



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**“Distribución y abundancia de Hipéridos
(Peracarida: Amphipoda) en el Parque Nacional
Sistema Arrecifal Veracruzano”**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE
B I O L O G O
P R E S E N T A

MONROY SANTIAGO DIANA ARACELI

DIRECTOR DE TESIS
DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2016





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

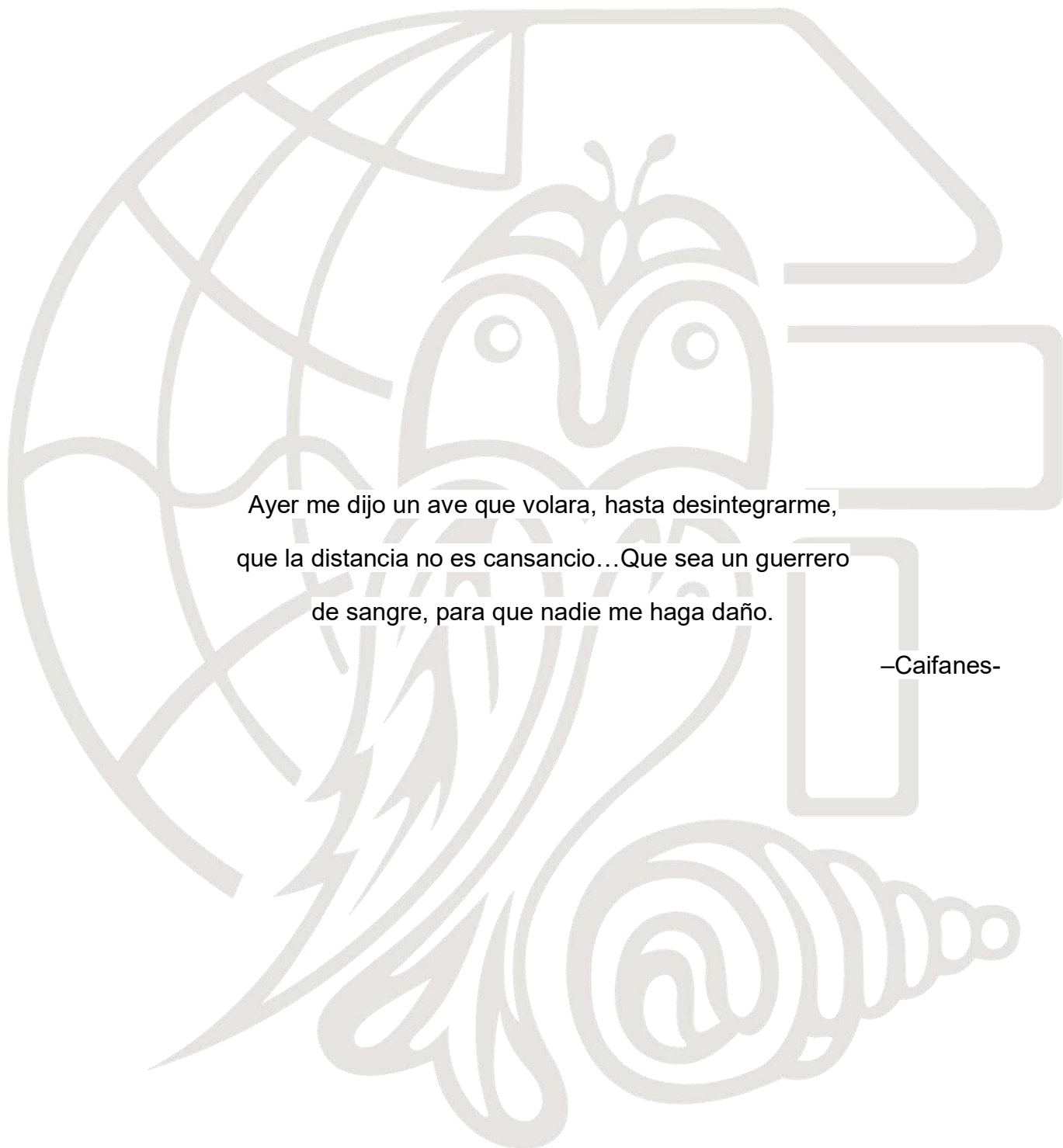


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



Ayer me dijo un ave que volara, hasta desintegrarme,
que la distancia no es cansancio...Que sea un guerrero
de sangre, para que nadie me haga daño.

-Caifanes-

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi Papás...Fue difícil entender que podría hacer con la Biología y sé que aún queda un poco de duda y miedo, porque en momentos yo también lo tengo, sin embargo este escrito, que puede resultar imperfecto, está hecho con mucha ilusión, de mi parte y de ustedes que siempre han estado conmigo y sosteniéndome en todo momento es por eso que es para ustedes y por ustedes, mi mayor pilar. Hermanos... un dolor de cabeza necesario, pero sin dudarlo apostarí todo a lo que creen y son, porque se lo lograrán. A mis sobrinos, recuerdo que el tiempo nunca se detiene... Lo más hermoso que tiene mi familia. Que esto sea el primer resultado de todo su esfuerzo y apoyo.

Agradecimientos

A veces es difícil recordar a toda aquella persona que escucho y brindo su apoyo. Sin embargo hay alguien que siempre te apoya y está contigo, sin importar cuál sea tu decisión. Pero lo más importante, te brindan toda la confianza que necesitas para confiar en lo que te propones y sobretodo en tí, al final del día son quién siempre tomarán tu mano, a ellos les debo y agradezco gran parte de la persona que soy...Gracias FAMILIA.MONROY - SANTIAGO..

Como no agradecerle a la misma Biología, quién ha sido la responsable de haber conocido personas hermosas que hoy forman parte de mi vida. Aquellas personas a las que considero "amigo", saben que siempre contarán conmigo, les agradezco llenarán la carrera de accidentes, alegría y sonrisas.

Hay demasiadas personas importantes que no podría terminar de mencionar, porque no tienen la misma procedencia ni han sido en la misma etapa, mismas que me han permitido vivir un grato momento, y espero nos hagan falta muchos más, cada vez mejores, no importa el tiempo compartido, si no la intensidad y agría del momento.

Agradezco al Doctor Sergio Cházaro Olvera, que me permitió ser parte de su laboratorio, me enseñó demasiado académicamente y personalmente, por dejarme conocerle un poco, es una persona de un gran valor. Le apreció y agradezco todo el apoyo brindado para lograr éste documento, si fue difícil concluir, pero su paciencia y apoyo fueron esenciales.

Agradezco a la persona que así como mis papás ha estado conmigo desde que inició esta aventura, y me soportó en mi peor versión. No digo que todo a sido perfecto ni mucho menos lo mejor, sin embargo hemos tratado de que sea lo mejor para ambos, está pequeña etapa que apenas termina sea una de muchas que aún nos faltan...Gracias Jess.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA-UNAM), particularmente al PROGRAMA DE APOYO A PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA proyecto "ANÁLISIS TAXONÓMICO Y BIOECOLÓGICO DE LOS MACROCRUSTÁCEOS BENTÓNICOS ASOCIADOS A LOS PARQUES NACIONALES ARRECIFALES DEL CARIBE MEXICANO; UN ESTUDIO INTERINSTITUCIONAL", PAPIIT-IN220715, por el apoyo financiero en las actividades de campo en las áreas naturales protegidas del Caribe Mexicano, Quintana Roo. Número de permiso PPF/DGOPA-051/15.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.	2
JUSTIFICACIÓN	4
ANTECEDENTES	5
OBJETIVO GENERAL:	6
OBJETIVOS PARTICULARES:	6
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
MATERIAL Y MÉTODOS	9
RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN.....	51
CONCLUSIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	584

Resumen

Las especies del Suborden Hyperiidea Latreille, 1816, juegan un papel importante en las cadenas tróficas marinas. La mayoría de las especies de hipéridos tienen una amplia distribución en el mundo y se encuentran en masas de agua con propiedades físico-químicas similares. Sin embargo, en México son escasos los trabajos sobre estos organismos. Es por lo anterior que el presente estudio tiene por objetivo analizar la composición, distribución y abundancia, de los anfípodos del suborden Hyperiidea, recolectados a través de muestreos de zooplancton en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). Las muestras se recolectaron en veintiséis estaciones ubicadas en cuatro transectos perpendiculares a línea de costa entre los arrecifes del PNSAV. Los arrastres fueron superficiales. Se utilizó una red cónica con una luz de malla de 330 μm . Las muestras recolectadas se concentraron y fijaron con alcohol al 70%, indicando la fecha de muestreo, número de transecto y zona. Se obtuvieron 232 organismos pertenecientes al Suborden Hyperiidae, agrupados en un Infraorden, tres superfamilias, seis familias, nueve géneros y diez especies. En el transecto C del 2011, se registró la mayor diversidad. La mayor abundancia se registró en el 2013 con 126 organismos, en los transectos A y B con 44 y 41 respectivamente. Los transectos B y C, registraron las abundancias más altas, en las zonas más alejadas de la costa. Los meses de marzo y junio, se encontró el mayor número de representantes de *L. bengalensis* y *T. fusca*, ambas con sus valores más altos en los transectos ubicados al Sur y Norte del Río Jamapa. Se registraron 25 machos y 159 hembras de *L. bengalensis*, las hembras ovígeras, presentaron una talla de 1.847 ± 0.171 mm, y un número promedio de huevos fue de 10.78 ± 4.47 , presentando una relación directamente proporcional con la talla de las hembras.

Introducción.

El zooplancton integra una amplia variedad de organismos, que viven suspendidos en la columna de agua, es transportado de forma pasiva por los movimientos de agua. Este grupo de organismos es considerado como un elemento importante en la transferencia de energía a los niveles tróficos superiores. Se suele clasificar en meroplancton y holoplancton, este último, está conformado por los organismos cuyo ciclo de vida transcurre totalmente en el plancton (Gasca y Suárez, 1996), como el caso de algunos crustáceos peracáridos, grupo muy diverso y de amplia distribución (Brusca y Brusca, 2003).

Los anfípodos peracáridos del Suborden Hyperiidea Dana, 1853, representan el tercer grupo de crustáceos más abundantes en el plancton marino (Gasca *et al.*, 2009 y Brusca y Brusca 2003); están incluidos dentro del Orden Amphipoda Latreille, 1816, que incluye 9,725 especies, por esto es el tercer grupo más diverso entre los crustáceos (LeCroy *et al.*, 2009; Horton *et al.*, 2013). La diversidad del Orden Amphipoda, se atribuye a la adaptaciones morfológicas, biológicas y a la heterogeneidad del hábitat donde se encuentran (Martin y Davis, 2001 y Brusca y Brusca, 2003).

Como características generales de los hipéridos, se observan cuatro secciones del cuerpo (**Fig. 1**), la primera es la sección cefálica que posee seis pares de apéndices bucales: antena 1 (anténulas), antena 2, mandíbulas, maxila 1, maxila 2 y los maxilípedos, las cuales se encuentran reducidos comparados con los de las especies del suborden Gammaridae Latreille, 1802; la segunda parte es el pereon, con los primeros siete segmentos, en ocasiones fusionados; cada

segmento tiene un par de pereópodos; la tercera parte es el pleon, está formado por tres segmentos que llevan los pleópodos, y la cuarta parte es el urosoma, está formado por tres urosomitas, los cuales pueden estar fusionados, tienen apéndices irmeos (urópodos) con una ramificación uni-segmentada y en la parte distal del último somita abdominal se encuentra el telson completo, libre o fusionado (Vinogradov *et al.*, 1996 y Walter, 2007).

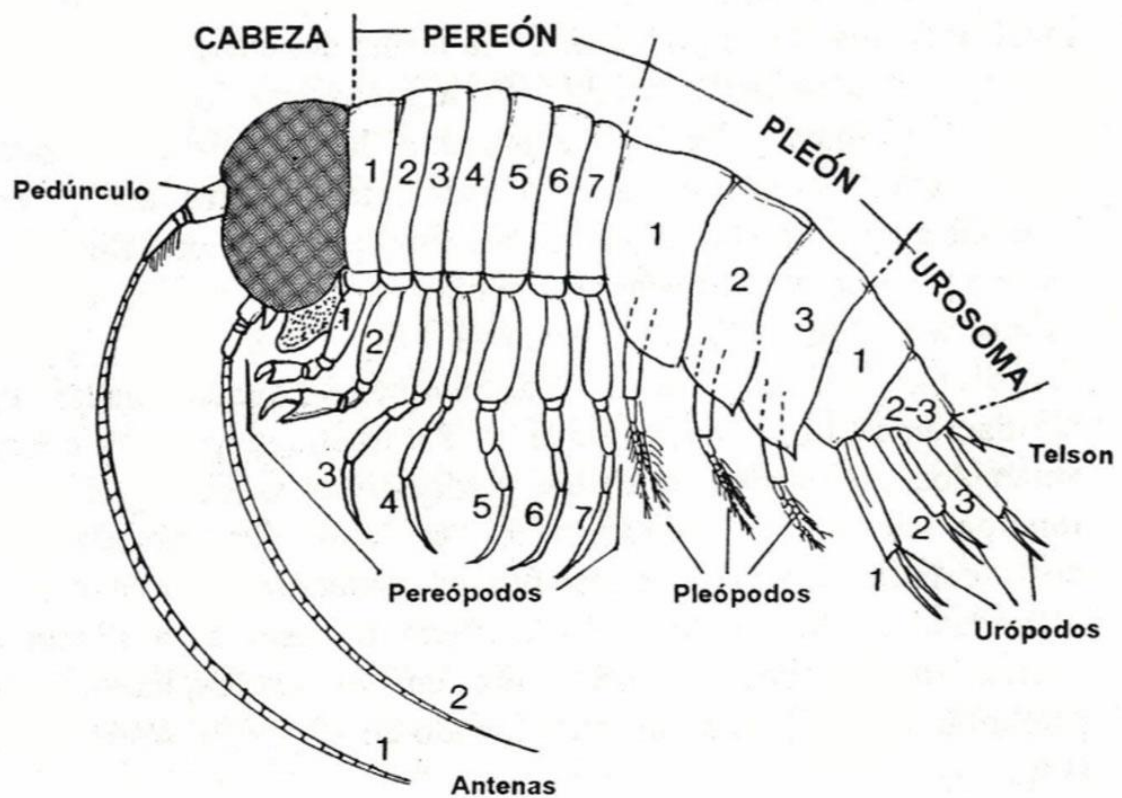


Figura 1. Diagrama general basado en *Hyperia* ♂. Tomado de Thomas y Hans-Eckhard 1978.

Existen 280 especies de anfípodos hipéridos, la clasificación está esencialmente dividida en dos infraordenes, Physosomata Pirlot, 1929 y Physocephalata Browman y Gruner, 1973 (Horton *et al.*, 2013). Los anfípodos de

Physocephalata suelen ser los más comunes en las muestras de zooplancton en los estratos superficiales (Gasca y Suárez 1996). Todos los hipéridos son exclusivamente marinos y de hábitos planctónicos, propios de aguas oceánicas y pueden ser recolectados desde la superficie hasta los 4000 o 5000 m de profundidad, debido a las migraciones verticales que realizan a través de la columna de agua (Bowman y Han–Eckhard, 1973 y Vinogradov *et al.*, 1996).

Justificación

La mayoría de los estudios se han enfocado a especies de anfípodos bentónicos y en menor número en especies planctónicas, a pesar de que juegan un papel importante en las cadenas tróficas marinas, al ser uno de los grupos de crustáceos más frecuentes en la comunidad del zooplancton marino y por consiguiente con un aporte de biomasa importante para los organismos del nivel trófico superior (Bowman y Han–Eckhard, 1973 y García-Madrigal, 2007). El conocimiento de la taxonomía, distribución y abundancia de las especies de anfípodos hipéridos proporciona información relevante del estado de los ecosistemas donde se encuentran, ya que algunas de estas especies son utilizadas como bioindicadores, debido a su distribución tanto en la zona oceánica como en la nerítica y en un intervalo amplio de profundidad, (García-Madrigal, 2007 y Thomas, 1993).

Antecedentes

McKinney (1978), encontró 14 especies de anfípodos y presentó información sobre su distribución y origen en sistemas costeros veracruzanos.

Stuck *et al.* (1980), realizaron estudios en la parte central norte del Golfo de México, estableciendo nuevos registros de 12 familias de hipéridos.

Álvarez–Cadena *et al.* (2009), realizaron un muestreo anual del zooplancton, donde los anfípodos representaron el 2.4 %. Se encontró relación entre la abundancia de los organismos y los factores abióticos medidos. En la estación seca, la abundancia fue menor (media 7.3 org/m³), mientras que en la temporada de lluvias la captura media fue de 36.8 org/m³.

LeCroy *et al.* (2009) recopilaron datos sobre las especies reportadas en el Golfo de México, encontraron 100 especies y 17 familias pertenecientes al Suborden Hyperiidea.

Ortiz y Lalana (2010), registraron especies de anfípodos del Archipiélago Cubano, así como la distribución espacial y vertical; obteniendo 152 especies de gammarídeos; 11 especies de caprélideos y 36 especies de hiperídeos.

Gasca y Morales–Ramírez (2012), determinaron la composición de especies de anfípodos hipéridos que habitan las aguas alrededor del Parque

Nacional Isla del Coco, Costa Rica. Los autores analizaron 12 muestras de zooplancton, y encontraron un total de 22 especies, de las cuales ocho especies representaron nuevos registros para aguas del Pacífico costarricense.

