, 2009; Lowry & Myers, 2013; Paz-Ríos, *et al.*, 2013; WORMS, 2017). La diversidad de los integrantes de estas familias se atribuye al método de recolecta, donde se obtuvieron cantidades mayores de los sustratos típicos de estos anfípodos, entre ellos las macroalgas y la roca coralina que presentaron una cobertura amplia en el parque arrecifal.

Leucothoidae (con siete especies), se caracteriza por presentarse desde ambientes tropicales a polares; además de ser comensales frecuentemente de invertebrados sésiles como esponjas, bivalvos y ascidias. Los integrantes de esta familia han mostrado una riqueza alta de especies en el Mar Caribe (White, 2011; Paz-Ríos, *et al.*, 2013). En este caso, la riqueza de especies se puede atribuir a la presencia de esponjas en cinco de los seis sitios de muestreo, lo que contribuyó a que esta familia se presentara en todos los sitios donde se trabajó.

Por último, los organismos de la familia Ampithoidae (con seis especies) son de hábitos litorales e infralitorales y de aguas poco profundas; se han reportado en praderas de fanerógamas, coral muerto y algas cafés y verdes (Oliva-Rivera, 1998). La riqueza obtenida de estos anfípodos se puede atribuir al método de recolecta, pues se trabajó principalmente en la zona litoral y se colectaron en cantidades mayores macroalgas, roca coralina y pastos marinos, sustratos típicos de estos organismos.

En cuanto a la abundancia, Senticaudata concentró al 81% de los anfípodos; agrupando a las familias más representativas: Ampithoidae (552 organismos) y Chevaliidae (477 org.). La primera se caracteriza ser una familia de organismos herbívoros y epifaunales (Thomas, 1993b; Lowry & Myers, 2003); frecuentemente asociados a algas, fanerógamas, esponjas y briozoos (Barnard, 1965; Ortiz, *et al*; 2007). Su distribución se limita al área litoral y sublitoral (Barnard, 1965). Su abundancia se puede atribuir al porcentaje alto de muestras recolectadas de macroalgas en donde se anclan estos organismos. Además de presentar a dos de las especies más abundantes de este estudio: *Ampithoe longimana* (225 org.) y *A. marcuzzi* (196 org.).

En el caso de Chevaliidae contiene organismos que se asocian comúnmente a algas y a sustratos duros; encontrándose en zonas tropicales y templadas del océano mundial (Cadien, 2004); el resultado obtenido se debe a que presentó a la especie con la abundancia mayor: *Chevalia mexicana* (477 org.), comúnmente asociada a algas coralinas (Ortiz *et al.* 2007); en este estudio el porcentaje mayor (40%) se encontró en la roca coralina; al ser un sustrato duro y posiblemente por su abundancia alta en la zona de estudio.

En tercera posición los integrantes de Leucothoidae (Amphilochidea), como se mencionó anteriormente, se encuentran en todo el mundo en ambientes de arrecife de coral, entre los 1-10 m de profundidad (White, 2011); con integrantes crípticos (Thomas, 1993a; 1993b; Thomas & Klebba, 2007; Ortiz, *et al.*, 2007). Esta familia fue la única presente en los seis tipos de sustratos recolectados; además de presentar a la segunda especie con abundancia mayor en el estudio: *Leucothoe saron* (244 organismos). Su abundancia alta en el arrecife Puerto Morelos se puede explicar por la presencia de esponjas, microhábitats típicos de estas especies, en cinco de los sitios de muestreo.

Por último Maeridae (Senticaudata), que es un grupo cosmopolita, marino y muy extenso (Lowry & Myers, 2009; 2013; WORMS, 2017); presento una abundancia alta, atribuyendolo a la presencia de *Elasmopus balkomanus* (con 170 organismos), una de las especies más abundantes; caracterizada por vivir sobre algas y en escombros de coral (Thomas & Barnard, 1988), sustratos recolectados en este estudio. Esta familia estuvo bien representada en macroalgas (con el 27% de sus integrantes).

