



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

**“MORFOLOGÍA, ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y
BIOMASA DE MEGALOPAS DEL INFRAORDEN
BRACHYURA LINNEAEUS, 1758 DE ISLA SACRIFICIOS,
PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL
VERACRUZANO.”**

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

ERIKA MARIANA GARCÍA AVALOS

DIRECTOR DE TESIS
DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2016

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
ANTECEDENTES	7
JUSTIFICACIÓN	9
OBJETIVOS	10
AREA DE ESTUDIO	11
MATERIAL Y MÉTODOS	13
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	47
CONCLUSIONES	50
LITERATURA CITADA	52
ANEXOS	61

RESUMEN

Durante su desarrollo, algunas especies de braquiuros pueden pasar por una etapa de protozoa, zoea y megalopa, siendo este último uno de los estadios menos estudiados. Uno de los entornos más comunes en los que se encuentran estos organismos son los arrecifes de coral, tal es el caso de la Isla Sacrificios. El objetivo de este trabajo fue el de evaluar la composición, distribución, abundancia y biomasa de las megalopas del Infraorden Brachyura recolectadas en la Isla Sacrificios, perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Las recolectas se realizaron durante el 2003 en Isla Sacrificios utilizando una trampa de luz blanca. Las megalopas recolectadas fueron fijadas con formol al 4% y transportadas al laboratorio de Crustáceos de la FES-Iztacala para su separación e identificación. Los caracteres utilizados para la identificación fueron: presencia de espinas dorsales, presencia de tubérculos, ancho del caparazón, forma del rostro, crestas en la base de los pedúnculos oculares, ancho de los segmentos abdominales, número de segmentos en antena, espinas sobre el rostro, longitud y dirección de la espina rostral, tamaño y forma de las quelas, entre otros. Para la identificación a nivel especie se realizaron microdisecciones y se observaron bajo un microscopio biológico, siguiendo claves especializadas. Se recolectaron un total de 413 megalopas pertenecientes a una Superfamilia, siete familias, 18 géneros y 18 especies: *Ocypode quadrata*, *Dromia erythropus*, *Pachygrapsus gracilis*, *Grapsus grapsus*, *Panopeus occidentalis*, *Arenaeus cribrarius*, *Callinectes sapidus*, *Callinectes similis*, *Eurypanopeus depressus*, *Portunus spinicarpus*, *Zaops ostreum*, *Epialtus bituberculatus*, *Libinia emarginata*, *L. dubia*, *Mithrax pleuracanthus*, *Hexapanopeus angustifrons*, *Armases cinereum* y *Cyclograpsus integer*. La especie mejor representada fue *Callinectes sapidus* con 74 organismos. La mayor abundancia de las megalopas se presentó en el mes de julio con 204 megalopas. Lo anterior puede explicarse con relación a la temporada reproductiva de la mayoría de las especies en esta región. El muestreo en Pastos marinos presentó una mayor abundancia de organismos. Respecto a los periodos de tiempo, se encontró un mayor número de larvas de las 22:00 a 23:00 horas, lo cual tiene relación con el fototropismo positivo. Los valores de biomasa de las megalopas fueron de $0.0006 \pm 1.0 \times 10^{-5}$ g a $0.0052 \pm 8.01 \times 10^{-5}$ g, son similares a los obtenidos en otras especies de crustáceos en estadio larval y postlarval.

INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral son los ecosistemas marinos taxonómicamente más diversos, además de poseer una gran complejidad, tanto trófica como estructural, son estables, con una resiliencia multifactorial, pero frágiles a las perturbaciones climatológicas e impactos antropogénicos (Jordán–Dahlgren, 2004). Son ecosistemas muy productivos que generalmente se encuentran adyacentes a aguas oligotróficas; estos pueden ser clasificados respecto a su origen y cercanía a la costa como atolones, plataforma, costero y barrera. Los arrecifes de coral proveen hábitats para un sinnúmero de especies, donde las algas, los invertebrados como los crustáceos, los vertebrados como peces y tortugas y otros organismos, forman parte integral de la comunidad arrecifal (Vázquez-Domínguez, 2003).

Los crustáceos en general representan uno de los grupos de invertebrados con mayor riqueza de especies y densidad; suelen encontrarse en sustratos como macroalgas, pedacera de coral, como fauna críptica, entre cabezos coralinos, asociados a esponjas, cnidarios, equinodermos y moluscos, así como en sustratos suaves intra–arrecifales, (Winfield y Escobar–Briones 2007).

Entre los crustáceos en el estado de Veracruz el Orden Decapoda Latreille, 1802 en particular, está representado por 374 especies; de estas, el 77,8% son especies marinas; 8,5%, de estuarios; 10,4%, de agua dulce; y el 3,2%, semiterrestre. Cerca de 160 de las especies del Orden Decapoda en este sitio pertenecen al Infraorden Brachyura Linneaus ,1758 (Álvarez *et al.*, 1999; Álvarez *et al.*, 2011).

Igual que otros invertebrados marinos, los crustáceos decápodos, tienen un ciclo de vida bifásico, el cual incluye una fase larval planctónica y una fase juvenil-adulta bentónica. La metamorfosis y asentamiento son los eslabones entre estas dos fases del desarrollo (Gebauer *et al.*, 2003).

Desde el punto de vista ecológico, las larvas de crustáceos son componentes importantes del meroplancton, llegando a constituir grandes concentraciones en ciertos periodos del año. Las larvas se presentan típicamente en zonas costeras, estuarios y ríos, como resultado de su comportamiento migratorio (Álvarez *et al.*, 1999). No obstante, el conocimiento de la distribución y abundancia de larvas y postlarvas a niveles taxonómicos finos es escaso (Rivera y Mujica, 2004).

Durante el desarrollo de los crustáceos decápodos generalmente se presentan los estadios larval, postlarval, juvenil y adulto. El crecimiento de estos organismos se realiza por medio de "mudas" o ecdisis. En los cangrejos braquiuros, la ecdisis postlarval produce un estado transicional entre la larva y el juvenil (Costlow y Bookhout, 1968). Las fases larval y postlarval de estos invertebrados es variable; cada estadio tiene una estructura típica que lo caracteriza, condicionada por los hábitos alimenticios, comportamiento ante los estímulos ambientales y modos de locomoción (Mc Connaughey, 1974; Barnes, 1996).

El estadio postlarval de algunos anomuros y braquiuros es conocido comúnmente como "megalopa" o "decapodito" (Rice, 1981; Gore, 1985), y es clasificado como un estado de transición entre la vida planctónica de la zoea y la vida bentónica del juvenil, ya que

presenta una combinación de caracteres de ambos estadios para ocupar cualquiera de los dos ambientes (Rice, 1981).

La megalopa se caracteriza por tener una región cefalotorácica ocasionalmente armada, con o sin rostro, con pereiópodos bien desarrollados y un abdomen con seis segmentos abdominales que llevan pleópodos setosos natatorios del segundo al sexto segmento (Cházaro, 1996). Los braquiuros se diferencian por tener una forma corta del cuerpo considerándose especializada, pueden resistir aguas salobres y dulces pero generalmente regresan al agua salada para reproducirse. Dentro de este suborden se encuentran familias representativas: Portunidae Rafinesque, 1815 Calappidae De Hann, 1833 Xanthidae MacLeavy, 1838 Gecarcinidae MacLeavy, 1838 y Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Barnes, 1996; Tavares, 2002).

El presentar la combinación de caracteres de zoeas y juveniles ha ocasionado que la megalopa sea manejada bajo dos argumentos para considerar a este estadio como un importante soporte filogenético. En el primero de ellos se postula que esta fase no ha sido sujeta a análisis taxonómico; y en el segundo, que la megalopa y el juvenil son los primeros estadios que exhiben la braquiurización, por lo que es posible que muestren caracteres conservativos y filogenéticos que no están presentes en zoeas y adultos. Cabe reconocer que la diferenciación taxonómica en estadios larvales y postlarvales es sumamente complicada por la gran semejanza que existe entre las familias e incluso entre las especies de una misma familia (Martin, 1988).

ANTECEDENTES

Costlow y Bookhout (1968) plantearon que las zonas idóneas para el desarrollo de braquiuros son aquellas descritas como zonas transicionales entre la zona oceánica y el litoral, además de contar con vegetación sumergida lo que brinda protección a distintos grupos de organismos en diferentes estadios por lo que la presencia de las megalopas es característico ya que dentro del Infraorden, estas condiciones son ideales para concluir su desarrollo.

En cuanto al papel de las megalopas como estadio larvario Rice (1981) establece que la megalopa o decapodito se considera como un estadio transitorio entre la vida planctónica de la zoea y la vida bentónica juvenil, ya que presenta una combinación de caracteres de ambos estadios para ocupar cualquiera de los dos ambientes.

Cházaro-Olvera (1996) describió las megalopas de las especies *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896), *Callinectes similis* (Williams, 1966), *Callinectes rathbunae* (Contreras 1930), *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) y *Pachygrapsus gracilis* (De Saussure, 1858) colectadas dentro del sistema lagunar de Alvarado, Ver., México.

Hernández (2003) midió la densidad de megalopas de la familia Grapsidae (Macleay, 1838) y Ocypodidae (Rafinesque, 1815) en bocas de comunicación de tres sistemas costeros en el golfo de México.

Respecto a los sustratos Shanks y Shearman en el (2009) establecieron que una vez que las megalopas ingresan a las zonas estuarinas, los patrones de asentamiento de braquiuros pueden estar determinados por tamaño, forma y naturaleza de los sustratos disponibles. En esta última etapa, la correcta selección de un sustrato adecuado para el asentamiento, podría aumentar la probabilidad de supervivencia, lo cual dependería de un buen suministro de alimento y refugio para evitar la depredación.

Rivera y Mujica (2004) definieron a las larvas de crustáceos como componentes importantes del meroplancton, llegando a constituir grandes concentraciones en ciertos periodos del año; no obstante, el conocimiento de la distribución y abundancia de estas larvas, a niveles taxonómicos finos es escaso.

Amaral y Paula (2007) Observaron que el periodo de transición crítico de larva planctónica a juvenil bentónico requiere de un grado de selectividad por parte de las megalopas en los distintos sustratos potenciales para el asentamiento.

Guevara Ortiz (2009) describió la megalopa de *Uca margherita* Thurman, 1981 así como la morfología externa de los estadios de cangrejos colectados en la boca de comunicación artificial de la laguna Camaronera, perteneciente al sistema lagunar de Alvarado, Ver., México.

JUSTIFICACIÓN

El estudio de las larvas en estadio megalopas del Infraorden Brachyura en las muestras de zooplancton, nos permite describir las especies de manera sencilla, práctica, rápida y mucho más económica que realizar estudios con adultos. En México son pocos los estudios sobre la diversidad de especies en estadio de megalopa por lo que es importante contribuir con el conocimiento de las especies de Brachyura a través de criterios abordados en una clave dicotómica a nivel familia para las especies presentes en el estado de Veracruz en particular y en el golfo de México en general.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar la composición específica, distribución y abundancia de las especies del Infraorden Brachyura en estadio de megalopa, en muestreos con trampas de luz realizados en la isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

Objetivos Particulares:

- Obtener la riqueza específica de las megalopas del Infraorden Brachyura presentes en isla Sacrificios PNSAV.
- Analizar abundancia relativa en dos sustratos: pastos marinos y arenoso.
- Obtener la biomasa de las megalopas del Infraorden Brachyura presentes en isla Sacrificios PNSAV.
- Elaborar una clave dicotómica para la identificación de megalopas de braquiuros a nivel familia presentes en isla Sacrificios PNSAV.

AREA DE ESTUDIO

La isla Sacrificios pertenece al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). El arrecife Isla Sacrificios tiene 700 metros de longitud por 450 m de ancho. Se localiza a los 19°10'26" N y 96°05'31" W. Está a una distancia de 1.42 km del puerto de Veracruz (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993). La porción emergida tiene 23,4444 m², su forma es alargada y se encuentra orientada de norte a sur. La laguna arrecifal tiene una extensión de 48 hectáreas y un promedio de 1.10 m de profundidad. Hay abundante vegetación sumergida de *Thalassia testudinum* Banks ex König, 1805, en las partes norte, oeste, noroeste y noreste y menos densa en las partes sureste y sur. En sotavento la profundidad va de 5 a 12 m, en barlovento es de 10 a 16 m. Las corrientes dominantes que llegan a la isla son de este y del nordeste (Lot-Helgueras, 1971).

El clima es de tipo AW2, caliente subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura promedio de 25 °C y una mínima de 21 °C. La precipitación promedio es de 1667.6 mm. El mes más lluvioso es julio y el mes más seco es marzo con una precipitación de 13.5 mm. Se diferencian tres temporadas: nortes (noviembre-febrero), secas (marzo-junio) y Lluvias (julio-octubre) (Lot-Helgueras, 1971).

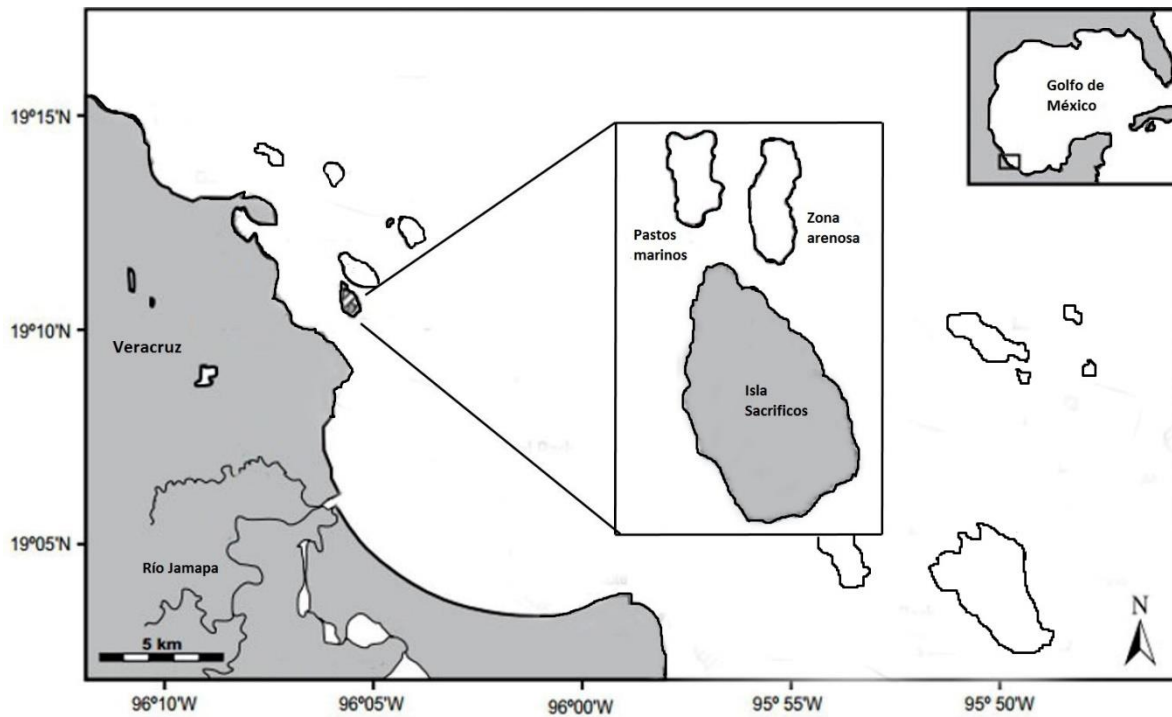


Fig.1. Mapa de Isla Sacrificios ubicada en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), Veracruz, México. Modificado de Flores (2005) y Galicia-García *et al.* (2013).