Martín *et al.* (2013), analizaron la biodiversidad de anfípodos (Caprellidea, Gammaridea, Hyperidea y Ingolfiellidea) del Mar Caribe, recopilando los datos disponibles sobre la diversidad de especies de anfípodos marinos en una lista taxonómica completa por país para las eco-regiones del Caribe. La fauna de anfípodos del Caribe se compone de 535 especies de 236 géneros y 73 familias.

Objetivo General:

Analizar la composición, distribución y abundancia, de los anfípodos del suborden Hyperidea, recolectados a través de muestreos de zooplancton en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

Objetivos Particulares:

- Obtener la composición de especies pertenecientes al suborden Hyperidea.
- Evaluar la distribución y abundancia de las especies recolectadas.
- Evaluar la proporción de sexos de las especies más abundantes del suborden Hyperidea.
- Obtener las tallas y número de huevos de las hembras ovígeras.

Descripción del área de estudio

Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) es el Área Natural Protegida más extensa de Golfo de México, la zona Arrecifal de coral. Ofrece diversos servicios ambientales, entre ellos la disminución del oleaje y la velocidad de la corriente, genera zonas de calma y disminuye la resuspensión de sedimentos; la importancia de este ecosistema tiene relación con la importancia que tiene como área de alimentación, hábitat, refugio y anidación, desarrollo y crecimiento para diferentes especies; estudios recientes indican que estos arrecifes tienen una tasa de recuperación mayor que la de otros sistemas arrecifales del Golfo de México (Granados-Barba et al., 2007 y Jordán-Dahlgren, 2004).



Figura 2. Toponimia del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Se incluyen los 2 sectores con los nombres de los arrecifes respectivos.

Se ubica en la plataforma continental del estado de Veracruz en el sector Noroeste de la Bahía de Campeche en el polígono delimitado por los 19° y 19°16' N y los 95°45' y 96°12' O (**Fig. 2**) (Granados-Barba, *et al.*, 2007). Está formado por 23 arrecifes coralinos de diferente tamaño, forma y profundidad; distribuidos en un grupo Norte y un grupo Sur, separados por la desembocadura del Río Jamapa, por lo que la parte intermedia son aguas de fondos suaves y arenosos; que en conjunto cubren un área aproximada de 52,238 hectáreas (Granados-Barba, *et al.*, 2007 y CONAP, 2011).

El primer grupo se localiza frente al puerto de Veracruz, donde se incluyen los arrecifes: Gallega, Galleguilla, Anegada de Adentro, La Blanquilla, Isla Verde, Isla de Sacrificios, Pájaros, Hornos, Ingeniero y Punta Gorda (dentro de la isobata de los 37 metros). La segunda área se ubica frente a punta Antón Lizardo, a unos 20 kilómetros al suroeste del Puerto de Veracruz, constituida por los arrecifes: Giotte, Polo, Blanca, Punta Coyol, Chopas, Enmedio, Cabezo, El Rizo, Santiaguillo, Anegada de Afuera, Anegadilla y Topatillo (en la isobata de los 48 metros) (CONAP, 2011). Emery (1963), señala que la base de estos arrecifes forma un talud residual cóncavo que casi alcanza un ángulo de ocho grados. En el PNSAV se describen dos tipos de arrecifes de coral de acuerdo con la clasificación de Humann (1993): de plataforma y costeros; donde es posible reconocer cuatro zonas estructurales: Posterior, Frontal, Laguna Arrecifal y Cresta Arrecifal, resultado combinado de los efectos del viento, el oleaje, las corrientes y la sedimentación, donde el sustrato depende de la zona (CONAP, 2011).

Material y métodos

El material biológico para realizar la presente investigación fue recolectado en el periodo 2011 -2013 en el PNSAV.

Trabajo de campo en PNSAV

Las muestras de zooplancton, se recolectaron en veintiséis estaciones ubicadas de la línea de costa a la zona oceánica entre los arrecifes del PNSAV (**Fig. 3**). Se realizaron arrastres superficiales, con una red cónica con una luz de malla de 330 μm , durante cinco minutos a una velocidad de tres nudos. Posteriormente las muestras se concentraron en frascos de 500 ml con 10 ml formol al 4 %, neutralizado con borato de sodio; después de veinticuatro horas se cambiaron a alcohol al 70 % para ser preservados. Las muestras se etiquetaron indicando la fecha del muestreo, transecto (A, B, C y D) y especificando el punto de transecto (1-7).

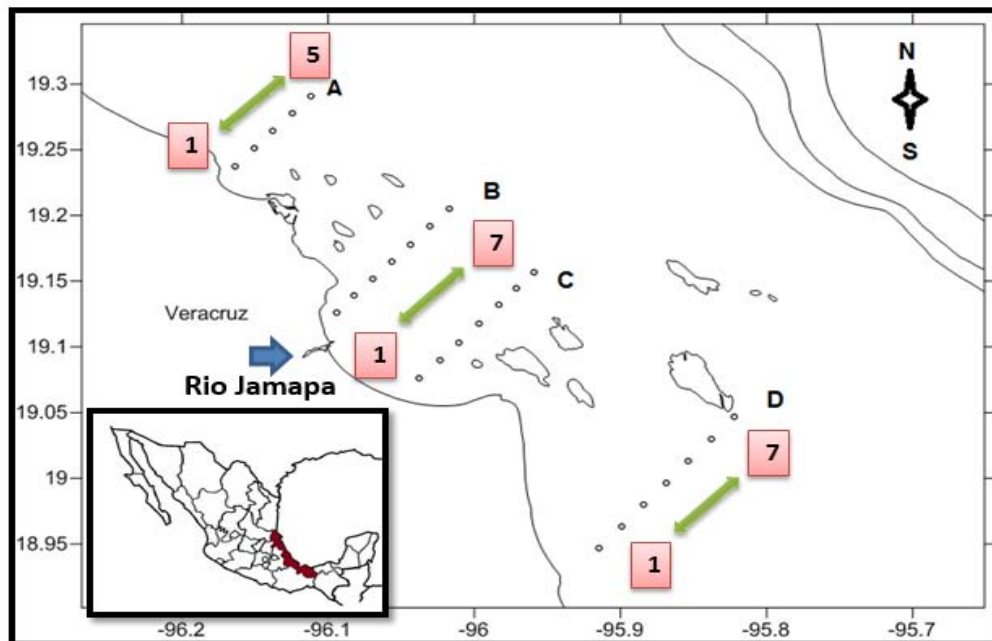


Figura 3. Red de Estaciones en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, Veracruz, México. Tomado de Avala-Rodríguez *et al.* 2014.

Trabajo de Laboratorio

Las muestras se separaron en el Laboratorio de Crustáceos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, con ayuda del microscopio estereoscópico marca Motic modelo SMZ-168. Se etiquetaron indicando el punto de muestro (por ejemplo 2-3 A); para su posterior identificación y obtención de abundancia de los anfípodos hipéridos.

Se utilizaron los esquemas generales de Bowman y Han-Eckhard, 1973 (Figs. 4 y 5) para identificar la Familia a la que pertenecían, posteriormente se recurrió a los criterios de Vinogradov *et al.* (1996) para llegar a la taxa de Especie. Los esquemas de plan corporal y partes utilizadas para su identificación, se elaboraron con ayuda de un microscopio Leica DM750 equipado con una cámara digital Omax 14MP USB 3.0 y Corel Draw X6, versión 16.0.0.

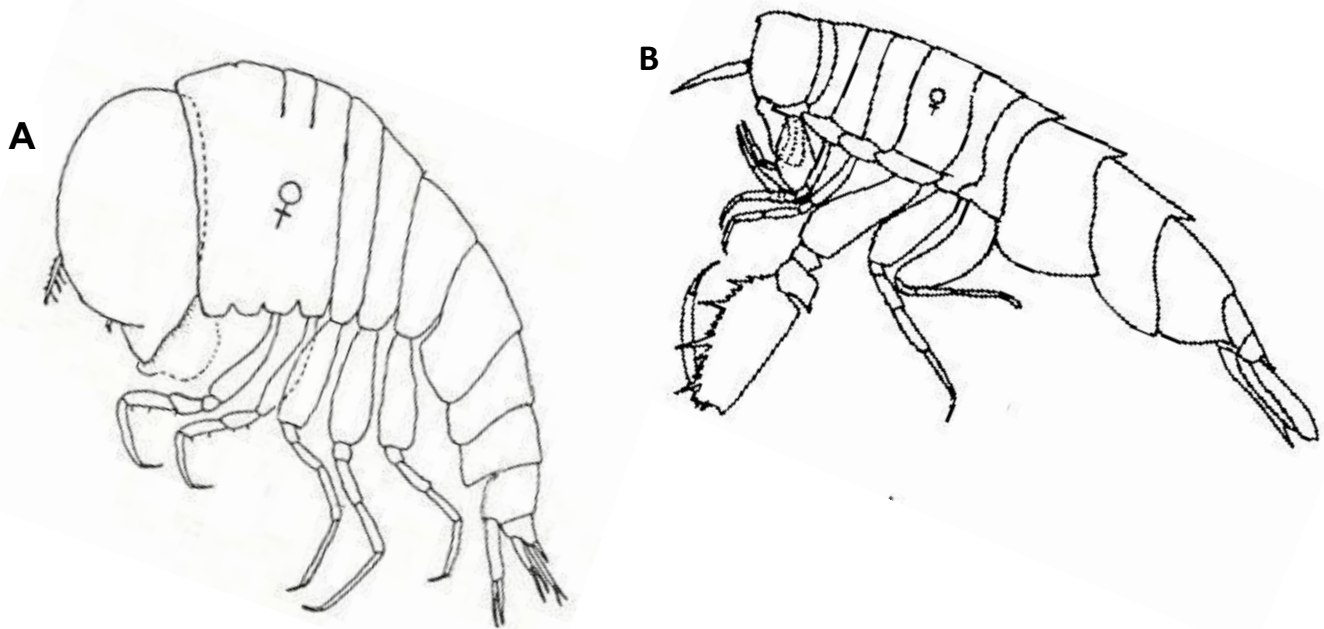


Figura 4. Representantes de la Familia A) Lestrigonidae y B) Phrosinidae. Tomado de Thomas y Hans-Eckhard 1978.

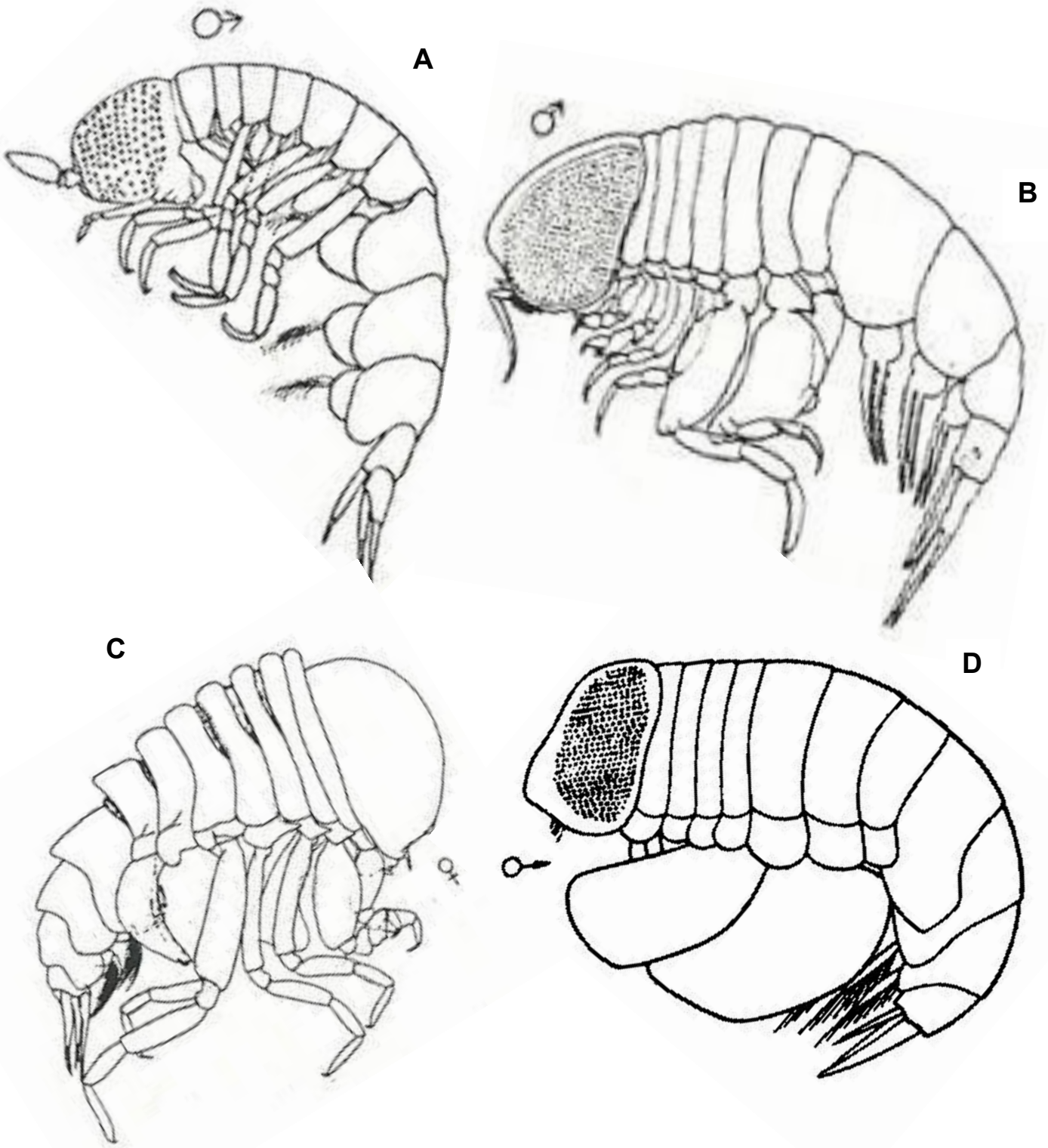


Figura 5. Representantes de la Familia A) Paraphronimidae ; B) Pronoidae; C) Lycaeidae y D) Platyscelidae. Tomado de Thomas y Hans-Eckhard 1978.

Se aplicó el análisis de normalidad de Saphiro-Wilk, seguido de ANOVA y la prueba de Tukey en caso de encontrar diferencias significativas; para la proporción de sexos de las especies más abundantes. Se utilizó Chi², se realizó una regresión lineal entre la talla y número de huevos de las hembras ovígeras; los datos se analizaron comparando las abundancias entre los transectos, meses y los años de muestreo. Los estadísticos se calcularon con el programa Sigma Stat para Windows V 3.1 y el programa Past (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados

Composición faunística

Se identificaron 232 organismos, pertenecientes al Suborden Hyperiidae, clasificados en un Infraorden, tres superfamilias, seis familias, nueve géneros y 10 especies (**Tabla 1**). La Familia Platysceloidea Bate, 1862 fue la más abundante con cinco géneros y seis especies, seguida de la Superfamilia Phronimoidea Bowman y Gruner, 1975 con tres géneros y tres especies.

Tabla 1. Clasificación de hipéridos encontrados en el zooplancton del PNSAV.

FILO: Arthropoda

SUBFILO: Crustacea Brünnich, 1772

SUPERCLASE: Multicrustacea Regier, Shultz, Zwick, Hussey, Ball, Wetzer, Martin & Cunningham, 2010

CLASE: Malacostraca Latreille, 1802

SUBCLASE: Eumalacostraca

SUPERORDEN: Peracarida Latreille, 1802

ORDEN: Amphipoda Latreille, 1816

SUBORDEN: Hyperiidea Latreille, 1816

INFRAORDEN: Physocephalata Bowman & Gruner, 1973

SUPERFAMILIA: Phronimoidea Bowman y Gruner, 1975

FAMILIA: Lestrigonidae Zeidler, 2004

GENERO: *Lestrigonus* Milne-Edwards, 1830

ESPECIE: *Lestrigonus bengalensis* Giles, 1888

GENERO: *Themistella* Bovallius, 1887

ESPECIE: *Themistella fusca* Dana, 1853

FAMILIA: Phrosinidae Dana, 1852

GENERO: *Primno* Guérin-Méneville, 1836

ESPECIE: *Primno* sp.

SUPERFAMILIA: Vibilioidea Bowman y Gruner, 1973

FAMILIA: Paraphronimidae Bovallius, 1887

GENERO: *Paraphronima* Claus, 1879

ESPECIE: *Paraphronima gracilis* Claus, 1879

SUPERFAMILIA: Platysceloidea Bate, 1862

FAMILIA: Pronoidae Claus, 1879

GENERO: *Eupronoe* Claus, 1879

ESPECIE: *Eupronoe minuta* Claus, 1879

GENERO: *Parapronoe* Claus, 1879

ESPECIE: *Parapronoe parva* Claus, 1879

FAMILIA: Lycaeidae Claus, 1879

GENERO: *Lycaea* Dana, 1852

ESPECIE: *Lycaea pulex* Marion, 1874

Lycaea pachypoda Claus, 1879

GENERO: *Simorhynchotus* Stebbing, 1888

ESPECIE: *Simorhynchotus antennarius* Stebbing, 1888

FAMILIA: Platyscelidae Bate, 1862

GENERO: *Tetrathyrus* Claus, 1879

ESPECIE: *Tetrathyrus forcipatus* Claus, 1879

***Lestrigonus bengalensis* Giles, 1888**

Figura 6.

Sinonimias: *Hyperia atlántica* Vosseler, 1901, *Hyperia bengalensis* (Giles, 1889) y *Hyperia thoracica* Bovallius, 1889.