Abundancia y Riqueza específica por sustrato

Las macroalgas presentaron la riqueza y abundancia mayor con 17 familias, 48 especies y 1154 organismos; seguido de la roca coralina con 19 familias, 40 especies y 1136 organismos. Por lo que estos dos sustratos resguardaron al 82% de los individuos. Esto se puede explicar, ya que las macroalgas forman el hábitat más rico para los anfípodos en el arrecife; al menos 100 especies se encuentran entre las algas de la Gran Barrera Arrecifal

Australiana (GBR por sus siglas en ingles); ya sea por comida, por refugio o por ambos, además de ser zonas de reproducción. Las familias más diversas en las algas son Ampithoidae y Maeridae (Lowry & Myers, 2009; Winfield, *et al.*, 2013). En cuanto a los fragmentos de coral forman “camas” que proporcionan espacios que sirven como refugio para diversos invertebrados. En la GBR estas camas tienen al menos 85 especies de anfípodos en 24 familias. Debido a la naturaleza de las camas, éstas forman un hábitat mixto de algas, esponjas, tunicados, etc. (Lowry & Myers, 2009). Sin embargo, en los arrecifes de coral un biotopo poco estudiado es el coral muerto, que es uno de los biotopos más ricos para los anfípodos en regiones tropicales (Myers y Mcgrath, 1983). Por lo que los resultados obtenidos se pueden atribuir al método de recolecta, donde gran parte de los sustratos recolectados fueron macroalgas y roca coralina; además de haber sido abundantes y tener una distribución amplia en el parque arrecifal.

En tercer lugar, las esponjas con 13 familias, 48 especies y 350 organismos; son reconocidas por albergan una gran cantidad de organismos que habitan su interior (Nava, *et al.*, 2015). Los valores obtenidos en las esponjas se atribuyen principalmente a la distribución que tuvieron en el parque arrecifal, más que a la cantidad de ejemplares recolectados, ya que por el permiso de recolecta emitido por CONAPESCA la sustracción de estos es limitada; por otro lado, las esponjas son hábitats perfectos donde los anfípodos se pueden resguardar. Por ejemplo Leucothoidae, que fue unas de las familias con riqueza específica y abundancia mayor, estuvo bien representada en este sustrato.

Los pastos marinos albergaron seis familias, 13 especies y 76 organismos; y los corales blandos cuatro familias, seis especies y 70 organismos; como es bien sabido las praderas marinas son unos de los sustratos con riqueza alta de anfípodos (Ortiz & Lemaitre, 1994); y a pesar de que en este trabajo sólo se identificaron seis especies, se puede atribuir a que se tomaron pocas muestras del mismo, ya que no se encontraron en grandes proporciones dentro del Parque Nacional.

Por último, en los pilotes de madera se encontró la riqueza y abundancia menor con dos familias, tres especies y cuatro organismos. A pesar de que los troncos hundidos son sitios de refugio, alimentación y reproducción de la fauna asociada, entre ellos algunos anfípodos que usan la madera muerta de los entornos marinos como hábitats y comida en el caso de las especies excavadoras (Thiel e Hinojosa, 2009; Montalvo-Urgel *et al.* 2010), los resultados aquí obtenidos se atribuyen a que sólo se recolectó una muestra de este sustrato de un muelle localizado frente al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM (Tabla 9).

Tabla 9. Riqueza específica y Abundancia Relativa de los anfípodos.

| Sustratos | No. de familias | No. de especies | No. de organismos |
|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Macroalgas | 17 | 48 | 1114 |
| Roca coralina | 20 | 40 | 1136 |
| Esponjas | 13 | 25 | 350 |
| Pastos | 6 | 13 | 76 |
| Coral blando | 4 | 6 | 70 |
| Pilotes de madera | 2 | 3 | 4 |

Distribución de los anfípodos bentónicos

Está comprobado que los patrones de distribución y dispersión de los anfípodos en el ambiente marino pueden estar determinados por factores como la historia, geomorfología de la cuenca oceánica, corrientes oceánicas, corrientes de turbidez, influencia y aportes de ríos, migración de algunos vertebrados e invertebrados y transporte de embarcaciones como fauna encostrante (Winfield, 2013); además de la disponibilidad del alimento, la competencia y la depredación (Oliva-Rivera, 1998; Carrasco, 2013). Por lo que todos estos factores, también podrían ayudar a explicar la distribución de los anfípodos bentónicos en el PNAPM.