El material biológico para realizar la presente investigación fue recolectado durante el año 2003 en isla Sacrificios.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Trabajo de campo en Isla Sacrificios (PNSAV):

Las muestras fueron recolectadas en el año 2003. La recolección de los organismos se realizó utilizando una trampa de luz. La construcción fue realizada con acrílico con dimensiones de 39.5 cm x 39 cm y con 36.6 cm de altura. La trampa se dividió en cuatro compartimientos en forma de prisma, en el fondo hay una perforación donde se colocan los colectores. A cada una de las cuatro caras de la trampa se le hicieron cinco aberturas con dimensiones de 10 cm x 5 cm y 6 cm de profundidad. En el centro de la trampa se colocó un cobo de acrílico de 3.5 cm por lado y en este se instaló la luz. Los colectores tuvieron dimensiones de 17 cm de altura y 9 cm de diámetro, con dos ventanas contrapuestas de 6.5 x 5 cm las cuales estuvieron recubiertas con malla de 500 micras.

Las muestras se etiquetaron indicando la fecha del muestreo, tipo de muestreo (trampa y arrastre) y el lugar de recolección.

Los organismos recolectados fueron fijados con formol al 4 % y trasladados al laboratorio para su separación e identificación.

Trabajo de Laboratorio

Las muestras se separaron en el Laboratorio de Crustáceos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, con ayuda del microscopio estereoscópico (Motic modelo SMZ-168) y posteriormente se utilizó un microscopio biológico (Leica DM750) equipado con una cámara digital (Omax 14MP USB 3.0.) Se realizaron las microdisecciones correspondientes para la identificación de cada una de las megalopas a nivel especie.

Las fotografías tomadas para la diagnosis de las especies presentes en este estudio fueron editadas; de cada organismo solo se utilizó el caparazón debido a que algunos ejemplares se encontraban dañados a excepción de *Armases cinereum* y *Dromia erythropus*, en las cuales el telson se puede apreciar claramente aunque este criterio no formo parte de su identificación final.

Para la identificación de las megalopas se utilizaron los criterios de Rice (1981), Boltovskoy (1999), Bullard, (2001), Pessani *et al*, (2004) y Martin *et al.*, (2014). Así mismo, se utilizó el listado de Álvarez *et al.* (1999), los criterios de los autores mencionados y las observaciones realizadas en este estudio. Se elaboró una clave de identificación dicotómica a nivel familia para las megalopas de isla Sacrificios perteneciente a PNSAV.

Los caracteres utilizados en la clave fueron: presencia de espinas dorsales, espinas posterolaterales, setación sobre caparazón, forma del caparazón, presencia de tubérculos, ancho del caparazón, forma del rostro, crestas en la base de los pedúnculos oculares, ancho de los segmentos abdominales, número de segmentos en la antena,

espinas sobre el rostro, longitud y dirección de la espina y tamaño y forma de las quelas (Anexo 2).

Para la clasificación de las especies que en esta clave se presentan, se siguió el criterio de Ng *et al.* (2008).

Las claves se probaron en el Laboratorio de crustáceos de la FESI y se corrigieron hasta obtener los resultados adecuados.

Para la medición de biomasa zooplanctónica se empleó el método de Beers (Beers, 1976). Para la medición de biomasa en peso seco para las megalopas se empleó el método utilizado por Petruzzi (2005), modificado. (Ver ANEXO 1).

Respecto al análisis estadístico se realizó una prueba de ANOVA de dos vías, para comparar las abundancias de las megalopas por tipo de sustrato y mes y hora en que se realizaron los muestreos. En caso de existir diferencias significativas se aplicó una prueba de Tukey. Los estadísticos se calcularon utilizando el programa el programa Sigma Stat Ver. 6 y Past (Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

Riqueza y Abundancia

Se colectaron e identificaron 413 megalopas pertenecientes a seis familias, una superfamilia 18 géneros y 18 especies. La familia Portunidae fue la más abundante y diversa con 142 organismos de cinco especies *Arenaeus cribrarius* (7), *Callinectes sapidus* (74), *Callinectes similis* (45), *Eurypanopeus depressus* (8), *Portunus spinicarpus* (14), la familia con menor abundancia fue la familia Dromiidae con una especie *Dromia erythropus* (1)

Clasificación

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea Brünich, 1772

Clase Malacostraca Latreille, 1806

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Eucarida Calman, 1904

Orden Decapoda Latreille, 1803

Suborder Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraorder Brachyura Linnaeus, 1758

Superfamilia Dromioidea De Haan, 1833

Familia Dromiidae De Haan, 1833

Género *Dromia* Weber, 1795

Dromia erythropus (George Edwards, 1771)

Superfamilia Majoidea Samouelle, 1819

Familia Epialtidae MacLeay, 1838

Género *Epialtus* H. Milne Edwards, 1834

Epialtus bituberculatus (H. Milne Edwards, 1834)

Familia Majidae Samouelle, 1819

Género *Libinia* Leach, 1815

Libinia emarginata Leach, 1815

Libinia dubia (H. Milne Edwards, 1834)

Género *Mithrax* Latreille, 1818

Mithrax pleuracanthus Stimpson, 1871

Superfamilia Portunoidea Rafinesque, 1815

Familia Portunidae Rafinesque, 1815

Género *Arenaeus* Dana, 1851.

Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)

Género *Callinectes* Stimpson, 1860

Callinectes sapidus (Rathbun, 1896)

Callinectes similis (Williams, 1966)

Género *Portunus* Weber, 1795

Portunus spinicarpus (Stimpson, 1871)

Superfamilia Xanthoidea MacLeay, 1838

Familia Panopeidae Ortmann, 1893b

Género *Hexapanopeus* Rathbun, 1898

Hexapanopeus angustifrons (Benedict & Rathbun, 1891)

Género *Panopeus* H. Milne Edwards, 1834

Panopeus occidentalis (Saussure, 1857)

Género *Eurypanopeus* A. Milne-Edwards, 1881

Eurypanopeus depressus (Smith, 1869)

Superfamilia Grapsoidea MacLeay, 1838

Familia Grapsidae MacLeay, 1838

Género *Pachygrapsus* Randall, 1840

Pachygrapsus gracilis (De Saussure, 1858)

Género *Grapsus* Lamarck, 1801

Grapsus grapsus (Linnaeus, 1758)

Familia Sesarmidae Dana, 1851

Genero *Armases* Abele, 1992

Armases cinereum (Bosc, 1802)

Familia Varunidae H. Milne Edwards, 1853

Género *Cyclograpsus* H. Milne Edwards, 1837

Cyclograpsus integer (H. Milne Edwards, 1837)

Superfamilia Ocypodoidea Rafinesque, 1815

Familia Ocypodidae Rafinesque, 1815

Género *Ocypode* Lamarck, 1801

Ocypode quadrata (Fabricius, 1787)

Superfamilia Pinnotheroidea De Haan, 1833

Familia Pinnotheridae De Haan, 1833

Género *Zaops* Rathbun, 1900

Zaops ostreum (Say, 1817)

DIAGNOSIS

Dromia erythropus

Megalopa grande y abultada con más de 15 segmentos en la antena; caparazón y abdomen cubierto de setas muy visibles sin espinas posterolaterales en el caparazón.

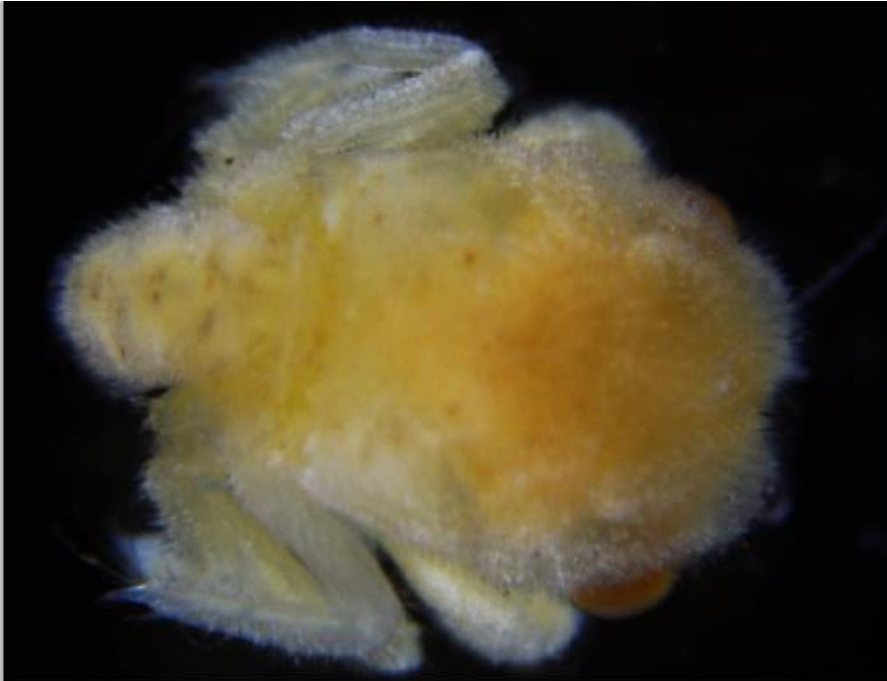


Fig.1. Megalopa de *Dromia erythropus*.



Fig.2. *Dromia erythropus* adulto
tomado de: ©2016 AquariumDomain.com All Rights
Reserved. Saturday Jun 11th, 2016

DIAGNOSIS

Epialtus bituberculatus

Caparazón sin espina dorsal; rostro visible dorsalmente caparazón sin tubérculos; sin setas en el endópodo del primer y segundo maxilípedos; cinco y seis setas en el epipodito del primer y tercer maxilípedos respectivamente.

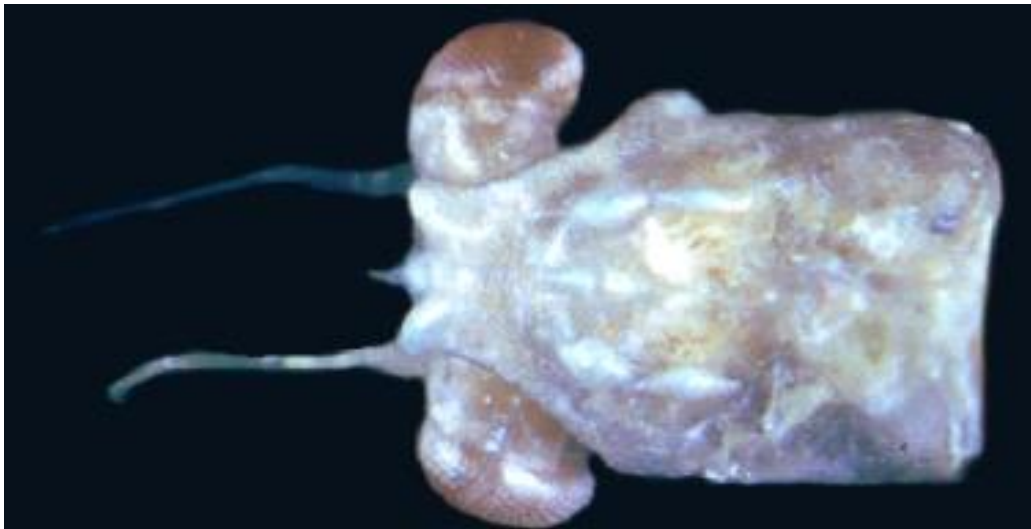


Fig.3. Megalopa de *Epialtus bituberculatus*.



Fig.4. *Epialtus bituberculatus* adulto
Fotografía tomada de ©Bruno Ogata-
marinespecies.org.com

DIAGNOSIS

Libinia emarginata

Caparazón con espina dorsal prominente; los cuatro pereiópodos significativamente más largos que el quelípedo; caparazón sin espina dorsal; rostro visible dorsalmente; caparazón con tubérculos; rostro flexionado ventralmente; un par de tubérculos en la región media cardíaca.

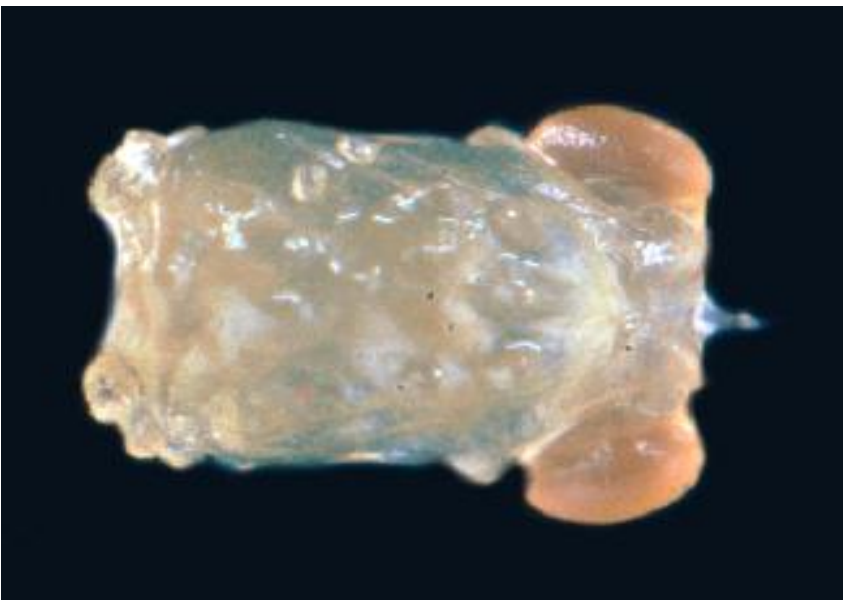


Fig.5. Megalopa de *Libinia emarginata*.



Fig.6. *Libinia emarginata* adulto

Fotografía tomada de © Alan Cressler

DIAGNOSIS

Libinia dubia

Presenta siete segmentos en la antena, y tres pares de tuberculos en el caparazón con espina dorsal prominente en el mismo y con los cuatro pereiópodos significativamente más largos que el quelípedo; con el rostro flexionado ventralmente



Fig.7. Megalopa de *Libinia dubia*.