Longitud: ♂ 2.8 – 3.4 mm ♀ 2 -2.5 mm

Caracteres de reconocimiento: Los ojos suelen ocupar toda la superficie de la cabeza. La antena I en hembras tiene dos segmentos; la antena II es solo un segmento y rudimentaria. Presenta somitas fusionados, en hembras de los pereonitos I -V y en los machos I-IV.

El basis del pereópodo I tiene una joroba en el margen anterior; el carpo tiene 1–2 espinas en el margen posterior y tres espinas en el proceso distal; el propus tiene una solo espina en el margen anterior. El proceso distal del carpo de los pereópodos II es ligeramente menor a la mitad del propus y tiene siete espinas marginales. El basis de los pereópodos V- VII son amplios y armados con 2- 4 espinas en el margen anterior; el carpo y propus tienen una fila de espinas delgadas en el margen anterior. El dácilo de los pereópodos V, son de longitud similar a las de los pereópodos VI y VII. El propus de los pereópodos VI y VII tienen una espina en el margen distal.

Hábitat: Es epipelágico y planctónico, por lo que se puede encontrar en la superficie hasta los 200 m de profundidad.

Localidad: Se encuentra en todo el Golfo de México, y presenta un rango geográfico Circumtropical.

Observaciones: Esta especie presentaba diferencias en la antena II en cuanto el número de setas y grosor de la misma, el tamaño de la espinas en el carpo de los pereópodos I, es variable. Su longitud total también es muy variable, se obtuvieron hembras ovígeras, y ejemplares de ambos sexos. El carácter más utilizado para su identificación es la fusión en los pereonitos.

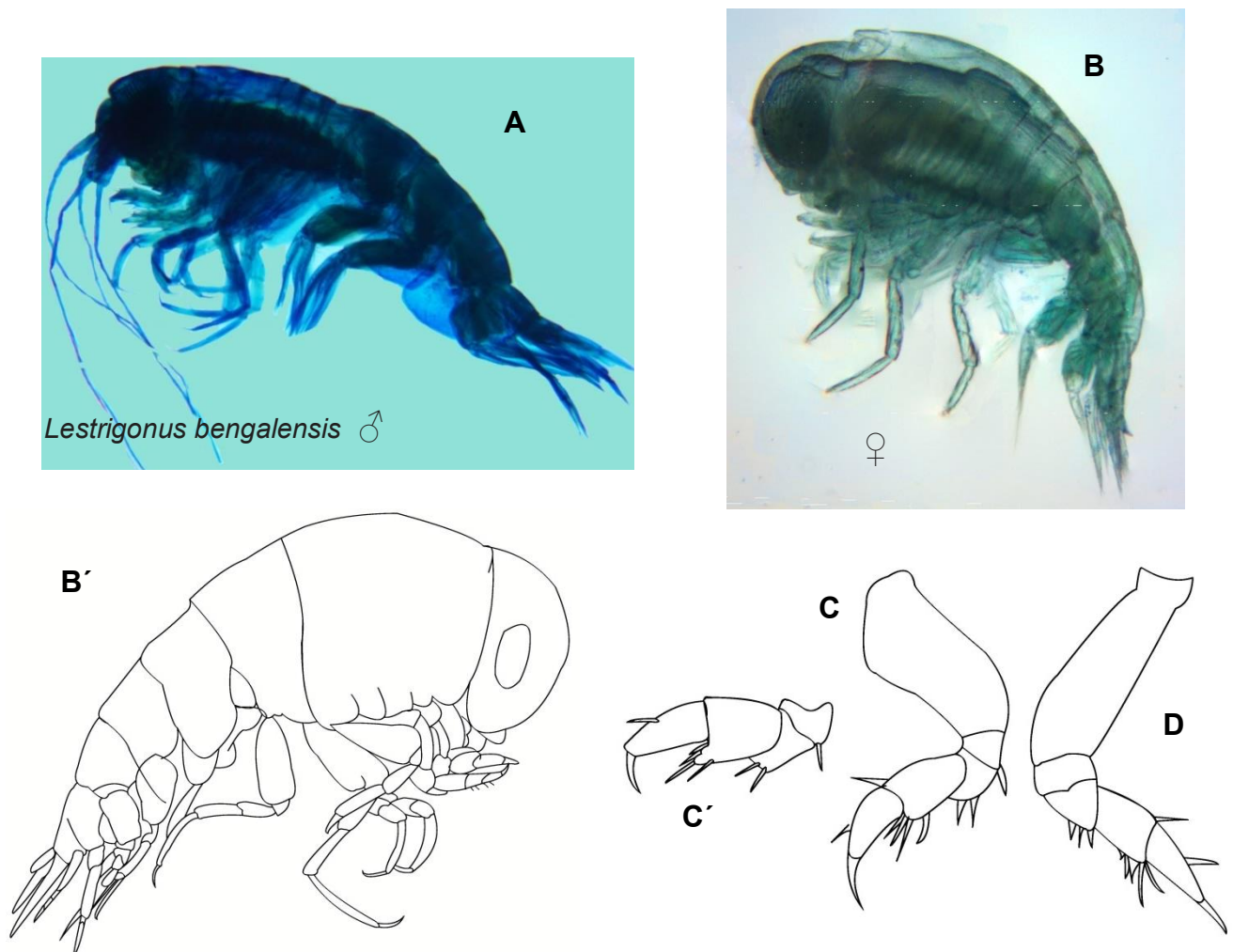


Figura 6. A, B y B') *Lestrigonus bengalensis* Giles, 1888, C y C') Pereópodo I y D) Pereópodo II.

***Themistella fusca* Dana, 1853**

Figura 7.

Sinonimias: *Lestrigonus fuscus* Dana, 1853 y *Themistella steenstrupi* Bovallius, 1887.

Longitud: ♂ / ♀ 4 mm

Caracteres de reconocimiento: La parte anterior del cuerpo es muy corta, la cabeza y el pereon juntos son más cortos que el pleon. Los pleonitos son muy largos. El tegumento es delgado y transparente. La parte anterior de la cabeza es plana y la parte baja redondeada.

Los ojos ocupan casi toda la superficie de la cabeza. Los pereonitos I – V están fusionados en ambos sexos. Las placas coxales están fusionadas con los pereonitos. El ángulo posterior inferior se redondea ampliamente en los epimeros I y II, el epimero III se estira y es redondeado en la punta.

En las hembras la antena I tiene dos segmentos, la antena II un segmento y ambas son rudimentarias. La antena I en los machos excede la longitud de la cabeza, pereon y pleon juntos; el primer segmento del pedúnculo es más grueso y largo respecto a los siguientes dos segmentos; el primer segmento del flagelo es cónico y del mismo largo que la parte redondeada; presenta 20 segmentos. La antena II es algo más larga que todo el cuerpo; el número de los segmentos en el flagelo es de 21. La antena I en hembras es igual al largo de la cabeza.

Los pereópodos I y II presentan una quela débilmente desarrollada, formada por el proceso distal del carpo y propus. Los basis de los pereópodos V–VIII se amplían distalmente. Los pereópodos V–VII son claramente más largos que III–IV. Pereópodo V es más largo que VI–VII.

Hábitat: Es epipelágico y planctónico, por lo que se puede encontrar desde la superficie hasta los 200 m de profundidad.

Localidad: Se encuentra en la parte Noreste del Golfo de México, y presenta un rango geográfico circumtropical.

Observaciones: El carácter de la longitud de la antena I, se utilizó para diferenciar entre machos y hembras, todos los organismos fueron hembras. La usencia de la espina en el carpo del pereópodo I, es la diferencia de la hembra de *L. bengalensis*, ya que comparten la característica de la fusión de los somitas I–V.

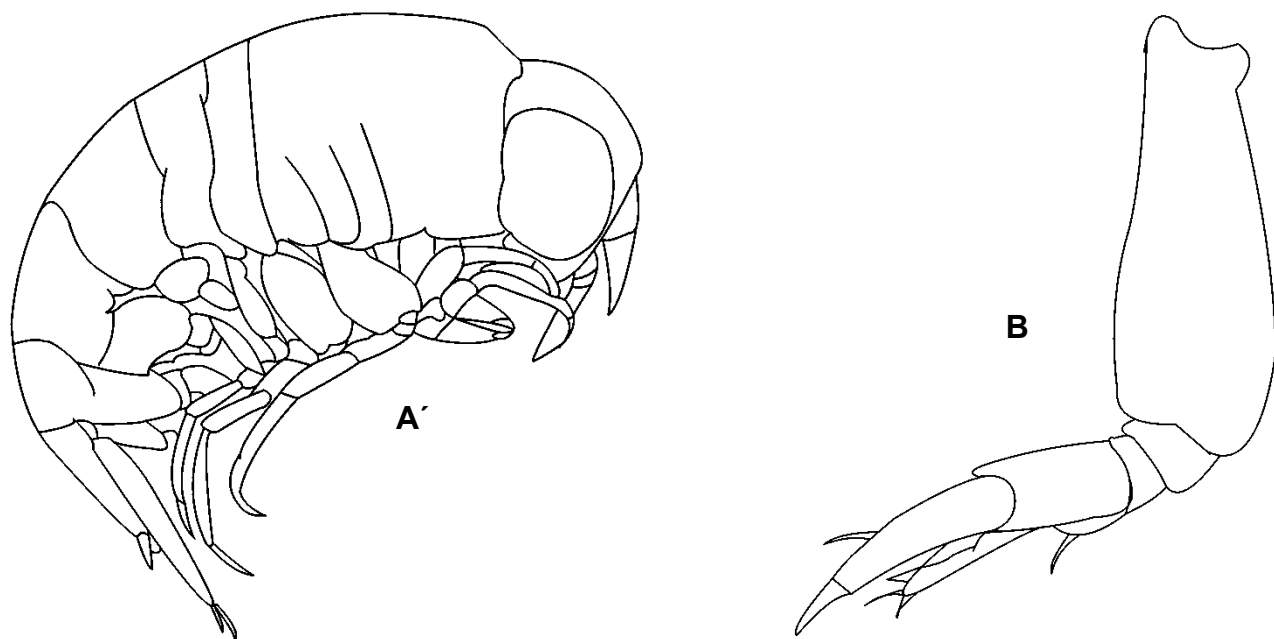


Figura 7. A y A') *Themistella fusca* Dana, 1853, B) Pereópodo I.

***Primno* Guérin-Méneville, 1836**

Figura 8

Sinonimias: *Euprimno* Bovallius, 1889.

Longitud: ♂ / ♀ 9 mm

Caracteres de reconocimiento: La cabeza tiene un pequeño rostro. La antena I en las hembras, es ligeramente más larga que la cabeza y es trisegmentada, la antena II es rudimentaria. En los machos las antenas tienen un largo flagelo y multisegmentado.

Los pereonitos I y II son libres. Todos los pereópodos a excepción del V son simples. Los pereópodos V, tiene una poderosa subquela; el carpo sobresale y tiene una denticulación compleja en todo el largo del margen anterior, el propus es más corto que el carpo y puede ser completamente cercano al margen anterior del carpo. Los pereópodos VII están completamente segmentados, el dácilo tiene un vértice obtuso. El pleon es enorme y más alto que el pereon. El ángulo distal posterior de las placas epimerales se estira posteriormente y en los somitas III del pleon. El basi de todos los urópodos se amplía, con una punta aguda, y a veces sus márgenes son denticulados. El telson es pequeño, redondeado y triangular, mucho más estrecho en la base del último urosomito.

Hábitat: El género se ha reportado en la zona epipelágica-batipelágica y planctónica. Su rango de profundidad es de 0 - >1000 m.

Localidad: Se localiza en todo el Golfo de México, principalmente en el Noroeste.

Observaciones: Las características observadas en el carpo del pereópodo V, fueron los denticulos a lo largo del margen anterior en la parte proximal, el propus y dácilo del pereópodo I presentan pequeñas setas en el margen anterior, esta característica principalmente nos permite suponer se trata de la especie *Primno latreillei* Stebbing 1888, sin embargo las extremidades se encontraban en condiciones deterioradas.

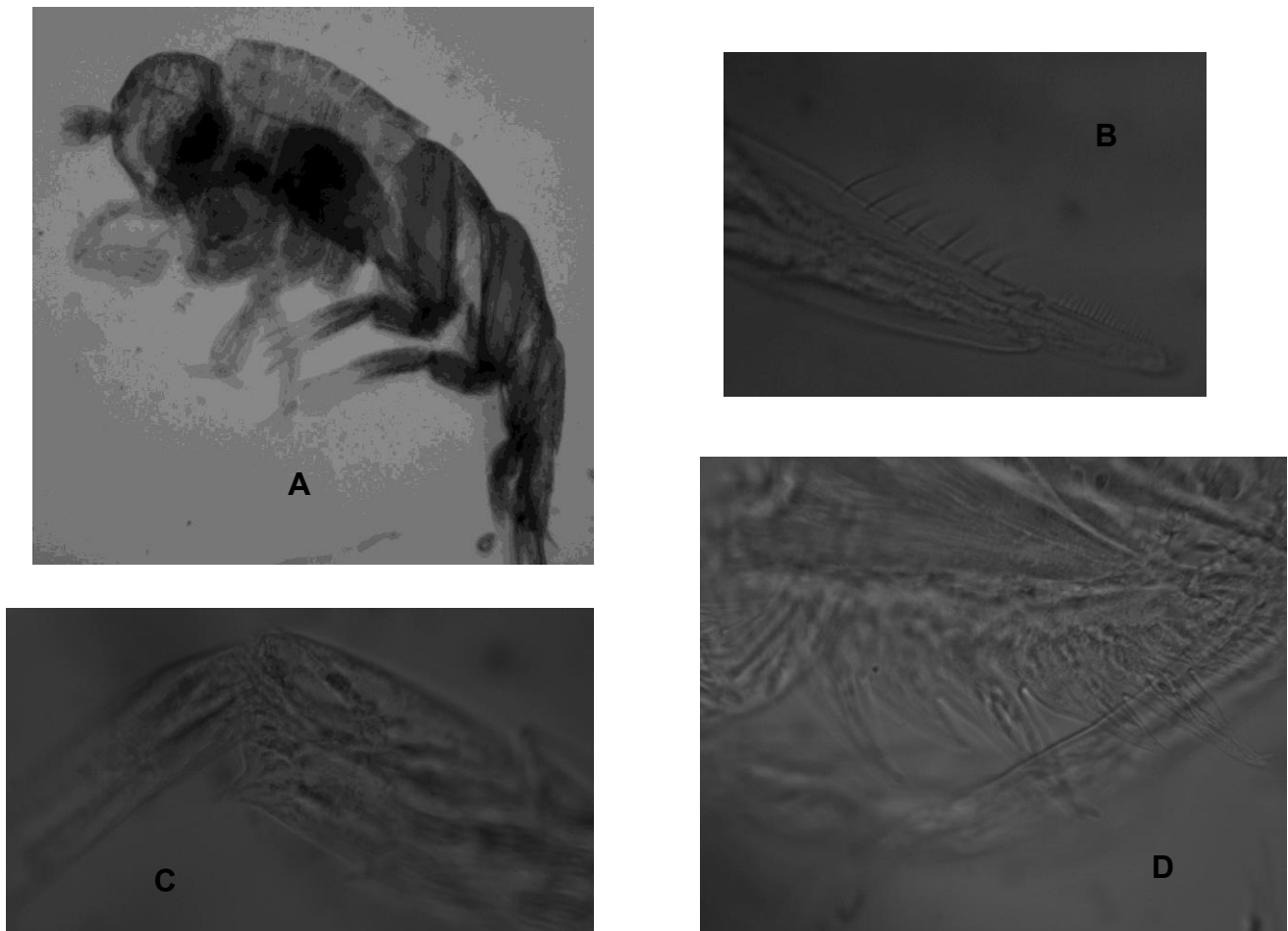


Figura 8. A) *Primno sp*, B, C y D) Pereópodos I, III y V.

***Paraphronima gracilis* Claus, 1879**

Figura 9

Sinonimias: Sin sinonimias.

Longitud: ♂ 11 mm ♀ 16.5 mm; los especímenes sexualmente maduros de alrededor de los 10 mm.

Caracteres de reconocimiento: La cabeza larga, el cuerpo es delgado y extremidades débiles, en comparación a su cabeza grande y voluminosa, su longitud excede al total de la longitud de los pereonitos 1- 4, y su altura es un poco más que la longitud y más del doble de la altura de los pereonitos.

La antena I en hembras es menor de 1/3 de la cabeza en longitud y el único segmento del flagelo no difiere en anchura desde los segmentos al pedúnculo, mientras que en los machos se ensancha y es alargada; toda la antena es más delgada que la cabeza. La Antena II en las hembras tiene dos segmentos, pero en los machos primer segmento en el pedúnculo es muy alargado.

Los pereonitos I–II son aproximadamente iguales al total de la longitud del pereonito III; el pereonito VII es más corto y más bajo que el precedente y su longitud el doble de su altura. Los lóbulos coxales de todos los pereópodos en los machos están fusionados con el pereon, en las hembras la coxa de los pares II-V son libres. Los pereópodos I–II son pequeños, el basis es angosto. El mero del pereópodo I forma en la parte posterior distal una proyección en forma de cuchara con notorias setas a largo del margen; el carpo es ancho distalmente y su longitud

es alrededor del doble de su anchura; el propus es angosto, un poco más corto que el carpo, móvil y articulado, con su ángulo distal anterior similar a un canal en posición inclinada y forma una especie de doble subquela débil; el dácilo es muy corto y delgado en su base. Los pereópodos II son simples y tienen un segmento estrecho. Los pereópodos III- VI tienen los basis largos y estrechos; los carpo y propus son largos. Pereópodos VII son cortos y un poco más angostos que los precedentes pero en general son similares.