Algunas particularidades del PNAPM son su ubicación en la Riviera Maya, entre Cancún y Tulúm; por lo que es una zona que actualmente es objeto de una acelerada transformación inducida por los numerosos proyectos turísticos que ahí

se desarrollan. El arrecife de tipo bordeante extendido se ve afectado principalmente por las olas generadas por los vientos alisios durante la mayor parte del año (INE-SEMARNAP, 2000); así como por la corriente del Caribe que corre de sur a norte de manera paralela a la costa, frente al estado de Quintana Roo, esta corriente se caracteriza por su temperatura cálida y su alta salinidad (Reyes, 2005; CONANP, 2016). Otro factor importante es el ramal de la corriente de Yucatán, que fluye paralela al borde de la plataforma continental en dirección al norte generando un sistema de contracorrientes profundo a lo largo del talud que puede provocar invasiones de agua profunda en el sistema arrecifal (Merino, 1992; INE-SEMARNAP, 2000). Esta corriente cambia en velocidad y dirección, debido a una combinación de variables como la influencia de la corriente de Yucatán, el viento y el romper de las olas sobre el arrecife; en época de nortes, se genera un oleaje considerable de dirección contrastante (Jordán, 1979; Ward, 1985; Merino y Otero, 1991, INE-SEMARNAP, 2000). Es por eso que los factores físicos o biológicos, o alguna combinación de los dos, provocan que las comunidades bentónicas submareales estén divididas en zonas a lo largo de un gradiente de creciente perturbación por las olas que alcanza hasta el fondo. En las aguas someras (<14 m), los sedimentos del fondo se alteran por la acción de las olas, y los habitantes dominantes son varios crustáceos pequeños y móviles, como los anfípodos (Carrasco, 2013).

Los sitios que destacaron por la riqueza de familias y el número de organismos fueron: Instituto, Jardines y Rodman (Figura 10).

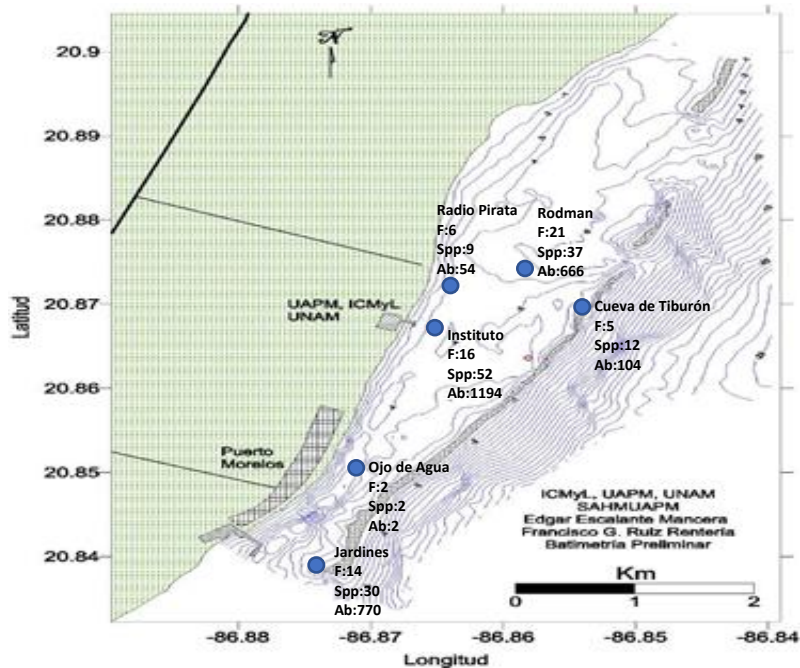


Figura 10. Distribución de los anfípodos en el PNAPM. Riqueza de familias (F), riqueza de especies (Spp) y abundancia (Ab).