Fig.8. *Libinia dubia* adulto

Fotografía tomada de © Alan Cressler

DIAGNOSIS

Mithrax pleuracanthus

Caparazón sin espina dorsal; rostro visible dorsalmente con tubérculos presenta un rostro flexionado ventralmente con un solo tubérculo en la región media cardiaca y uno en la región mesogástrica, quelas pequeñas, diente del dedo fijo menos desarrollado, dedo móvil más corto y poco curvado.



Fig.9. Megalopa de *Mithrax pleuracanthus*



Fig.10. *Mithrax pleuracanthus* adulto
Fotografía tomada de Legall N. & J.
Poupin, Internet - CRUSTA: Database of
Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Arenaeus cribrarius

Antena con 11 segmentos, megalopa grande, longitud del caparazón 2.6 a 3.15 mm. Carpo de la quela con una espina sobre el margen medio-dorsal; pedúnculos oculares con un pigmento dorsal claramente distinguible; escafognatito de la máxima con 76 setas marginales.

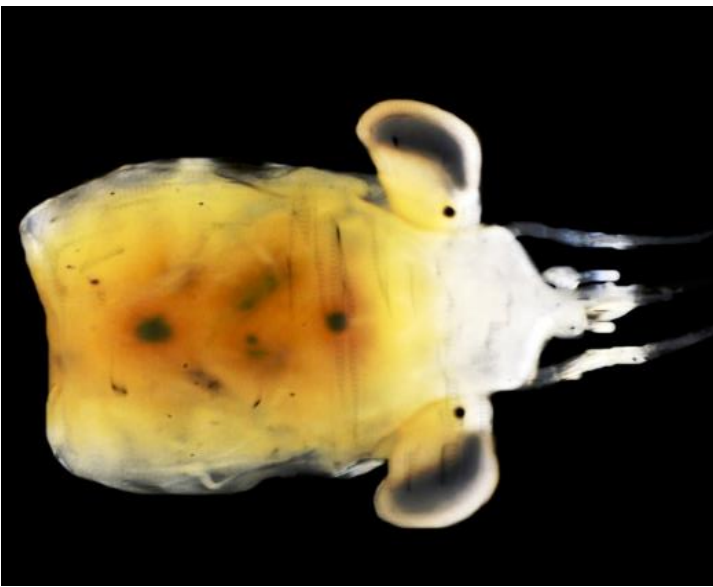


Fig.11. Megalopa de *Arenaeus cribrarius*.



Fig.12. *Arenaeus cribrarius* adulto

Fotografía tomada de Legall N. & J. Poupin, Internet - CRUSTA: Database of Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Callinectes Sapidus

Antena con 11 segmentos megalopa más pequeña, longitud del caparazón de 1.8 a 2.3 mm; carpo de la quela carece de espina; pedúnculo ocular sin pigmento, margen anterolateral del caparazón angulado; tercer segmento de la antena 1.6X la longitud del cuarto segmento; escafognatito de la maxila comúnmente con 63 setas distales; epipodito del tercer maxilípodo comúnmente con 14 setas distales

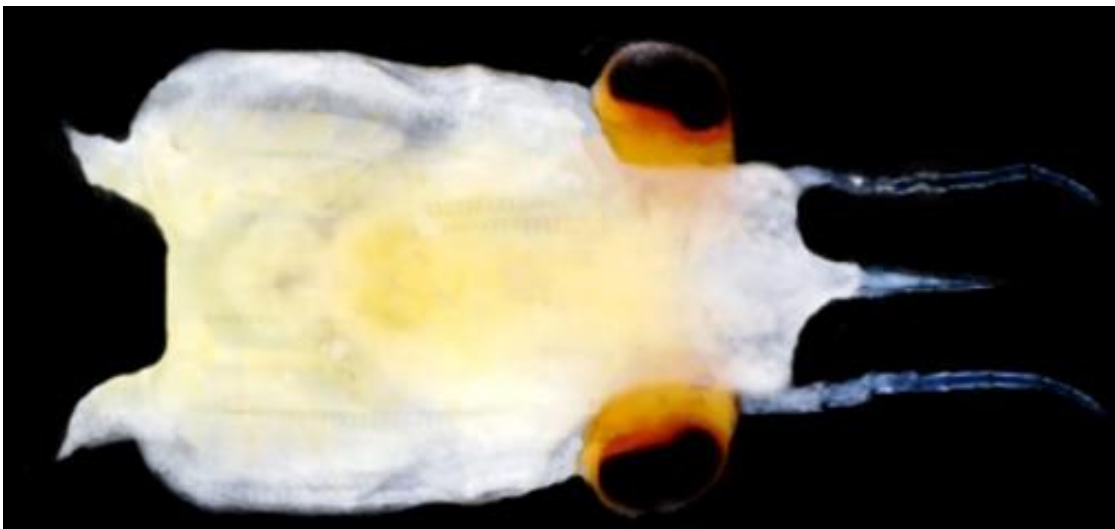


Fig.13. Megalopa de *Callinectes sapidus*.



Fig.14. *Callinectes sapidus* adulto

Fotografía tomada de Legall N. & J. Poupin, Internet - CRUSTA: Database of Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Callinectes similis

Antena con 11 segmentos megalopa pequeña, longitud del caparazón de 1.8 a 2.3 mm; carpo de la quela carece de espina; pedúnculo ocular sin pigmento margen anterolateral del caparazón redondeado escafognatito de la maxila comúnmente con 68 setas distales; epipodito del tercer maxilípedo comúnmente de 20 a 21 setas; tercer segmento de la antena 2.2 X la longitud del cuarto segmento

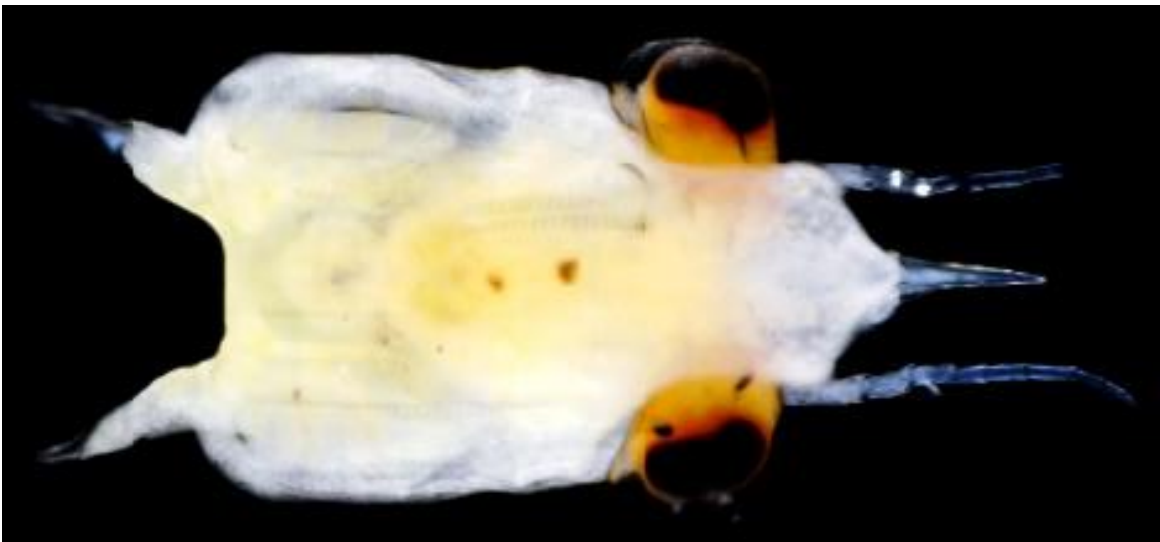


Fig.13. Megalopa de *Callinectes similis*.



Fig.16. *Callinectes similis* adulto
Fotografía tomada de www.jaibos.com.mx

DIAGNOSIS

Portunus spinicarpus

Antena con 10 segmentos, dos setas largas en el sexto segmento de la antena, estas llegan más allá de la parte distal del séptimo segmento; con dos espinas en el carpo del quelípedo (característica única de la especie); epipodito del tercer maxílpedo con 12 setas marginales; escafognatito con 58 setas marginales.



Fig.17. Megalopa de *Portunus spinicarpus*



Fig.18. *Portunus spinicarpus* adulto

Fotografía tomada de ©Adriane A.

Braga

DIAGNOSIS

Hexapanopeus angustifrons

Megalopa pequeña (menos de con proyecciones laterales en el rostro (parecidos a pequeños cuernos) con tres estetes sobre el tercer segmento del exópodo de la anténula presenta una seta plumosa sobre el segmento basal en el exópodo del sexto pleópodo, con cuatro setas plumosas sobre el segundo segmento protopodal presenta una seta subterminal y dos terminales sobre el endópodo de la anténula.

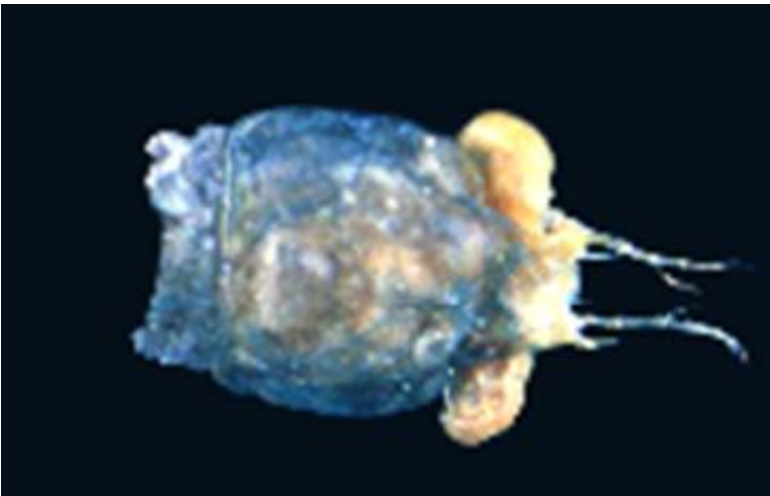


Fig.19. Megalopa de *Hexapanopeus angustifrons*.



Fig.20. *Hexapanopeus angustifrons* adulto
Fotografía tomada de ©Adriane A. Braga

DIAGNOSIS

Eurypanopeus depressus

Megalopa pequeña con proyecciones laterales en el rostro más pequeñas que las de *Hexapanopeus angustifrons*, espina rostral presente y deprimida; presenta estetes sobre el tercer segmento del exópodo de la anténula; tres setas plumosas sobre el borde distal del exópodo del telson, dos setas subterminales y tres terminales sobre el endópodo de la anténula.

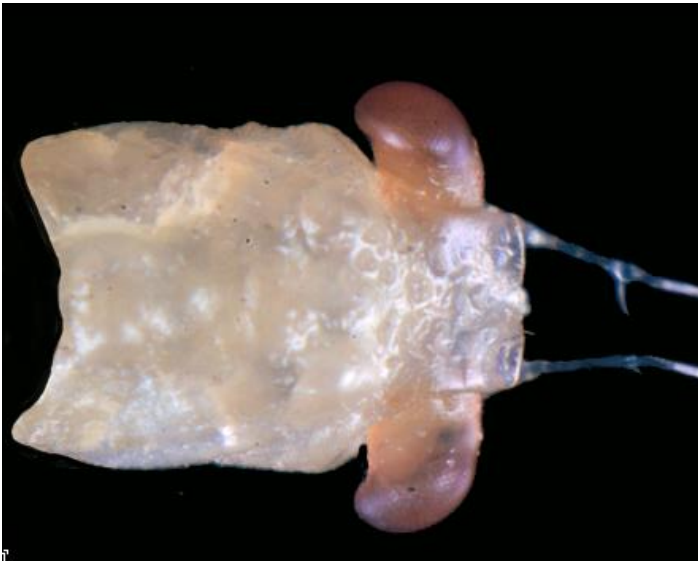


Fig.21. Megalopa de *Eurypanopeus depressus*



Fig.22. *Eurypanopeus depressus* adulto. Fotografía tomada de <http://www.brentthoma.com> (sin autor aparente)

DIAGNOSIS

Pachygrapsus gracilis

Megalopa muy grande (longitud mayor a 2.2mm) con caparazón rectangular y ancho; dactilos de los pereopodos con fuertes espinas, con 10 segmentos en la antena, sin espinas posterolaterales en el caparazón, sin espina rostral visible.

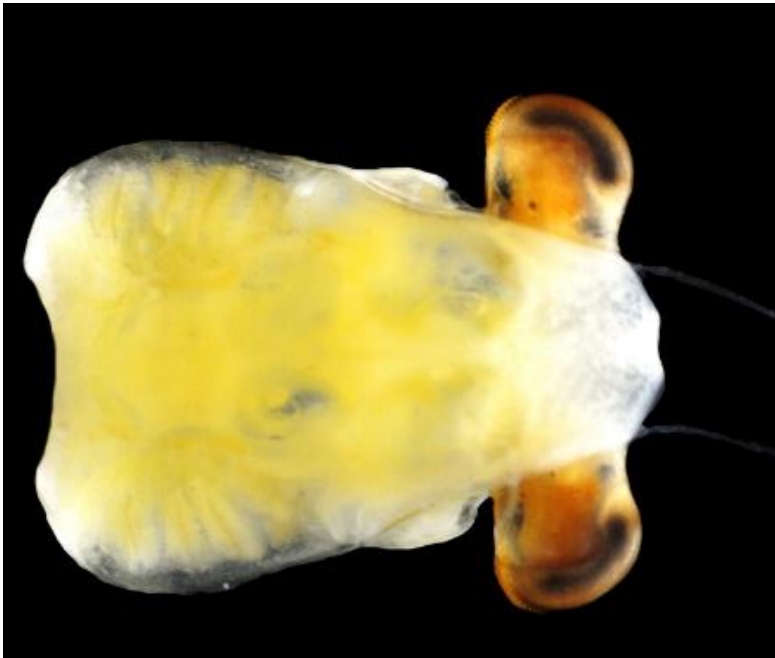


Fig.23. Megalopa de *Pachygrapsus gracilis*



Fig.24. *Pachygrapsus gracilis* adulto. Fotografía tomada de Legall N. & J. Poupin, Internet - CRUSTA: Database of Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Grapsus grapsus

Caparazón ensanchado hasta tres veces más ancho que los segmentos abdominales y desprovisto de espinas posterolaterales, con 10 segmentos en la antena sin espina rostral dirigida hacia el frente, caparazón rectangular, mayor a 2.0 mm; dáctilos de los pereiopodos con fuertes espinas.