Hábitat: Especie planctónica que presenta migraciones raramente verticales diurnas; epipelágica y mesopelágica. Se encuentra a una profundidad de 0-1000m.

Localidad: Se encuentra en todo el Golfo de México, y presenta un rango geográfico circumtropical.

Observaciones: El ejemplar es hembra, presenta un tegumento transparente, para observar sus características se realizó una tinción. Presenta una cabeza desproporcionada a su cuerpo. Los primeros pleonitos son muy ligeramente más pequeños, el segundo pereópodo es simple.

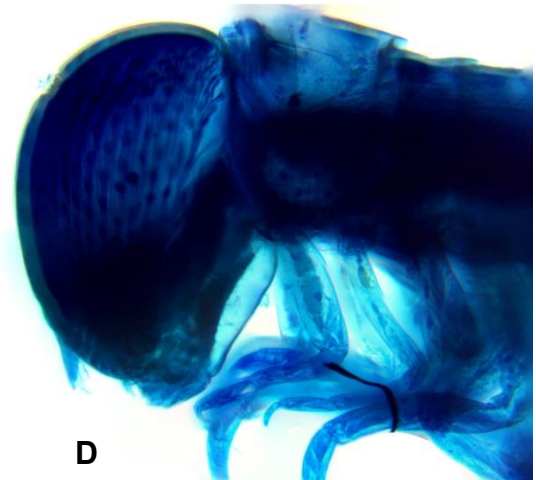
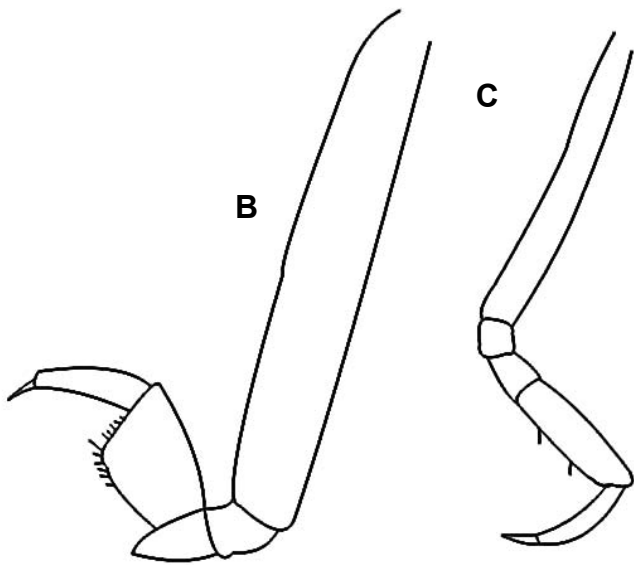
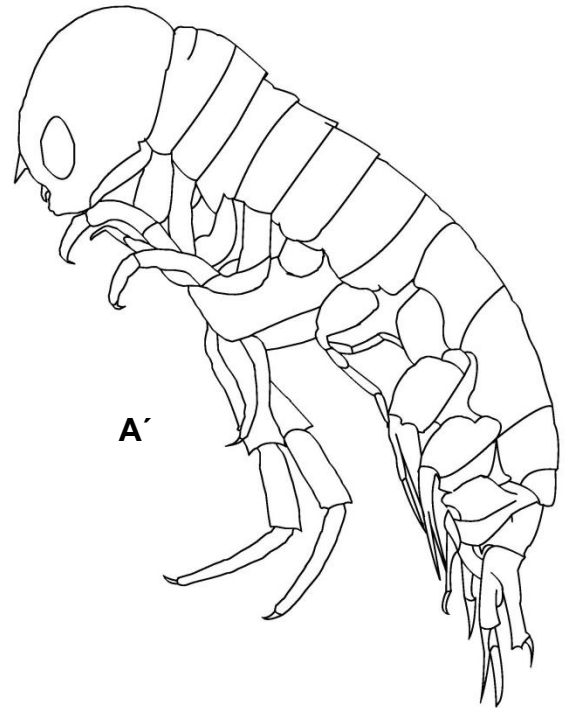
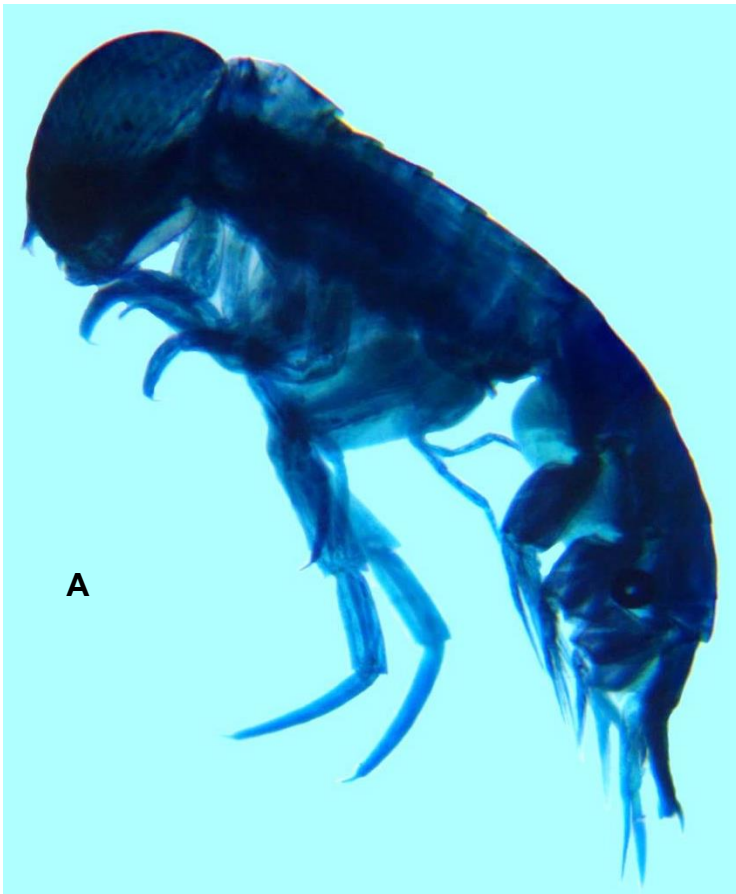


Figura 9. A, A', D) *Paraphronima gracilis* Claus, 1879, B y C) Pereópodo I y VII

***Eupronoe minuta* Claus, 1879**

Figura 10

Sinonimias: Sin sinonimias

Longitud: ♂ 5 – 6 mm ♀ 6 -8 mm

Caracteres de reconocimiento: La cabeza es larga y alta; en las hembras es redondeada anteriormente, en general es igual a la longitud del pereon, pero en algunos especímenes grandes suelen ser incluso más larga; en los machos la cabeza es ligeramente corta y cónica anteriormente.

El basis del pereópodo I es igual o ligeramente más largo como los siguientes tres segmentos juntos; el mero es fuertemente abombado en la parte distal y forma dos procesos distales, de los cuales el anterior es corto y el posterior es muy variable en cuanto longitud; a veces este proceso sólo alcanza la mitad del carpo, en ocasiones llega a la parte distal; la longitud del carpo es $2/3$ del mero, teniendo una longitud y anchura igual, presenta espinas a lo largo del margen posterior; el ancho máximo del propus se localiza a la mitad, presenta un margen anterior sobresaliente.

El basis del pereópodo V es oval y doblemente largo que ancho; en frente de la base del siguiente segmento tiene una proyección distal que alcanza la base del mero; el mero y carpo son iguales en el ancho, pero el carpo es más largo; el dactilo es delgado, curvo, y ligeramente más corto que la mitad de la longitud del propus. El margen anterior del basis en los pereópodos VI es recto pero con una

proyección redondeada en la parte proximal, el margen posterior es sobresaliente, y el margen distal es recto o ligeramente cóncavo; los segmentos del isquio y dactilo juntos son equivalentes a la mitad de la longitud del basis; el mero tiene un proceso (protuberancia) distal con una punta redondeada que alcanza la base del propus; el dactilo es corto; del mero-propus tiene dentículos en el margen anterior.

Hábitat: Especie epipelágica y planctónica, por lo que se puede encontrar en la superficie hasta los 100 m de profundidad.

Localidad: Se encuentra en todo el Golfo de México, y presenta un rango geográfico circumtropical.

Observaciones: El ejemplar es hembra; los caracteres que se usaron principalmente fueron los pereópodos I, II y VII, en el caso del pereópodo I las espinas del margen anterior en el mero y carpo son pequeñas. Pereópodo VII con segmentos rudimentarios.

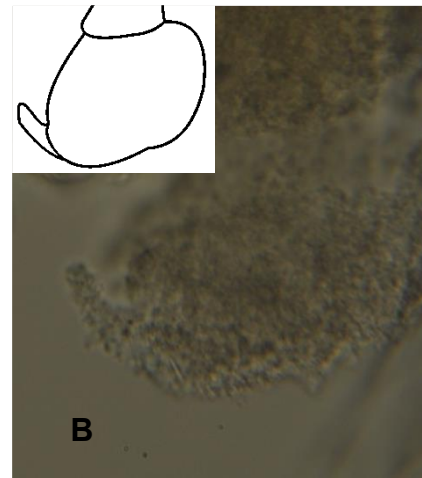
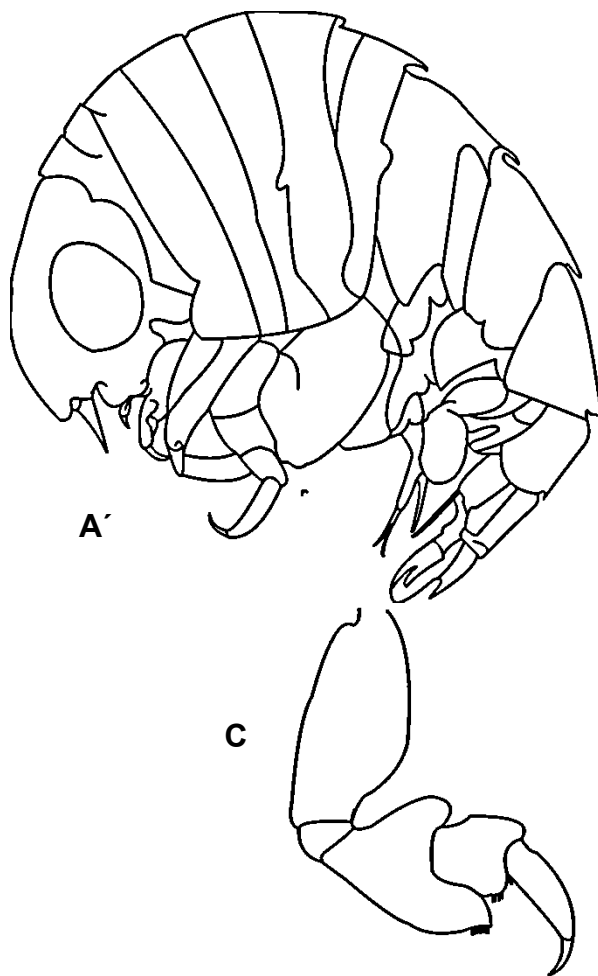


Figura 10. A y A') *Eupronoe minuta*. B) Pereópodo VII, C y C') Pereópodo I y II.

***Parapronoe parva* Claus, 1879**

Figura 11

Sinonimias: *Sympronoe parva* Claus, 1879

Longitud: ♂ 7 mm ♀ 8 mm

Caracteres de reconocimiento: La antena II en machos tiene el flagelo doblado en forma de zigzag; los segmentos apicales son muy cortos.

Los basis de los pereópodos I son distalmente anchos y el margen anterior más sobresalido que el margen posterior, el mero es el doble de ancho en la parte distal que en la proximal y un ligeramente más ancha que en longitud, el margen posterior es pectinado y con dentículos muy pequeños, el carpo es estrecho, es 1/2 veces más largo que el mero, y tiene un sobresaliente (abombado) margen anterior; posteriormente el margen es recto y finamente denticulado; el propus es ligeramente más corto que el carpo y el doble de ancho; el dactilo es corto. El basis de los pereópodos II es un poco más largo y ancho que los pereópodos I; el mero es más largo que ancho y el ángulo distal es finamente denticulado; el proceso distal del carpo no alcanza la mitad de la longitud del propus, semejante a un lóbulo redondo, presenta un margen denticulado; el propus tiene un sobresaliente margen anterior y el margen posterior es recto y denticulado. El basis de los pereópodos VI forma dos lóbulos en la parte distal, del cual el posterior es redondeado y el anterior tiene un margen distal truncado, es

sobresaliente en la parte media, con ángulos delgados y alargados. Los pereópodos VII tienen las basis triangulares y dos segmentos distales muy cortos.

Hábitat: Epipelágica, mesopelágica y planctónica. Se encuentra en las superficies ocasionalmente, presenta un rango de profundidad de 25 – 300m.

Localidad: Se encuentra en la parte Noroeste, Sudoeste y Sudeste del Golfo de México.

Observaciones: La ausencia de la antena II en forma de zigzag, es el carácter que indica que es hembra el ejemplar. Los pereópodos VII son característicos de la especie al presentar segmentos rudimentarios. Cabeza globosa, los pereópodos I y II presentan los márgenes pectinados poco sobresalientes.

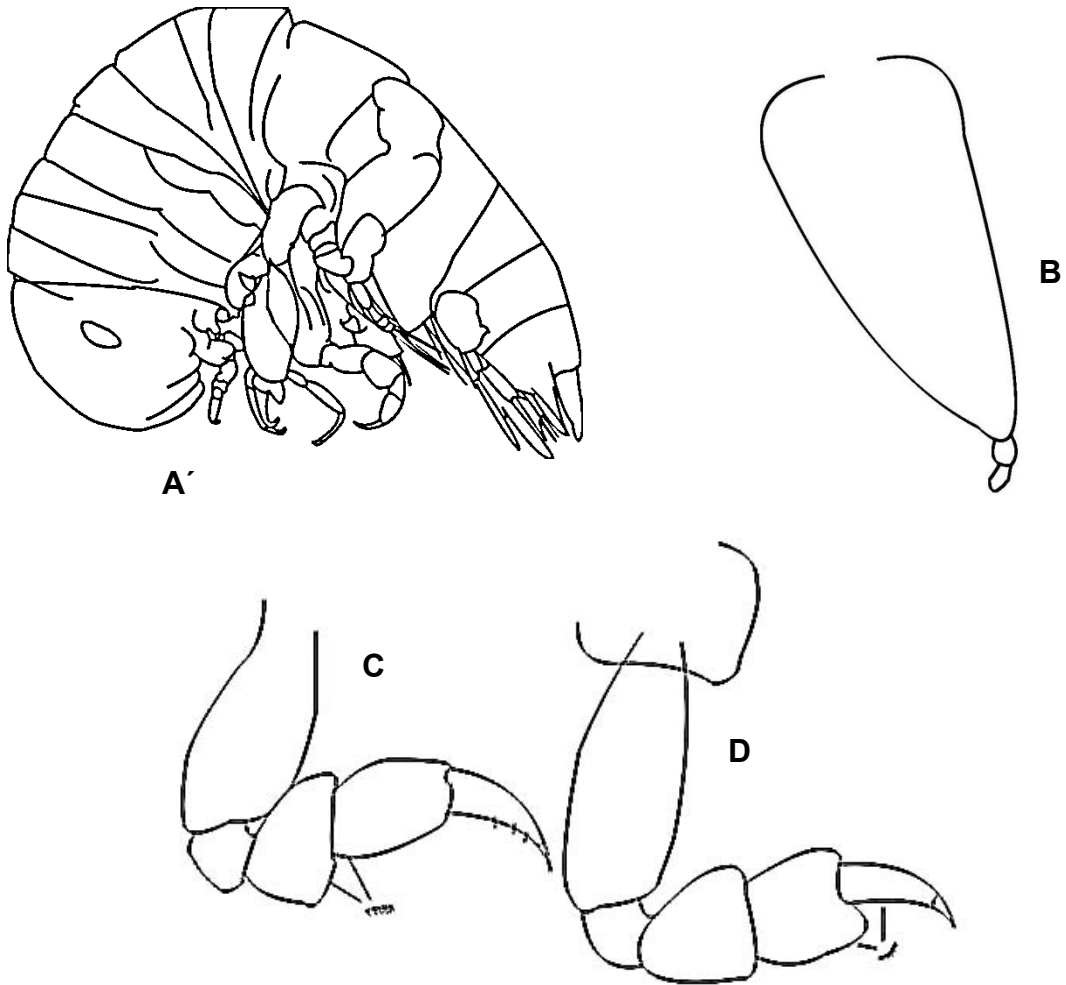


Figura 11. A y A') *Parapronoe parva* Claus, 1879, B, C y D) Pereópodo

***Lycaea pulex* Marion, 1874**

Figuras 12 y 13

Sinonimias: *Lycea robusta* Claus, 1879 y *Lycea similis* Claus, 1879.

Longitud: ♂ / ♀ 7 mm

Caracteres de reconocimiento: El basis del pereópodo I es 1 1/2 – 2 veces más largo que ancho y es abombada (sobresaliente) anteriormente y en el margen posterior; el mero en la parte anteriormente es sobresaliente; la subquela es desarrollada. El ápice (vértice) sale del ángulo distal posterior del carpo se extiende más de la base del dactilo; el ángulo es igual o algo más largo como recto en el margen posterior, la parte distal del margen anterior es denticulada; el propus también tiene un ángulo distal posterior bien desarrollado, con los márgenes denticulados, y el margen posterior del segmento final es denticulado; el dactilo es largo y a veces hasta la mitad de la longitud del propus a lo largo de su margen interior. Los pereópodos III y IV tienen un dactilo largo. El basis del pereópodo V es oval, su longitud es lo doble que su ancho; el mero es largo y tiene margen abombado; el carpo es más estrecho como el mero y aproximadamente la mitad de su longitud; el propus es algo más largo que el mero; el carpo y propus al final del margen anterior es denticulado; el dactilo es largo y delgado. El basis de los pereópodos VI es oval y tiene más sobresaliente el margen posterior, del isquio-dactilo son los mismos en el pereópodo V pero pequeños; del mero–propus tiene el margen anterior denticulado. El basis de los

pereópodos VII son más sobresalientes en el margen posterior en la parte anterior y es de $1 \frac{1}{3}$ – $1 \frac{1}{2}$ veces más largo que ancho; los segmentos distales juntos son cortos equivalentes a la mitad de la longitud del basis.