Estos sitios están localizados en la laguna arrecifal y relativamente cercanos a la línea de costa; donde las olas son bajas debido a que la barrera arrecifal funciona como un eficiente disipador de la energía del oleaje (INESEMARNAP, 2000). Los valores de riqueza específica y de abundancia obtenidos en estos sitios se pueden atribuir a que los anfípodos que viven cercanos a la costa son más diversos y abundantes que los de la columna de agua, debido a que disponen de una mayor cantidad de hábitats que les permiten aprovechar el alimento y les da un refugio contra depredadores (Oliva-Rivera, 1998); y a que la mayoría de los anfípodos son de hábitats litorales (Thiel e Hinojosa, 2009).

También deben tomarse en cuenta las características de cada sitio. En el caso de Instituto, fue uno de los sitios de muestreo más cercanos a la costa, situado frente al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM (ICMyL) que forma parte del poblado de Puerto Morelos; esto lo hace una zona que sufre de alto contenido de nutrientes y contaminantes en las aguas costeras debido a la falta de plantas de tratamiento de aguas residuales (a excepción de algunos hoteles) (Rodríguez-Martínez, 2008); además de presentar macroalgas, esponjas y pastos donde se encontraron las abundancias y riqueza específica mayores.

Por otra parte, Jardines se caracteriza por su alto desarrollo relativo; donde la mayor cobertura y diversidad específica es de corales escleractineos, esto por la baja pendiente de la zona este que favorece las condiciones para su desarrollo (Jordán, 1979). Este sitio forma parte de las zonas de uso recreativo especial, donde solo son utilizadas por buzos certificados y con un permiso emitido por la SEMARNAT (INE-SEMARNAP, 2000); Ahí se recolectaron macroalgas, roca coralina y esponjas; todo esto lo hace una zona favorable para que los anfípodos encuentren un lugar adecuado para establecerse, alimentarse y reproducirse.

Por último, la playa de Rodman se caracteriza por ser uno de los lugares más visitados por el turista local, que regularmente abandona sus desechos a lo largo de la playa (INE-SEMARNAP, 2000); aunque el muestreo no se realizó específicamente en la playa, se puede deducir que los desechos orgánicos son arrastrados por la corriente y el oleaje, contribuyendo a que en las zonas cercanas se encuentre materia en suspensión que pudiese ser utilizada como alimento por las especies de anfípodos filtradores. En este lugar se recolectaron macroalgas, esponjas y roca coralina.

Por otro lado, en Cueva de Tiburón, Radio Pirata y Ojo de Agua se presentó la riqueza específica y abundancia menor (Figura 10). Estos sitios, a excepción de Cueva de Tiburón también se ubican dentro de la laguna arrecifal. Sin embargo, la baja biodiversidad se puede atribuir a las condiciones en las que se realizó el muestreo, al tipo de sustratos que se recolectaron y a que son zonas más perturbadas por las actividades humanas. En el caso de Ojo de Agua, sólo se pudieron recolectar dos ejemplares de esponjas, en las cuales sólo se presentaron dos organismos; esa zona se ve afectada por el sistema de circulación de agua subterránea proveniente de los manglares y manantiales subterráneos, así como la infiltración a través de la barra de arena en respuesta de los insumos de lluvia. Durante la estación de lluvias, este sistema tiene el potencial para transportar las aguas contaminadas procedentes de fuentes lejanas, expulsadas en el medio marino (Rodríguez-Martínez, 2008). Ojo de Agua y Radio Pirata son algunos de los principales atractivos turísticos de Puerto Morelos, donde se realizan la mayor parte de las visitas al arrecife (Zizumbo *et al.*, 2012). Cueva de Tiburón fue un sitio

donde se esperaba tener una gran diversidad por su ubicación en el arrecife posterior, sin embargo, pudiera ser que por su lejanía de la costa, haya menor disponibilidad de alimento; además de que solo fue posible recolectar unos pocos ejemplares de esponjas y macroalgas.

Leucothoe ashleyae fue la única especie que se presentó en todos los sitios de muestreo; la amplia distribución que presentó se puede atribuir a que el muestreo se realizó en el rango de profundidad en el que comúnmente habitan estos organismos (entre 1 y 20 m) (Thomas & Klebba, 2006; Ortiz *et al.*, 2007); además de haberse recolectado sustratos donde ellos habitan, entre ellos, sobresalen las esponjas (Ortiz *et al.*, 2007), que fue el sustrato donde se encontró el número mayor de estos organismos, esto se puede explicar ya que esta especie es endocomensal de diversas especies de esponjas y se ha encontrado en los canales de los tubos de *Callyspongia vaginalis* (Thomas & Klebba, 2006); cabe mencionar que las esponjas se presentaron en cinco de los seis sitios de muestreo.