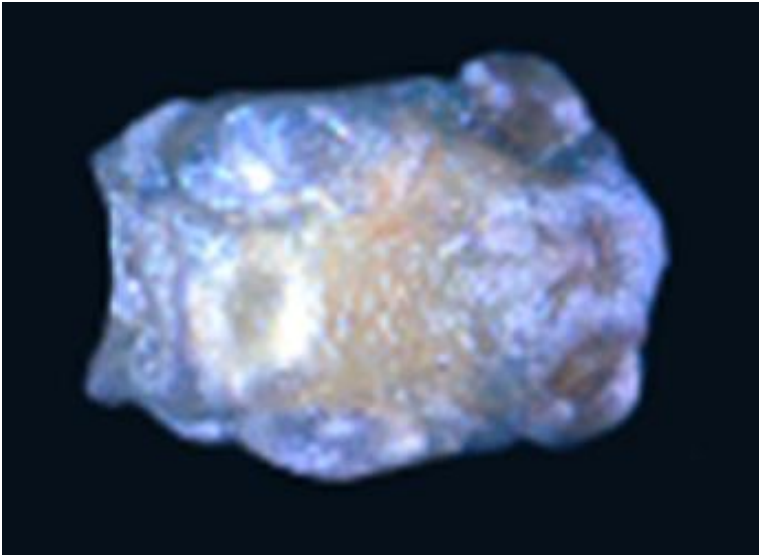


Fig.25. Megalopa de *Grapsus grapsus*



Fig.26. *Grapsus grapsus* adulto. Fotografía tomada de Legall N. & J. Poupin, Internet - CRUSTA: Database of Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Panopeus occidentalis

Caparazón rectangular longitud mayor a 2.2 mm, dácilios de los pereopodos con fuertes espinas, con o sin proyecciones agudas anterolaterales sin espina dáctilo del quinto pereiópodo.



Fig.27. Megalopa de *Panopeus occidentalis*.



Fig.28. *Panopeus occidentalis* adulto. Fotografía tomada de *Panopeus occidentalis* Legall N. & J. Poupin, Internet - CRUSTA: Database of Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Armases cinereum

Caparazón ensanchado con parte posterior recta sin invaginaciones en la parte central ni protuberancias en superficie dorsal con 9 segmentos en la antena, sin procesos laterales en el rostro con crestas en la base de los pedúnculos oculares; de 1 a 6 setas marginales en el telson, en ocasiones con largas espinas laterales en esté; con 39 setas marginales en el escafognatito.

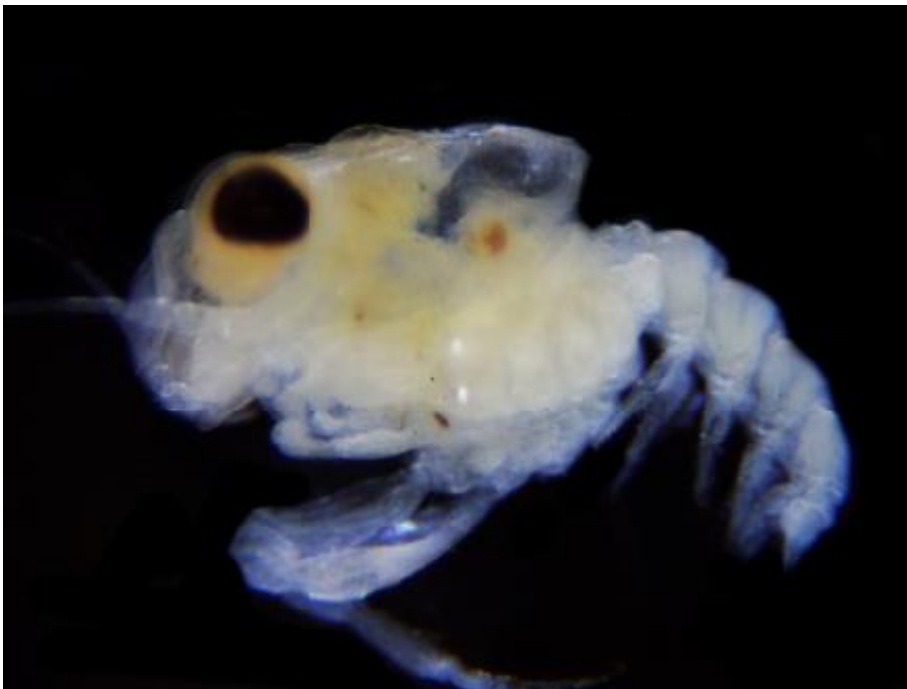


Fig.29. Megalopa de *Armases cinereum*.



Fig.30. *Armases cinereum* adulto. Fotografía tomada de Legall N. & J. Poupin, Internet - CRUSTA: Database of Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Cyclograpsus integer

Rostro trapezoidal sin procesos laterales, quelas pequeña, dientes del dedo fijo menos desarrollado, dedo móvil más corto y mucho menos curvado, caparazón liso con pequeñas setas en ocasiones con cromatóforos; un surco en el rostro se observa en posición dorsal y presenta más de 30 setas en el epipodito del tercer maxilipedo.

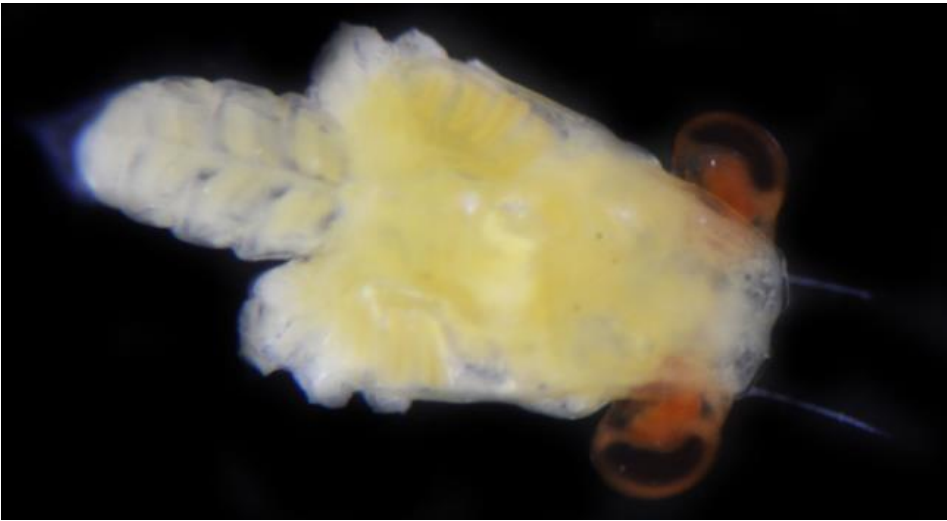


Fig.31. Megalopa de *Cyclograpsus integer*



Fig.32. *Cyclograpsus integer* adulto.

Fotografía tomada de Legall N. & J. Poupin, Internet - CRUSTA: Database of Crustacea (Decapoda and Stomatopoda).

DIAGNOSIS

Ocypode quadrata

Megalopas muy grandes, con caparazón en forma pentagonal, longitud del caparazón de más de 5.5 mm; rostro corto, caparazón tan largo como ancho, largos ganchos laterales posteriores a los ojos; Abdomen curvado hacia el cuerpo; mano del quelípedo no expandida caparazón liso, con setación esparcida.

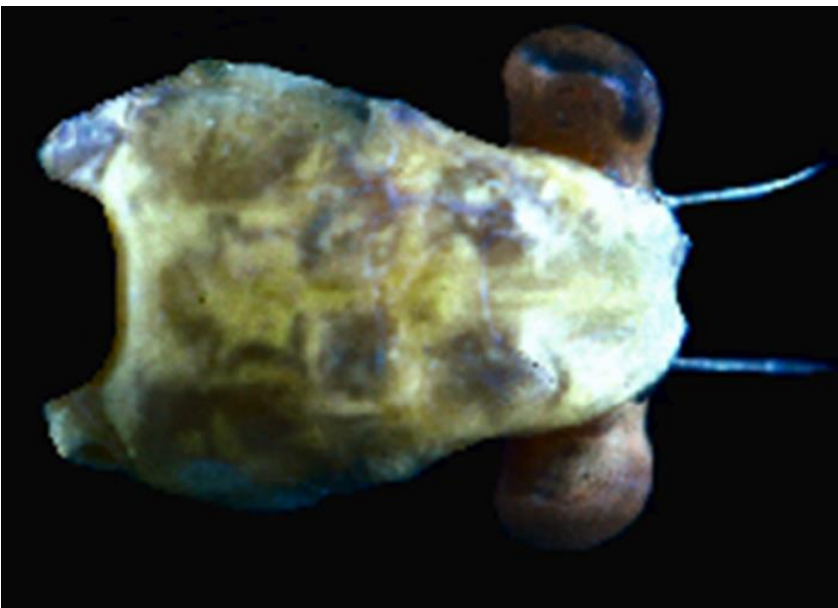


Fig.33. Megalopa de *Ocypode quadrata*



Fig.28. *Ocypode quadrata* adulto. Fotografía tomada de © 2015 by COLOMBIA SALVAJE.

DIAGNOSIS

Zaops ostreum

Megalopa muy pequeña 0.5 a 1.5 mm, antena con seis segmentos, caparazón sin espinas dorsales y margen posterior redondeado; rostro plano y puede tener pequeñas denticiones medias; segmento terminal con una seta larga y una corta.



Fig.33. Megalopa de *Zaops ostreum*.



Fig.28. *Zaops ostreum* adulto. Fotografía tomada de: ©Jonathan Vera Caripe

Abundancia de megalopas del Infraorden Brachyura

La mayor abundancia de megalopas se encontró entre las 22:00-23:00 horas con 80 organismos, la menor abundancia se registró entre las 6:00- 7:00 horas con seis megalopas. No se encontraron diferencias significativas ($P = 0.992$) (Fig. 20).

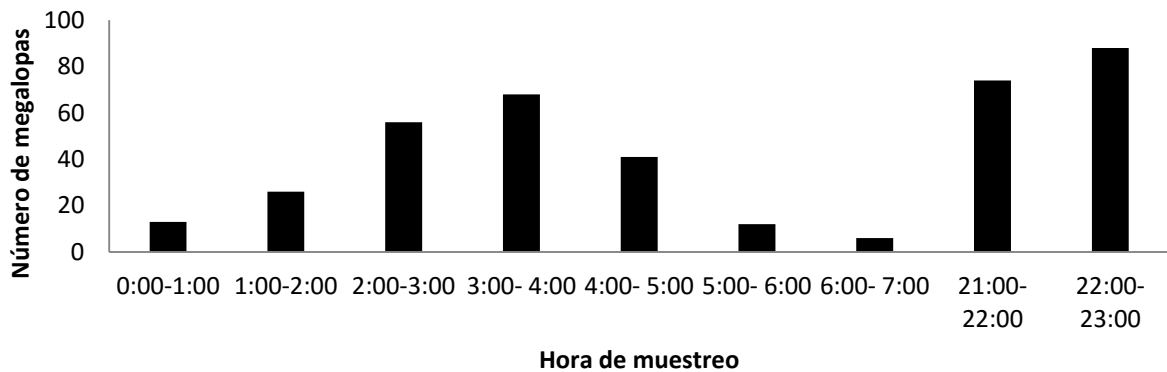


Fig.20. Número total de megalopas recolectadas en la isla Sacrificios perteneciente al PNSAV con respecto a las distintas horas de muestreo.

Abundancia de megalopas por tipo de sustrato.

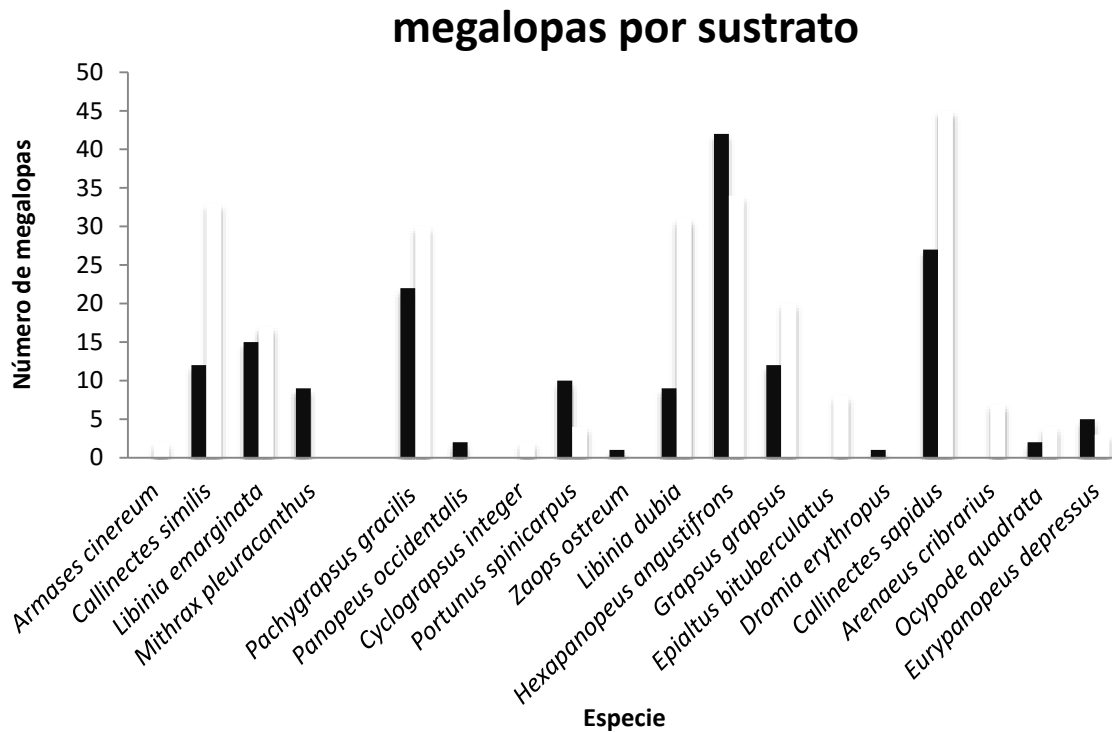


Fig.21. Megalopas por sustrato

Con respecto a la abundancia por tipo de sustrato se obtuvieron un total de 173 larvas en sustrato arenoso y 240 larvas en pastos marinos. La especie más abundante en el sustrato arenoso fue *Hexapanopeus angustifrons* con 42 organismos, *Callinectes sapidus* fue la especie más abundante en Pastos marinos con 47 organismos. No se encontraron diferencias significativas entre la abundancia de organismos y su sustrato ($P = 0.85$).

Abundancia por especie.

Con respecto a la abundancia de especies durante los meses de muestreo se encontró que la especie más abundante fue *Callinectes sapidus* con 74 organismos y la especie que presentó menor abundancia fue *Dromia erythropus* con un organismo en el mes de Junio. Al aplicar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa del número de megalopas entre los meses de muestreo ($P=0.60$). La mayor abundancia de megalopas se presentó en el mes de Julio con 204 organismos.

