



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

ANFÍPODOS (CRUSTACEA: PERACARIDA) ASOCIADOS AL
SISTEMA ARRECIFAL SISAL Y PUERTO PROGRESO,
YUCATÁN: BIODIVERSIDAD Y RECONOCIMIENTO DE
ESPECIES INVASORAS

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

MARIA DEL REFUGIO MUCIÑO REYES

DIRECTOR DE TESIS: DR. IGNACIO WINFIELD AGUILAR



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO 2013



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.

DEDICATORIA

A mis padres por todo el apoyo que me brindaron en mi formación personal y académica. Los quiero mucho y gracias por todo porque sin ustedes no lo hubiera logrado.

A mi hermana Lore por estar siempre conmigo y por su apoyo.

A todos mis amigos por su cariño y por haber estado conmigo en los momentos buenos y malos.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), particularmente al PROGRAMA DE APOYO A PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA – PAPIME, número PE207311 (UNAM) por el apoyo financiero otorgado al proyecto Innovación y Fortalecimiento de la Enseñanza Teórico-Práctico de los Crustáceos Peracáridos Marinos de la Carrera de Biología de la FES-Iztacala: una propuesta Interinstitucional.

Al proyecto de investigación PAPIIT-IN229011 (UNAM) por el apoyo financiero en las actividades de campo en el Sistema Arrecifal de Sisal, Yucatán.

A las autoridades de la CONAPESCA-DGOPA (SAGARPA) por los permisos otorgados para la colecta científica en Sisal y Puerto Progreso. Así mismo a la Administración Portuaria Integral Puerto Progreso, Yucatán por las facilidades para coleccionar organismos en zona federal, así como al Dr. Nuno Simoes, y personal de la UMDI-Sisal, FC-UNAM por los espacios y facilidades en la colecta y procesamiento de muestras en la actividad de campo.

Al Dr. Ignacio Winfield Aguilar por dirigir mi tesis, por su apoyo, paciencia y el conocimiento brindado.

Al Dr. Jose Luis Villalobos Hiriart por su tiempo y dedicación para la revisión de esta tesis.

Al Dr. Manuel Ortiz Touzet por su ayuda y consejos.

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera por todo su apoyo, consejos y correcciones.

Al M. en C. Sergio Stanford Camargo por sus comentarios y observaciones y formar parte de mi comité revisor.

Al M en C. Miguel Ángel Lozano Aburto, del Centro de Ecología y Pesquerías-UV, por su ayuda en la colecta científica dentro de Sistema Arrecifal Sisal y Puerto Progreso.

A toda mi familia, en especial a mis padres, por su apoyo incondicional, por su cariño, comprensión y por ser mi ejemplo a seguir.

Finalmente a todos mis amigos del CCH y de la carrera, en especial a Manuel, Bere, Blanca, Javier, Ricardo, Juan Salvador, Luis, Julio, Laura, Enrique, Ricardo Ivan, Víctor y Adán por sus consejos, motivaciones y las alegrías que me brindaron.

Contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES.....	10
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS PARTICULARES	15
HIPÓTESIS.....	15
ÁREA DE ESTUDIO	16
MATERIALES Y MÉTODO	18
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	32
CONCLUSIONES.....	47
LITERATURA CITADA	48

RESUMEN

Con el propósito de conocer la biodiversidad de las familias y la abundancia de los anfípodos bentónicos asociados a diferentes sustratos, y el reconocimiento de las posibles especies invasoras, se establecieron 8 sitios de muestreo en el Sistema Arrecifal Sisal (SAS) y Puerto Progreso (PP), Yucatán durante 2012. En cada sitio de nuestros del SAS se recolectaron macroalgas, pedacera de coral, restos de madera, esponjas, cnidarios, restos de conchas y sedimento blando y, en PP, se realizó un raspado de boyas y pilotes. Para la identificación de los organismos se utilizaron claves específicas, y se efectuaron microdisecciones para el reconocimiento de las estructuras morfológicas y cetosinesis respectivas. Los anfípodos provenientes del SAS se identificaron a nivel de Familia y los de PP a nivel específico. Se recolectaron en total 18, 448 organismos agrupados en dos subórdenes y 25 familias. Las familias mejor representadas en cuanto a su abundancia fueron Corophiidae (5, 072 individuos, equivalente 27.49 %), Ischyroceriidae (2, 583 individuos, 14 %), Melitidae (2, 181 individuos, 11.82 %) y Ampithoidae (1, 892 individuos, 10.26 %). En el SAS se obtuvieron 25 familias mientras que en PP 17. La abundancia y riqueza de familias mejor representadas se encontraron en los sitios cercanos a la línea de costa, mostrando un gradiente decreciente hacia mar adentro. El 48.51% de los organismos recolectados se encontró asociado a madera y macroalgas por ser proveedores de alimento, resguardo contra depredadores y como sitios de reproducción. En Puerto Progreso se recolectaron 3, 531 organismos agrupados en 22 géneros, 17 familias y dos subórdenes. De éstas, se reconocieron tres especies invasoras y cuatro especies potencialmente invasoras.

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral son uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad y complejidad arquitectónica en el océano costero (Jordan-Dahlgren, 2004). Estos ecosistemas están compuestos principalmente de rocas calcáreas depositadas durante millones de años (García-Cubas *et al.*, 1994). Se localizan en mares tropicales y son esencialmente flora y fauna, consistentes de corales hermatípicos y algas microscópicas a las que viven asociadas una gran cantidad de organismos bentónicos y nectónicos (Quintana y Molina, 1991). Dentro de éstos, los crustáceos peracáridos, representan uno de los grupos de invertebrados con mayor riqueza de especies y densidad por metro cuadrado (Winfield y Escobar-Briones, 2007).

El Superorden Peracarida incluye un número importante de crustáceos de tamaños pequeños caracterizados por la presencia de una bolsa incubadora o marsupio, oosteguitos y *lacinia mobilis* en la mandíbula (Winfield y Ortiz, 2011). El primer par de apéndices torácicos se ha modificado en estos organismos como maxilípedos; generalmente no presentan estadios larvales, por lo que el desarrollo es directo (Brusca & Brusca, 1990). Dentro de los peracáridos existen nueve órdenes (Mysida, Lophogastrida, Cumacea, Tanaidacea, Mictacea, Spelaeogriphacea, Isopoda y Amphipoda), de los cuales, Amphipoda representa el segundo grupo en importancia numérica y riqueza de especies (más de 9000), después de los isópodos (Barnard y Karaman, 1991; Bellan-Santini, 1997; Winfield y Ortiz, 2003; Ahyong *et al.*, 2011).

Los representantes del Orden Amphipoda son principalmente marinos, con una distribución desde el nivel supramareal hasta profundidades abisales, alrededor de los 10,000 m (Winfield y Ortiz, 2003); el tamaño corporal oscila entre 1 mm y 20 cm. El primero y, ocasionalmente, el segundo somito torácico se encuentran fusionados a la cabeza. Los apéndices torácicos son unirrámeos y carecen de exopodito. Dos caracteres que distinguen al taxón son: el cuerpo comprimido y la posición de las branquias, que son más torácicas que abdominales (Schram, 1986) (Fig. 1).

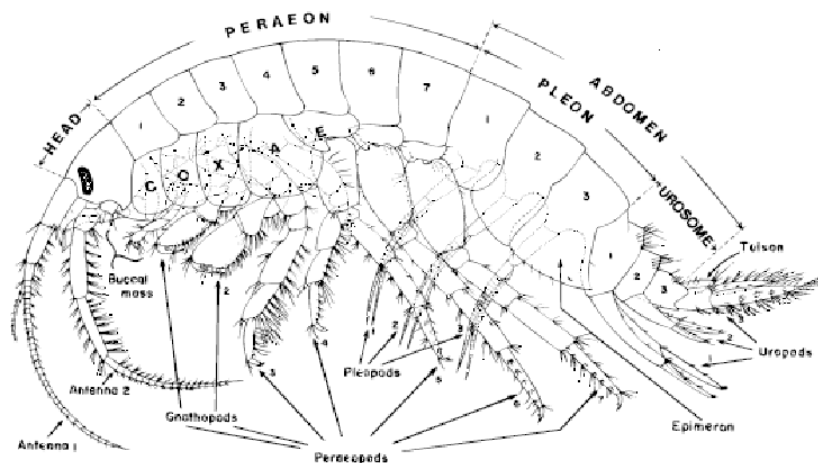


Figura 1. Morfología básica de un anfípodo gamarideo (vista lateral) (Tomado de *Shallow-Water Gammaridean Amphipoda of New England* by E.I. Bousfield, 1973)

Estos organismos constituyen un grupo extremadamente exitoso, sus adaptaciones morfológicas y fisiológicas les han permitido establecerse en hábitats diferentes a través del tiempo. En el ambiente marino, viven en los espacios intersticiales de los fondos blandos, en sustratos duros (acantilados, fondos rocosos, arrecifes de coral), pueden estar asociados a camas de algas, ser

parte de la fauna crítica y comensales de invertebrados sésiles y gelatinosos como las esponjas y los tunicados, tubícolas y horadadores así como en cnidarios, cetáceos y moluscos marinos, y son un componente importante en las comunidades marinas (Myers, 1997; Thomas, 1997; LeCroy, 2000; Winfield y Ortiz, 2003).

La importancia de los anfípodos radica en que son indicadores de condiciones ambientales (Thomas, 1993a), y un eslabón clave en la cadena trófica, como una fuente alimenticia rica en proteínas para peces, macrocrustáceos y poblaciones de especies comerciales (Escobar-Briones y Soto, 1997). Además, son promotores de la bioturbación y la estabilización sedimentaria en sustratos blandos, constituyen elementos potenciales en la regeneración de nitrógeno en sedimentos y son parásitos de algunos vertebrados (Winfield, 2005).

Los anfípodos que están asociados a los sistemas arrecifales incluyen, uno de los ordenes más exitosos y llamativos entre los peracáridos por sus formas y colores variados. Asimismo, representa un grupo dominante de pequeños crustáceos (de milímetros a centímetros) en los arrecifes coralinos, registrándose una diversidad y abundancia elevadas gracias al éxito reproductivo y los patrones gregarios (Thomas, 1993b).

Sin embargo, estos tipos de ambientes carbonatados se ven afectados debido a la introducción de especies invasoras. Una especie invasora es aquella que siendo originaria de un área particular, por diferentes vías de acceso, se introduce en otro hábitat adaptándose y alterando las condiciones del mismo (Bax

et al., 2001). Particularmente, los anfípodos que son invasores, ocasionan una reducción en varias especies de invertebrados debido a la dominancia de otras especies y la modificación de algunos procesos ecológicos relacionados con las cadenas tróficas y la estructura comunitaria (Winfield *et al.*, 2011).

Existen varios mecanismos que provocan la dispersión de especies invasoras marinas: por el agua de lastre de las embarcaciones y como fauna incrustante asociada al casco de los barcos. Nueve puertos dentro del Golfo de México han sido caracterizados como las más importantes en el tráfico marítimo nacional e internacional, entre los más importantes se encuentra el de Progreso, Yucatán por su actividad económica y turística (Okolodkov *et al.*, 2007).

Hasta ahora se han documentado aproximadamente 200 especies invasoras en México, de las cuales 11 son especies de anfípodos marinos. Cabe mencionar, que esta estimación acerca de la diversidad de especies invasoras en México es una subestimación del número real considerando la complejidad estructural, la heterogeneidad ambiental de los diferentes ecosistemas marinos, el tráfico de embarcaciones nacionales e internacionales y la falta de estudios sobre este tema (Winfield *et al.*, 2011).