Pseudamphithoides bacescui, *Ericthonius brasiliensis* y *L. saron* se encontraron en todos los sitios a excepción de Ojo de Agua. Este resultado se puede atribuir a que estas especies se asocian frecuentemente a algas (Lewis & Kensley, 1982; Ortiz *et al.*, 2007), que fue un sustrato que se recolectó en casi todas las zonas de muestreo por la cobertura amplia que presentaron en el Parque Nacional (a excepción de Ojo de Agua donde solo se recolectaron dos esponjas); *Ampithoe longimana*, *Chevalia mexicana*, *Concarnes concavus*, *Elasmopus balkomanus* así como *Leucothoe* sp. tuvieron una distribución más limitada al estar en cuatro de los seis sitios. Estas especies se caracterizan por asociarse a algas, algas coralinas, fanerógamas marinas, comunidades incrustantes, entre otros; sustratos que fueron colectados en este trabajo. Además de presentarse en aguas someras de zonas rocosas (Ortiz *et al.*, 2007). Por último, las 49 especies restantes solo se localizaron en tres o menos sitios de recolecta; esto se atribuye al método de recolecta que se utilizó, así como a las restricciones en el tipo y la cantidad de sustratos que se pueden extraer de un Área Natural Protegida como lo es el PNAPM.

Conclusiones

- Se determinaron 2790 organismos agrupados en 70 especies, 32 géneros, 24 familias y dos subórdenes para el Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, Q. Roo.
- El suborden Senticaudata agrupó al 81% de la abundancia total y obtuvo la riqueza mayor con 43 especies, 20 géneros y 14 familias.
- Existen cinco registros nuevos en el Mar Caribe y siete especies de anfípodos con ampliaciones en el ámbito geográfico hacia el Caribe Occidental.
- Las macroalgas y la roca coralina presentaron la abundancia (82%) y la diversidad mayor de anfípodos, atribuyéndose a la cobertura amplia en el Parque Nacional.
- Los sitios con la riqueza específica y la abundancia mayor se localizaron en la laguna arrecifal, donde también se obtuvo la cantidad mayor de sustratos.
- Ojo de Agua presentó la diversidad menor de anfípodos al ser un sitio con influencia de agua dulce subterránea y con la presencia de pocos sustratos en el fondo.
- La incidencia de los anfípodos bentónicos en el Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos está determinada principalmente por la presencia de sustratos biológicos en el fondo.

Literatura citada

- Álvarez, N. F. y Villalobos, H. J. L. 2002. Crustáceos estomatópodos, anfípodos, isópodos y decápodos del litoral de Quintana Roo. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. S079. México D. F.
- Barnard, J. L. 1965. Marine Amphipoda of the family Ampithoidae from Southern California. *Proceedings of the United States National Museum* 118 (3522): 1–46.
- Brusca, R. C. y Brusca, G. J. 2003. Invertebrates. Segunda edición. Sinauer Associates, Inc., Sunderland. USA. 936 pp.
- Cadien, D. B. 2004. Amphipoda of the Northeast Pacific (Equator to Aleutians, intertidal to abyss): V. Chavalioidea.
- Carrasco, F. D. 2013. Organismos del bentos marino sublitoral: algunos aspectos sobre abundancia y distribución. *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2016. Estudio Previo Justificativo para la declaratoria de la Reserva la Biosfera Caribe Mexicano, Quintana Roo. 305 pp.
- García-Madrigal, M. del S., Campos-Vázquez, Concepción. y González, N. E. 2002. Sección de Crustáceos de la Colección de Referencia de Bentos Costero de Ecosur. El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal. Departamento de Ecología Acuática.
- Jordán, E. 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán, México. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol. UNAM*. 6(1): 69-86.
- Hart, B. H. & Fuller, S. L. H. 1979. *Pollution Ecology of Estuarine Invertebrates* (New York: Academic), 406 pp.