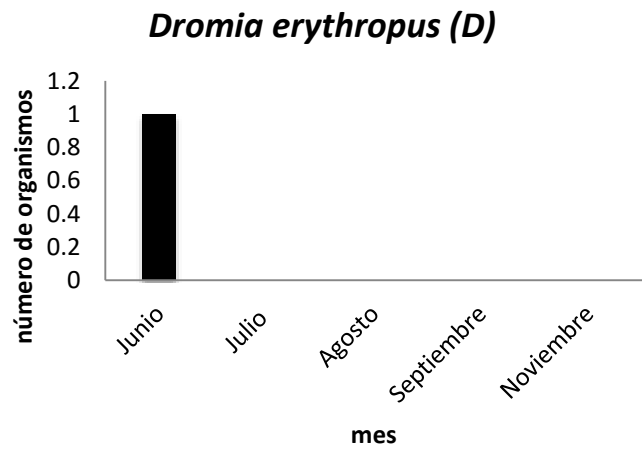
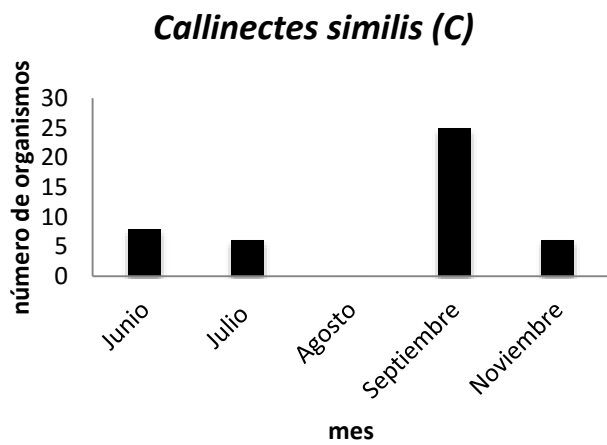
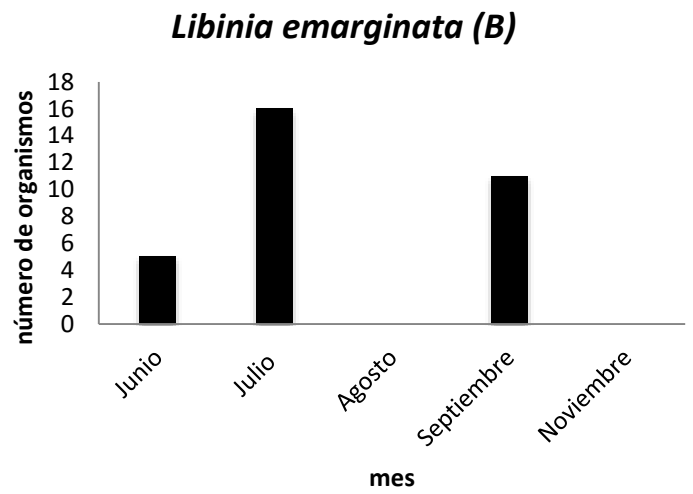
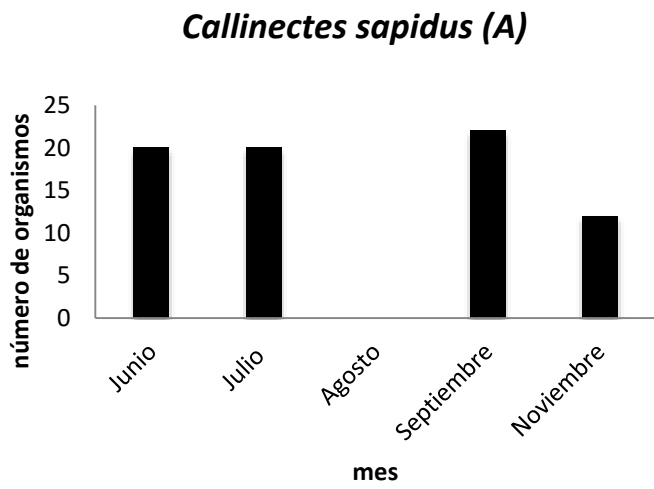
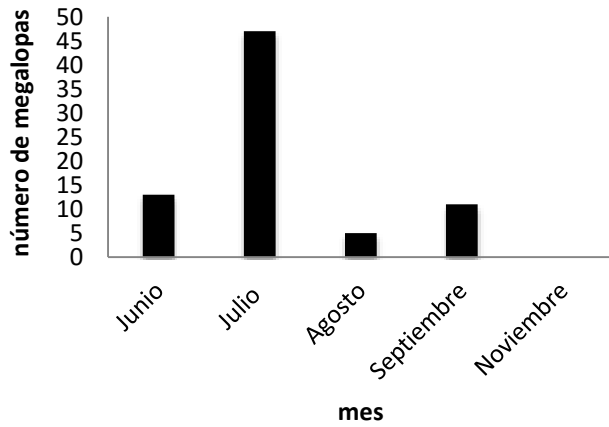
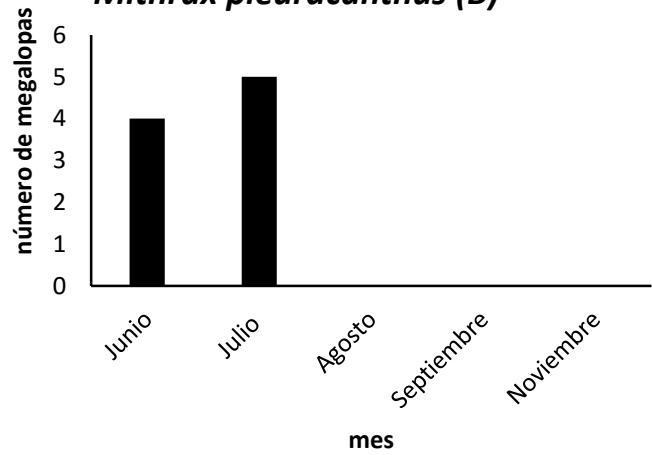


Fig.23. Número de megalopas de la especie *Callinectes sapidus* (A), *Libinia emarginata* (B), *Callinectes similis* (C), *Dromia erythropus* (D) durante los meses de muestreo.

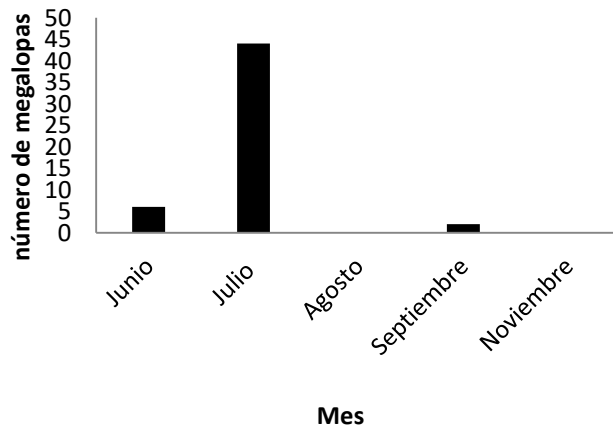
***Hexapanopeus angustifrons* (A)**



***Mithrax pleuracanthus* (B)**



***Pachygrapsus gracilis* (C)**



***Eurypanopeus depressus* (D)**

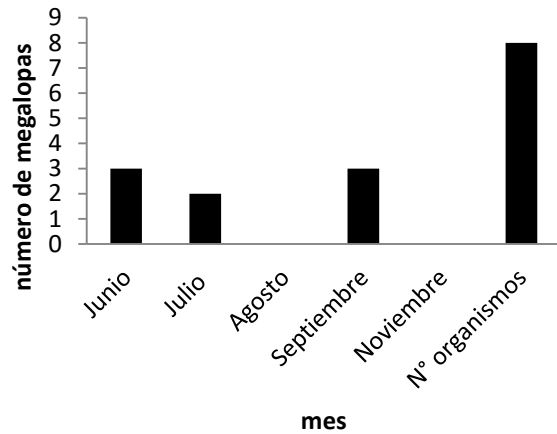


Fig.24. Número de megalopas de la especie *Hexapanopeus angustifrons* (A), *Pachygrapsus gracilis* (C), *Euripanopeus depressus* (D) durante los meses de muestreo.

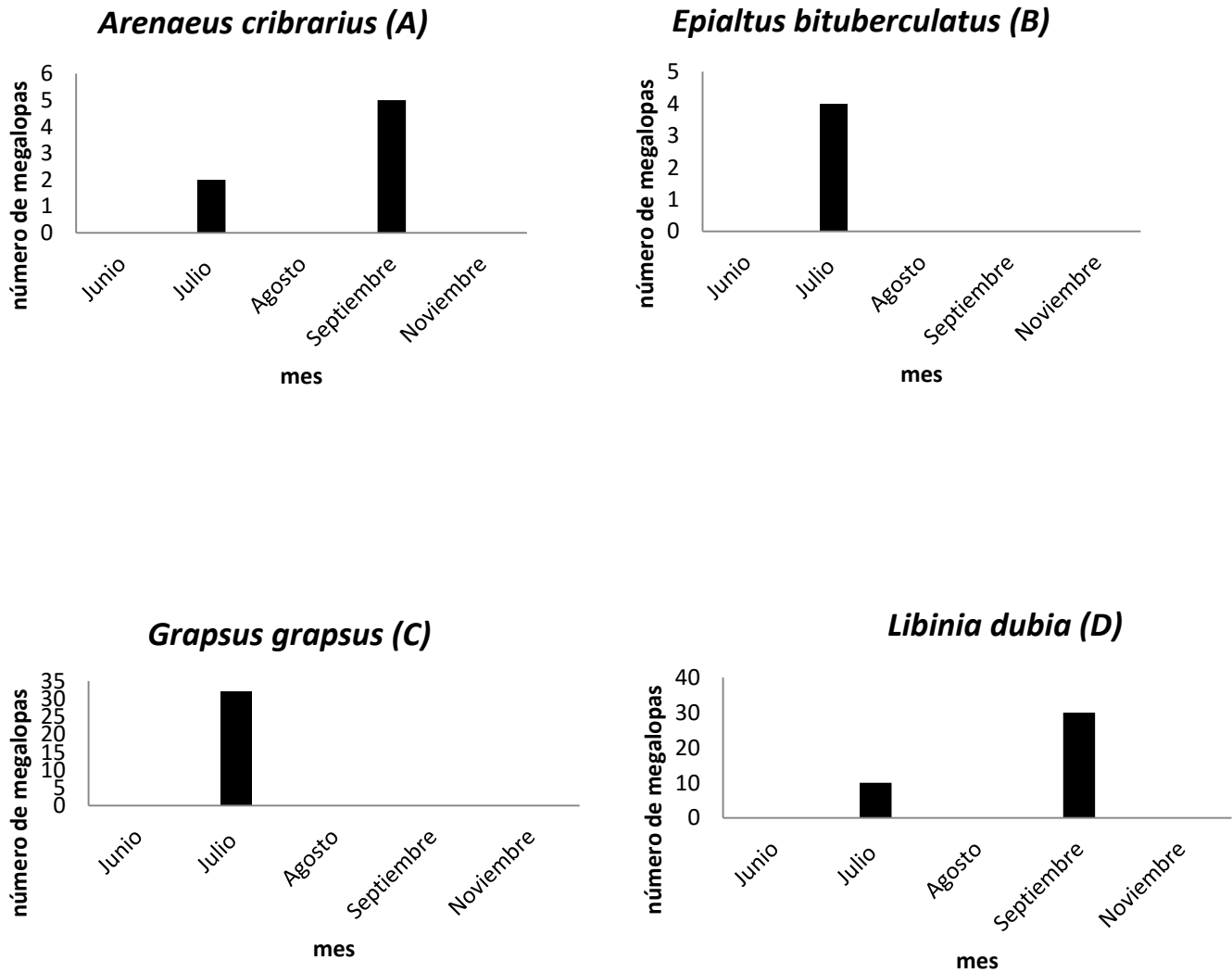


Fig.25. Número de megalopas de la especie *Arenaeus cribrarius* (A), *Epialtus bituberculatus* (B), *Grapsus grapsus* (C) y *Libinia dubia* (D) durante los meses de muestreo.

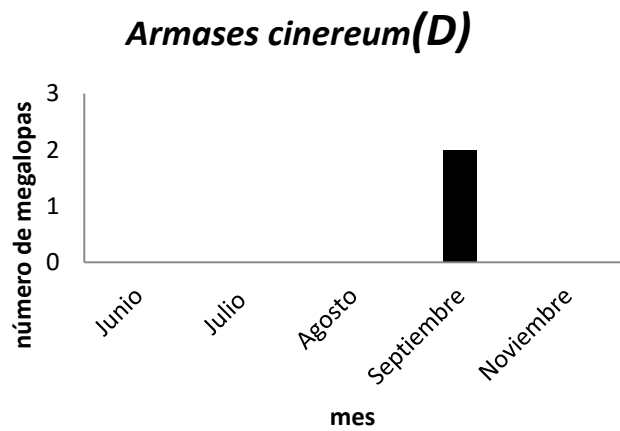
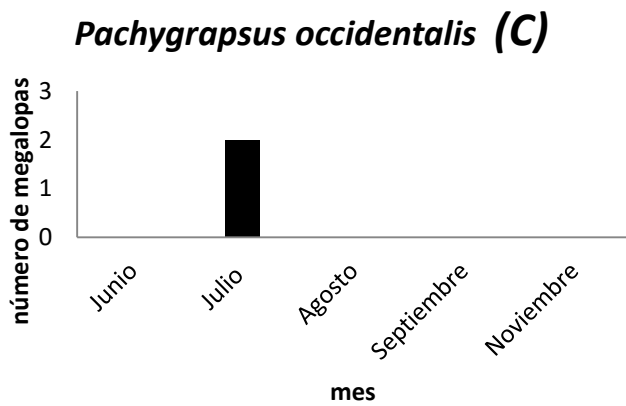
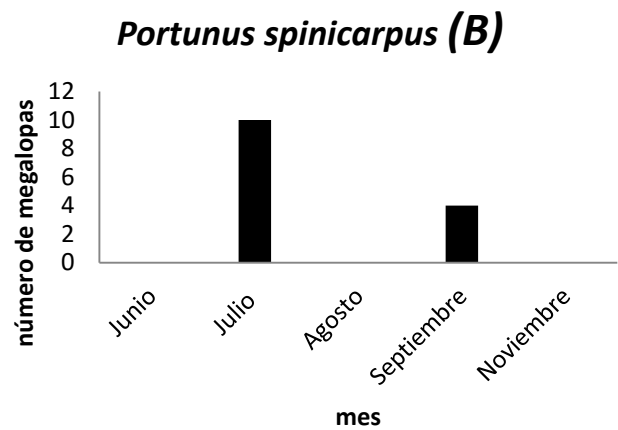
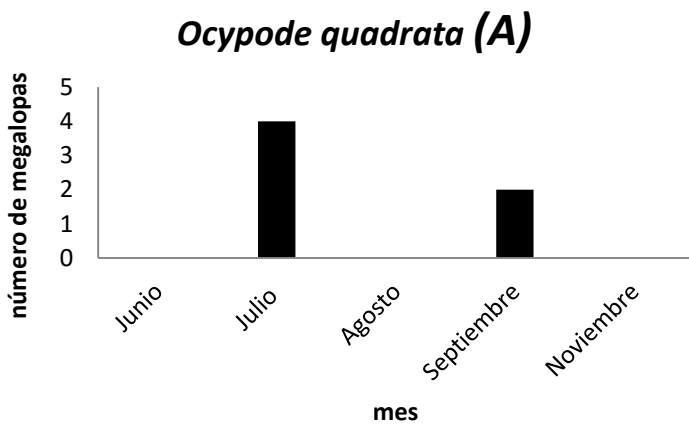


Fig.26. Número de megalopas de las especies *Ocypodide cuadrata* (A), *Portunus spinicarpus* (B), *Panopeus occidentalis* (C) y *Armases cinereum* (D) durante los meses de muestreo.