Hábitat: Epipelágica y mesopelágica, su rango de profundidad es de 0 – 500m. Sin embargo se suele encontrarse en la superficie.

Localidad: Se ha localizado en la zona Noroeste del Golfo de México, presenta un rango geográfico Circumtropical. En este presente trabajo se localizó en la parte Sudoeste del Golfo de México.

Observaciones: El ejemplar es macho, presenta la antena II en forma de zigzag su cabeza es más alta que el pereon y redondeada anteriormente. El pereópodo II se diferencia del I en la ausencia de los dentículos en el margen posterior del carpo.

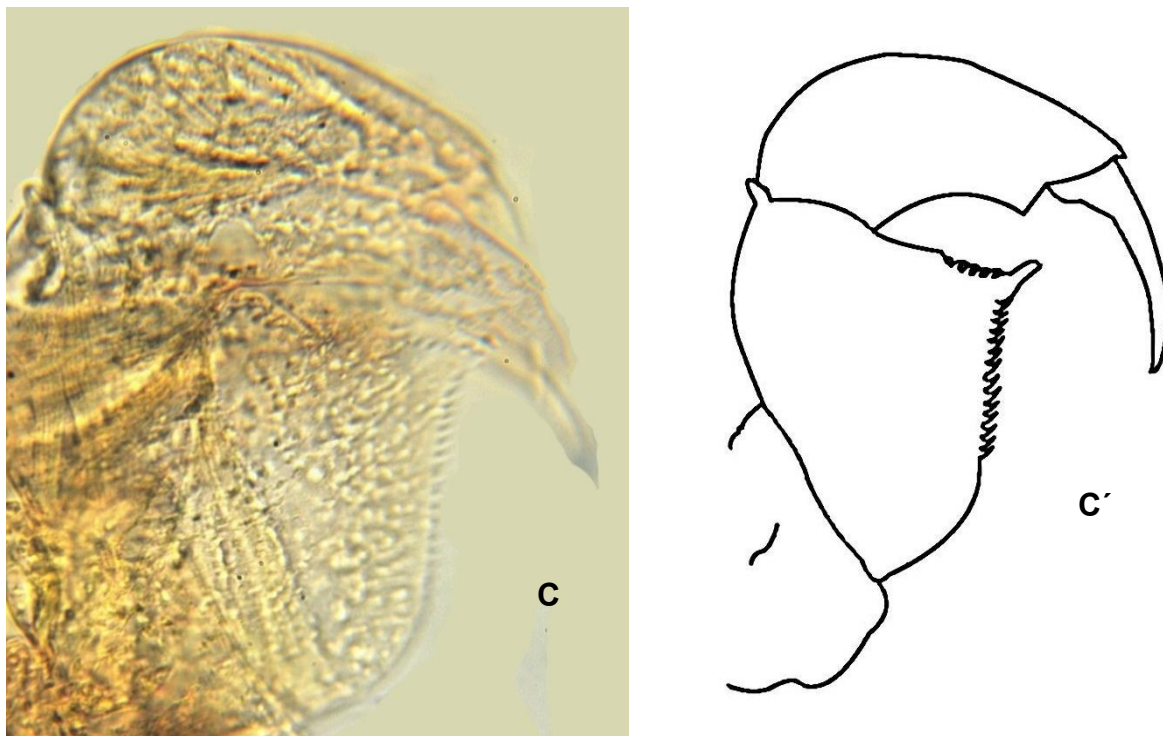


Figura 12. C y C') Pereópodo I de *L. pulex*.

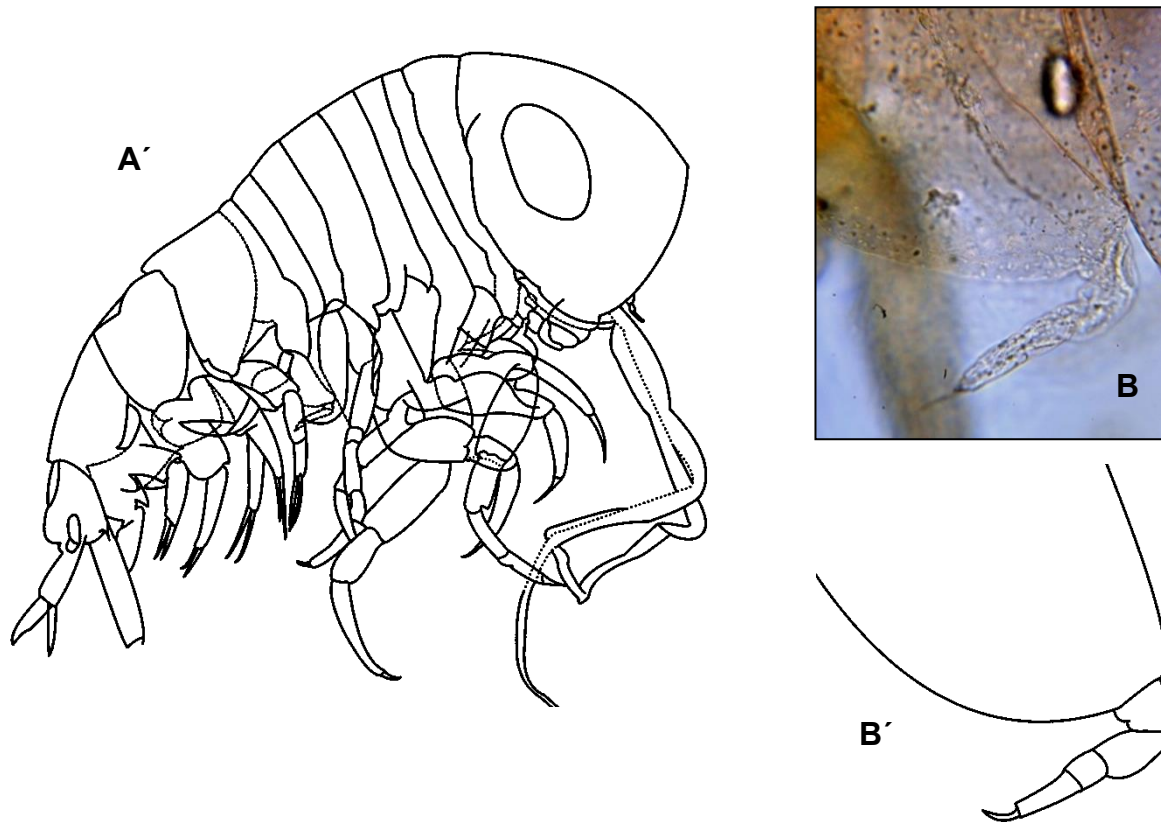


Figura 13. A y A') *Lycaea pulex* Marion, 1874, B y B') Pereópodo VII.

***Lycaea pachypoda* Claus, 1879**

Figuras 14 y 15

Sinonimias: *Pseudolycaea pachypoda* Claus, 1879

Longitud: ♂ / ♀ 7 mm

Caracteres de reconocimiento: La cabeza es anteriormente redondeada, su altura es mayor a la longitud en machos 1.3 veces y en hembras 1.5-1.7 veces.

La subquela del pereópodo I y II no están bien desarrolladas. El basis del pereópodo II es largo; los segmentos distales tienen una estructura idéntica; el mero es lo doble de amplio como de largo; el carpo es algo más estrecho que el mero, este es más ancho que el largo del margen anterior, su ángulo posterior distal tiene una unta “roma” que no alcanza 1/3 de la longitud del propus, y el margen posterior es denticulado en la parte distal pero tiene espinas dispersas en el margen y en el submargen; el margen de la subquela es lisa; y el dactilo es corto. El basis del pereópodo V es amplio pero no oval y sus márgenes ligeramente abombados (sobresalientes); el mero es amplio en la parte distal, el carpo es corto; y el propus es igual de largo que el mero; el carpo y propus tiene un margen anterior liso. El basis de los pereópodos VI no son del mismo largo que los del pereópodo V pero son ligeramente amplios en la parte proximal; el mero es ancho, especialmente en la parte distal, el carpo y propus son denticulados a lo largo del margen anterior, el mero solo lo presenta en la parte distal; el dactilo es pequeño. El basis de los pereópodos VII son estrechos en la parte distal, sus

márgenes son rectos y el margen posterior abombado; los segmentos distales juntos tiene la mitad de la longitud del basis.

Hábitat: Especies planctónica, epipelágica y mesopelágica; presenta un rango de profundidad de 0 – 300 m.

Localidad: Se ha localizado en la zona Noroeste del Golfo de México, presenta un rango geográfico Circumtropical.

Observaciones: El ejemplar recolectado es hembra. El carácter que permite identificar a la especie es el pereópodo VII, observando las características del propus y dácilo, este último en forma de gancho.

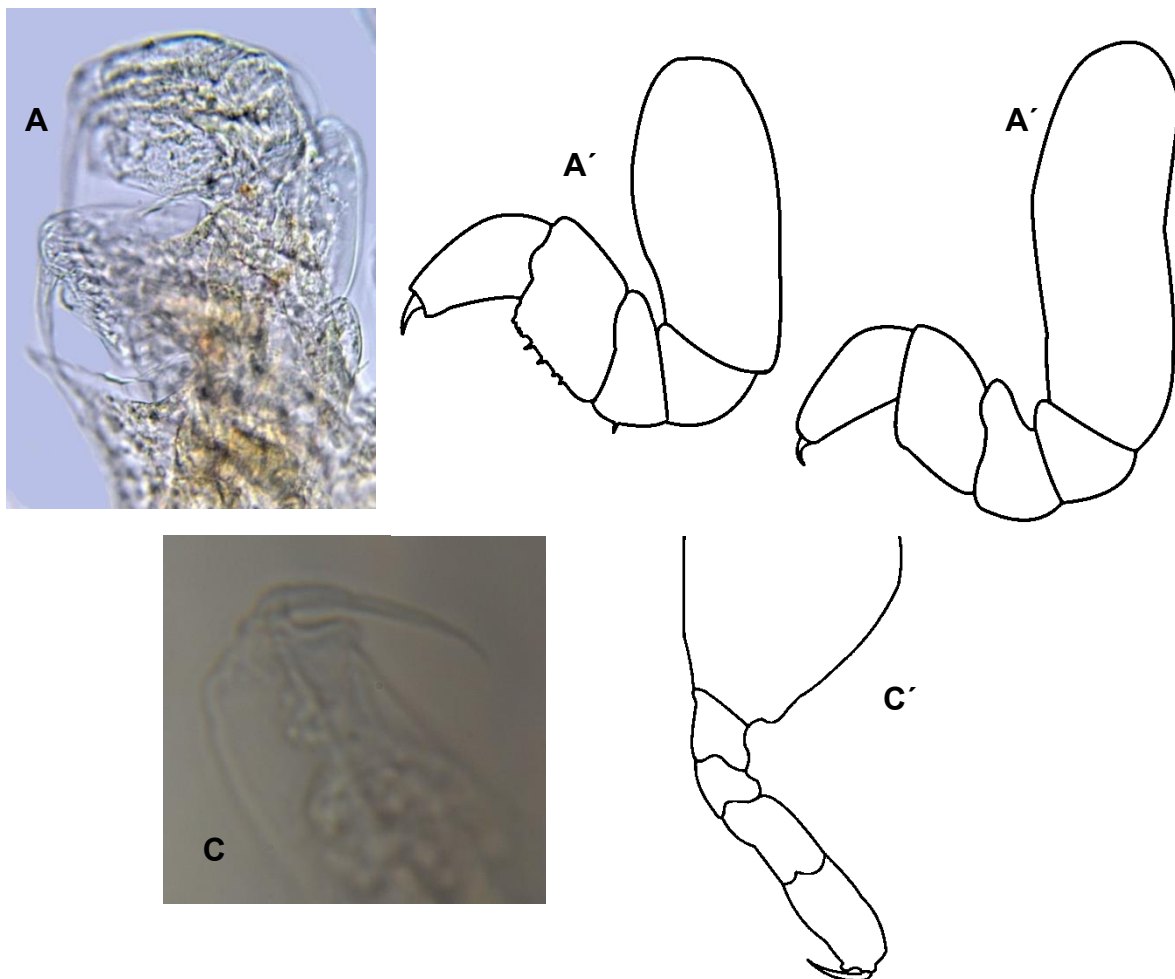


Figura 14. A, A' y A'') Pereópodo I y II, B y B') Pereópodo VII de *L. pachypoda*.

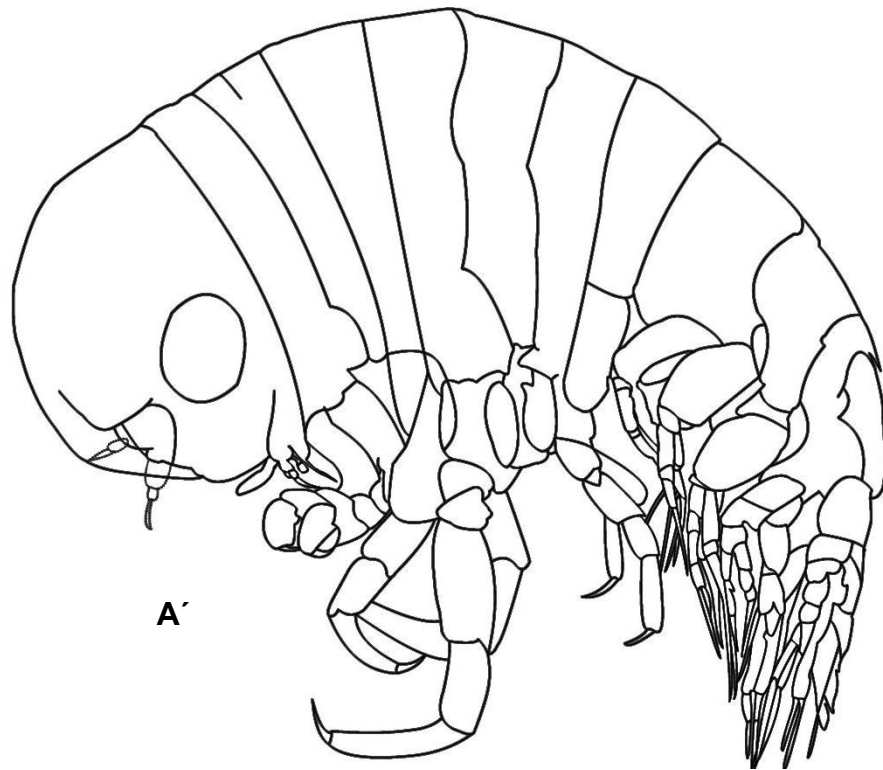


Figura 15. A y A') *Lycaea pachypoda* Claus, 1879.

***Simorhynchotus antennarius* Stebbing, 1888**

Figura 16

Sinonimias: *Simorhynchus antennarius* Claus, 1879

Longitud: ♂ / ♀ 5 – 7 mm.

Caracteres de reconocimiento: La cabeza no forma un rostro. El primer segmento del flagelo de la antena I en los machos tiene una proyección característica en la parte distal del margen anterior, mientras que el proceso distal posterior alcanza el final del 2° segmento. La antena II en los machos es similar a *Lycaea*. El basis del pereópodo I tiene un margen anterior abombado (sobresaliente) y uno posterior recto; el mero en la parte distal es ligeramente ancho; el carpo es un poco más ancho que el mero, el margen es abombado (sobresaliente), y es dos veces más largo y ancho; el carpo y propus presentan un margen liso; el dactilo es corto. El pereópodo II, presenta el basis más largo que los segmentos distales juntos o al menos 1 1/2 veces; el carpo es distalmente ancho y el ángulo posterior es distalmente recto, el vértice tiene una subquela cerrada alcanzando la mitad del propus; la subquela tiene márgenes lisos con setas dispersas. Los pereópodos V son los más largos; el basis es ovalado, es el doble de largo que el ancho, el margen anterior tiene setas marginales dispersas; el propus es más largo que el carpo, estrecho y ligeramente curvo; los márgenes de los segmentos no son denticulados. El basis de los pereópodos VI son fuertemente bombeados en la parte proximal, el margen anterior es casi recto, y el

margen posterior bombeado; el mero es doblemente más largo que el carpo e igual que el propus; el propus presenta esparcidos dentículos finos a lo largo del margen anterior. El basis de los pereópodos VII es abombado, el margen anterior es recto.

Hábitat: Especies planctónica, epipelágica y mesopelágica; presenta un rango de profundidad de 0 – 500 m.

Localidad: Localidad: Se ha localizado en todo el Golfo de México, presenta un rango geográfico Circumtropical.

Observaciones: El ejemplar es hembra, presentaba un tegumento transparente.