Horton, T.; Lowry, J.; De Broyer, C.; Bellan-Santini, D.; Coleman, C. O.; Corbari, L.; Daneliya, M.; Dauvin, J-C.; Fišer, C.; Gasca, R.; Grabowski, M.; Guerra-García, J. M.; Hendrycks, E.; Hughes, L.; Jaume, D.; Jazdzewski, K.; Kim, Y.-H.; King, R.; Krapp-Schickel, T.; LeCroy, S.; Lörz, A.-N.; Mamos, T.; Senna, A. R.; Serejo, C.; Sket, B.; Souza-Filho, J. F.; Tandberg, A.H.; Thomas, J.; Thurston, M.; Vader, W.; Väinölä, R.; Vonk, R.; White, K.; Zeidler, W. (2017). World Amphipoda Database. <http://www.marinespecies.org/amphipoda> on 2017-11-01

Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Programa de manejo del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. Instituto Nacional de Ecología. México. http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/puerto_morelos.pdf

Lewis, S. M. & Kensley, B. 1982. Notes on the ecology and behaviour of *Pseudamphitoides incurvaria* (Just) (Crustacea, Amphipoda, Ampithoidae). J. Nat. Hist. 16: 267-274.

LeCroy, S.E.; Gasca, R.; Winfield, I.; Ortiz, M. and Escobar-Briones, E. 2009. Amphipoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico, p. 941-972. In: D.L. Felder and D.K. Camp (eds), Gulf of Mexico: Origins, Waters and Biota, Volume 1, Biodiversity. Texas, Texas A&M University Press.

LeCroy, S.E. 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, 195p.

LeCroy, S.E. 2002. An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida, Volume 2, Families Ampeliscidae, Amphilochidae, Amphithoidae, Aoridae, Argissidae and Haustoriidae. Tallahassee, Florida Department of Environmental Protection, 214p.

- LeCroy, S.E. 2004. An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida, Volume 3, Families Bateidae, Biancolinidae, Cheluridae, Colomastigidae, Corophidae, Cyproideidae and Dexaminidae. Tallahassee, Florida Department of Environmental Protection, 91p.
- LeCroy, S.E. 2007. An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida, Volume 4, Families Anamixidae, Eusiridae, Hyaellidae, Hyalidae, Iphimediidae, Ischyroceridae, Lysianassidae, Megalurotidae and Melphidippidae. Tallahassee, Florida Department of Environmental Protection, 111p.
- LeCroy, S.E. 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, 209p.
- Lowry, J. K. & Myers, A. A. 2003. A Phylogeny and Classification of the Senticaudata subord. nov. (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa* 3610 (1): 001-080.
- Lowry, J. K. y Hughes, L. E. 2009. Maeridae, the *Elasmopus* group. *Zootaxa*, 2260: 643-702.
- Lowry, J.K. y Springthorpe R.T. 2010. Amphipoda: Families. Monographs and Interactive Keys. Division of Invertebrate Zoology. Australia.
- Lowry, J. K. & Myers, A. A. 2009. Maeridae, the *Ceradocus* group. *Zootaxa* 2260: 598-642.
- Lowry, J. K. & Myers, A. A. 2013. A phylogeny and Classification of the Senticaudata subord. nov. (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa* 3610 (1): 001-080.