En este estudio se pretende actualizar el conocimiento de los anfípodos del Sistema Arrecifal Sisal (SAS) y de Puerto Progreso (PP), Yucatán, enfatizando sobre las principales familias, su abundancia y distribución, así como el reconocimiento de las especies invasoras, principalmente de PP.

ANTECEDENTES

Las primeras expediciones oceanográficas que se realizaron para estudiar la fauna bentónica del Golfo de México (GM) datan de finales del siglo XIX (Shoemaker, 1933). Gracias a estos muestreos a bordo de los buques “Albatros” (1895) y “Fish Hawk” (1901-1902), Shoemaker (1933) describió tres especies de anfípodos y amplió la distribución geográfica de *Leucothoe spinicarpa* (Abildgaard, 1789) . Pearse (1908; 1912) describió géneros y especies nuevas de anfípodos en el GM.

A mediados del siglo XX, el Departamento de Oceanografía de la Universidad de Texas A & M registró más de 200 especies de crustáceos bentónicos en el GM incluyendo anfípodos, gracias a la recolección realizada por los cruceros a bordo de los B/O “Alaminos” y “Orca” (Pequegnat y Chace, 1970).

En 1968, McCain registró 28 especies de anfípodos caprélidos recolectados en el noreste (NE) y noroeste (NO) del GM en profundidades menores a los 100 metros. Más tarde, entre 1965 y 1973, fueron desarrolladas tres campañas oceanográficas por la ex URSS y Cuba en el oeste de Florida, la sonda de Campeche y el noroccidente del Mar Caribe (MC), en las cuales fueron recolectadas 32 especies de anfípodos bentónicos agrupadas en 17 familias y 30 géneros (Ortiz, 1979).

Posteriormente, McKinney (1978) analizó diferentes especies de anfípodos en sistemas costeros veracruzanos. Pequegnat *et al.* (1990) registraron 11 géneros de anfípodos en los sectores NE y NO del GM. Thomas (1993b) propuso

un manual de identificación para los anfípodos gammáridos de los arrecifes de coral del sur de Florida. Ortiz (1994) publicó la primera clave gráfica (no dicotómica) de identificación para los 137 géneros de anfípodos bentónicos en la zona costera de las Bermudas, los sectores NE, NO y parte del SE del GM, así como la región noroccidental del MC.

Borja-Espejel (1998) registró 12 especies y ocho géneros de anfípodos (Caprellidea y Gammaridea) en la plataforma continental de Veracruz y Tamaulipas como resultado de los estudios OGMEX (Oceanografía del Golfo de México) y COBEMEX (Campaña Oceanográfica del Bentos del Golfo de México). Gracias a las campañas ABCO (Abanicos Costeros) III y IV fueron identificadas 14 especies de anfípodos bentónicos (Gammaridea) asociadas a los abanicos costeros en la plataforma continental del suroeste (SO) del GM (Molina-Ruiz, 1998). Un año más tarde, Rabalais *et al.* (1999) identificaron en la plataforma continental del GM los géneros de anfípodos: *Ampelisca*, *Casco*, *Corophium*, *Erichthonius*, *Gammaropsis*, *Ischyrocerus*, *Phtisica*, *Metopella*, *Photis*, *Stenopleutes*, *Stenothoe* y *Unciola*.

Por su parte LeCroy (2000, 2002, 2004, 2007, 2011) publicó varias claves para la identificación de anfípodos gamarideos marinos y estuarinos de Florida. Cházaro-Olvera *et al.* (2002) realizaron un estudio en el SO del GM, en el cual se obtuvieron siete registros nuevos de anfípodos: *Caprella penantis* Leach, 1914; *Gammaropsis atlantica* Stebbing, 1888; *Monocorophium insidiosum* (Crawford, 1937); *Hartmanodes nyei* (Shoemaker, 1933); *Metaharpinia floridana* (Shoemaker,

1933); *Westwoodilla* sp. y *Parametopella texensis* McKinney, Kalke y Holland, 1978.

Más tarde, Escobar-Briones y Winfield (2003) identificaron 101 especies de anfípodos bentónicos en la plataforma continental y el talud continental superior del GM entre los 25 a 500 m de profundidad, agrupadas en dos subórdenes (Caprellidea y Gammaridea), 26 familias y 55 géneros. En 2004, Ortiz *et al.* publicaron una clave gráfica (no dicotómica) para la identificación de 300 especies de anfípodos bentónicos en ecosistemas someros (0-100 m de profundidad) del GM y el MC.

En el año 2006, Winfield *et al.*, analizaron la composición de especies y la distribución batimétrica con la identificación de algunas áreas de endemismo de los anfípodos bentónicos; como resultado, encontraron 56 especies, 11 pertenecientes al Suborden Caprellidea y 45 al Suborden Gammaridea. Un año más tarde, Ortiz *et al.* (2007), integraron una lista con referencias de los anfípodos del Atlántico occidental tropical (Bermudas, Florida, Bahamas, Golfo de México, Barbados y Mar Caribe). Winfield *et al.*, 2007b publicaron una clave para la identificación de los anfípodos bentónicos del GM y el sector norte del MC.

Escobar-Briones *et al.*, (2008), realizaron un estudio en el banco de Campeche acerca de los macrocrustáceos epibentónicos, analizaron los factores responsables de la variabilidad en la composición y diversidad de las especies y gracias a este estudio fueron identificadas 106 especies de macrocrustáceos agrupadas en tres órdenes, cinco infraórdenes, 40 familias y 70 géneros. Además,

Winfield *et al.*, (2009) registraron una especie nueva de anfípodo comensal *Leucothoe hortapugai* (Amphipoda: Gammaridea: Leucothoidae) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), SO del GM.

Finalmente, Escobar-Briones y Jiménez-Guadarrama (2010) publicaron una lista de macrocrustáceos (decápodos y peracáridos) de fondos carbonatados del banco de Campeche (sur del GM) analizando su abundancia, diversidad biológica y distribución, asimismo, se identificaron 64 familias, y se reportó que el número de familias, la abundancia y la distribución biológica disminuyó con la profundidad. Y Simões *et al.* (2010) dieron a conocer las especies de crustáceos reportadas para Yucatán, de las cuales 133 son anfípodos.

Para las especies invasoras en México, destacan los trabajos de Okolodkov *et al.* (2007) donde analizan las especies acuáticas no indígenas en México, entre las cuales se incluyen 12 especies invasoras de anfípodos. Hasta el 2009, CONABIO reportó 34 especies invasoras de crustáceos, de las cuales nueve son anfípodos gammarideos y corofideos marinos. Más tarde, Winfield (2009) realizó un estudio sobre las especies invasoras potenciales de anfípodos dentro del Sistema Arrecifal Veracruzano, las especies que reportó fueron: *Ampelisca burkei* Barnard y Thomas, 1989; *A. lobata* Holmes, 1908; *Ampithoe ramondi* Audouin, 1826; *Plesiolembos rectangulatus* (Myers, 1977); *Americorophium ellisi* (Shoemaker, 1943); *Apocorophium acutum* (Chevreux, 1908); *Photis macromana* McKinney, Kalke y Holland, 1978; *Erichthonius brasiliensis* (Dana, 1852); *Stenothoe gallensis* Walker, 1904; *Colomastix ircinia* LeCroy, 1995; *C. tridentata* LeCroy, 1995; *Lembos unifasciatus* y *Gammaropsis atlántica* Stebbing, 1888.

Posteriormente, Winfield *et al.* (2011) realizaron una lista actualizada de los anfípodos marinos invasores en México; esta lista incluye 11 especies pertenecientes a los subórdenes Gammaridea y Corophiidea, agrupadas en cinco familias y seis géneros. Las especies invasoras marinas para México fueron: *Ampelisca abdita* Mills, 1964; *A. burkei* Barnard y Thomas, 1989; *A. schellenbergi* Shoemaker, 1933; *Melita nítida* Smith, 1873; *Colomastix irciniae* LeCroy, 1995; *C. tridentata* LeCroy, 1995; *Ampithoe longimana* Smith, 1873; *A. pollex* Kunkel, 1910; *Apocorophium acutum* (Chevreux, 1908); *Monocorophium acherusicum* (Costa, 1853) y *M. insidiosum* (Crawford, 1937).

Sin embargo, el conocimiento de la diversidad de anfípodos marinos para las áreas naturales protegidas de México es escasa, incluyendo el reconocimiento de las especies invasoras; por lo que el presente trabajo contribuirá con la actualización de ésta información en el Sistema arrecifal Sisal-Puerto Progreso.

OBJETIVO GENERAL

Conocer la biodiversidad de las familias de los anfípodos (Gammaridea y Corophiidea) asociadas en diferentes sustratos del complejo arrecifal Sisal y del Puerto Progreso en Yucatán, con el reconocimiento de las posibles especies invasoras.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar un listado faunístico de las familias de los anfípodos asociados al Sistema Arrecifal Sisal y de Puerto Progreso.
- Analizar la distribución geográfica en el área de estudio de los organismos recolectados.
- Estimar la abundancia relativa de estos organismos por sustrato y sitio de recolecta.
- Reconocer las especies invasoras de los anfípodos de Puerto Progreso.

HIPÓTESIS

El Sistema Arrecifal Sisal es estructuralmente complejo con diversos tipos de sustratos, por lo que se esperaría encontrar una gran diversidad de anfípodos bentónicos como resultado de las adaptaciones morfológicas.

Puerto Progreso es considerado como un puerto de altura con gran tráfico marítimo, por lo que se esperaría reconocer algunas especies de anfípodos invasores derivado del mismo tráfico.

de Logan (1969) son principalmente del Pleistoceno al Plioceno hasta los 172 m de profundidad.

El clima es árido, con temperaturas promedio entre los 25 y 30 °C durante todo el año, mientras que la precipitación anual no rebasa los 500 mm (Britton y Morton, 1989). Los eventos cíclicos se definen como: época de nortes, época de secas y época de lluvias (Leipper 1954; Merino, 1992).

La corriente marina característica del área de estudio es la Corriente de Yucatán, con origen en la Corriente Norecuatorial que cruza el Atlántico Norte hacia América. Un remanente de esta última corriente se une a la Corriente Surecuatorial que corre del norte de Brasil como Corriente de las Guayanas y penetra al Caribe por el arco antillano y forman la Corriente del Caribe. Al sur de la Isla Cozumel el núcleo de la corriente gira hacia el norte y se alinea con la costa para dirigirse al canal de Yucatán. El núcleo de la corriente se separa de la plataforma y forma la Corriente de Lazo dentro del Golfo de México (Cochrane, 1968; Bessonov *et al.*, 1971; Ruiz, 1979; Merino, 1992; Mooers y Maul, 1996).