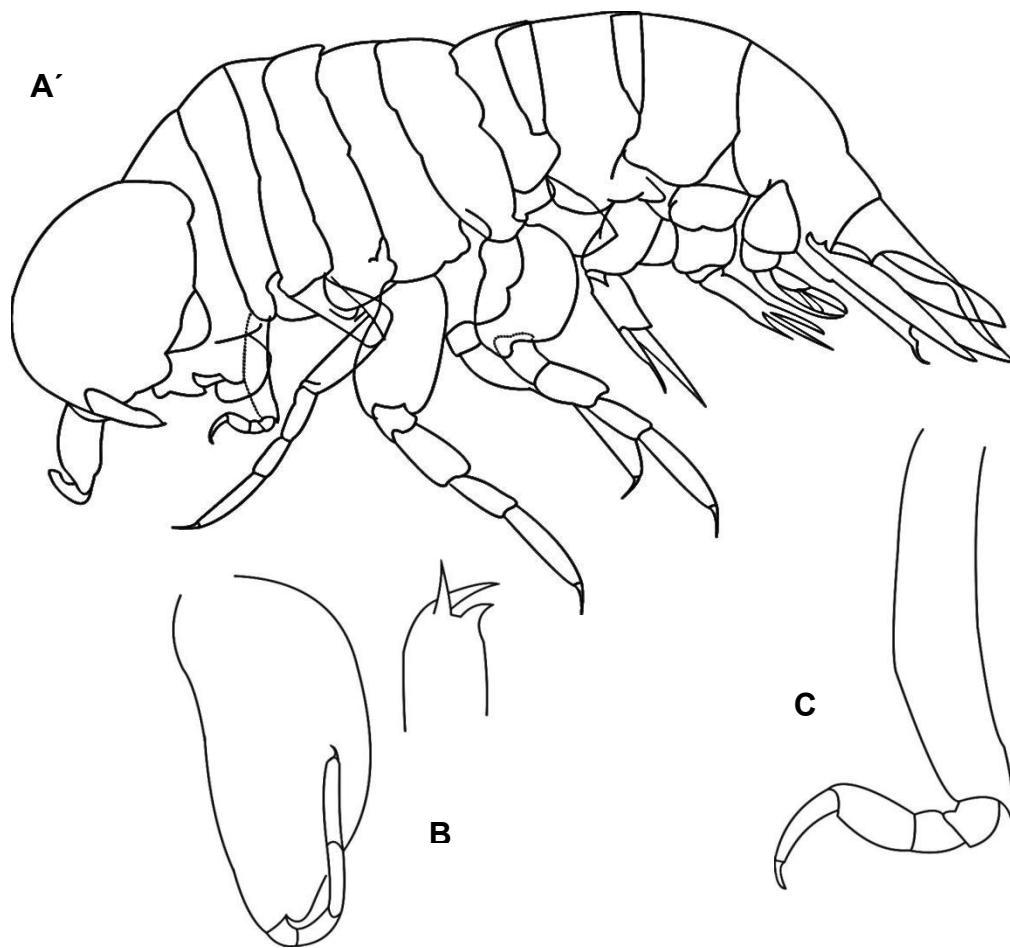


Figura 16. A y A') *Simorhynchotus antennarius* Stebbing, 1888, B) Pereópodo VI, C) Pereópodo I.

***Tetrathyrus forcipatus* Claus, 1879**

Figura 17

Sinonimias: Sin sinonimias

Longitud: ♂ / ♀ 3.5 – 4.5 mm

Caracteres de reconocimiento: La cabeza es redondeada y lateralmente triangular, algo estirada hacia adelante, y su longitud en la parte superior aproximadamente $2/3$ al de la parte inferior. El segundo y tercer segmento de la antena II en machos tienen la misma longitud, el cuarto es ligeramente más corto, y el quinto, $4/5$ de la longitud del cuarto segmento.

El basis del pereópodo I es más corto que los segmentos distales y el margen anterior más abombada que el posterior; el mero es amplio (ensanchado); el carpo es estrecho y corto; el propus no es tan largo como el carpo. El basis del pereópodo II es largo como los segmentos distales, el margen anterior es cóncavo, y el margen anterior abombado; los segmentos distales son iguales a los del pereópodo I. El basis del pereópodo V es dos veces más largo que ancho, su margen anterior sobresale sólo en la parte media, el ensanchamiento del margen anterior está en toda la longitud; los segmentos distales juntos son más largos que el basis o iguales a este. El basis del pereópodo VI tiene el margen anterior cóncavo y el margen posterior es más estrecho en la parte media; los segmentos distales son equivalentes de $1/3$ a $1/2$ del segundo segmento en lo largo; el mero es liso, largo como los siguientes segmentos juntos; el proceso distal del mero

abarca de 1/3 a 1/2 del largo del carpo. El pereópodo VIII generalmente tiene el basis largo que apicalmente se estrecha suavemente y el 2° distal en forma de pequeña cúspide. Sin embargo, individuos con 2 a 5 segmentos distales son poco frecuentes y sirven como premisa para la descripción de una nueva especie, o bien pueden ser sinonimias. El telson es ligeramente más corto que el último segmento del urosoma y sus márgenes están armados con pocas setas.

Hábitat: Especie planctónica y epipelágica; presenta un rango de profundidad de 0 – 200 m.

Localidad: Localidad: Se ha localizado en todo el Golfo de México, presenta un rango geográfico Circumtropical.

Observaciones: El ejemplar es hembra. El basis del pereópodo VII es solo la base y más ancho, sin embargo el carácter que verifica la identificación son los pereópodos I y II.

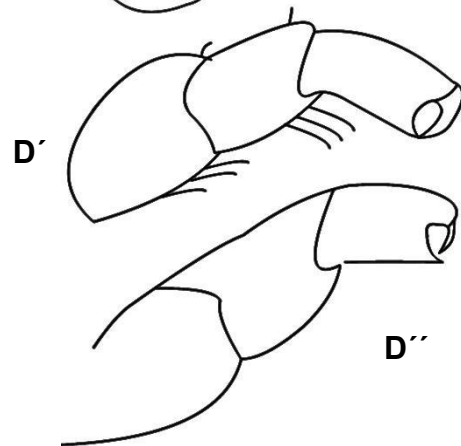
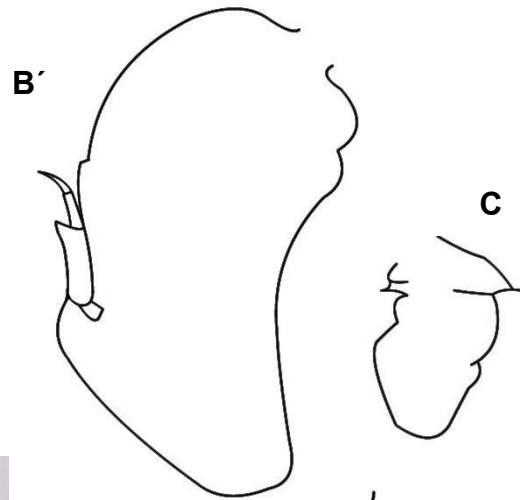
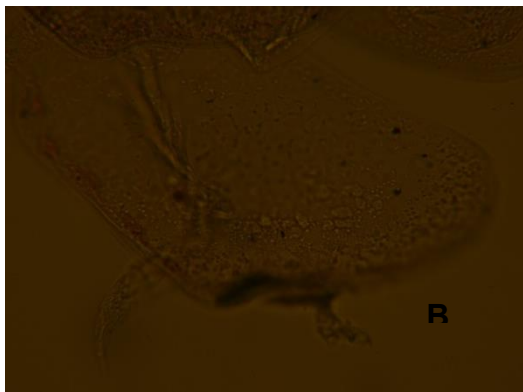


Figura 17. A) *Tetrathyrus forcipatus* Claus, 1879; B y B') Pereópodo VI, C) Pereópodo VII, D) pereópodos I y II, D') Pereópodo I y D'' Pereiópodo II.

Distribución

El transecto B en el 2011, no se encontró registro. Sin embargo, en 2012 presentó la mayor composición con seis especies de nueve registradas en el mismo año. La especie *L. bengalensis* se presentó en 32 zonas durante el periodo de muestreo, seguido de *T. fusca* que se presentó en 10 zonas (**Tabla 2**).

Tabla 2. Presencia de las especies de hipéridos con respecto al año, transecto y zona.

Año Transecto	2 0 1 1							2 0 1 2							2 0 1 3																			
	A	C			D			A	B			C			D	A	B			C			D											
Especie/ Zona	3	3	4	6	7	1	5	7	3	4	5	3	6	7	2	4	6	7	1	6	7	3	5	1	2	3	5	6	7	1	3	4	7	4
<i>Lestrigonus bengalensis</i>	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
<i>Themistella fusca</i>					□									□					□	□		□			□	□			□	□		□		
<i>Primno sp.</i>														□																				
<i>Paraphronima gracilis</i>														□																				
<i>Eupronoe minuta</i>														□																				
<i>Parapronoe parva</i>													□																					
<i>Lycaea pulex</i>																				□														
<i>Lycaea pachypoda</i>									□																									
<i>Simorhynchotus antennarius</i>																													□					
<i>Tetrathyrus forcipatus</i>									□																									

En general los hipéridos, se encontraron distribuidos en todos los transectos, sin considerar el año de muestreo, existió registro en 4 de 5 zonas para el transecto A y en 6 de 7 zonas para los transectos B y C, donde se obtuvieron el mayor número de ejemplares con 72 y 91 organismos respectivamente, mientras que en el sitio A y D se encontraron 50 y 19. La abundancia disminuyó en las estaciones cercanas a la costa, la zona 7 concentra los valores más altos de organismos. Al realizar el análisis de varianza, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los transectos y zonas ($P= 0.494$).

Abundancia

La mayor abundancia se registró en el 2013 con 126 organismos, donde los transectos A y B presentaron 44 y 41 respectivamente, siendo las mayores abundancias, a diferencia del año 2011, donde no existió registro para el transecto B. En el transecto A solo se presentó un organismo. El transecto C fue el de mayor abundancia. En el transecto A del año 2012 se obtuvo la abundancia más alta; el transecto C presentó la menor abundancia en todos los años de muestreo (**Fig. 18**).

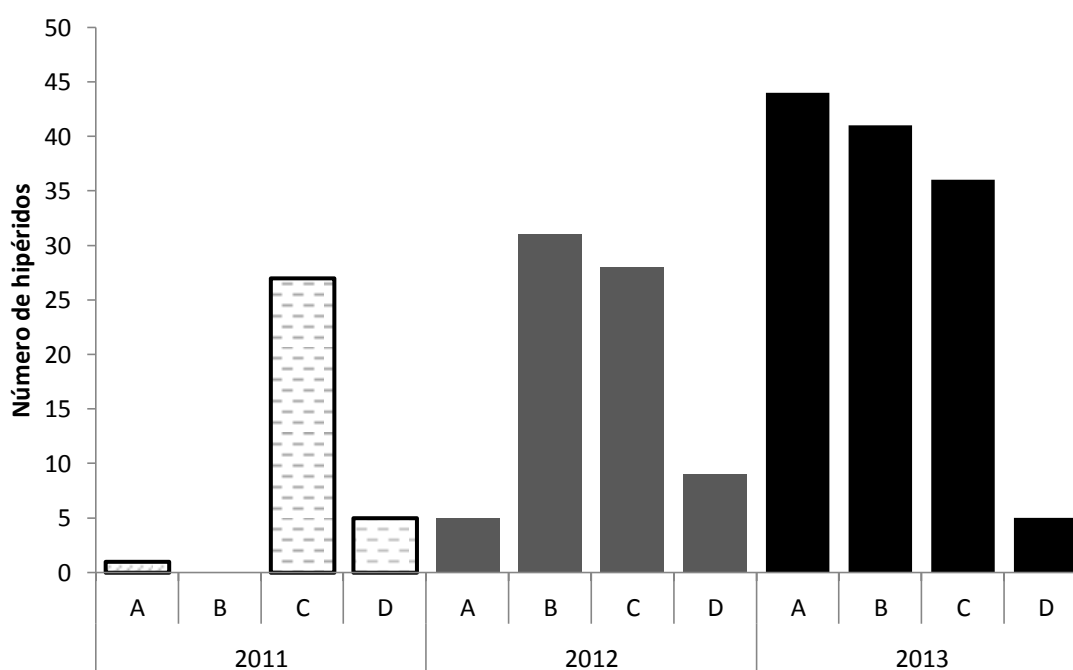


Figura 18. Abundancia de hipéridos con respecto a los transectos y año de muestreo en el PNSAV.

En el año 2011, en junio se presentó la mayor abundancia en el transecto C (24). En el 2012 en mayo, se registraron los valores más altos en el transecto B (25). Ambos registros corresponden a la época de secas. En el primer año de

muestreo, es el único donde se registra la presencia de hipéridos, en el transecto C en temporada de lluvia (agosto). Para el año 2013 la mayor abundancia se observó en marzo correspondiente a época de nortes, resaltando el transecto A con 31 organismos (**Fig. 19**). No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los transectos y los años de muestreo ($P= 0.112$).

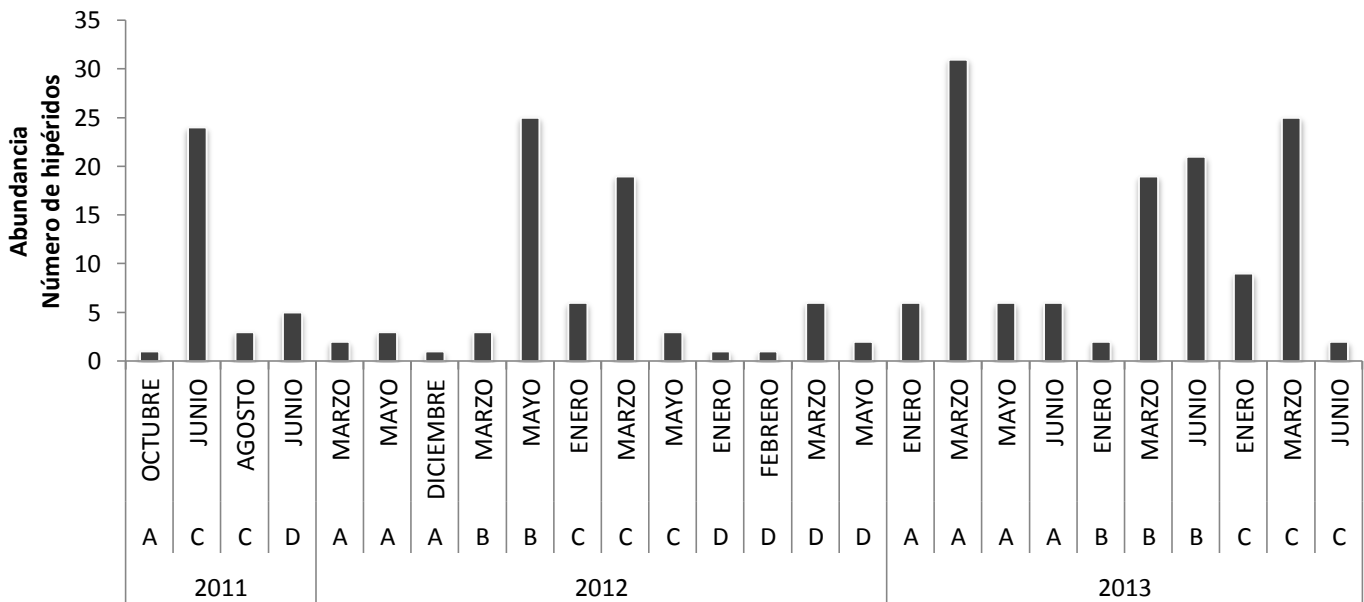


Figura19. Abundancia de hipéridos en relación a los meses de cada año de muestreo, en el PNSAV.

Los meses de octubre, diciembre y febrero presentan mínimas abundancias, con un organismo, mientras que marzo obtuvo la mayor abundancia con 105 organismos (**Fig.20**). Al realizar análisis de varianza, se encontró que solo existe diferencia estadísticamente significativa entre el mes de marzo con respecto a otros meses de muestreo durante los tres años ($P= 0.001$) con excepción de mayo y junio donde no existió diferencia significativa.