- Lowry, J. K. & Myers, A. A. 2017. A Phylogeny and Classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa* 4265 (1): 001-089.
- Martín, A., Ortíz, M. y Atienza, Dacha. 2000. Una nueva especie de anfípodo del género *Listriella* (Crustacea, Amphipoda, Liljeborgiidae) de Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 34(3): 399-409.
- Martín, A., Ortíz, M. y Atienza, Dacha. 2001. Una nueva especie de anfípodo del género *Amphilochus* (Crustacea, Amphipoda, Amphilochidae) de Venezuela. *Acta Científica Venezolana*. 52:34-39.
- Martín, A., Ortíz, M. y Díaz, Y. J. 2002. Nuevos registros de crustáceos anfípodos (Gammaridea) colectados en las costas del Caribe Venezolano. *Bol. Invermar*. 31:15-24.
- Martín A. y Díaz Y. J. 2003. La fauna de anfípodos (Crustacea:Amphipoda) de las aguas costeras de la región oriental de Venezuela. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*. 19 (1-4):327-344.
- Martín, A., Díaz, Y., Miloslavich, P., Escobar-Briones, E., Guerra-García, J. L., Ortíz, M., Valencia, B., Giraldo, A. y Klein, E. 2013. Diversidad Regional de Amphipoda en el Mar Caribe. *Rev. Biol. Trop*. 61 (4):1681-1720.
- Mc Kinney, L. D. 1979. Liljeborgiid amphipods from the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science*. 29(2): 140-154.
- Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 p.
- Merino, M. 1992. Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: estructura y fertilización. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, México. UACPyP, ICMYL.
- Monroy-Velázquez, L. V., Rodríguez-Martínez, R. E. y Alvarez, F. 2017. Taxonomic richness and abundance of cryptic peracarid crustaceans in the

Puerto Morelos Reef National Park, Mexico. PeerJ 5:e3411; DOI 10.7717/peerj.3411

- Montalvo-Urgel, H., Sánchez, A. J. y Macossay-Cortez, A. A. 2010. Lista de crustáceos distribuidos en troncos hundidos en el humedal tropical Pantanos de Centla, southern Gulf of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: S121-S131.
- Myers AA, 1981. Amphipod Crustacea. I. Family Aoridae. *Memoirs of the Hourglass Cruises*, 5:1-75.
- Myers AA, 1995. The Amphipoda (Crustacea) of Madang La-agoon: Aoridae, Isaeidae, Ischyroceridae and Neomegamphopidae. *Record of the Australian Museum, Supplement*, 22: 25-95.
- Myers, A. A. 2005. Aoridae (Amphipoda: Corophioidea) from the Austral Isles. *Records of the Australian Museum* 57 (3): 355-360.
- Myers, A. A. & Mcgrath, David. 1983. The genus *Listriella* (Crustacea: Amphipoda). In *British and Irish waters, with the description of a new species*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 63:347-353.
- Nava, H., Figueroa, C. C. A., Haro, M. B. y Villegas, S. M. 2015. Esponjas marinas: importancia ecológica en los ecosistemas arrecifales. *CONABIO. Biodiversitas*, 123: 12-16.
- Ortiz, M. 1979. Lista de especies y bibliografía de los anfípodos (Crustacea: Amphipoda) del Mediterráneo americano. *Ciencias Invest. Mar.*, 8 (43): 1-40.
- Ortiz, M. 1994. Clave gráfica para la identificación de familias y géneros de anfípodos del suborden Gammaridea del Atlántico Occidental Tropical. *Bol. Invemar*. 23:59-101.
- Ortiz, M. y Lemaitre R. 1994. Crustáceos anfípodos (Gammaridea) colectados en las costas del Caribe Colombiano, al sur de Cartagena. *Bol. Invemar*. 23:119-127.

- Ortiz, M., Lalana, R. y Varela, C. 2002. Descripción de la hembra de *Spathiopus cojimarensis* (Amphipoda:Melitidae). SELENODON. 2:17-20.
- Ortiz, M., Martín, A., Winfield, I., Díaz, Y. y Atienza, D. 2005. Anfípodos (Crustacea: Gammaridea) Clave gráfica para la identificación de las familias, géneros y especies marinas y estuarinas del Atlántico Occidental Tropical. UNAM. FESI. México.
- Ortiz, M.; Martín, A. and Díaz, Y.J. 2007. Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical*, 55(2): 479-528.
- Ortiz, M., Lalana, R. y Varela, C. 2007. *Tantena*, género nuevo y especie nueva de anfípodo marino (Lysianassidae) y primera consignación de la familia Ochlesidae y del género Curidia, con la descripción de una especie nueva para Cuba (Amphipoda, Gammaridea). SOLENODON. 6:20-32.
- Oliva-Rivera, J. J. y Jimenez-Cueto, M. S. 1992. Anfípodos Bentónicos (Crustacea:Peracárida) de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *In* Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana, Roo, México. Vol. II. Navarro, D. y Suárez-Morales, E. (Eds). CIQRO/SEDESOL. pp. 170-195.
- Oliva-Rivera, J. J. 1992. Análisis preliminar de los crustáceos peracáridos de la Laguna Yalahau, Quintana Roo. Res. IX Congreso Nacional de Oceanografía. 127.
- Oliva-Rivera, J. J. 1998. Anfípodos. *In* Enciclopedia de Quintana Roo, tomo I A-B. X. Maiza (ed.). Gobierno del Estado de Quintana Roo, Chetumal. P. 148-169.
- Oliva-Rivera, J. J. 2003. The Amphipod Fauna of Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico with Ecological Notes. *Bulletin of Marine Science*, 73(1): 77-89.