De acuerdo al mapa batimétrico de Zarco (2009), desde Sisal hacia el noroeste, se da un incremento de 25 metros de profundidad. Además, la zona sur de los arrecifes Sisal y Madagascar, pertenecientes al SAS, es menos profunda que las zonas norte de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODO

Trabajo de campo

Se establecieron 8 sitios de muestreo en el SAS y en PP de acuerdo a la geomorfología e hidrología del sistema arrecifal; fueron ubicados geográficamente con un geoposicionador manual GPS-356. La recolección de los organismos se realizó con ayuda de equipo de buceo autónomo (SCUBA) entre los 5 a 20 m de profundidad. En cada sitio se extrajeron manualmente 4 esponjas, pedacera de coral, troncos de madera, sedimento blando y pastos marinos; éste último por el método de poda que incluyó cortar toda la masa foliar desde la parte basal. Además, se realizó un raspado en algunas de las boyas (boyas, cadena y base), así como de la parte sumergida del muelle de Puerto Progreso, de acuerdo al permiso otorgado por la Administración Portuaria Integral-Progreso y la SAGARPA (DGOPA.01024.110213.0235).

Posteriormente, las muestras de cada sustrato se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas. En superficie, se les agregó gotas de solución alcohol-formaldehído (1:1) a cada bolsa para liberar y obtener los organismos asociados. En el caso de los troncos de madera y la pedacera de coral, éstos fueron fragmentados con martillo y cincel para su manejo adecuado.

Finalmente, cada una de las muestras fueron filtradas con ayuda de un tamiz de 500 μ ., posteriormente se fijaron con etanol al 70% y fueron almacenados en frascos debidamente etiquetados para su traslado al Laboratorio de Crustáceos de la FES Iztacala-UNAM.

Trabajo de Laboratorio

En el Laboratorio de Crustáceos de la FES-Iztacala-UNAM, los organismos fueron separados e identificados hasta nivel de familia, y en el caso de PP, hasta nivel específico, en ambos casos con ayuda de microscopios estereoscópicos y ópticos, y con base en las claves de Barnard y Karaman (1991), Ortiz (1991), LeCroy (2000, 2002, 2004, 2007), Bousfield y Hoover (1997), Lowry y Stoddart (1997), Myers y Lowry (2003), Ortiz *et al.* (2002), Ortiz *et al.* (2004) y Winfield *et al.* (2007b). Para la determinación, se hicieron microdisecciones para analizar los caracteres morfológicos fundamentales: mandíbulas, maxilas, labio y maxilípedos, así como los apéndices: gnatópodos, pereiópodos, pleópodos, urópodos y telson.

Trabajo de Gabinete

Se realizó un listado taxonómico con base en la propuesta filogenética de Myers y Lowry (2003), la cual considera 4 subórdenes: Gammaridea, Corophiidea, Hyperiidea e Ingolfiellidea. Con base en esta información se determinó la riqueza (número de familias) y la abundancia (número de individuos por familia). En el caso de PP, se determinó la riqueza específica (número de especies) y la abundancia (número de individuos por especie). Asimismo, se analizó la distribución de anfípodos en el área de estudio. Además, se identificaron las especies invasoras de anfípodos consultando los trabajos anfípodos invasores en México (Okolodkov *et al.*, 2007; Winfield, 2009; Winfield *et al.*, 2011), por último, los anfípodos identificados fueron depositados de la Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), del Instituto de Biología-UNAM.

RESULTADOS

Se determinaron un total de 18,448 organismos de anfípodos bentónicos en el SAS y en PP, agrupados en dos subórdenes (Gammaridea y Corophiidea), y 25 familias. A continuación se muestra el listado taxonómico de las familias encontradas en el área de estudio con base en la clasificación de Myers y Lowry, 2003:

Subphylum Crustacea Brünnich, 1772

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Peracarida Calman, 1904

Orden Amphipoda Latreille 1816

Suborden Corophiidea Leach, 1814

Infraorden Corophiida Leach, 1814

Superfamilia Aoridae Stebbing, 1899

Familia Aoridae Stebbing, 1899

Superfamilia Cheluroidea Allman, 1847

Familia Cheluridae Allman, 1847

Superfamilia Corophioidea Leach, 1814

Familia Ampithoidae Boeck, 1871

Familia Corophiidae Leach, 1814

Infraorden Caprellida Leach, 1814

Superfamilia Caprelloidea Leach, 1814

Familia Caprellidae Leach, 1814

Familia Podoceridae Leach, 1814

Superfamilia Isaeoidea Dana, 1852

Familia Isaeidae Dana, 1852

Superfamilia Photoidea Boeck, 1871

Familia Ischyroceridae Stebbing, 1899

Suborden Gammaridea Latreille, 1803

Familia Ampeliscidae Costa, 1857
Familia Ampilochidae Boeck, 1871
Familia Anamixidae Stebbing, 1897
Familia Colomastigidae Stebbing, 1899
Familia Cyproideidae Barnard, 1974
Familia Eusiridae Stebbing, 1888
Familia Haustoriidae Stebbing, 1906
Familia Hyalidae Bulycheva, 1957
Familia Iphimediidae Boeck, 1871
Familia Leucothoidae Dana, 1852
Familia Lysianassidae Dana, 1849
Familia Melitidae Bousfield, 1973
Familia Ochlesidae Stebbing, 1910
Familia Oedicerotidae Lilljeborg, 1865
Familia Phliantidae Stebbing, 1899
Familia Phoxocephalidae Sars, 1891
Familia Stenothoidae Boeck, 1871

El Suborden Gammaridea se diferenci6 del Suborden Corophiidea por incluir el n6mero mayor de familias: 17 y 8 respectivamente. Sin embargo, el Suborden Corophiidea present6 una abundancia mayor (13,368 individuos, equivalente al 72.46 %) en comparaci6n con el Suborden Gammaridea (5,080 individuos, eq. 27.54 %).

De las 25 familias reconocidas en este estudio, Corophiidae present6 el valor m6s alto de abundancia (5,072 eq. 27.49 %); seguida de Ischyroceriidae (2,583 individuos, eq. 14 %), Melitidae (2,181 individuos, eq. 11.82 %) y

Ampithoidae (1,892 individuos, eq. 10.26 %). El resto de las familias conformaron el 36.43 % (6,720 individuos) (Fig. 3).

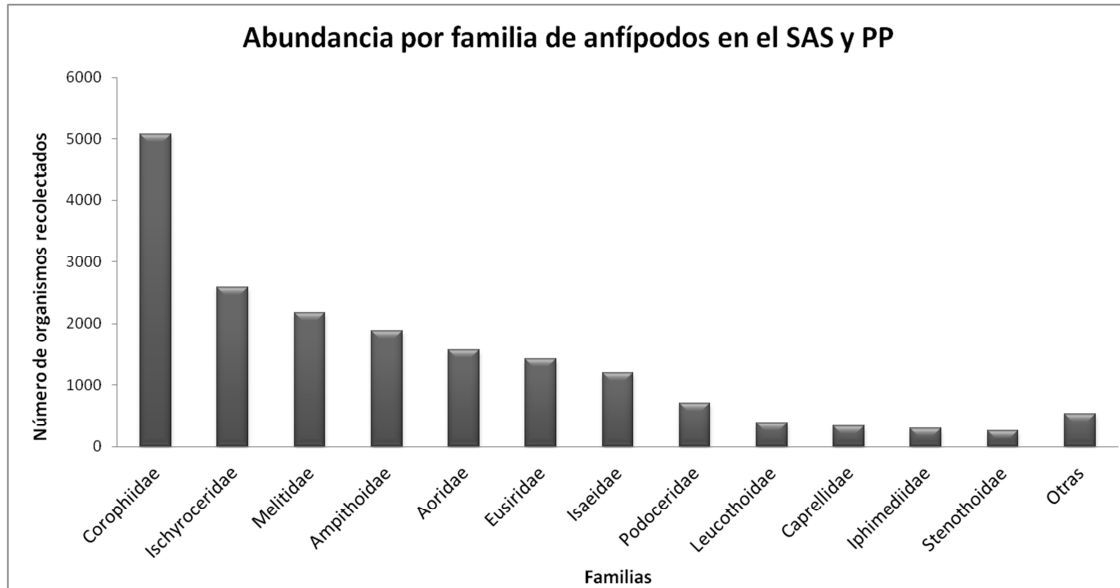


Figura 3. Número de organismos recolectados por familia en el Sistema arrecifal Sisal y Puerto Progreso, Yucatán. La categoría “Otras” incluye a las familias que presentaron menos del 1% de la abundancia total (Phliantidae, Lysianassidae, Hyalidae, Amphilochidae, Colomastigidae, Oedicerotidae, Ochlesidae, Ampeliscidae, Cyproideidae, Anamixidae, Cheluridae y Phoxocephalidae).

El SAS se caracterizó por una cantidad mayor de familias determinadas (25), así como por una abundancia total mayor (14,917 individuos, eq. 80.86 %); en comparación con PP en dónde se determinaron 3,531 individuos (19.14 %) agrupados en 17 familias (Tabla 1).

Tabla 1. Abundancia (N) y porcentaje de abundancia (N%) por familia de anfípodos en el Sistema arrecifal Sisal y en Puerto Progreso.

Sistema Arrecifal Sisal Familias	N (N%)	Puerto Progreso Familias	N (N%)
1. Corophiidae	4,687 (31.42)	1. Eusiridae	797 (22.57)
2. Ischyroceridae	2,116 (14.19)	2. Ampithoidae	476 (13.48)
3. Melitidae	1,969 (13.20)	3. Ischyroceridae	467 (13.23)
4. Ampithoidae	1,416 (9.49)	4. Aoridae	283 (8.01)
5. Aoridae	1,289 (8.64)	5. Melitidae	212 (6.00)
6. Isaeidae	1,071 (7.18)	6. Corophiidae	385 (10.90)
7. Eusiridae	629 (4.22)	7. Caprellidae	279 (7.90)
8. Podoceridae	629 (4.22)	8. Iphimediidae	200 (5.66)
9. Leucothoidae	365 (2.45)	9. Stenothoidae	177 (5.01)
10. Phliantidae	124 (0.83)	10. Isaeidae	126 (3.57)
11. Iphimediidae	100 (0.67)	11. Podoceridae	83 (2.35)
12. Lysianassidae	98 (0.66)	12. Leucothoidae	20 (0.57)
13. Stenothoidae	84 (0.56)	13. Colomastigidae	10 (0.28)
14. Hyalidae	65 (0.44)	14. Lysianassidae	7 (0.20)
15. Caprellidae	56 (0.38)	15. Ampeliscidae	3 (0.08)
16. Amphilochidae	47 (0.32)	16. Cyproideidae	3 (0.08)
17. Oedicerotidae	37 (0.25)	17. Ochlesidae	3 (0.08)
18. Ochlesidae	33 (0.22)		
19. Colomastigidae	29 (0.19)		
20. Ampeliscidae	25 (0.17)		
21. Cyproideidae	24 (0.16)		
22. Anamixidae	9 (0.06)		
23. Haustoriidae	7 (0.05)		
24. Cheluridae	5 (0.03)		
25. Phoxocephalidae	3 (0.02)		

Asimismo, estas dos áreas se diferenciaron con base en la dominancia de las familias de anfípodos. En el SAS, las familias con abundancia mayor fueron: Corophiidae (4,687 individuos, eq. 31.42 %), Ischyroceridae (2,116 individuos, eq. 14.19 %) y Melitidae (1,969 individuos, eq. 13.20 %); mientras que en PP fueron Eusiridae (797 individuos, eq. 22.57 %), Ampithoidae (476, eq. 13.48%) e Ischyroceridae (467 individuos, eq. 13.23 %) (Tabla 1). Cabe hacer mención que

las familias Ampilochidae, Anamixidae, Cheluridae, Haustoriidae, Hyalidae, Oedicerotidae, Phliantidae y Phoxocephalidae se presentaron exclusivamente en el SAS.