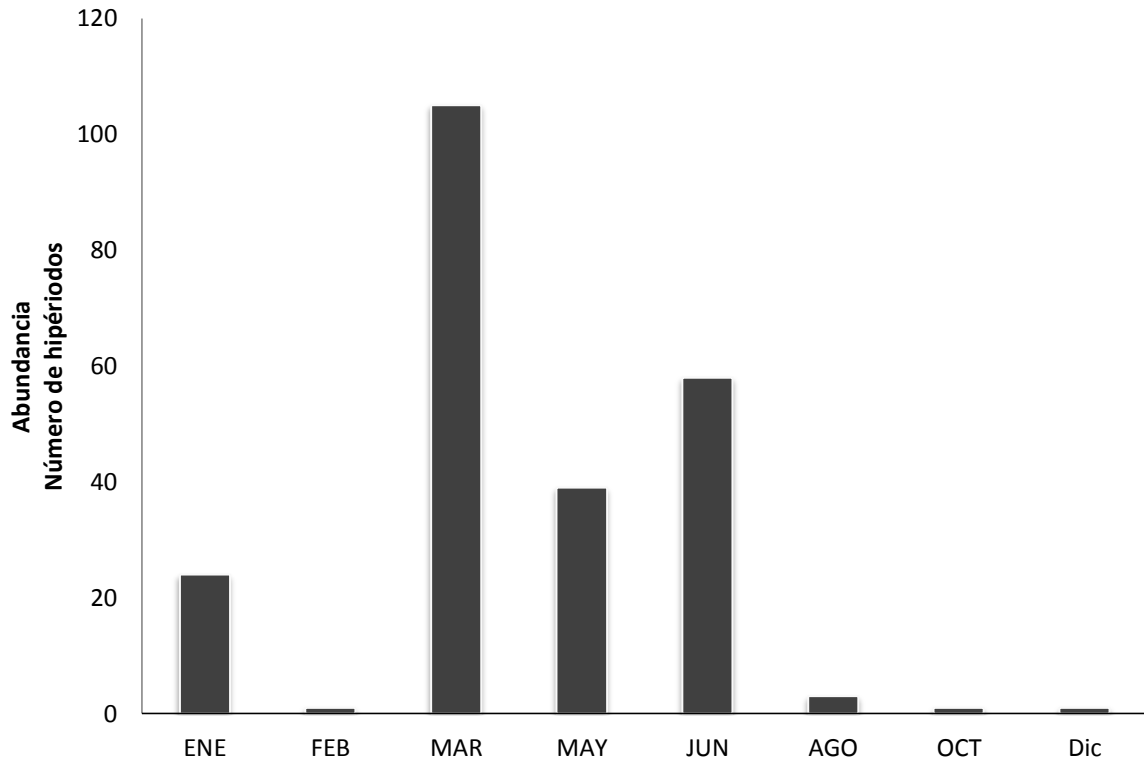


Figura 20. Abundancia mensual de hipéridos, sin considerar el año de muestro, en el PNSAV

Las especies con mayor abundancia en todos los transectos fueron *L. bengalensis* (199 organismos) y *T. fusca* (25 organismos), ambas con sus valores más altos en los transectos del centro, B y C, mientras que el transecto D para ambas especies están las abundancias bajas con 17 y 2 hipéridos respectivamente (**Fig. 21**). Existieron diferencias estadísticamente significativas ($P = <0.001$) a través de una prueba de Tukey se encontró que las abundancias de *L. bengalensis* son diferentes con respecto a las otras especies registradas. El año 2013 existió registro en todos los transectos para ambas especies, así mismo, se obtuvieron las mayores abundancias en todos los transectos, para ambas especies, las abundancias menores fueron en el 2011. La especie *T. fusca* solo se

presentó en el transecto C. El análisis de varianza, no mostro diferencias estadísticamente significativas entre los años y los transectos (P=0.112).

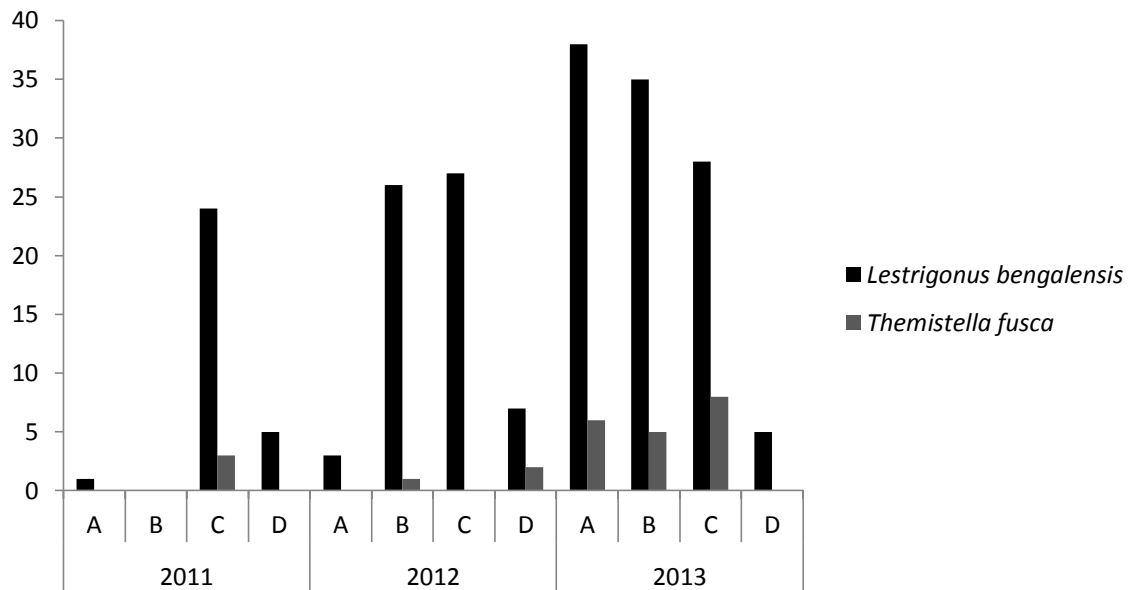


Figura 21. Abundancias en los transectos por año de *L. bengalensis* y *T. fusca*.

En el registro mensual se encontró que el mayor número de representantes de *L. bengalensis* y *T. fusca* se obtuvo durante los meses de marzo y junio. Los meses de menor abundancia para *T. fusca* fueron enero y mayo con un solo registro para ambos casos; para *L. bengalensis* fue enero con 25 ejemplares (Fig.22). No se encontraron diferencias estadísticamente significativa (P= 0173).

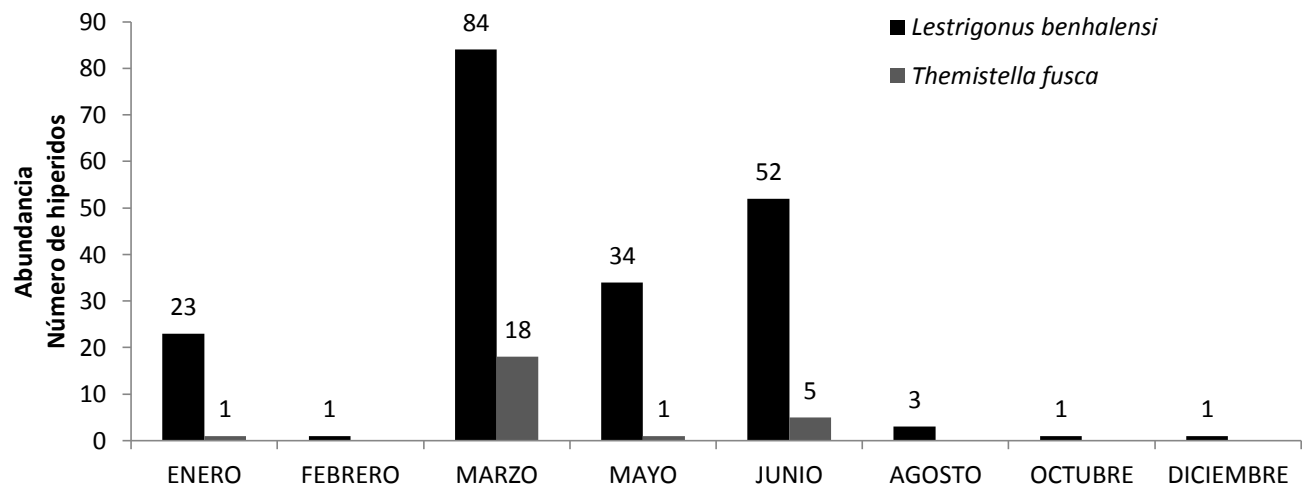


Figura 22. Abundancia mensual de *L. bengalensis* y *T. fusca* durante 2011-2013 en el PNSAV.

Proporción de sexos, Fecundidad y Talla

Proporción de sexos: De las especies reportadas, solo se registraron datos de machos y hembras para *L. bengalensis*. Se registraron 184 ejemplares, 25 machos y 159 hembras, de acuerdo con la prueba χ^2 existió diferencia significativas ($P=0.0001$). Considerando la presencia de machos y hembras por año, el en 2013 existió el mayor registro de machos con 13 ejemplares, mientras que en el 2011 fue la más baja con tres machos. La presencia de machos fue en los meses de marzo, junio y mayo, en enero solo se registró un organismo. Se realizaron pruebas de χ^2 , donde se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas (**Tabla 3**).

Tabla 3. Valores de significancia obtenidos en la prueba Chi², para la Especie *L.bengalensis*).

Mes	♂	♀	P	Dif. Sig	♂ : ♀
Marzo	8	24	0.005	•	1:3
Junio	9	24	0.009	•	1:2.7
Mayo	7	18	0.027	•	1:2.6

Fecundidad y talla: Se colectaron 14 hembras ovígeras de la especie *L. bengalensis*, en el año 2011 no existió registro de hembras ovígeras; en los meses de enero se encontró el mayor número de hembras ovígeras con 4 ejemplares en ambos casos, el mes de menor abundancia de hembras ovígeras fue febrero, con una sola hembra (**Fig. 23**).

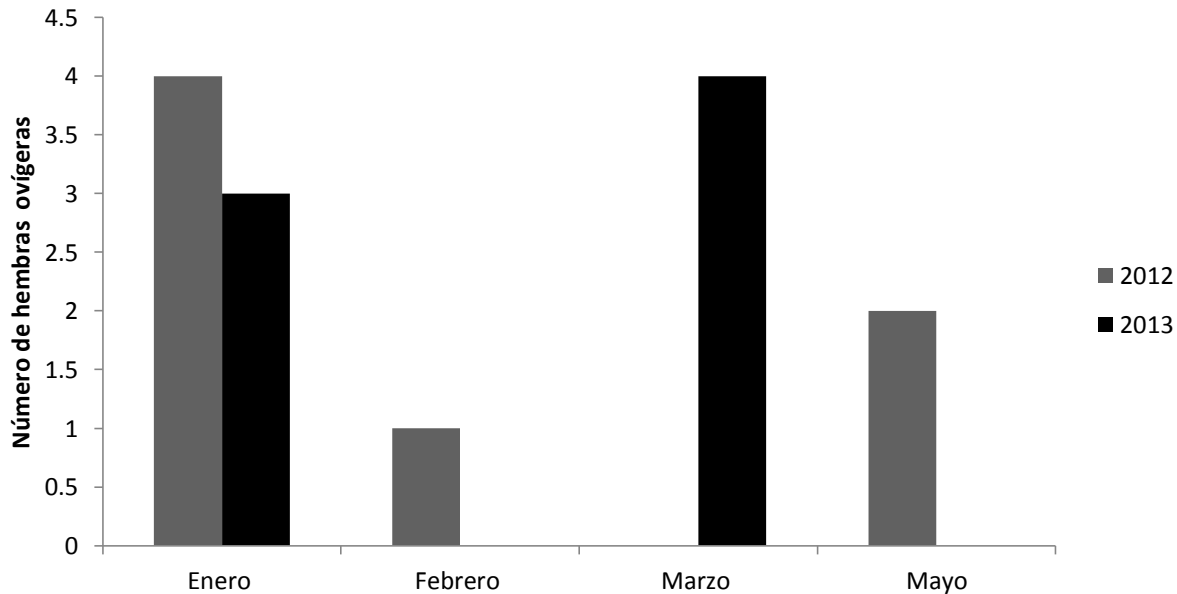


Figura 23. Abundancia de hembras ovígeras de *L. bengalensis*, durante el 2012 y 2013 en el PNSAV.

La talla máxima de las hembras ovígeras de *L. bengalensis* fue de 2.18 mm, la menor talla registrada fue 1.52 mm con 15 y 6 huevos respectivamente (**Tabla 4**). La media de la talla de las hembras ovígeras fue de 1.847 ± 0.171 mm, en cuanto el número de huevos fue de 10.78 ± 4.47 huevos.

Tabla 4. Talla y número de huevos en hembras ovígeras de *L. bengalensis* en el PNSAV.

2012		2013	
Talla (mm)	Número de huevos	Talla (mm)	Número de huevos
2.18	15	1.67	7
1.88	8	1.99	16
1.83	14	1.85	10
1.87	14	1.87	10
2.05	14	1.92	19
1.87	7	1.76	5
1.52	6	1.61	6

Con las tallas y número de huevos se realizó una regresión lineal, observando que existe una relación directa entre la variables ($R = 0.710$) (Fig.24).

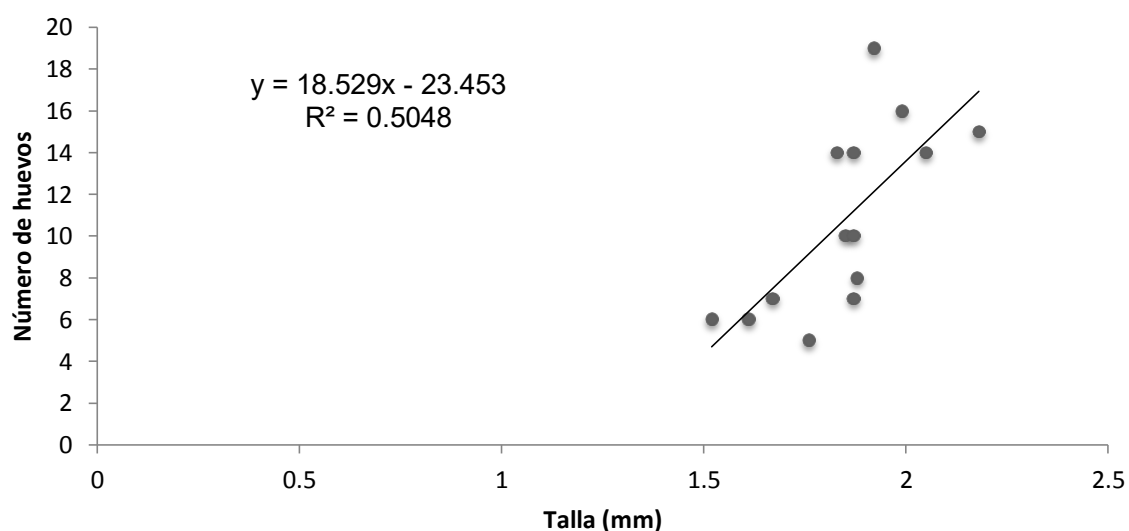


Figura 24. Relación entre talla y número de huevos de hembras ovígeras de la Especie *L. bengalensis* en el PNSAV.

Discusión

Composición faunística

En los arrastres realizados en el PNSAV, se encontraron un total de 232 hipéridos, Gasca *et al.* (2009) y Gasca-Serrano (2002), establecen que los anfípodos del Suborden Hyperiidea son los que se encuentran en el zooplancton, presentando hábitos planctónicos. Todas las especies fueron clasificadas en el Infraorden Physocephalata, Gasca y Suárez (1996) mencionan que son los más comunes en muestra de zooplancton, mientras que los hipéridos del Infraorden Physosomata, se encuentran en grandes profundidades.

Las diez especies registradas, son reportadas para el Golfo de México por Gasca *et al.* (2009) y Felder y Camp (2009). Los muestreos se realizaron en el día, por lo que el bajo número de especies, de acuerdo con Vinogradov *et al.* (1996), se debe a las migraciones verticales nocturnas hacia la superficie y en el día a mayores profundidades.

La Superfamilia Platysceloidea fue la más diversa, con cinco géneros, seguida de la Superfamilia Phronimoidea, con tres géneros. De acuerdo con Vinogradov *et al.*, 1996, son hipéridos que habitan específicamente en la superficie. La presencia de las familias Phrosinidae, Platyscelidae, Lycaeidae, Pronoidae y Lestrigonidae, concuerda con lo reportado por Gasca *et al.* (2009), donde hace referencia a ellas como las familias más frecuentes en el zooplancton.

Se registró un individuo del Genero *Primno*, se infiere es la especie *Primno latreillei* Stebbing, 1888, la descripción realizada y caracteres observadas del pereópodo I y II coincide con la descripción de Vinogradov *et al.* 1996, sin embargo el ejemplar se encontró en condiciones deterioradas y solo poseía un pereópodo V, el cual se encontraba en malas condiciones, por lo que no permitió asegurar se tratara de dicha especie.

Distribución

Autores como Gasca *et al.*, (2009) y Gasca y Suárez (1996), mencionan que los hipéridos son oceánicos y solo algunas especies pueden encontrarse en zonas costeras, por lo que se realizan muestreos en dichas zonas reportando diversidades mayores; concordando con el aumento de diversidad en la zona 7, siendo la más alejada a línea de costa, del transecto B en el año 2012, explicando también la disminución de abundancia en las estaciones cercanas a la costa.

Arones (1997), menciona que *S. antennarius*, se presenta en la zona costera, justificando su presencia en el 2013 en la zona 7 del transecto B, mientras que Carrasco 1989, lo describe como una especie característica de zonas de mezcla. Sobre especies como *E. minuta*, *P. parva*, *L. pulex*, *L. pachypoda* y *S. antennariu*, Vinogradov *et al.* (1996), menciona que habitan en la superficie presentando migraciones hasta profundidades de 200m, en el caso de *P. gracilis*, son migraciones diurnas hasta de 500m, Gasca *et al.* (2009) y Purcell (1997), describen que están en asociación con sifonóforos u organismos gelatinosos, al igual que *T. forcipatus*, *E. minuta* y *Primno sp.*, dicha asociación es factor de la

baja abundancia de estas especies libres en el zooplancton. Sin embargo, Thurston (1976), menciona que *T. forcipatus*, también se encuentra en aguas superficiales, y raramente por debajo de los 40 m de profundidad.

Las especies *L. bengalensis* y *T.fusca*, fueron la especies con mayor distribución durante el periodo de muestreo, este dato concuerda con lo mencionado con Gasca *et al*, (2009) y Vinogradov *et al.* (1996), quienes lo atribuyen a sus hábitos planctónicos en zonas epipelágicas.

En general los hipéridos, se encontraron distribuidos en todos los transectos, sin embargo en el B y C (al norte y sur del río Jamapa) se obtuvieron los valores más altos, con 72 y 91 hipéridos respectivamente, distribuidos a lo largo de las zonas del muestreo; Krutak (1997), hace referencia que el Río Jamapa influye durante todo el año, sobretodo en el área centro, reconociendo a los transectos B y C, con la mayor influencia presentan.