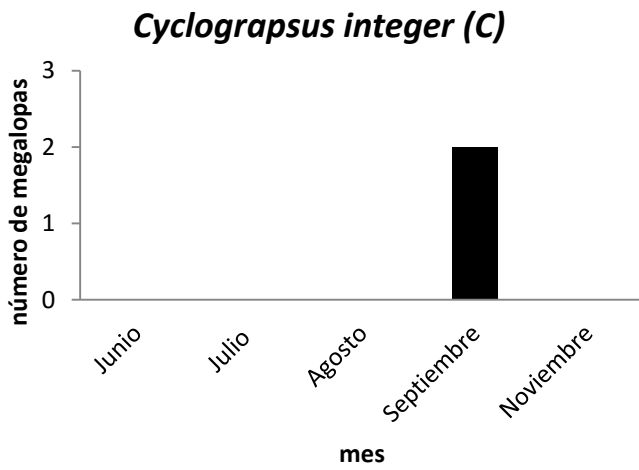
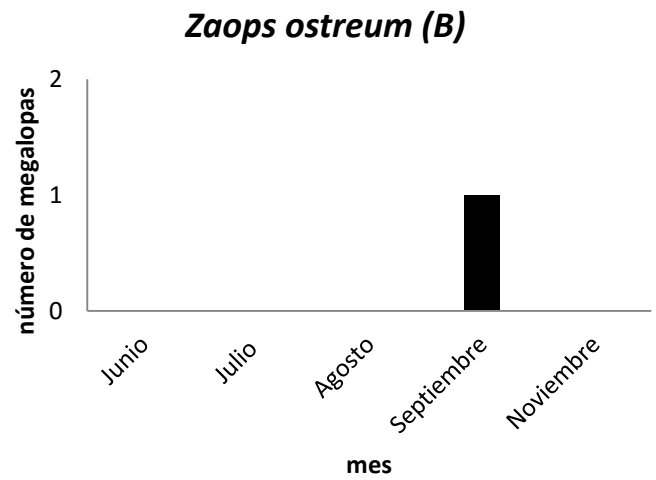
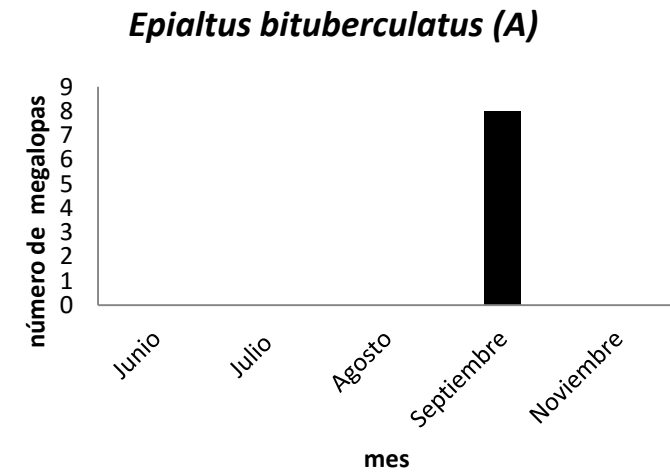


Fig.27. Número de megalopas de *Epialtus bituberculatus* (A) y *Zaops ostreum* (B) *Cyclograpsus integer* (C) durante los meses de muestreo.

Biomasa

Los valores de biomasa de las familias de megalopas identificadas oscilaron entre $0.0006 \pm 1.0 \times 10^{-5}$ g para la familia Pinnotheridae y $0.00064 \pm 8.1 \times 10^{-5}$ g para la familia Panopeidae dentro del peso húmedo obtenivo por familia respecto a los valores de biomasa obtenidos para el peso seco, se obtuvo $0.0017 \pm 1.1 \times 10^{-5}$ g para la familia Grapsidae y $0.0052 \pm 8.01 \times 10^{-5}$ g para la familia Dromidae (Tabla 4).

Tabla 4.- Biomasa por familia de peso húmedo y peso seco.

Familia	Peso Húmedo	Peso Seco
Portunidae	$0.0021 \pm 5.4 \times 10^{-4}$	$0.00082 \pm 2.1 \times 10^{-4}$
Panopeidae	$0.00064 \pm 8.1 \times 10^{-5}$	$0.00025 \pm 3.17 \times 10^{-5}$
Grapsidae	$0.0042 \pm 2.7 \times 10^{-5}$	$0.0017 \pm 1.1 \times 10^{-5}$
Sesarmidae	$0.00046 \pm 7.5 \times 10^{-5}$	$0.00018 \pm 2.8 \times 10^{-5}$
Majidae	$0.0015 \pm 5.8 \times 10^{-4}$	$0.00055 \pm 2.1 \times 10^{-4}$
Epialtidae	$0.00051 \pm 6.9 \times 10^{-5}$	$0.00021 \pm 2.8 \times 10^{-5}$
Pinnotheridae	$0.0006 \pm 1.0 \times 10^{-5}$	$0.00024 \pm 3.8 \times 10^{-5}$
Varunidae	$0.00082 \pm 7.3 \times 10^{-5}$	$0.00033 \pm 2.9 \times 10^{-5}$
Dromidae	$0.013 \pm 2.0 \times 10^{-4}$	$0.0052 \pm 8.01 \times 10^{-5}$

DISCUSIÓN

La descripción de las megalopas se basó en las diferencias observadas en el número de setas y ya que no existe homogeneidad entre los criterios de los autores considerados para la identificación de los organismos, se realizaron claves propias, especiales para los organismos presentes en la isla Sacrificios perteneciente al PNSAV a nivel familia (anexo 2). En el presente trabajo se utilizaron los criterios propuestos por Costlow y Bookhout (1959) cabe resaltar que son pocos los trabajos realizados en cuanto a descripciones larvales por eso se pueden comparar con precisión sólo algunas estructuras como la antena, maxila, maxílula y tercer maxilípodo (Anger, 1990) en el caso de la identificación a nivel especie se utilizaron criterios como la anténula que presenta una setación distintas según la especie, los maxilípedos y las espinas presentes o ausentes en el rostro, como en el caso de la familia Portunidae, en el caso de la familia Dromiidae se utilizó como característica principal la setación en el cuerpo para la identificación a nivel especie.

La mayor abundancia de megalopas se presentó en el mes de Julio para las especies *Hexapanopeus angustifrons* (47), *Pachygrapsus gracilis* (44), *Libinia emarginata* (16), *Mithrax pleuracanthus* (5), *Epialtus emarginata* (4) *Panopeus occidentalis* (2), *Grapsus grapsus* (32), *Ocyrodide cuadrata* (4) *Portunus spinicarpus* (10), lo cual podría atribuirse a la temperatura y el periodo reproductivo de las especies tomando en cuenta las condiciones climatológicas, lo cual fue reportado por Cházaro-Olvera y Rocha-Ramírez (2007) quienes realizaron muestreos de marzo a abril de la especie *Pachygrapsus gracilis*.

Por otro lado se observa un segundo pico de abundancia en el mes de septiembre (126) de las especies *Callinectes similis* (25) *Libinia dubia* (30) *Epiplatys bituberculatus* (8) y *Callinectes sapidus* (22) esto coincide con la temporada reproductiva, ya que se han encontrado hembras ovígeras de las especies de la familia Portunidae de marzo a junio lo cual fue reportado por Rocha et al., (1992).

Respecto a los periodos de tiempo, se encontró un mayor número de larvas de las 21:00 a 23:00 horas, lo cual concuerda con lo reportado por Flores-Pineda (2005), quien encontró una mayor abundancia de organismos en isla Sacrificios en el mismo horario, lo anterior puede deberse a la migración que realizan algunos organismos como parte de una estrategia de supervivencia para evitar a los depredadores (Hernández-García, 2014).

En cuanto al número de organismo en las trampas de luz se puede inferir que se debe al fototropismo positivo que presentan las larvas en estadio zoea, y megalopa, lo cual coincide con lo descrito por Su Hsien-Tsang, (2008), quien menciona que las larvas de algunos crustáceos poseen fototropismo positivo.

Se encontraron más organismos en pastos marinos que en sustrato arenoso, lo cual puede atribuirse a que la megalopa tiene mayor actividad bentónica y su tipo de alimentación cambia a ser depredadora, encontrando mayor cantidad de recursos en la vegetación sumergida (Pessani et al., 2004; Cházaro-Olvera et al., 2014).

Respecto a la biomasa de las megalopas presentes en la isla Sacrificios osciló entre $0.0006 \pm 1.0 \times 10^{-5}$ g y $0.00064 \pm 8.1 \times 10^{-5}$ g para peso húmedo y $0.0017 \pm$

1.1×10^{-5} g a $0.0052 \pm 8.01 \times 10^{-5}$ g para peso seco son similares a los obtenidos respecto a otras especies de crustáceos en estadio larval y postlarval.

CONCLUSIONES

- Se recolectó un total de 413 megalopas pertenecientes a una Superfamilia y siete familias representadas por 18 géneros y 18 especies: Ocypodidae con la especie *Ocypodide cuadrata* (6), Dromiidae representada por *Dromia Erythropus* (1) , Grapsidae representada por las especies *Pachygrapsus gracilis* (52), *Grapsus grapsus* (32), la familia Portunidae representada por *Areneus cribarius* (7) *Callinectes sapidus* (74), *Callinectes similis*(45), *Portunus spinicarpus* (14) , la familia Pinnotheridae representada por una especie: *Zoaps ostreum* (1), Superfamilia Majoidea representada por tres familias: Epialtidae, *Epialtus bituberculatus* (8), *Epialtus emarginata* (4) familia Majidae representada por tres especies *Libinia emarginata* (32), *Libinia dubia* (40), *Mithrax pleuracanthus* (9) y la familia Panopeidae representada por dos especies *Hexapanopeus angustifrons* (76), *Euripanopeus depressus* (6), *Panopeus occidentalis* (2) la familia Sesarmidae representada por la especie *Armases cinereum* (2) y la familia Vanuridae representada por *Cyclograpsus integer* (2).
- La mayor abundancia de las megalopas se presentó en el mes de Julio con 204 megalopas lo anterior puede explicarse con relación al ciclo reproductivo de las especies presentes en este mes y al tiempo transcurrido después de la eclosión de las larvas en la principal temporada reproductiva.
- Respecto a los periodos de tiempo, se encontró un mayor número de larvas de las 23:00 a 22:00 horas, lo cual se relaciona con una fototaxis positiva

como parte de una estrategia de supervivencia para evitar a los depredadores.

- Los valores de biomasa de las megalopas de *Megalopas* de *Brachyuros* presentes en la Isla Sacrificios ($0.0006 \pm 1.0 \times 10^{-5}$ g a $0.00064 \pm 8.1 \times 10^{-5}$ g) peso húmedo y ($0.0017 \pm 1.1 \times 10^{-5}$ g a $0.0052 \pm 8.01 \times 10^{-5}$ g) son similares a los obtenidos en otras especies de crustáceos en estadio larval y postlarval.
- En las muestras de zooplancton colectadas en el año 2003 dentro de la Isla Sacrificios, se identificaron 442 megalopas del Infraorden Brachyura
- El Infraorden Brachyura representan el 1.4% de la abundancia relativa total (26, 9212 organismos).
- Dentro de las nueve familias que fueron identificadas la familia Portunidae es la mejor representada con 192 organismos.
- Se encontró mayor abundancia de megalopas en pastos marinos que en sustrato arenoso.

LITERATURA CITADA

- Álvarez et al., 1999 F. Álvarez, J.L. Villalobos, Y Rojas, R. RoblesListas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Serie Zoología, 70 (1999), pp. 1–27
- Álvarez, 2011 F. Álvarez, J.L. Villalobos, S. Cházaro-Olvera Camarones y cangrejos dulceacuícolas y marinos (Crustacea: Decapoda) Cruz-Angón (Ed.), La biodiversidad en Veracruz, estudio de estado, Conabio, México D. F. (2011), pp. 287–294
- Amaral V, y Paula J, 2007. *Carcinus maenas* (Crustacea: Brachyura): influence of artificial substrate type and patchiness on estimation of megalopae settlement. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 346: 21-27, doi:10.1016/j.jembe.2007.01.012
- Anger, K.1990. Larval development of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Decapoda: Ocypodidae) reared in the laboratory. Meeresforsch. 32: 276-294.
- Anger, K., D. Schreiber y M. Montú. 1995. Abbreviated larval development of *Sesarma curacaoense* (Rathbun, 1897) (Decapoda: Grapsidae) reared in the laboratory. Nauplius, Botucatu, 3: 127-154.

- Barnes, D. R. 1996. Zoología de los invertebrados. McGraw-Hill Interamericana, México. 1120 p.
- Boltovskoy, D. 1999. *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicación especial. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero – INIDEP. Mar de Plata, Argentina. 936 p.
- Bullard, S. G. 2001. *Larvae of anomuran and brachyuran crabs of North Carolina. A guide to the described larval stages of anomuran (Families: Porcellanidae, Albuneidae, and Hippidae) and brachyuran crabs of North Carolina, U.S.A.* (Crustaceana monographs, 1). Leiden, The Netherlands: Brill.
- Carricart-Ganivet, J.P. y G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de Coral en México. 80-90 p. En: Salazar-Vallejo S.I. y N.E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO/CIQRO, México, DF. 865 p.
- Cházaro-Olvera. S. 1996. Descripción de las megalopas de las especies *Callinectes sapidus* Rathbun, *C. similis* Williams, *C. rathbunae* Contreras, *Arenaeus cribrarius* (Lamarck) y *Pachygrapsus gracilis* (Saussure) de la boca de comunicación de la Laguna Camaronera, Alvarado, Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.103 p.