La abundancia mayor por sitio de recolección se registró en Punta Piedra, ya que sólo en este sitio se presentó el 39.09 % del total de organismos, en segundo lugar Bocana con 20.93 % y en tercero las boyas de PP con 15.09 %. Los sitios menos representados fueron Bajo de diez (6.81 %), Tanchit (5.68%), Bocacha (4.52 %), el muelle de PP (4.05 %) y Madagascar (3.84 %). Por otro lado, el número mayor de familias se presentó en Bajo de diez, Tanchit y las boyas del puerto (17 cada uno); en Bocacha y Punta Piedra se registraron 16 en cada uno, y finalmente, en Bocana, Madagascar y el Muelle de PP 13 en cada uno (Tabla 2).

En el SAS, la abundancia mayor de anfípodos se registró en Punta Piedra (7,211 individuos, eq. 48.34%), y la riqueza mayor en Tanchit y Bajo de diez (17 familias cada uno). El sitio con abundancia y riqueza de familias menores fue Madagascar (709 individuos, eq. 4.75% y 13 familias), seguido de Bocana (13 familias) (Tabla 2).

Tabla 2. Abundancia y riqueza por familias de anfípodos en cada sitio de muestreo dentro del sistema arrecifal Sisal y Puerto Progreso.

	S A S						P P	
	Bocacha	Bocana	Bajo de diez	Madagascar	Tanchit	Punta Piedra	Boyas	Muelle
Ampeliscidae	2	1	2	4	5	11	2	1
Amphilochoidea		29				18		
Ampithoidae	92	13	270	119	63	859	412	64
Anamixidae					9			
Aoridae	385	134	70	57	486	157	283	
Caprellidae	2	9	6	2	37		3	276
Cheluridae				5				
Colomastigidae	5	2	14	7	1		10	
Corophiidae	13	3570			11	1093	341	44
Cyproideidae	1		22			1	2	1
Eusiridae	46		35		40	508	797	
Haustoriidae	1					6		
Hyalidae		27				38		
Iphimediidae	37		31	13	16	3	200	
Isaeidae	4	12	8	12		1047	117	9
Ischyroceridae	2	11	31			2060	343	124
Leucothoidae	56		107	155	47		5	15
Lysianassidae	4	2	2	17	69	4	5	2
Melitidae	107	50	602	307	194	709	132	80
Ochlesidae			18		15		2	1
Oedicerotidae			1		36			
Phliantidae	76		31	8	9			
Phoxocephalidae		1			2			
Podoceridae			6		7	616	68	15
Stenothoidae				3		81	62	115
Abundancia total	833	3861	1256	709	1047	7211	2784	747
Riqueza	16	13	17	13	17	16	17	13

Por otro lado, en PP, la riqueza y abundancia mayores se registraron en las Boyas (2,953 individuos y 17 familias), mientras que en los pilotes de muelle se observaron los valores más bajos (723 individuos y 14 familias) (Tabla 2).

Del total de los organismos recolectados en el área de estudio, la mayoría se encontraron asociados a restos de madera (24.56%), algas (23.57%) y pedacera de coral (22.18%); el 15.88% se estimó para las boyas del puerto y el 13.81% restante de la fauna carcinológica se asoció con cnidarios (*Pterogorgia guadalupensis* Duchassaing & Michelin, 1846 y *Pseudopterogorgia americana* (Gmelin, 1791) , restos de conchas, sedimento suave, esponjas y en los pilotes del puerto (Fig. 4).

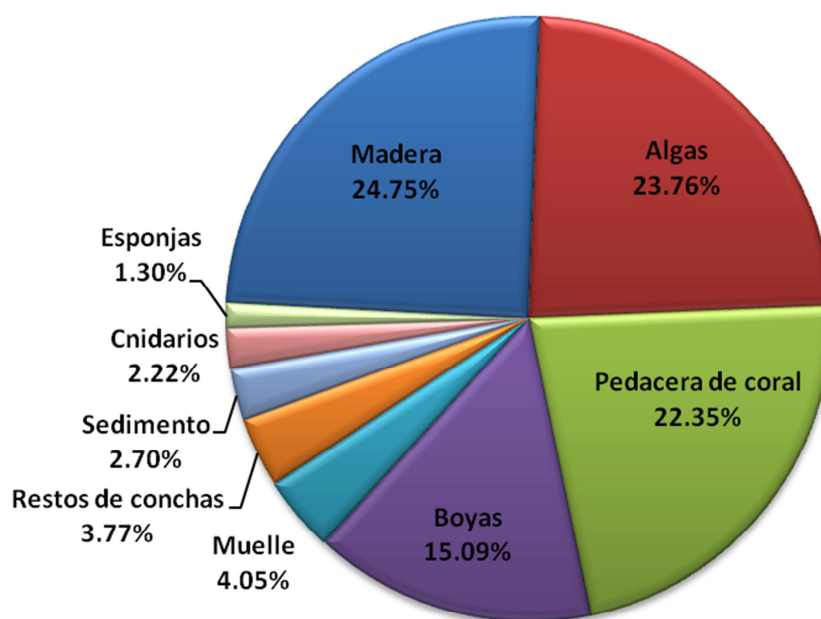


Figura 4. Abundancia de anfípodos asociados a distintos sustratos del Sistema Arrecifal Sisal y de Puerto Progreso.

Respecto a la riqueza de familias por tipo de sustrato se observó que la cantidad mayor fue para las algas (21 familias), seguida de la pedacera de coral (19 familias), las boyas (17 familias), los restos de madera (16 familias), los pilotes (14 familias), los restos de conchas (12 familias), los cnidarios y el sedimento (8 familias cada uno), y las esponjas (7 familias) (Tabla 3).

Tabla 3. Abundancia y número de familias asociadas a cada sustrato del Sistema arrecifal Sisal y de Puerto Progreso.

	Sustrato	No. De familias	Abundancia	%
SAS	Algas	21	4,383	23.57
	Pedacera de coral	19	4,124	22.18
	Madera	16	4,566	24.56
	Restos de conchas	12	696	3.74
	Sedimento	8	499	2.68
	Cnidarios	8	409	2.20
	Esponjas	7	240	1.29
PP	Boyas	17	2,953	15.88
	Pilotes	14	723	3.89

Dentro del SAS, el sustrato en donde se observó la abundancia y riqueza mayor fue en las algas (4,383 individuos, 21 familias). Mientras que en esponjas se registró la abundancia y riqueza menores (240 individuos, 7 familias). Finalmente, en PP, el sustrato con abundancia y riqueza mayores fue el de las Boyas (2,953 individuos, 17 familias); y el de los valores más bajos fue el de los pilotes (723 individuos, 14 familias) (Tabla 3).

Riqueza específica en Puerto Progreso

Fueron identificadas 40 especies agrupadas en 22 géneros, 17 familias y dos subórdenes:

Subphylum Crustacea Brünnich, 1772

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Peracarida Calman, 1904

Orden Amphipoda Latreille 1816

Suborden Corophiidea Leach, 1814

Infraorden Corophiida Leach, 1814

Superfamilia Aoridae Stebbing, 1899

Familia Aoridae Stebbing, 1899

Género *Bemlos* Shoemaker, 1925

B. barnardi (Ortiz & Nazábal, 1988)

Género *Lembos* Bate, 1857

L. websteri Bate, 1857

Género *Plesiolembos* Myers, 1988

P. ovalipes (Myers, 1979)

P. rectangulatus (Myers, 1977)

Superfamilia Corophioidea Leach, 1814

Familia Ampithoidae Boeck, 1871

Género *Ampithoe* Leach, 1814

A. longimana Smith, 1873

A. marcuzzi Ruffo, 1954

A. ramondi Audouin, 1826

Familia Corophiidae Leach, 1814

Género *Laticorophium* Bousfield & Hoover, 1997

L. baconi (Shoemaker, 1934)

Género *Monocorophium* Bousfield & Hoover, 1997

M. acherusicum (Costa, 1851)

Monocorophium sp.

Infraorden Caprellida Leach, 1814

Superfamilia Caprelloidea Leach, 1814

Familia Caprellidae Leach, 1814

Subfamilia Caprelinae Leach, 1814

Género *Caprella* Lamarck, 1801

C. equilibra Say, 1818

C. penantis Leach, 1814

Género *Paracaprella* Mayer, 1890

P. pusilla Mayer, 1890

Familia Podoceridae Leach, 1814

Género *Podocerus* Leach, 1814

P. brasiliensis (Dana, 1853)

Superfamilia Isaeoidea Dana, 1852

Familia Isaeidae Dana, 1852

Género *Photis* Kroyer, 1842

P. longicaudata (Bate & Westwood, 1863)

Photis sp.

Superfamilia Photoidea Boeck, 1871

Familia Ischyroceridae Stebbing, 1899

Género *Erichthonius* Milne-Edwards, 1830

E. brasiliensis (Dana, 1853)

Suborden Gammaridea Latreille, 1803

Familia Ampeliscidae Costa, 1857

Género *Ampelisca* Kroyer, 1842

A. schellenbergi Shoemaker, 1933

Familia Colomastigidae Stebbing, 1899

Género *Colomastix* Grube, 1861

Colomastix sp.

Familia Cyproideidae Barnard, 1974

Género *Hoplopheonoides* Shoemaker, 1956

- Hoplopheonoides* sp.
- Familia Eusiridae Stebbing, 1888
- Género *Nasageneia* Barnard & Karaman, 1982
- N. yucatanensis* Ledoyer, 1986
- Familia Iphimediidae Boeck, 1871
- Género *Iphimedia* Rathke, 1843
- Iphimedia* sp.
- Familia Leucothoidae Dana, 1852
- Género *Leucothoe* Leach, 1814
- L. ashleyae* Thomas & Klebba, 2006
- L. cf. barana* Thomas & Klebba, 2007
- L. cf. garifunae* Thomas & Klebba, 2007
- L. ubouhu* Thomas & Klebba, 2007
- L. wuriti* Thomas & Klebba, 2007
- Familia Lysianassidae Dana, 1849
- Género *Shoemakerella* Pirlot, 1936
- S. cubensis* (Stebbing, 1897)
- Familia Melitidae Bousfield, 1973
- Género *Dulichella* Stout, 1912
- D. appendiculata* (Say, 1818)
- D. lecroyae* Lowry & Springthorpe, 2007
- Género *Elasmopus* Costa, 1853
- E. balkomanus* Thomas & Barnard, 1988
- E. pecteniscrus* (Bate, 1862)
- E. rapax* Costa, 1853
- Género *Quadrimaera* Krapp-Schickel & Ruffo, 2000
- Q. miranda* (Ruffo, Krapp-Schickel & Gable, 2000)
- Q. pacifica* (Schellenberg, 1938)
- Q. quadrimana* (Dana, 1852)
- Familia Ochlesidae Stebbing, 1910
- Género *Curidia* Thomas, 1983

Curidia sp.