- Paz-Ríos, C., Simões, N. y Ardison, P. L. 2013. Intertidal and shallow water amphipods (Amphipoda: Gammaridea and Corophiidea) from Isla Pérez, Alacranes Reef, southern Gulf of Mexico. 21(2): 179-194.
- Phillips, C. 2006. A Visual Identification Guide to Gammaridean Amphipods of Morro Bay, CA. Orden Amphipoda: Suborder Gammaridea. California Polytechnic State University San Luis Obispo.
- Reyes, M. A. 2005. El sistema circulatorio del planeta azul. Avance y perspectiva, 24 (3): 71-75 pp. CINVESTAV, Mérida.
- Rodríguez-Martínez, R. E. 2008. Community involvement in marine protected áreas: The case of Puerto Morelos reef, México. Journal of Environmental Management. 88 (4): 1151-1160.
- Thiel, M. e Hinojosa I. 2009. Peracárida- Anfípodos, Isópodos, Tanaidáceos y Cumáceos. 738 pp.
- Thomas, J. D. 1993a. Identification manual for Marine Amphipoda (Gammaridea): I. Common coral reef and rocky bottom amphipods of South Florida. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, Florida. 83 pp.
- Thomas, J. D. 1993b. Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: a critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators.
- Thomas, J. D. & Barnard, J. L. 1988. *Elasmopus balkomanus*, a New Species from the Florida Keys (Crustacea, Amphipoda). Proceeding of the Biological Society of Washington, (4): 838-842.
- Thomas, J. D. & Klebba, K. N. 2006. Studies of commensal leucothoid amphipods: Two new sponge-inhabiting species from South Florida and the Western Caribbean. Journal of Crustacean Biology, 26, 13–22.
- Thomas, J. D. & 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.

- Vázquez, C. C. 2000. Crustáceos asociados a macroalgas en Bajo Pepito, Isla Mujeres, Caribe mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 48 (2/3):361-364.
- Ward, W. C. 1985. Quaternary geology of northeastern Yucatán Peninsula. In: *Geology and Hydrogeology of Northeastern Yucatán and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan* (edited by W.C. Ward, A.E. Weidie and W. Back), pp 23-95. New Orleans Geological Society. New Orleans/LA/USA, 153 p.
- White, KN. 2011. A taxonomic review of the Leucothoidae (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa* 3078: 1-113.
- Winfield, I. y Escobar-Briones, E. 2007 Anfípodos (Crustacea:Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista Mexicana de biodiversidad.* 78:51-61.
- Winfield, I., Cházaro-Olvera, S., Ortiz, M. y Palomo-Aguayo, Ulises. 2011. Lista actualizada de las especies de anfípodos (Peracárida:Gammaridea y Corophiidea) marinos invasores en México. *Re. Biol.Mar.Oceanogr.* 46(3):349-361.
- Winfield, I., Ortiz, M., Cházaro.Olvera, S. Lozano, A. M. A. y Barrera, E. H. 2013. Peracáridos marinos bentónicos (Amphipoda, Cumacea, Isopoda y Tanaidacea) Manual de Laboratorio y Campo. UNAM. FESI. México.
- Zizumbo, V. L., Cruz, C. E. y Alejandro, A. V. O. 2012. Acción Social y Áreas Naturales Protegidas: Refuncionalización de Recursos en Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *Rosa de los Vientos* 4(II): 192-207.