- Chazaró-Olvera, S. y A. Rocha-Rámirez. 2007. Morphology of the *Pachygrapsus gracilis* (Saussure, 1858) megalopa (Brachyura, Grapsidae) reared in the laboratory. *Crustaceana* 80(1):19-30.
- Cházaro-Olvera, S., I. Winfield, M. Ortiz, H. Vázquez-López, G. J. Horta Puga, 2013. Morphology of the Zoeae Larvae of Brachyura (Crustacea, Decapoda) in Veracruz, Southwestern Gulf of Mexico. *American Journal of Life Sciences*. 1(5): 238-242. doi: 10.11648/j.ajls.20130105.16.
- Costlow Jr., J. D. y E. G. Bookhout. 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. *Biology Bulletin*. Woods Hole, Massachusetts, 116 (3): 376-396.
- Costlow, Jr. J. y G. Bookhout. 1968. The Effect of Environmental Factors on Development of the Land-Crab, *Cardisoma guanhumi* Latreille. *American Zoologist*, Vol. 8, No. 3: 399-410
- Flores-Pineda, P. A. 2005, *Captura de organismos zooplanctónicos por medio de trampas de luz en la laguna arrecifal de Isla de Sacrificios, Veracruz*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- Gore, R. H. 1985. Molting and growth in decapod larva. Larval Growth, Crustacean Issues 2. A. A. Balkema, Rotterdam, Boston. Pp 1-53.
- Guevara, O. J. 2009. Descripción morfológica del cangrejo violinista *Uca marguerita*, Thurman 1981 cultivado en condiciones de laboratorio. BIOCYT. Facultad de estudios superiores Iztacala, México.37p.
- Gebauer, P., K. Paschke y K. Anger, 2003. Delayed metamorphosis in decapod crustaceans: evidence and consequences. Revista Chilena de Historia Natural, 76: 169-175.
- Hammer, O., Harper D. A. y Ryan P. D. 2001. Palaeontological statistics software package for education and data analysis (PAST). Paleontología Electrónica. 2001, 4 (1) [en línea]. Disponible en Web: http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.html
- Hernández, T. Y. 2003. Densidad de megalopas de la familia Grapsidae y Ocypodidae (Decapoda: Brachyura) en tres bocas de comunicación de sistemas costeros del golfo de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, 85 pp.

- Hernández-García M. X. 2014. Estudio de larvas y postlarvas de crustáceos estomatópodos y decápodos en el Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Hsien-Tsang, S., & Quintanilla, M. (2008). Manual sobre reproducción y cultivo de Tilapia. CENDEPESCA. San Salvador.
- INEGI. 1988. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Síntesis geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz, 69 pp.
- INEGI. 2006. Atlas. Situación actual de la división política-administrativa interestatal Estados Unidos Mexicanos, Aguascalientes, Ags., México, 232 pp.
- Jordán-Dahlgren, E. y Rodríguez-Martínez, R. E. 2004. Coral diseases in Gulf of Mexico reefs. In Coral Health and Disease (pp. 105-118). Springer Berlin Heidelberg.
- Lot-Helgueras, A. 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz. Veracruz. Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Bot. 1: 1-48.

- Martin, J. W. 1988. Phylogenetic significance of the brachyuran megalopa: evidence from Xanthidae. *Symposia of the Zoological Society of London*. 59: 69-102.
- Martin, J. W., J. Olesen y J. T. Høe. 2014. *Atlas of Crustacean Larvae*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 370 p.
- McConnaughey, H.B 1974. Introducción a la biología marina. Acribia. Zaragoza, España. Pp 7-8, 103-104, 132-136
- Ng, P. K. L., D. Guinot y P. J. F. Davie. 2008. System Brachyurorum: Part I. An Annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*, Supplement 17: 1-286.
- Petruzzi, H.J., N. P., Stritzler, C. M. Ferri, J. H. Pagella y C. M. Rabotnikof. 2005. Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas. *Boletín de Divulgación Técnica*, 88: 1-11
- Pessani, D., T. Tirelli y S. Flagella. 2004. Key for the identification of mediterranean brachyuran megalopae. *Mediterranean Marine Science*, 5 (2): 53-64.

- Rice, A. L. 1981. The megalopa stage in brachyuran crabs. The podotremata Guinot. *Journal of Natural History*.15: 1003 - 1011.
- Rivera, J. y A. Mujica. 2004. Distribución horizontal de larvas de crustáceos decápodos capturadas entre Caldera e isla de Pascua (Pacífico sudoriental), octubre de 1999. *Investigaciones marinas* vol.32, n.2, pp. 37-58.
- Rocha-Ramírez, A., S. Cházaro-Olvera & P.M. Mueller-Meier. 1992. Ecología del género *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) en seis cuerpos de aguas costeros del estado de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM* 19: 33-41.
- Shanks, A.L. & R.K. Shearman. 2009. Paradigm lost Cross-shelf distributions of intertidal invertebrate larvae are unaffected by upwelling or downwelling. *The Marine Ecology Progress Series*, 385: 189-204.
- Tavares, M. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1.Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. , FAO, Rome, Italy. pp. 327-343.
- Vázquez-Domínguez, E., 2003. Diversidad y distribución de crustáceos y equinodermos y su relación con niveles de sedimentación en arrecifes coralinos. *Revista de biología tropical*, 51(1): 183-194.

- Winfield, I., & Escobar-Briones, E. (2007). Anfípodos (Crustacea: Gammaridea) del sector norte del Mar Caribe: listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78(1), 51-61.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

- https://www.flickr.com/photos/alan_cressler/5712454400 enlace foto adulto.l.emarginata
- http://www.discoverlife.org/mp/20p?see=l_AMC7899&res=640
- https://es.wikipedia.org/wiki/Callinectes_sapidus#/media/File:The_Childrens_Museum_of_Indianapolis_-_Atlantic_blue_crab.jpg
- http://www.aquariumdomain.com/viewMarineInvertSpecies.php?invert_marine_id=60 fecha de consulta:02/06/2016
- <http://crustiesfroverseas.free.fr/illustration.php?n=1&irenavID=6179> fecha de consulta:02/06/2016
- https://www.flickr.com/photos/alan_cressler/5712454400 fecha de consulta:02/06/2016
- http://www.discoverlife.org/mp/20p?see=l_AMC7899&res=640 fecha de consulta:02/06/2016
- <http://investigacion.izt.uam.mx/ocl/Bentos/Crustaceos/> fecha de consulta:02/06/2016
- [http://investigacion.izt.uam.mx/ocl/Bentos/Crustaceos/Cr.%20Panopeus%20occidentalis\(G\).jpg](http://investigacion.izt.uam.mx/ocl/Bentos/Crustaceos/Cr.%20Panopeus%20occidentalis(G).jpg) fecha de consulta:02/06/2016

- <http://colombiasalvaje.wix.com/faunacol#!crustaceos/c1ybg> fecha de consulta:02/06/2016
- [http://investigacion.izt.uam.mx/ocl/Bentos/Crustaceos/Cr.%20Pachygrapsus%20gracilis\(G\).jpg](http://investigacion.izt.uam.mx/ocl/Bentos/Crustaceos/Cr.%20Pachygrapsus%20gracilis(G).jpg) fecha de consulta:02/06/2016
- <https://www.flickr.com/photos/jveracaripe/3077902029> fecha de consulta:02/06/2016
- <http://www.brentthoma.com/research.html> fecha de consulta:02/06/2016
- <http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album=717&pic=75435> fecha de consulta:02/06/2016
- http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032005000300004 fecha de consulta:02/06/2016
- <http://crustiesfroverseas.free.fr/illustration.php?n=3&irenavID=6325> fecha de consulta:02/06/2016

ANEXOS

Anexo 1: Método para Biomasa (Petruzzi, 2005).

- 1.- Conectar y encender la balanza analítica por 30 minutos.
- 2.-Cortar tres cuadros de 1 cm cuadrado de papel albanene.
- 3.- Secar el cuadro de papel albanene en el horno de microondas por tres minutos.
- 4.- Pesar el cuadro de papel albanene en la balanza.
- 5.- Anotar la primera lectura inmediatamente.
- 6.- después de dos minutos anotar la siguiente lectura.
- 7.- Después de 4 minutos obtener la tercera lectura.
- 8.- Separa en una caja de Petri y colocar 20 organismos de zooplancton sobre una red de 50 micrómetros (tamaño de red de 10 x 10 cm) por un minuto.
- 9.- Pasar los organismos al papel albanene para proceder a pesarlos.
- 10.- Repetir los pasos 5, 6 y 7.
- 11.- Repetir los pasos 8, 9 y 10 ahora con 40 organismos.
- 12.- Repetir los pasos 8, 9 y 10 ahora con 80 organismos.
- 13.- Para el secado, cada cuadro con el papel albanene con los organismos respectivos se colocaran en el horno de microondas por tres minutos.
- 14.- Pesar cada uno de los grupos (20, 40 y 80), por separado realizando los pesajes y anotando los pesos tres veces.
- 15.-Realizar la conversión del peso de un organismo, de acuerdo con la constante de Salonen *et al.* (1976).
- 16.- Extrapolar la biomasa por el número de organismos calculado en los 1000m³ de cada punto de muestreo.

Anexo 2. Clave de identificación

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN PARA FAMILIAS DEL INFRAORDEN BRACHYURA LINAEUS, 1758 EN ESTADIO DE MEGALOPA

- 1a. Con dos espinas posterolaterales en el caparazón, dos espinas dorsales anteriores y una espina dorsal posterior **Leucosidae**
- 1b. Sin espinas posterolaterales en el caparazón 2
- 2a. Caparazón alargado, el ancho del caparazón 2X el ancho de los segmentos abdominales 3
- 2b. Caparazón ensanchado, 3X el ancho de los segmentos abdominales; con 5 a 11 segmentos en la antena 5
- 3a. Rostro con dos espinas sobre los pedúnculos oculares, espina rostral dirigida hacia el frente 4
- 3b. Rostro sin espinas sobre los pedúnculos oculares, sin espina rostral; Con más de 15 segmentos en la antena; caparazón y abdomen cubiertos de setas (Fig. 1 A-B) **Dromidae**
- 4a. Rostro con dos espinas sobre los pedúnculos oculares, una espina rostral ancho y corta; quelas ensanchadas aproximadamente del mismo ancho que el mero y carpo; telson rectangular (Fig. C) **Homolidae**
- 4b. Rostro con dos espinas sobre los pedúnculos oculares; espina rostral 2X el largo de los pedúnculos oculares; caparazón de forma ovoide (Fig. D) **Raninidae**

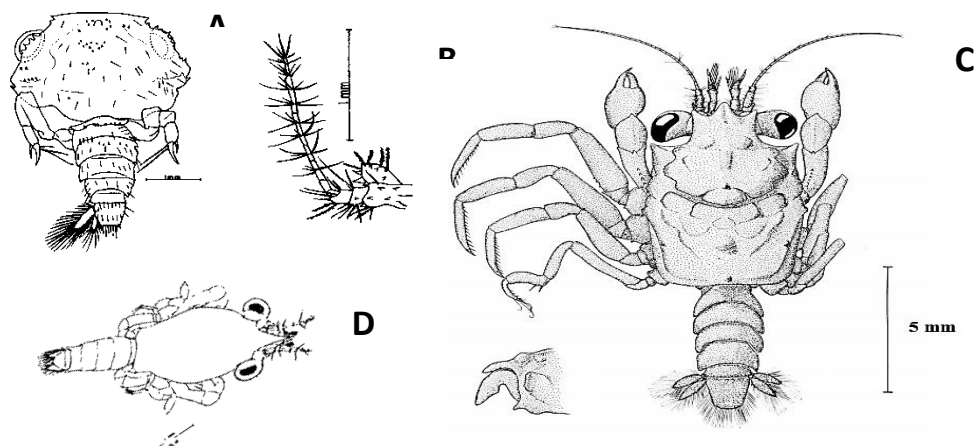


Fig. 1. Drom. *Dromia erythropus*. A: megalopa vista dorsal. B: antena. Homolidae. C: *Homola barbata*, megalopa vista dorsal. Raninidae. D: *Raninoides benedicti*, megalopa vista dorsal. A-B según Laughlin et al. (1982). C, según Rice (1961). D, según Knigh (1968).

- 5a. De 5 a 7 segmentos en la antena..... 6
 5b. De 8 a 11 segmentos en la antena..... 9
 6a. Con 5 a 6 segmentos en la antena.....7
 6b. Con 7 segmentos en la antena; con al menos tres pares de tubérculos en el caparazón(Fig. 2 A-D) **Epialtidae**
- 7a. Con 6 segmentos en la antena con numerosas espinas en el caparazón; pereiópodos que pueden ser de 2X a más el largo del caparazón (Fig. 2 E-F) **Inachidae**
- 7b. Con 5 (algunas veces 6) segmentos en la antena, en el segmento terminal presenta una larga seta (en ocasiones tres). Megalopas pequeñas de 0.5 a 1.5 mm de longitud del caparazón, con el margen posterior redondeado (Fig. 3 A-D) **Pinnotheridae**

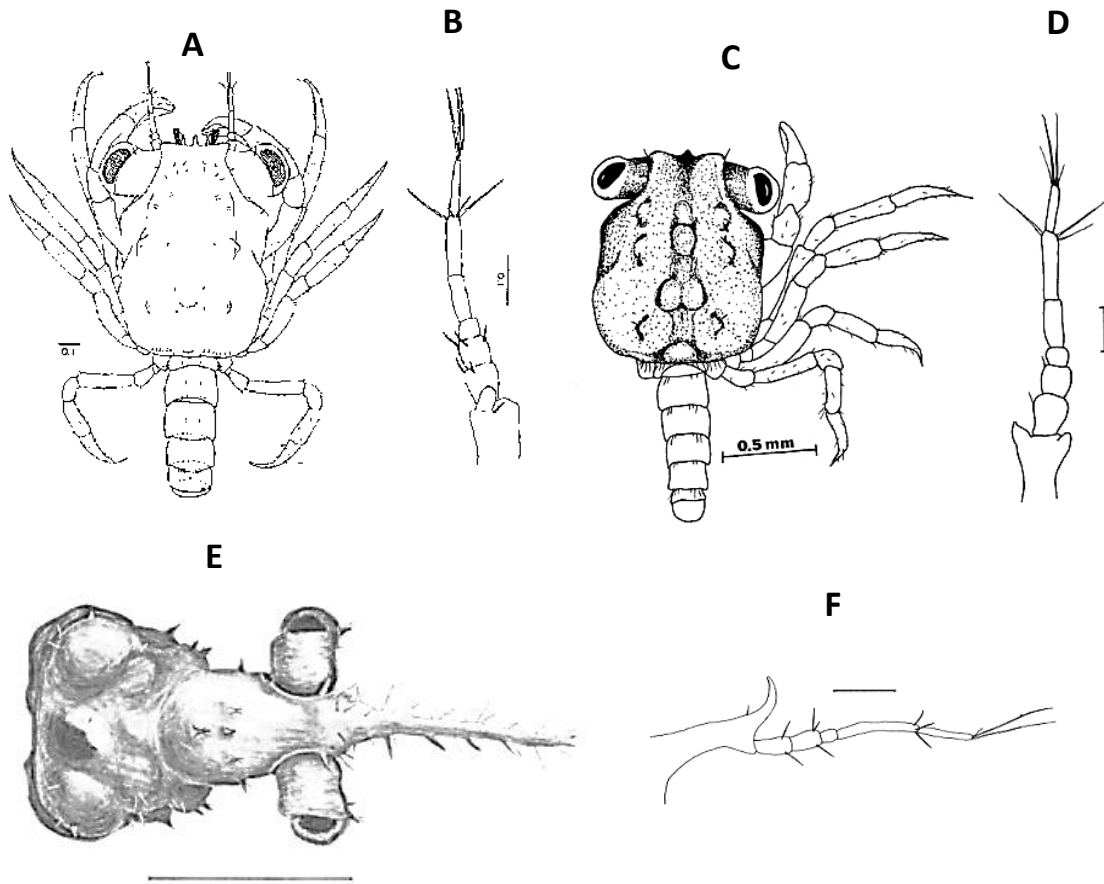


Fig. 2. A-B: Epialtidae. A: *Libinia dubia*, megalopa vista dorsal. B: antena. C: *Libinia emarginata* megalopa vista dorsal. D: antena. E: Inachidae, *Stenorhynchus seticornis* megalopa vista dorsal. F: antena. A, según Sandifer y Van Engel (1971). B, según Johns y Lang (1977). C, según Yang (1976)