Familia Stenothoidae Boeck, 1871

Género *Stenothoe* Dana, 1852

S. cf. gallensis Walker, 1904

S. gallensis Walker, 1904

S. georgiana Bynum & Fox, 1977

En Puerto Progreso, las familias con la riqueza de especies mayor fueron Melitidae (8 especies), Leucothoidae (5 especies) y Aoridae (4 especies). Para las familias Ampithoidae, Caprellidae, Corophiidae y Stenothoidae, se identificaron 3 especies en cada una. Una especie por familia fue reportada para las restantes. *Nasageneia yucatanensis*, *Erichthonius brasiliensis* y *Laticorophium baconi* presentaron la abundancia mayor (797, 467 y 373 individuos, respectivamente). Las especies con cantidad menor de individuos fueron *Bemlos barnardi*, *Dulichchiella lecroyae*, *Leucothoe cf. barana*, *Leucothoe ubouhu*, *L. wuriti*, *Photis longicaudata*, *Plesiolembos ovalipes* y *Quadrimaera quadrimana*

En los pilotes de Muelle de PP se obtuvo una riqueza mayor de especies (29), mientras que en las boyas se reconocieron 27 especies. Sin embargo, la abundancia más alta se registró en las boyas (2, 784 individuos, eq. 78.84 %) en comparación con el sustrato boyas (747 individuos, eq. 21.16 %)

DISCUSIÓN

Composición faunística de los anfípodos bentónicos

El Orden Amphipoda constituye un grupo importante de crustáceos peracáridos en los sistemas arrecifales con base en el número de especies y la abundancia por unidad de área (Winfield y Escobar-Briones, 2007). Estos organismos intervienen en la estructura comunitaria arrecifal como un componente bentónico e hiperbentónico dominante, son un recurso alimenticio para varios invertebrados y peces marinos, constituyen vectores intermediarios en la transmisión de parásitos y, en áreas naturales protegidas, han sido documentadas como especies invasoras, exóticas y nativas.

En este estudio se reconocieron 25 familias de anfípodos bentónicas agrupadas en los subórdenes Corophiidea y Gammaridea: 17 familias para el primero y 8 para el segundo. Asimismo, en el Sistema Arrecifal Sisal se reconocieron 25 y 17 para Puerto Progreso, ambos localizados en la zona costera del estado de Yucatán.

Esta diferencia en el número de familias entre los subórdenes se debe por un lado a que la forma Reptantia (Crophiiidea) tiene hábitos mas bentónicos en comparación con la forma Natantia (como los gamarideos) que incluye organismos hiperbentónicos y debido a que en este estudio el tipo de muestreo se enfocó principalmente a organismos bentónicos asociados a diferentes sustratos, se presentó un predominio de familias con la forma Reptantia; y por otro lado se debe al arreglo taxonómico utilizado, propuesto por Myers y Lowry (2003), en el que incluye la cantidad mayor de familias en el nuevo Suborden Corophiidea y, en

menor proporción, en el Gammaridea. Asimismo, el número de familias encontradas en este puede atribuirse también, a diferentes factores: geomorfológicos, hidrodinámica e influencia del tráfico marítimo, así como a la cobertura de muestreo y el permiso de recolecta científica otorgado por la CONAPESCA, donde se limita la cantidad de sustratos a coleccionar, la cantidad de sitios de muestreo, y la calidad y cantidad de técnicas de muestro empleadas.

El SAS se caracteriza como un ambiente arrecifal en crecimiento estructural de los bloques de corales pétreos, con presencia de bosques muy desarrollados de sargazos (hasta 12-13 m de altura desde la parte basal), así como al desarrollo amplio con una cobertura extensa de las camas de macroalgas en los tres principales arrecifes (derivado de la poca profundidad del ambiente arrecifal, 7 m en promedio, así como por la luminosidad intensa y la transparencia alta), adicional a las constantes corrientes derivadas del Mar Caribe, ricas en nutrimentos y gases disueltos, generado las condiciones adecuadas para que un número amplio de familias de anfípodos bentónicas se desarrollen en este complejo arrecifal (Zarco, 2009). Asimismo, la presencia de sistemas salobres (lagunas y estuarios-esteros) con una cantidad importante de mangle, favorecen la presencia de familias con afinidades a restos de mangle (madera) para ser transportadas desde la línea de costa hacia mar adentro. Por otro lado, y derivado del origen biológico de las playas frente al SAS, la gran cantidad de conchas y otros sustratos biológicos, permitieron el establecimiento de las familias capaces de producir tubos y adherirse a estos sustratos, p.ej., las familias Corophiidae e Ischyroceridae, hecho consistente con este estudio.

Por otro lado, se ha documentado que los organismos pertenecientes a la Familia Corophiidae son un componente dominante y prácticamente cosmopolita (Myers y Lowry, 2003). En general, son organismos capaces de incrustarse y producir tubos, pudiendo ser transportados con mayor eficiencia a grandes distancias por la deriva natural de diferentes tipos de escombros (Winfield *et al.*, 2006; LeCroy, 2004). En este estudio se encontró la mayor parte de corófidos asociados a troncos de madera de los dos sitios sobre la línea de costa.

Colateralmente, los isquiocéridos son considerados también como organismos tubícolas asociados a una cantidad amplia de sustratos duros como piedras, pilotes, plataformas petroleras, conchas de gasterópodos, algas, esponjas, hidrozooos y fondos de arena (Bousfield, 1973; Lewbel *et al.*, 1987; Lewis, 1984, 1987; Rakocinski *et al.*, 1993, 1996; Nelson, 1995; Thomas, 1993b; Oliva-Rivera y Jiménez-Cueto, 1997; Serejo, 1998; Oliva Rivera, 2003); hecho que concuerda con este trabajo, debido a que esta familia se encontró en la mayoría de los sitios de muestreo y en la mayoría de los sustratos recolectados.

La Familia Melitidae incluye organismos adaptados a diferentes tipos de sustratos; por lo que en este estudio, además de ser observada en todos los sitios de muestreo, fueron recolectados en todos los sustratos (Tabla 5). En trabajos anteriores, se demostró que los miembros de esta familia pueden asociarse a rocas, pedacera de coral, fondos arenosos y fangosos, cama de algas, muelles, pilotes, embarcaderos, raíces de mangle y, entre hidrozooos y esponjas (Thomas, 1993b; LeCroy, 2000); hecho consistente con este estudio.

Cabe mencionar que las familias Ampithoidae, Ampeliscidae y Lysianassidae, se encontraron en todos los sitios de muestreo, pero en cantidades menores que las anteriores. Esto pudo deberse a diferentes adaptaciones desarrolladas a través del tiempo. Por ejemplo, la construcción de nidos/tubos en algas que mantienen unidas con secreciones producidas por sus glándulas (Ampithoidae), habitan como tubícolas endobentónicas demersales con incursión en la columna de agua de manera periódica (Ampeliscidae), y han ocupado la provincia pelágica como un componente planctónico permanente (Lysianassidae) (Thomas, 1993b). Lo anterior les ha permitido una sobrevivencia mayor y un potencial alto para colonizar distintos tipos de hábitats y expandir su distribución.

Escobar-Briones y Jiménez-Guadarrama (2010) documentó que los factores ambientales, como la temperatura, la concentración de clorofila y la salinidad en el sedimento influyen de manera importante en la distribución de los peracáridos en fondos carbonatados. Así mismo, la distribución y dispersión de los anfípodos bentónicos e hiperbentónicos se han atribuido a diferentes factores: historia y geomorfología de la cuenca oceánica, eventos de vicarianza, corrientes superficiales y de turbidez, aportes de los ríos, migración de vertebrados e invertebrados, transporte de plantas acuáticas y embarcaciones como fauna incrustante y en agua de lastre (Winfield *et al.* 2006, 2007a; Okolodkov *et al.* 2007, LeCroy *et al.* 2009). Hechos que pudieran incidir en la distribución de estos crustáceos en la zona costera de la Península de Yucatán, donde se incluye el arrecife Sisal y Puerto Progreso.

A diferencia del SAS, en el PP, donde la actividad marítima en cuanto al tráfico de embarcaciones turísticas y no turísticas es mayor, se incluye la presencia de boyas y pilotes en el recinto portuario de la Administración Portuaria Integral (API-Progreso) como únicos sustratos para que las algas y los anfípodos bentónicos asociados se adhieran. Esto trae como consecuencia que las familias con afinidades por las macroalgas se encuentren con incidencia mayor en esta zona, tal es el caso de las familias Eusiridae y Ampithoidae.

En comparación con este estudio, algunos autores han documentado diferentes familias en sistemas arrecifales del Golfo de México y el norte del Mar Caribe (Tabla 4): Thomas (1993b) reportó 28 familias en los arrecifes de coral del sur de Florida, atribuido a la presencia de pedacera de coral y esponjas principalmente. En el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), Winfield *et al.* (2007a y 2010) reportaron en total de 17 familias, atribuido a la heterogeneidad del ambiente, las asociaciones simbióticas que se establecen con otros organismos, y a que algunas familias son hiperbentónicas, lo que facilita el incrustamiento en sustratos duros. Paz-Ríos *et al.*, (2013) registraron 11 familias en el Arrecife Alacranes, relativamente cercano al área de muestreo en este estudio, atribuyendo esta riqueza al esfuerzo de muestreo, sugiriendo que sus resultados son una subestimación al número real teniendo en cuenta la complejidad estructural y la heterogeneidad ambiental del ecosistema marino. En el norte del Mar Caribe (Caribe mexicano), Winfield y Escobar-Briones (2007) documentaron 9 familias de anfípodos bentónicos, riqueza atribuida a la complejidad y heterogeneidad del hábitat, al número elevado de microhábitats, a

las adaptaciones biológicas de los anfípodos, al desarrollo del sistema arrecifal y procesos asociados a la hidrodinámica y clima, así como a la depositación de material calcáreo de arrecifes elevados. Oliva- Rivera (2003) registró 16 familias de anfípodos en el Banco Chichorro, Quintana Roo (Caribe mexicano) atribuyéndolo a la naturaleza de los sustratos colectados, la variabilidad de hábitats en el ambiente y a una diversidad alta de algas marinas.

Tabla 4. Registro del número de familias de anfípodos en diferentes estudios del Golfo de México y el norte del Mar Caribe.

	Sistema Arrecifal	Número de familias	Autores
Golfo de México	Sur de Florida	28	Thomas, 1993b
	PNSAV	17	Winfield, 2007a, 2010
	Alacranes	11	Paz-Ríos, et al., 2013
Mar Caribe	Arrecifes del Sector norte del MC	9	Winfield y escobar-Briones, 2007
	Banco Chichorro	16	Oliva Rivera, 2003

PNSAV= Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Relación sustrato vs familia

Con respecto a la presencia de las familias de anfípodos y los tipos de sustratos, se encontró en este estudio que la madera representó el sustrato con el número mayor de organismos asociados (Tabla 5). Los troncos de madera proporcionan espacios colonizables, protección contra depredadores, y sitios de alimentación y reproducción (Montalvo-Urgel *et al.*, 2010). Las macroalgas y las esponjas constituyen hábitats importantes en los arrecifes de coral, ya que albergan diferentes especies de crustáceos, que son un recurso alimenticio para varias especies de peces (Lewis, 1987). Las macroalgas son un componente dominante en el SAS (Zarco, 2009), por lo que se colectaron varias especies de macroalgas en todos los sitios muestreados, y como resultado, representaron el 23.57% de los organismos, con 21 familias de las 25 identificadas.

Tabla 5. Presencia de familias de anfípodos en distintos sustratos del Sistema Arrecifal Sisal y Puerto Progreso, Yucatán.