Abundancia

Durante el periodo de muestreo se observaron diferentes variaciones en cuanto a las abundancias del mismo mes de muestreo en los diferentes años, Okolodkov *et al.*, 2011 y Salas-Pérez *et al.*, 2012, describen que los volúmenes planctónicos en el Sistema Arrecifal Veracruzano presentan variación durante el transcurso del año. Los transectos con mayor abundancia fueron el B y C, con 29 y 46 hipéridos en las temporadas de lluvias respectivamente. Las abundancias más altas se presentaron a inicio de nortes y principios de secas; estos transectos se relacionan con la dinámica del volumen de zooplancton mencionada por

Okolodkov *et al.*, (2011) y Salas-Pérez *et al.*, (2012), quienes establecen que el periodo de menor abundancia se presenta en el periodo de secas (primavera), incrementando durante el periodo de lluvias (verano) debido al aporte de materia orgánica y nutrientes por los ríos Jamapa y Papaloapan, sin embargo, las concentraciones más elevadas se presentan en nortes (invierno), característica relacionada con el incremento de viento provocando la mezcla en la columna de agua y poniendo a disposición los nutrientes del fondo.

Considerando el año de muestreo, temporada y transecto, se observó una mayor abundancia en la temporada de nortes en el periodo 2011-2013, presentando 132 hipéridos, de acuerdo con Salas-Pérez y Granados-Barba (2008) tiene relación con las corrientes, se menciona que las características del PNSAV son producto de las interacciones de diferentes componentes de circulación tanto oceanográficas como atmosféricas. Sin embargo, hay que resaltar que la abundancia por transectos aumenta hacia el sur, existiendo una mayor abundancia en el “transecto C”, suceso que se encuentra relacionado con lo mencionado por Zavala Hidalgo *et al.* (2003) acerca de la dirección de los vientos y la forma cóncava del Golfo de México, lo que provoca que existan corrientes estacionales en el sentido de las manecillas del reloj, mientras que otras van en la dirección contraria, teniendo como resultado que las corrientes a lo largo de las costas de Tamaulipas y Veracruz y de los estados de Campeche, y Yucatán confluyan en el extremo Sur del Golfo de México, produciendo flujos perpendiculares a la costa, siendo importantes, al ser acompañados de altos contenidos de materia orgánica y de aguas de baja salinidad; ayudando al

aumento de nutrientes y de recursos para favorecer el crecimiento y reproducción de los organismos.

La temporada de lluvia es relativamente corta, Caballero-Rosas (1990) explica que durante la temporada de sequias y lluvias (verano–primavera) la corriente fluye hacia el Norte, marcando variabilidad en la temporada de “nortes”, siendo un indicio de las condiciones turbulentas en la columna de agua, que se intensifican debido a la presencia de tormentas tropicales y huracanes entre junio y noviembre, justificando así que la temporada de sequias (mayo- junio), se haya registrado una abundancia relativamente alta (97 hipéridos) en los años 2011-2013, cabe resaltar que en el 2013 se presentó la abundancia más alta (35 hipéridos), sin embargo, en el “transecto C” se registra las abundancias altas. Por otro lado, Rojas (2008) menciona que las corrientes del PNSAV, durante la temporada de lluvias (otoño e invierno), responden principalmente a los vientos del Norte observando, en promedio, que las corrientes se dirigen hacia el Sureste. Sin embargo, las corrientes cambian de dirección en períodos de 3 a 5 días, siendo considerablemente más intensas las primeras, atribuyéndola este suceso el que existe una abundancia menor en el “transecto D”, o teniendo solo 14 hipéridos en el periodo de muestreo.

Dentro de las especies más abundantes *L. bengalensis* fue la más abundante en el PNSAV y la única presente en el “transecto D”, sin considerar el registro único de *T. fusca*, coincidiendo con lo registrado por Gasca *et al.*, (2009) donde se menciona que *L. bengalensis* representó el 80% de los hipéridos encontrados, Franco–Gordo (2008), reafirman lo dicho por Vinogradov *et al.*

(1996), donde se menciona que es uno de los pocos hipéridos, con una abundancia alta en las aguas costeras y bahías. Esta misma especie se encuentra registrada como una de las más abundantes en el Golfo de California, señalándola como una especie cosmopolita (Siegel-Causey, 1982). En cuanto a *T. fusca*, Browan y McManus (1982), indicaron que no es una especie con distribución generalizada y mucho menos con una abundancia importante en el zooplancton, sin embargo, fue la segunda especie más abundante presentando 25 ejemplares.

De acuerdo con Tait (1987), las variaciones estacionales de diversos factores en los océanos, provocan fluctuaciones en la producción y composición del plancton, siendo en temporada de lluvias (primavera) donde la concentración de fitoplancton aumenta y el zooplancton aumenta gradualmente, encontrando su pico más alto a final de temporada de nortes (invierno y principio de primavera), concordando con los registros mensuales donde se encontró que el mayor número de representantes de *L. bengalensis* y *T. fusca*, se obtuvo durante los meses de marzo y junio, principio y finales de primavera o bien finales de nortes y secas. De la misma forma encontramos que en el periodo de enero la abundancia es más baja.

Proporción de sexos, fecundidad y talla

En el periodo de enero–mayo, se presentaron las hembras ovígeras de la especie *L. bengalensis*; de acuerdo a Tait (1987), es a finales de nortes (invierno), donde los organismos empiezan desovar o bien adaptan su periodo reproductivo y aprovechar los niveles altos de nutrientes al inicio de temporada de secas

(primavera), esto explica el encontrar el mayor registro de hembras ovígeras es en los meses de enero y marzo, donde el primero pertenece al periodo de nortes (invierno), resaltando el mes de marzo, donde termina la época de nortes e inicia la temporada de secas (invierno-primavera). Cabe resaltar que la mayor abundancia de machos fue en el mes de marzo y mayo (primavera) y la menor en el mes de enero.

Autores como Vinogradov *et al.* (1996), menciona hay posibilidad que algunas especies como *Paraphronima gracilis* Claus, 1879, en el periodo de reproducción al final del verano - otoño la proporción de sexos en la población se iguala (1♀:1♂), sin embargo, en el caso de *L. bengalensis* esta proporción no es así, presentando una proporción de 3♀:1♂. Bowman (1960), menciona que durante el curso de su vida los crustáceos se reproducen al menos dos veces, razón por la que la proporción no se iguala.

La talla máxima de las hembras ovígeras fue de 2.18 mm, concuerda con la talla mencionada en la descripción por Vinogradov *et al.*, 1996, y está en el rango de la talla de las hembras sexualmente maduras reportada para *L. macrophthalmus* Vosseler, 1901, (2 -3.5 mm). De la misma forma reporta, que las hembras con madures sexual de la especie *Parathemisto pacifica* Stebbing, 1888, presentan una talla de 4.5 a 8.5 mm, y el número de huevos varía de 20 a 60, lo cual nos permite decir que existe una relación directamente proporcional en cuanto a la talla y número de huevos, dicha relación se puede comparar con la relación directa entre las variables talla y número de huevos de la hembras de *L. bengalensis*.

Conclusiones

- ✓ Se encontraron 232 organismos pertenecientes al Suborden Hyperiidae, clasificados en un Infraorden, tres superfamilias, seis familias y nueve géneros y 10 especies. La familia Platysceloidea fue la más diversa con cinco géneros y seis especies.
- ✓ En transecto C, al sur del Río Jamapa en el 2011 se registró la mayor riqueza con seis especies.
- ✓ La mayor abundancia se registró en el 2013 con 126 hipéridos, en los transectos A y B con 44 y 41 respectivamente, las zonas más alejadas de la costa se concentraron los valores más altos
- ✓ Los meses de marzo y junio, temporada de nortes y secas, se encontró el mayor número de representantes de *L. bengalensis* y *T. fusca*, siendo las especies más abundantes
- ✓ Se registraron 25 machos y 159 hembras de *L. bengalensis*, de acuerdo con la prueba Chi² existieron diferencia significativas entre los meses de marzo, junio y mayo. Las hembras ovígeras, presentaron una talla de 1.847 ± 0.171 mm, y un número de huevos de 10.78 ± 4.47, presentando una relación lineal.

Bibliografía

- **Álvarez-Cadena J. N., U. Ordóñez-López, A. R. Almaral-Mendivil y A. Uicab-Sabido. 2009.** Composition and abundance of zooplankton groups from a coral reef lagoon in Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico, during an annual cycle. *Revista de Biología Tropical*, 57 (3): 647-658.
- **Álvarez-Cadena, J. N., U. Ordóñez-López, A. R. Almaral-Mendivil, M. Ornelas-Roa y A. Uicab-Sabido. 2007.** Larvas de peces del litoral arrecifal del norte de Quintana Roo, Mar Caribe de México. *Hidrobiológica* 16: 107-120
- **Aronés. F. K. J. 1997.** Distribución horizontal de los Amphipoda (Crustacea) en el Mar Peruano durante el fenómeno El Niño, verano 1983. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología. Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima- Peru.
- **Ayala-Rodriguez, G. A., U. Ordóñez-López., M. Marín-Hernández y C. Meiners. 2014.** Dinámica del ictioplancton en el parque nacional sistema arrecifal veracruzano (periodo 2011-2013). *Biodiversidad Marina*. XXI Congreso Nacional en Ciencia y Tecnología del Mar, At Cozumel, Q. Roo. México.
- **Bowman E. T. y G. Han-Eckhard. 1973.** The families and genera of Hyperiidea (Crustacea: Amphipoda). *Smithsonian contributions to zoology*, Washington. 146: 64.

- **Bowman, T. E. 1960.** The pelagic amphipod genus *Parathemisto* (Hyperiiidea: Hyperiiidea) in the North Pacific and adjacent Arctic Ocean. Proceedings of the United States National Museum. 112: 343-392.
- **Bowman, T. E. y McManus, M. M. 1982.** Epipelagic amphipods of the family Hyperiididae from the International Indian Ocean Expedition, 1959 - 1965. Smithsonian Contributions to Zoology. 358:1-53.
- **Browman T. E. y G. Hans-Eckhard. 1973.** The families and Genera of Hiperiidea (Crustacea: Amphipoda). U. S. Government Printing Office. 146. 64 pp.
- **Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2003.** Invertebrates. Segunda Edición. Sinauer Ass. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 936 pp. (Primera edición: 1990).
- **Caballero-Rosas, A. 1990.** Modelación hidrodinámica numérica de la circulación por viento en la zona costera del Puerto de Veracruz y sus proximidades. Tesis de Maestría en Ingeniería Oceánica. Instituto de Ingeniería. Universidad Veracruzana, México. 70 pp.
- **Carrasco, B. S. 1987.** Anfípodos planctónicos del área comprendida entre Paita y Norte de Chimbote. Tesis para obtener el título de Licenciado en Biología. Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima- Peru.
- **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONAP). 2011.** Estudio Previo Justificativo para la modificación de la declaratoria del área

natural protegida Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, en el Estado de Veracruz, México.

- **Emery, K. O. 1963.** Arrecifes coralinos en Veracruz, México. *Geofísica Internacional*. 3(1):11-17.
- **Felder, D. L. y Camp, D. K. 2009.** Gulf of Mexico origin, waters, and biota. Volume II, Biodiversity. USA: Texas A&M University Press. 1393 pp.
- **García-Madrigal, M. S. 2007.** Clave ilustrada para las familias de anfípodos gamáridos (Peracarida: Amphipoda) litorales del Pacífico oriental tropical y glosario de términos. *Ciencias del Mar*. XI (32):3-27.
- **Gasca R. y Á. Morales-Ramírez. 2012.** Anfípodos hiperídeos (Crustacea: Peracarida) del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental. *Revista Biológica Tropical*, 60(3):223-233.
- **Gasca R. y E. Suárez. 1996.** Introducción al estudio del zooplancton marino. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/COACYT. México. 711pp.
- **Gasca, R. y C. Franco-Gordo. 2008.** Hyperiid amphipods (Peracarida) from Banderas bay, Mexican Tropical Pacific. *Crustaceana*, 81(5): 563-575.
- **Gasca, R., H. Manzanilla y E. Suárez-Morales. 2009.** Distribution of hyperiid amphipods (Crustacea) of the Southern Gulf of Mexico, summer and winter 1991. *Journal of Plankton Reserch*, 31: 1493-1504
- **Gasca-Serrano, R. A. 2002.** Los Hyperiidea (crustacea: amphipoda) de las aguas superficiales del mar Caribe mexicano. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Chetumal. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. S048. México, D.F.

- **Granados-Barba, A., L. G. Abarca Arenas, y J. M. Vargas Hernández (Eds.). 2007.** Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968- 5722-53-6. 304
- **Hammer, O., D. A. Harper y P. D. Rya. 2001.** Palaeontological statistics software package for education and data analysis (PAST). Palaeontología Electrónica.
- **Horton, T., J. Lowry y C. De Broyer. 2013.** World Amphipoda Database. Accessed at <http://www.marinespecies.org/amphipoda> on 2015-07-30.
- **Jordán-Dahlgren, E. 2004.** Arrecifes coralinos del Golfo de México: caracterización y diagnóstico. In Diagnóstico ambiental del Golfo de México, M. Caso, I. Pisanty y E. Escurra (eds.). Instituto Nacional de Ecología / Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F. pp. 555-572.
- **Krutak P. R. 1997.** Petrography and provenance of siliciclastic sediments, Veracruz-Antón Lizardo Reefs, México. In: J San-John y Y Hi-II, (Eds). Paleooceanography and paleoclimatology in the northwest Pacific region. Ocean Research. 19(3): 231-243.
- **LeCroy, S. E., R. Gasca, I. Winfield, M. Ortiz y E. Escobar- Briones. 2009.** Amphipoda of the Gulf of Mexico. En: Felder DL y DK Camp (eds). Gulf of Mexico origin, water, and biota. Vol. 1. Biodiversity, pp. 941-972, Texas A&M, College Station.

- **Martín A., Y. Díaz., P. Miloslavich., E. Escobar-Briones, J. M. Guerra-García., M. Ortiz., B. Valencia., A. Giraldo. y E. Klein. 2013.** Regional diversity of Amphipoda in the Caribbean Sea. *Revista de Biología Tropical*, 61 (4): 1681-1720
- **Martin, J. W. y G. E. Davis. 2001.** An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County, **Science Series**. 39: 2-124.
- **McKinney, L. D. 1978.** Amphilochidae (Crustacea: Amphipoda) from the western Gulf of Mexico and Caribbeas Sea. *Gulf Research Reports*. 6(2):137-144.
- **Okolodkov Y. B., J. A. Aké-Castillo, M. G. Gutiérrez-Quevedo, H. Pérez-España y D. Salas-Monreal. 2011.** Annual cycle of the plankton biomass in the Nataional Park Sistema Arrecifal Veracruzano, Southwestern Gulf of Mexico. *Zooplankton and Phytoplankton*. (3):1-26. ISBN 978-1-61324-508-8.
- **Ortiz M. y R. Lalana. 2010.** Distribución de los anfípodos (Crustacea, Malacostraca, Peracarida) de los subórdenes Gammaridea, Caprellidea e Hyperiidea, presentes en el Archipiélago Cubano. *Revista de Investigaciones Marinas*, 31(2): 75-90.
- **Purcell, J. 1997.** Pelagic cnidarians and ctenophores as predators: selective predation, feeding rates, and effects on prey populations, an. *Institute of Oceanography*, 73. 125-137.

- **Rojas, A. J. 2008.** Respuesta de la circulación oceánica ante el forzamiento de eventos de norte en la zona del sistema arrecifal Veracruzano. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencia. Ciencias de la Tierra UNAM. 60 pp.
- **Salas-Pérez J. J., D. Salas-Monreal, M. A. Monreal-Gómez, M. L. Riverón-Enzástiga y C. Llasat. 2012.** Seasonal absolute acoustic intensity, atmospheric forcing and currents in a tropical coral reef system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 100(1): 102-112.
- **Salas-Pérez, J. J. y A. Granados-Barba. 2008.** Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmósfera*, 21(3): 281-301
- **Siegel-Causey, D. 1982.** Factors determining the distribution of hyperiid Amphipoda in the Gulf of California. Ph.D. thesis, University of Arizona, Tucson.
- **Stuck, K., H. Perry y G. Fish. 1980.** New records of Hyperiidea (Crustacea: Amphipoda) from the North central Gulf of Mexico. *Gulf Research Report*, 6(4):359-370.
- **Thait, R. V. 1987.** Elementos de Ecología Marina. Editorial Acribia, S. A. Segunda Edición, Zaragoza, España.
- **Thomas, J. D. 1993.** Identification Manuel for Marine amphipoda (Gammaridea). I. Common Coral Reef and Rocky Bottom Amphipods of South Florida. Final Report DEP-SP290, Smithsonian Institution, Washington, D.C.

- **Thurston, M. 1976.** The vertical distribution and diurnal migration of the Crustacea Amphipoda collected during the SONG cruise, 1965. Journal of the Marine Biological Association of the UK. 56: 383-470.
- **Vinogradov, M., A. Volkoc y T. Semenova. 1996.** Hyperiid Amphipods (Amphipoda, Hyperiidea) of The World Oceans. Washigton D.C., USA Smithsonian Institution. Libraries. 632 pp.
- **Walter, G. P. 2007.** Composición y Distribución de Amphipoda (Hyperiidae) en aguas ecuatorianas durante el evento de la niña 2005. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales, Escuela de Biología. Tesis para obtener el título de Biólogo. Guayaquil. 2007.
- **Zavala–Hidalgo J., Morey, S. L. y J. J. O'Brien. 2003.** Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of México using a high resolution numerical model. Journal of Geophysical Research, 108: 1-19.