	Madera	Algas	Pedacera de coral	Restos de conchas	Sedimento	Cnidarios	Esponjas	Boyas	Pilotes
Ampeliscidae	*	*	*	*			*	*	*
Amphiloichidae	*		*	*	*				
Ampithoidae	*	*	*	*		*	*	*	*
Anamixidae		*	*						
Aoridae	*	*	*	*	*		*	*	
Caprellidae	*	*	*					*	*
Cheluridae						*			
Colomastigidae	*	*	*			*	*	*	
Corophiidae	*	*	*	*	*			*	*
Cyproideidae		*						*	*
Eusiridae	*	*	*					*	
Haustoriidae			*	*	*				
Hyalidae		*		*	*				
Iphimediidae		*	*					*	
Isaeidae	*	*	*	*	*			*	*
Ischyroceridae	*	*	*	*	*	*		*	*
Leucothoidae		*	*			*	*	*	*
Lysianassidae	*	*	*			*		*	*
Melitidae	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ochlesidae		*						*	*
Oedicerotidae		*	*						
Phliantidae		*	*				*		
Phoxocephalidae	*		*						
Podoceridae	*	*						*	*
Stenothoidae	*					*		*	*

Colomastigidae y Leucothoidae son comensales de esponjas y realizan todo el ciclo de vida en el interior (LeCroy, 1995); lo anterior se observa en nuestros resultados ya que en todas las esponjas recolectadas, estas familias se presentaron con 100% de frecuencia (Tabla 5). Algunas familias pueden ser hiperbentónicas; es decir, constituyen elementos bentónicos que incursionan en la columna de agua con fines reproductivos, alimenticios y/o migratorios, por ejemplo: algunas especies de la familia Ampeliscidae, Lysianassidae s.l., Oedicerotidae, Phoxocephalidae y Sinopiidae (Winfield *et al.*, 2007b). Esto podría explicar, en parte, que algunas familias específicas de un sustrato, pudieran encontrarse en otro sustrato no específico.

Distribución de las familias de anfípodos

En este estudio se observó un patrón de distribución de las familias de anfípodos bentónicos desde la línea de costa hacia mar abierto, tanto en el número de familias como en la cantidad de organismos: los sitios de muestreo con una riqueza mayor de familias correspondieron aquéllos cercanos a la línea de costa, con un decremento de familias y de número de organismos en Madagascar, sitio más alejado del litoral.

Se aprecia en este estudio un gradiente decreciente en el número de familias y de individuos hacia mitad de la plataforma continental de Yucatán (Fig. 5). Esto puede atribuirse a diferentes factores: Escobar-Briones y Jiménez-Guadarrama (2010) documentaron que los factores físicos y biológicos en el cuerpo de agua y en los espacios intersticiales del sedimento, influyen de manera importante en la distribución de los crustáceos peracáridos en fondos

carbonatados. Además, el aporte de restos de madera provenientes de los manglares de Sisal, proporcionaron sustratos canonizables para los anfípodos cercanos a la línea de costa, como es la madera, la cual sólo se colectó en Bocana y Punta Piedra, donde se encontraron la mayoría de organismos asociados en comparación con otros sustratos.

Sin embargo, Bocana, ubicado en la línea de costa presentó un número igual de familias que Madagascar. Esto pudo ser atribuido a que Bocana es un sistema salobre rodeado por manglar, por lo que los únicos sustratos fueron restos de madera y sedimento, facilitando la presencia de familias adaptadas a estos ambientes y sustratos específicos: Corophiidae, con el 92% de la abundancia de este sitio.

Las familias Melitidae, Aoridae Ampithoidae y Leucothoidae, fueron las que se distribuyeron en casi todos los sitios considerados en el SAS y en PP. Esto puede explicarse por la presencia de diferentes adaptaciones de los organismos en los ecosistemas marinos. Leucothoidae, por ejemplo, es comensal de esponjas y otros sustratos biológicos, y debido a que en casi todos los sitios hubo colecta de este sustrato, esta familia presentó una distribución amplia en el ambiente arrecifal. La familia Ampithoidae representa un grupo abundante de anfípodos encontrados en las zonas tropicales someras hasta los ambientes marinos templados de todo el mundo (Conlan, 1982). Son herbívoros, que habitan principalmente macroalgas y pastos marinos (Poore y Lowry, 1997), lo cual concuerda con nuestros resultados, ya que en todo el SAS hay una gran variedad de macroalgas y pastos marinos (Zarco, 2009). Además, algunos representantes

de esta familia habitan tubos entre macroalgas, que construyen con un cemento mucoidal secretado por los dactilos de los pereopodos 3 y 4 (Conlan, 1982), ofreciendo una mayor protección. Finalmente, la familia Aoridae, se distribuye en todo el mundo alcanzando su diversidad mayor en los arrecifes de coral, en aguas poco profundas y muy raramente en mar profundo (Myers 1988). Los aoridos son detritívoros, pero también puede ser depredadores oportunistas (Myers 1981), asociados a macroalgas, fondos blandos, pedacera de coral, y praderas marinas, hechos consistentes en este estudio.

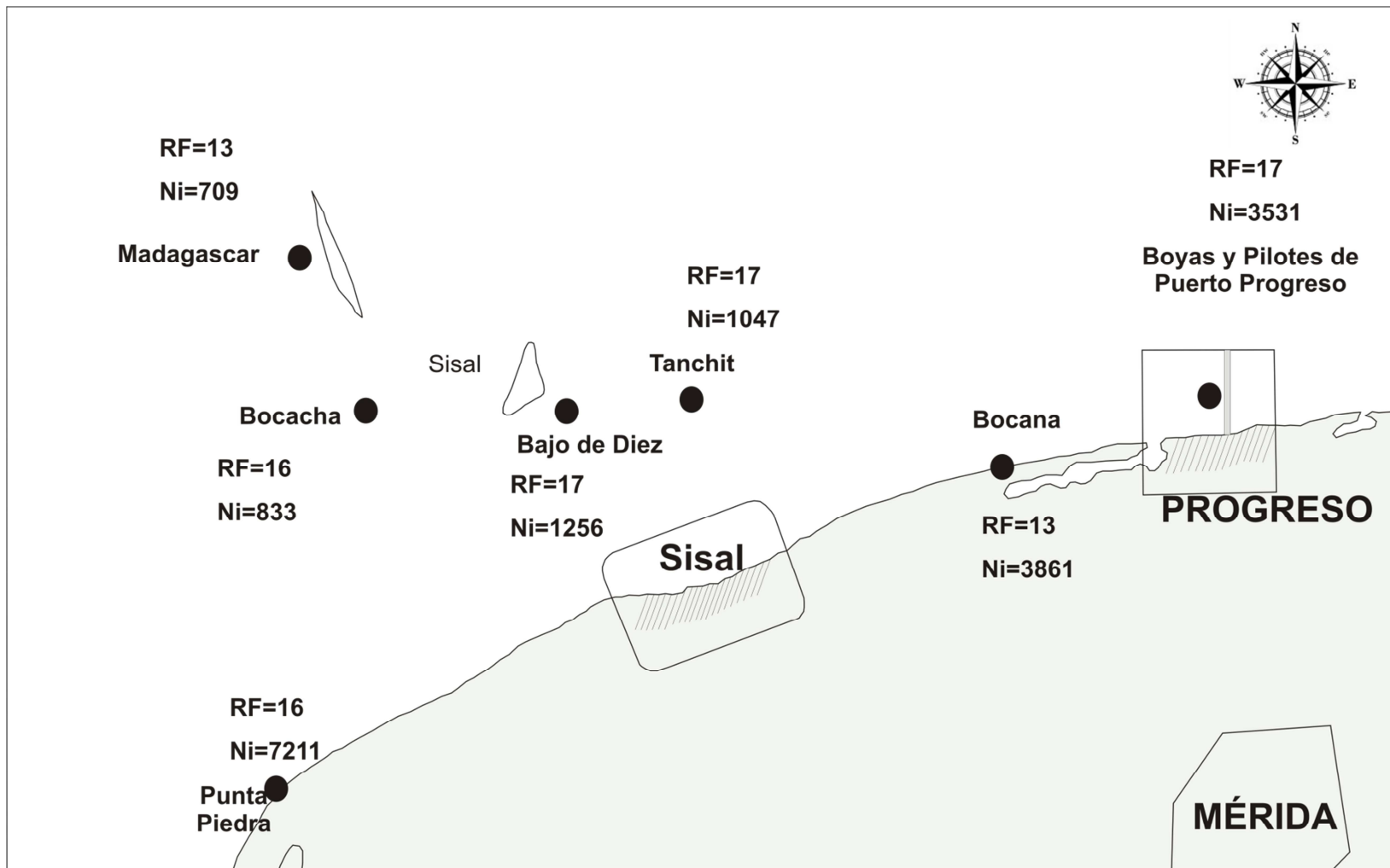


Figura 5. Distribución de las familias de anfípodos en el Sistema Arrecifal Sisal y en Puerto Progreso, Yucatán. RF= Riqueza de familias, Ni=Número de individuos (Elaborado por Muciño Reyes, María del Refugio y Cruz Cano, Norma Berenice).

Especies invasoras en Puerto Progreso

En este estudio las especies invasoras fueron referidas aquellas identificadas en Puerto Progreso, debido a que el análisis de estas especies debe de fundamentarse a nivel específico, y en aquellos sitios con un tráfico marítimo mayor, adicional a la presencia de embarcaciones de uso comercial y aquellas de uso turístico. En Puerto Progreso se recolectaron 3, 531 individuos agrupados en dos subórdenes, 17 familias, 22 géneros y 40 especies. De éstas, *Ampelisca schellenbergi*, *Ampithoe longimana* y *Monocorophium acherusicum* fueron reconocidas como especies invasoras de acuerdo a los trabajos de Okolodkov *et al.*, 2007 y Winfield *et al.*, 2011. Adicionalmente, se reconocieron como especies potencialmente invasoras a *Ampithoe ramondi*, *Erichthonius brasiliensis*, *Plesiolembos rectangulatus* y *Stenothoe gallensis*, fundamentado en el trabajo de Winfield (2009) (Tabla 6).

Tabla 6. Especies de anfípodos reportadas como invasoras o potencialmente invasoras en otros estudios.

	Okolodkov et al., 2007	Winfield, 2009	Winfield et al., 2011	Este estudio
<i>Ampelisca abdita</i>			*	
<i>A. burkei</i>		*	*	
<i>A. lobata</i>		*		
<i>A. schellenbergi</i>			*	*
<i>Ampithoe longimana</i>	*		*	*
<i>A. pollex</i>	*		*	
<i>A. ramondi</i>		*		*
<i>Americorophium ellisi</i>		*		
<i>Apocorophium acutum</i>		*	*	
<i>Colomastrix ircinia</i>		*	*	
<i>Colomastrix tridentata</i>		*	*	

<i>Erichthonius brasiliensis</i>		*	*
<i>Gammaropsis atlantica</i>		*	
<i>Grandidierella japonica</i>	*		
<i>Lembos unifasicatus</i>		*	
<i>Melita nitida</i>			*
<i>Monocorophium acherusicum</i>	*	*	*
<i>M. insidiosum</i>	*	*	
<i>M. uenoi</i>	*		
<i>Photis macromana</i>		*	
<i>Plesiolembos rectangulatus</i>		*	*
<i>Stenothoe gallensis</i>		*	*

Se ha documentado que los anfípodos invasores son introducidos por diferentes vías, en el transporte de animales y plantas acuáticas, asociados al agua de lastre o en embarcaciones como fauna incrustante (Okolodkov *et al.*, 2007). Estos organismos ejercen efectos negativos sobre la biodiversidad nativa ocasionando reducción en la riqueza y la abundancia de varias especies de invertebrados (Pérez-Schultheiss, 2009; Winfield *et al.*, 2011), con la dominancia de otras especies y la modificación de algunos procesos ecológicos relacionados con las cadenas alimenticias (Álvarez *et al.*, 2000; Winfield, 2009; Winfield *et al.*, 2007a).

Puerto Progreso es considerado un puerto de altura, base marítima de una importante industria pesquera, además de ser un puerto turístico en pleno crecimiento ya que llegan a éste cruceros de gran calado. Asimismo, este puerto cuenta con rutas comerciales que lo comunican de manera directa a los Estados Unidos con los puertos de Galveston, Nueva Orleans, Port Manatee y Houston; con La Habana; en el Caribe con Kingston; en Centro América con Santo Tomás

de Castilla, Puerto Cortés, Puerto Limón, Manzanillo, Cartagena y Santa María (SEMAR, 2012). Debido a esto, se pudiese atribuir la incursión de las especies de anfípodos documentadas como invasoras en este estudio al tráfico marítimo nacional e internacional, dispersándose como fauna incrustante en los cascos de las embarcaciones. Un hecho importante a validar en estudios posteriores sería la comprobación de esta hipótesis, misma que ya ha sido documentada en el Sistema Arrecifal Veracruzano.

Las especies incrustantes en los cascos de barcos o en superficies distintas se refieren a un proceso llamado “proceso de incrustamiento o colonización”. Este proceso inicia con la producción de una película orgánica (Allison, 2003), con la subsecuente colonización de organismos (Kerr *et al.*, 2003). Esta serie de eventos complejos donde se reconoce la asociación de organismos incrustantes marinos, incluye en orden secuencial: bacterias y diatomeas, esporas de macroalgas y protozoarios y larvas y adultos de macroincrustantes (Richmond y Seed, 1991; Abarzua y Jakubowski, 1995). La colonización de macrocrustáceos incrustantes ocurre después de la producción de la película biomolecular (biofilm) y el asentamiento de microorganismos y macroalgas (cerca de dos meses), con el arribo de los balanos y, posteriormente, con la incursión de los anfípodos tubícolas, fundamentalmente. Después, y con el avance en el proceso de colonización/incrustamiento, se incrementa la presencia de estos macrocrustáceos tubícolas y/u ocupantes de tubos vacíos, así como aquellos con adaptaciones hiperbentónicas (Winfield *et al.*, 2010).

Las especies *Ampelisca schellenbergi*, *Ampithoe longimana*, ya caracterizadas como invasoras en México, habitan en macroalgas, entre otros sustratos biológicos y no biológicos (Winfield *et al.*, 2011). En el presente estudio, también se encontraban asociadas a macroalgas (*Bostrychia tenella* (J. V. Lamouroux) J. Agardh, 1863; *Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngbye, 1819; y otras camas de alga). Sin embargo, también fueron asociadas a restos de cable entre los pilotes del puerto. Esto es un ejemplo claro de que este tipo de especies presentan una tolerancia amplia al estrés y a la perturbación ambiental y, gracias a esto, pueden adaptarse a nuevos hábitats.

CONCLUSIONES

- Se recolectaron un total de 18, 448 organismos agrupados en dos subórdenes y 25 familias, contribuyendo al conocimiento de la biodiversidad de anfípodos en el Sistema Arrecifal Sisal y en Puerto Progreso, Yucatán.
- La abundancia mayor se encontró en los sitios de muestreo cercanos a la línea de costa, mostrando un gradiente decreciente hacia mar adentro.
- La riqueza de familias también se encontró en los sitios de muestreo cercanos a la línea de costa, mostrando el mismo gradiente decreciente hacia mar adentro.
- El 48.51% de la abundancia total se encontró asociada a madera y macroalgas.
- En Puerto Progreso se recolectaron 3, 531 organismos agrupados en 22 géneros, 17 familias y dos subórdenes. De éstas, se reconocieron tres especies invasoras y cuatro especies potencialmente invasoras.
- Como recomendación, se propone dar seguimiento a este estudio para conocer la riqueza específica del SAS. Además de dar seguimiento al estudio de especies invasoras en los principales puertos de país para tener la información suficiente y tomar las medidas necesarias para prevenir la entrada de especies no nativas.

LITERATURA CITADA

- Abarzua, S. y S. Jakubowski. 1995. Biotechnological investigation for the prevention of biofouling. Biotechnological and biochemical principles for the prevention of biofouling. Marine Ecology Progress Series 123: 301-312
- Ahyong, S. T., J. K. Lowry, M. Alonso, R. N. Bamber, G. A. Boxshall, P. Castro, S. Gerken, G. S. Karaman, J. W. Goy, D. S. Jones, K. Meland, D. C. Rogers y J. Svavarsson. 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. *In: Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* Zhang, Z-Q. (ed.). Zootaxa 3148:165-191.
- Allison, D. G. 2003. The biofilm matrix. Biofouling 19: 139-150.
- Alvarez F., I. Winfield and S. Cházaro-Olvera. 2000. Population study of the landhopper *Talitroides topitotum* (Crustacea: Amphipoda: Talitridae) in central Mexico. Journal of Natural History 34: 1619-1624.
- Barnard, J. L. y G. S. Karaman. 1991. The families and genera of marine Gammaridean Amphipoda (except marine Gammaroids). Records of the Australian Museum, Supplement 13, parts I y II. 866 p.
- Bax N, J. T. Carlton, A. Mathews-Amos, R. L. Headich, F. G. Howarth, J. E. Purcell, A. Rieser y A. Gray. 2001. The control of biological invasions in the World's Oceans. Conservation Biology 15 (5): 1234-1246.
- Bellan-Santini, D. 1997. Amphipods of the cold deep community on the south Barbados. Crustaceana 70: 1-30.

- Bessonov, N., O. González y A. Elizarov. 1971. Resultado de las Investigaciones Cubano Soviéticas en el Banco de Campeche. *In*: Coloquio sobre Investigaciones y Recursos del Mar Caribe y Regiones Adyacentes, UNESCO (eds.). 317-323 p.
- Borja-Espejel, M. 1998. Anfípodos de la Plataforma Continental del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 67 p.
- Bousfield, E. L. 1973. Shallow-water Gammaridean Amphipoda of New England. Cornell University Press, Ithaca, N.Y., 312 pp.
- Bousfield E. L. y P. M. Hoover. 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 (3): 67-139.
- Britton, J. C. y B. C. Morton. 1989. Shore ecology of the Gulf of México. University of Texas Press, Texas. 387 pp.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 1990. Invertebrados. Ed. McGraw-Hill Interamericana. New York. 560 pp.
- Cházaro-Olvera, S., I. Winfield, M. Ortiz y F. Álvarez. 2002. Peracarid crustaceans from three inlets in the southwestern Gulf of Mexico: new records and range extensions. *Zootaxa* 123: 1-16.

- Cochrane, J. D. 1968. The Yucatán Current, upwelling of Northeastern Yucatan and currents and waters of Western Equatorial Atlantic. *Oceanography of the Gulf of Mexico*. Progress Report. TAMU. Ref. No. 66-23T: 14-32.
- Conlan, K. E. 1982. Revision of the gammaridean amphipod family Ampithoidae using numerical analytical methods. *Canadian Journal of Zoology* 60: 2015-2027.
- CONABIO. 2009. Especies invasoras en México. [Consultado el 4 de Julio del 2012] <www.conabio.gob.mx>
- Escobar-Briones, E. y L. A. Soto. 1997. Continental shelf benthic biomass in the western Gulf of Mexico. *Continental Shelf Research* 17: 585-604.
- Escobar-Briones, E. y I. Winfield. 2003. Checklist of the benthic Gammaridea and Caprellidea (Crustacea: Peracarida: Amphipoda) from the Gulf of Mexico continental shelf and slope. *Belgian Journal of Zoology* 133(1): 37-44.
- Escobar-Briones, E. y E. L. Jiménez-Guadarrama. 2010. Macrocrustáceos (Peracarida, Decapoda) de fondos carbonatados del sector occidental del banco de Campeche en el sur del golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: S63-S72.
- Escobar-Briones, E., A. Gaytán-Caballero y P. Legendre. 2008. Epibenthic megacrustaceans from the continental margin, slope and abyssal plain of the southwestern Gulf of Mexico: Factors responsible for variability in species composition and diversity. *Deep-Sea Research II* 55:2667-2678.

- García-Cubas, A., M. Reguero y L. Jácome. 1994. Moluscos Arrecifales de Veracruz, México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1443 pp.
- Jordán-Dahlgren, E. 2004. Arrecifes coralinos del Golfo de México: caracterización y diagnóstico. In Diagnóstico ambiental de Golfo de México. M. Caso, I. Pisanty y E. Escurra. Instituto Nacional de Ecología / Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. p. 555-572.
- Jordán-Dahlgren, E. and Rodríguez-Martínez, E. 2003. The Atlantic Coral Reefs of Mexico *In: Latin American Coral Reefs*. Cortés J. (ed.). Elsevier Science, Amsterdam. 131-158 p.
- Kerr, A., M. J. Smith and M. J. Cowling. 2003. Optimizing optical port size on underwater marine instruments to maximize biofouling resistance. *Material Desing* 24: 247-253.
- 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. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, Annual report, Contract No. WM724: 195 pp.

LeCroy, S. 2002. An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 2. Families Ampeliscidae, Amphilochidae, Ampithoidae, Aoridae, Argissidae and Haustoriidae., Florida Department of Environmental Protection. Annual report, Contract No. WM724: 197-410 pp.

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, Cypropoideiae and Dexaminidae. Annual report. Florida Department of Environmental Protection. Contract No. WM724: 411-502 pp.

LeCroy, S. 2007. An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine gammaridean Amphipoda of Florida. Volume 4 Families Anamixidae, Eusiridae, Hyalellidae, Hyalidae, Iphimedidae, Ischyroceridae, Lysianassidae, Megaluropidae and Melphidippidae. Annual report. Florida Department of Environmental Protection. Contract No. WM724: 503-614 pp.

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. Final Report. Florida Department of Environmental Protection. Contract No. WM949: 615-809 pp.

- LeCroy, S. E., R. Gasca, I. Winfield, M. Ortiz, E. Escobar-Briones, 2009. Amphipoda (Crustacea) of the Gulf of Mexico. In: D. L. Felder, D. R. Camp (eds), Gulf of Mexico, origin, waters, and Biota, Vol. 1, Biodiversity: 941-972.
- Leipper, D. F. 1954. Marine Meteorology of the Gulf of Mexico, a Brief Review. In: Gulf of Mexico its Origin Waters and Marine Life. Galtsoff, P. S. (ed.). Fishery Bulletin of the Fish Wildlife service 89. 89-98 p.
- Lewbel, G.S., R.L. Howard y B.J. Gallaway. 1987. Zonation of dominant fouling organisms on northern Gulf of Mexico petroleum platforms. Marine Environmental Research 21: 199-224.
- Lewis, F. G. 1984. Distribution of macrobenthic crustaceans associated with *Thalassia*, *Halodule* and bare sand substrata. Marine Ecology Progress Series 19: 101-113.
- Lewis, F.G. 1987. Crustacean epifauna of seagrass and macroalgae in Apalachee Bay, Florida, USA. Marine Biology 94: 219-229.
- Logan, B. W. 1969. Carbonate Sediments and Reef, Yucatán Shelf, México. The American Association of Petroleum Geologist 18:23-34.
- Lowry J. K. y H. E. Stoddart. 1997. Amphipoda Crustacea IV. Families Aristiidae, Cyphocarididae, Endeavouridae, Lysianassidae, Scopelocheridae, Uristidae. Memoirs of the Hourglass Cruises 9: 1-148.

- Merino I., M. 1992. Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: Estructura y Fertilización. Tesis Doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 255 pp.
- McCain, J. C. 1968. The Caprellidae (Crustacea: Amphipoda) of the Western North Atlantic. Bulletin of Smithsonian Institution Press 278: 1-147.
- McKinney, L. D. 1978. Amphilochidae (Crustacea: Amphipoda) from the Western Gulf of Mexico and Caribbean Sea. Gulf Research Report 6(2):137-159.
- Molina-Ruiz, M. 1998. Riqueza de especies, abundancia y distribución de crustáceos peracáridos asociados a los principales abanicos costeros del suroeste del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 136 pp.
- Montalvo-Urgel, H., A., Sánchez, R. Florido y A. Macossay-Cortez. 2010. Lista de crustáceos distribuidos en troncos de hundidos del humedal tropical Pantanos de Centla, al sur del Golfo de México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: S121-S131.
- Mooers C. N. K. y G. A. Maul. 1996. Intra-Americas Sea Circulation. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science. University of Miami, Miami, Florida USA. 41 pp.
- Morrone, J. J., 2001 El lenguaje de la Cladística. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial UNAM. 109 pp.

- Myers, A. A. 1981. Amphipod Crustacea I. Family Aoridae. *Memoirs of the Hourglass Cruises* 5(5): 1-75.
- Myers, A. A. 1988. The genera *Archaeobemlos* n.gen., *Bemlos* Shoemaker, *Protolembos* Myers and *Globosolembos* Myers (Amphipoda, Aoridae, Aorinae) from Australia. *Records of the Australian Museum* 40, 265–332.
- Myers, A. A. 1997. Biogeografic barriers and development of Marine Biodiversity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44: 241-248.
- Myers, A. A. y J Lowry. 2003. A phylogeny and a new classifications of the Corophiidea Leach, 1814 (Amphipoda). *Journal of the Crustacean Biology* 23(2):443-485.
- Nelson, W.G. 1995. Amphipod crustaceans of the Indian River Lagoon: Current status and threats to biodiversity. *Bulletin of Marine Science* 57(1): 143-152.
- 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.
- Oliva-Rivera, J.J. and M.S. Jiménez-Cueto. 1997. Composición, distribución y abundancia de los crustáceos peracáridos de la Laguna de Yalahau, Quintana Roo. *Avacient* 23: 26-31.
- Okolodkov, Y. B., R. Bastida-Zavala, A. L. Ibañez, J. W. Chapman, E. Suárez-Morales, F. Pedroche y F. J. Gutiérrez-Mendieta. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar* XI(32):29-67.

- Ortegon-Aznar, I., H. León-Tejara, M. Gold-Morgan y N. Ramírez-Miss. 2008. Preliminary Results On Marine Algae Of Madagascar Reef, Yucatan, México: a Functional Group approach. Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida. 7-11 July 2008 Session number 26.
- Ortiz, M. 1979. Contribución al estudio de los anfípodos (Gammaridea) del Mediterráneo Americano. *Revista de Investigaciones Marinas* 8(45): 1-16.
- Ortiz M. 1991. Amphipoda Crustacea II. Family Bateidae. *Memoirs of the Hourglass Cruises* 7: 1-31.
- Ortiz, M. 1994. Clave gráfica para la identificación de familias y géneros de anfípodos del suborden Gammaridea del Atlántico Occidental tropical. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas punta Betín* 23: 59-101.
- Ortiz, M., F. Álvarez y I. Winfield. 2002. Caprellid Amphipods (Amphipoda: Caprellidea) Illustrated key for the genera and Species from the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. UNAM-FESI. México, 82 pp.
- Ortiz, M., A. Martín, I. Winfield, Y. Díaz y D. Atienza. 2004. Anfípodos (Crustacea: Gammaridea). Clave gráfica para la identificación de las familias, géneros y especies marinas y estuarinas del Atlántico occidental tropical. UNAM-FESI. México. 162 pp.

- Ortiz, M., A. Martín y Y. J. Díaz. 2007. Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical* 55(2):479-498.
- Paz-Ríos, C. E., N. Simoes and P. L. Ardisson. 2013. 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.
- Pearse, S. A. 1908. Descriptions of four new species of amphipods crustacean from the Gulf of Mexico. *Proceedings of the United States National Museum* 34: 27-32.
- Pearse, S. A. 1912. Notes on certain amphipods from the Gulf of México with descriptions of new genera and new species. *Proceedings of the United States National Museum* 43: 369-379.
- Pequegnat, W. E. y Chace F. Jr. 1970. Contribution of the biology of the Gulf of México. Texas A & M University, Oceanographic Studies 270 pp.
- Pequegnat, W. E., B. J. Gallaway y L. H. Pequegnat. 1990. Aspects of the ecology of the deep-water fauna of the Gulf of Mexico. *American Zoologist* 30: 45-64.
- Pérez-Schultheiss, 2009. Nuevos registros de anfípodos corófideos (Crustacea, Amphipoda, Corophiidea) en el sur de Chile, con comentarios acerca de la

- invasión de especies exóticas marinas. Boletín de Biodiversidad de Chile 1(1): 24-30.
- Piñero, R., E. Giménez, V. Moreno, R. Burgos y A. Betanzos. 2001. Características térmicas del Banco de Campeche. Ciencia Pesquera 14: 83-88.
- Poore, A. G. B. and J. K. Lowry. 1997. New Ampithoid Amphipods from Port Jackson, New South Wales, Australia (Crustacea: Amphipoda: Ampithoidae). Invertebrate Taxonomy 11: 897-941.
- Quintana y Molina, J. 1991. Resultados del programa de investigaciones en Arrecifes Veracruzanos del Laboratorio de sistemas bentónicos litorales. Hidrobiológica. 1 (1): 73-86.
- Rabalais, N. N., R. S. Carney y E. Escobar-Briones. 1999. Overview of Continental Shelf Benthic Communities of the Gulf of Mexico *In: The Gulf of Mexico Large Marine Ecosystem: Assessment, Sustainability and Management*. Kumpf, H., K. Steidinger & K. Sherman (eds.). Blackwell Science. USA. 171-195 p.
- Rakocinski, C.F., R.W. Heard, S.E. LeCroy, J.A. McLelland and T. Simons. 1993. Seaward change and zonation of the sandy shore macrofauna at Perdido Key, Florida, U.S.A. Estuarine, Coastal and Shelf Science 36: 81-104.

- Rakocinski, C.F., R.W. Heard, S.E. LeCroy, J.A. McLelland and T. Simons. 1996. Responses by macrobenthic assemblages to extensive beach restoration at Perdido Key, Florida, U.S.A. *Journal of Coastal Research* 12(1): 326-353.
- Richmond, M. D. and R. Seed. 1991. A review of marine macrofouling communities with special reference to animal fouling. *Biofouling* 3: 151-168.
- Ruiz, F. G. 1979. Upwelling North of the Yucatan Peninsula. M. S. Tesis. Dept. of Oceanography Texas A. & M. University, Collage Station, Texas USA. 85 pp.
- Schram, R. F. 1986. Crustacea. Oxford, University Press. 606 pp.
- SEMAR, 2012. Puerto Progreso, Yucatán [consultado el 11 de Septiembre, 2013] <<http://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioProgreso.pdf>>
- Serejo, C.S. 1998. Gammaridean and caprellidean fauna (Crustacea) associated with the sponge *Dysidea fragilis* Johnston at Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil. *Bulletin of Marine Science* 63(2): 363-385.
- Shoemaker, C. 1933. Amphipoda from Florida and the West Indies. *American Museum Novitates* 598:1-24.
- Simões N., M. Mascaró M., U. Ordóñez L. y P. L. Ardisson H. 2010. Crustáceos *In: Biodiversidad y Desarrollo en Yucatán*. Duran, R., M. Méndez (eds.). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 223-225 p.

- Thomas, J. D. 1993a. Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: a critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators. *Journal of Natural History* 27(4):795-806.
- Thomas, J. D. 1993b. 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. 1997. Systematics, ecology and phylogeny of the Anamixidae (Crustacea: Amphipoda). *Records of the Australian Museum* 49:35-98.
- Winfield, I. 2005. Estudio monográfico de los anfípodos bentónicos de la plataforma continental y el mar profundo del sector suroccidental del Golfo de México y del canal de Cozumel. Tesis doctoral. ICMYL-UNAM. 139 pp.
- Winfield, I. 2009. Catálogo de las especies de crustáceos anfípodos invasores del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano y la actualización de la base de datos (CONABIO) de los anfípodos en México. CONABIO (GN011).
- Winfield, I. y M. Ortiz. 2003. Anfípodos: un enfoque biológico. Editorial UNAM-FES Iztacala. 66 pp.
- Winfield I. y E. Escobar-Briones. 2007. Anfípodos (Crustácea: Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 51-61.
- Winfield I. y M. Ortiz. 2011. Crustáceos con bolsa incubadora (Crustacea: Malacostraca: Peracarida) *In*: La biodiversidad en Veracruz: Estudio de

Estado. Vol. 2. Cruz A., A., F. G. Lorea H., J. E. Morales M. (eds.) Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México. 277-286 p.

Winfield, I., E. Escobar-Briones y J. J. Morrone. 2006. Undated checklist and identification of areas of endemism of benthic amphipods (Caprellidea and Gammaridea) from offshore habitats in the SW Gulf of Mexico. *Scientia Marina* 7(1):99-108.

Winfield, I., L. Abarca-Arenas and S. Cházaro-Olvera. 2007a. Crustacean macrofauners in the Veracruz coral reef system, SW del Gulf of Mexico: checklist, spatial distribution and diversity. *Chahiers de Biologie Marine*. 48 (3): 287-295.

Winfield I., E. Escobar-Briones y F. Álvarez. 2007b. Clave para la identificación de los anfípodos bentónicos del Golfo de México y el sector norte del Mar Caribe (de 25 a 3700 m de profundidad). CONABIO-ICMyL-UNAM, México. 197 pp.

Winfield, I., M. Ortiz y S. Cházaro-Olvera. 2009. Especie nueva de anfípodo comensal (Amphipoda: Gammaridea: Leucothoidae) del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, SO del golfo de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80:315-320.

Winfield I., S. Cházaro-Olvera, G. Horta-Puga, M. A. Lozano-Aburto y V. Arenas-Fuentes. 2010. Macrocrustáceos incrustantes en el Parque Nacional

Sistema Arrecifal Veracruzano: biodiversidad, abundancia y distribución.
Revista Mexicana de Biodiversidad (número especial octubre) 80: 165-175.

Winfield, I., S. Cházaro-Olvera, M. Ortiz y U. Palomo-Aguayo. 2011. Lista actualizada de las especies de anfípodos (Peracarida: Gammaridea y Corophiidea) marinos invasores en México. Revista de Biología Marina y Oceanografía 46(3):349-361.

Zarco P., S. 2009. Descripción fisiográfica de los arrecifes de Sisal y hábitats del arrecife Madagascar, Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 102 pp.