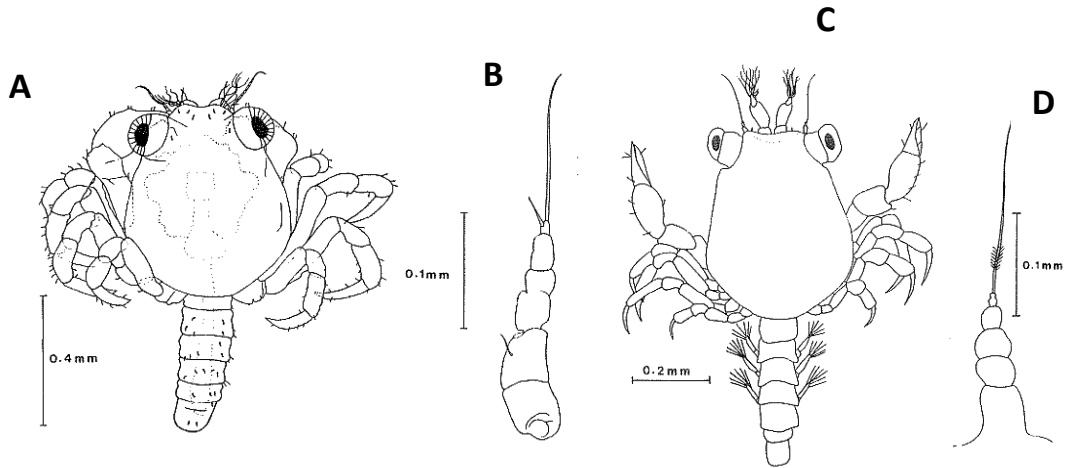


Fig. 3. Pinnotheridae. A: *Pinnotheres ostreum*, megalopa vista dorsal. B: antena. C: *P. chamae*, megalopa vista dorsal. D: antena. A-B, según Sandoz y Hopkins (1947). C-D, según Roberts (1975).

- 9a. Con 8 a 10 segmentos en la antena; sin espina rostral dirigida hacia el frente ...
..... **10**
- 9b. Con 11 segmentos de la antena (algunas veces 10); espina rostral más de
2X el largo del pedúnculo ocular, dirigida al frente; puede presentar dos
procesos que salen de la base de los pereiópodos 3 y 4, pueden alcanzar el
segundo segmento abdominal(Fig. 4 A-I) **Portunidae**

- 10a. Con 8 o 9 segmentos en la antena generalmente **11**
- 10b. Con 10 segmentos en la antena **12**

- 11a. Con 2 procesos laterales sobre o anterior a los pedúnculos oculares **13**
- 11b. Sin procesos laterales en el rostro **14**

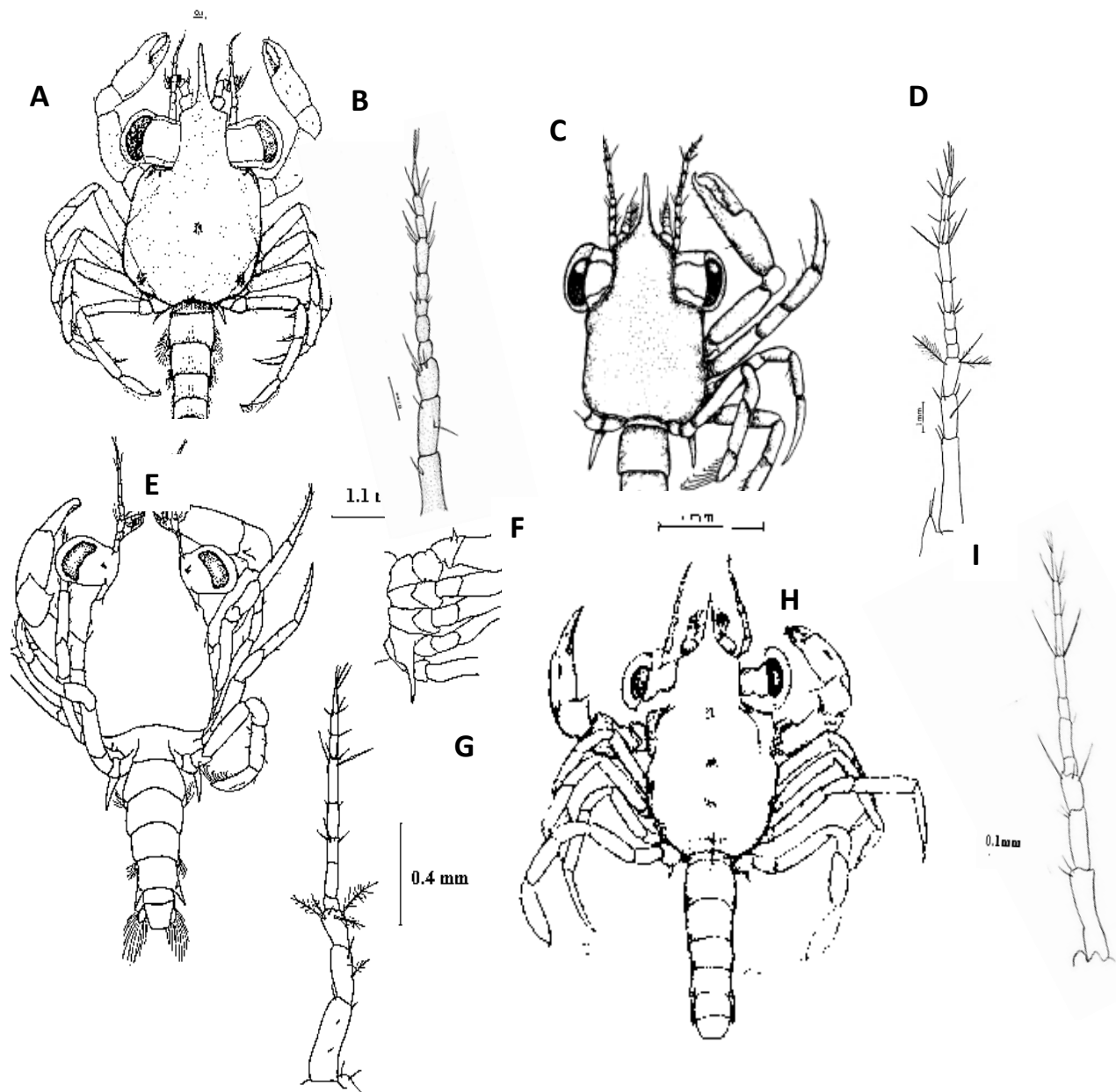


Fig. 4. Portunidae. A-B: *Callinectes sapidus*. A: megalopa vista dorsal. B: antena. C-D: *Callinectes similis*. C: megalopa vista dorsal. D: antena. E-F: *Arenaeus cribrarius*. E: megalopa vista dorsal. F: esternito torácico. G: antena. H-I: *Portunus spinicarpus*. H: megalopa vista dorsal. I: antena. A-B, según Costlow y Bookhout (1959). C-D, según Bookhout y Costlow (1977). E-G, según Stuck y Truesdale (1988). H-I, según Bookhout y Costlow (1973).

- 12a. Caparazón rectangular; dactilos de los pereiópodos con fuertes espinas(Fig. 5 A) **Grapsidae**
- 12b. Caparazón pentagonal, longitud mayor a 3.5 mm; rostro recto; segmentos abdominales anchos, aproximadamente del mismo tamaño del ancho del rostro; pereiópodos unidos al cuerpo(Fig. 5 B-C) **Ocypodidae**

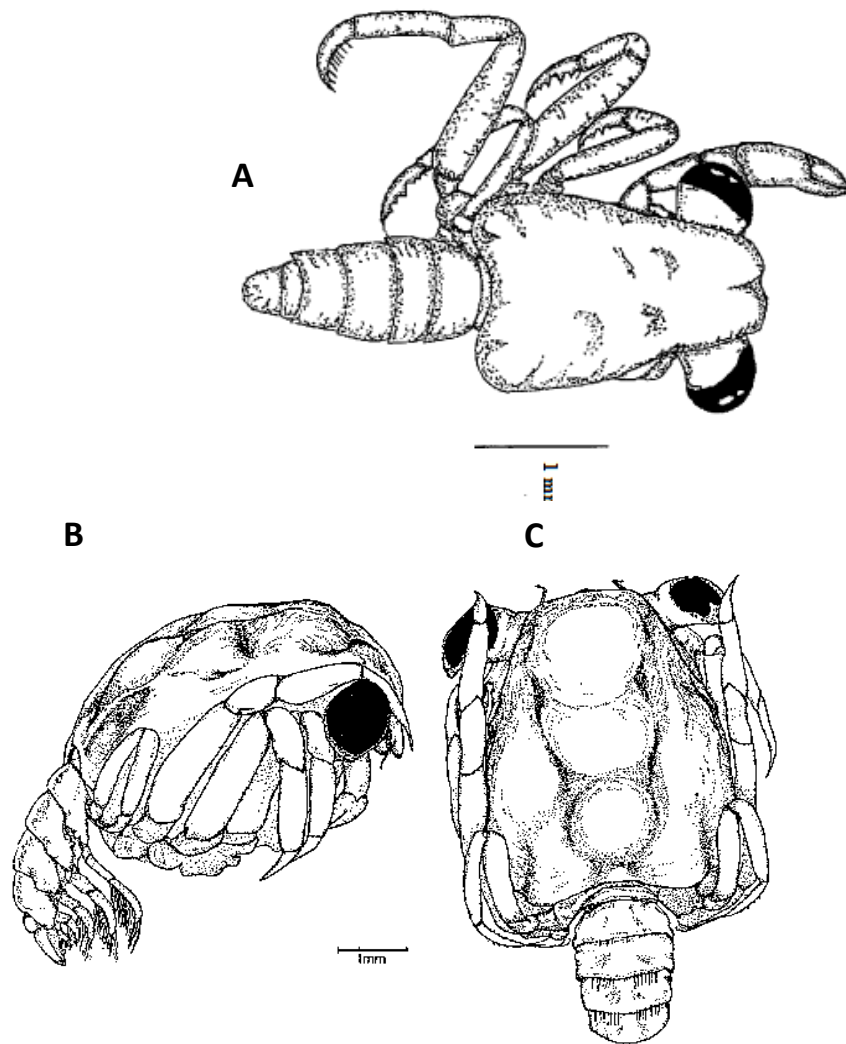


Fig. 5. Grapsidae. A: *Pachygrapsus gracilis*, megalopa vista dorsal. B-C: Ocypodidae. B: *Ocypode quadrata*, vista lateral. C: vista dorsal. A, Según Cházaro-Olvera y Rocha-Ramírez (2007). B-C, según Díaz y Costlow (1972).

- 13a. Con 2 procesos laterales que pueden ser espinas o ganchos en el rostro anteriores a los pedúnculos oculares(Fig. 6 A-C) **Panopeidae**
- 13b. Con 2 proyecciones laterales en la parte media anterior de los pedúnculos oculares; espina rostral pequeña; caparazón globoso(Fig. 7) **Aetridae**

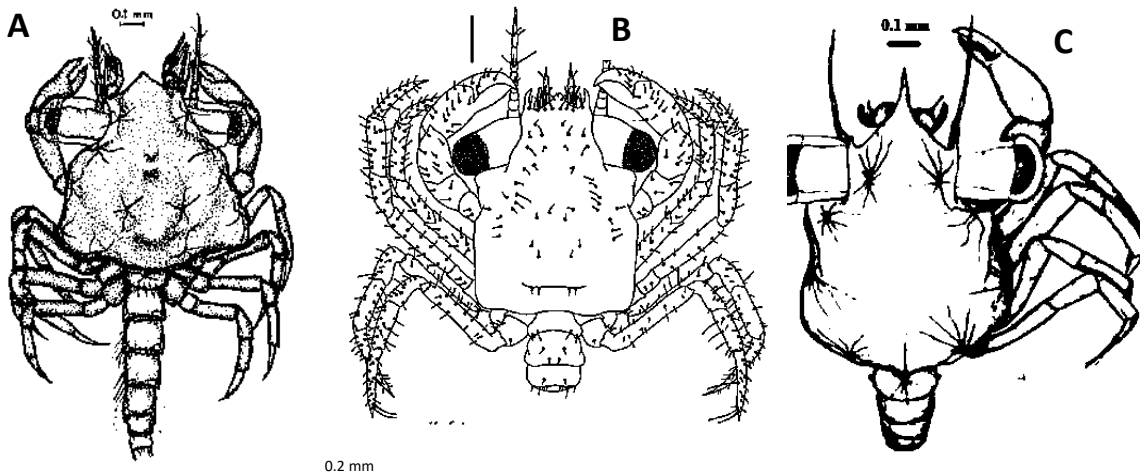


Fig. 6. Panopeidae. A: *Eurypanopeus depressus*. B: *Panopeus lacustris*. C: *P. bermudensis*. A, según Costlow y Bookhout, (1961). B, según Souza et al. (2012). C, Costlow y Bookhout, (1967)

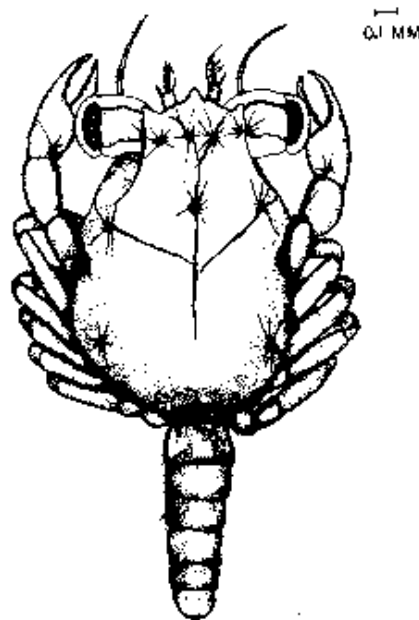


Fig. 7. Aetridae. *Hepatus epheliticus*. Según Costlow y Bookhout (1962)

- 14a. Con crestas en la base de los pedúnculos oculares; de 1 a 6 setas marginales en el telson, puede tener largas espinas laterales en este(Fig. 8 A-I) **Sesarmidae**
- 14b. Sin crestas en la base de los pedúnculos oculares **15**

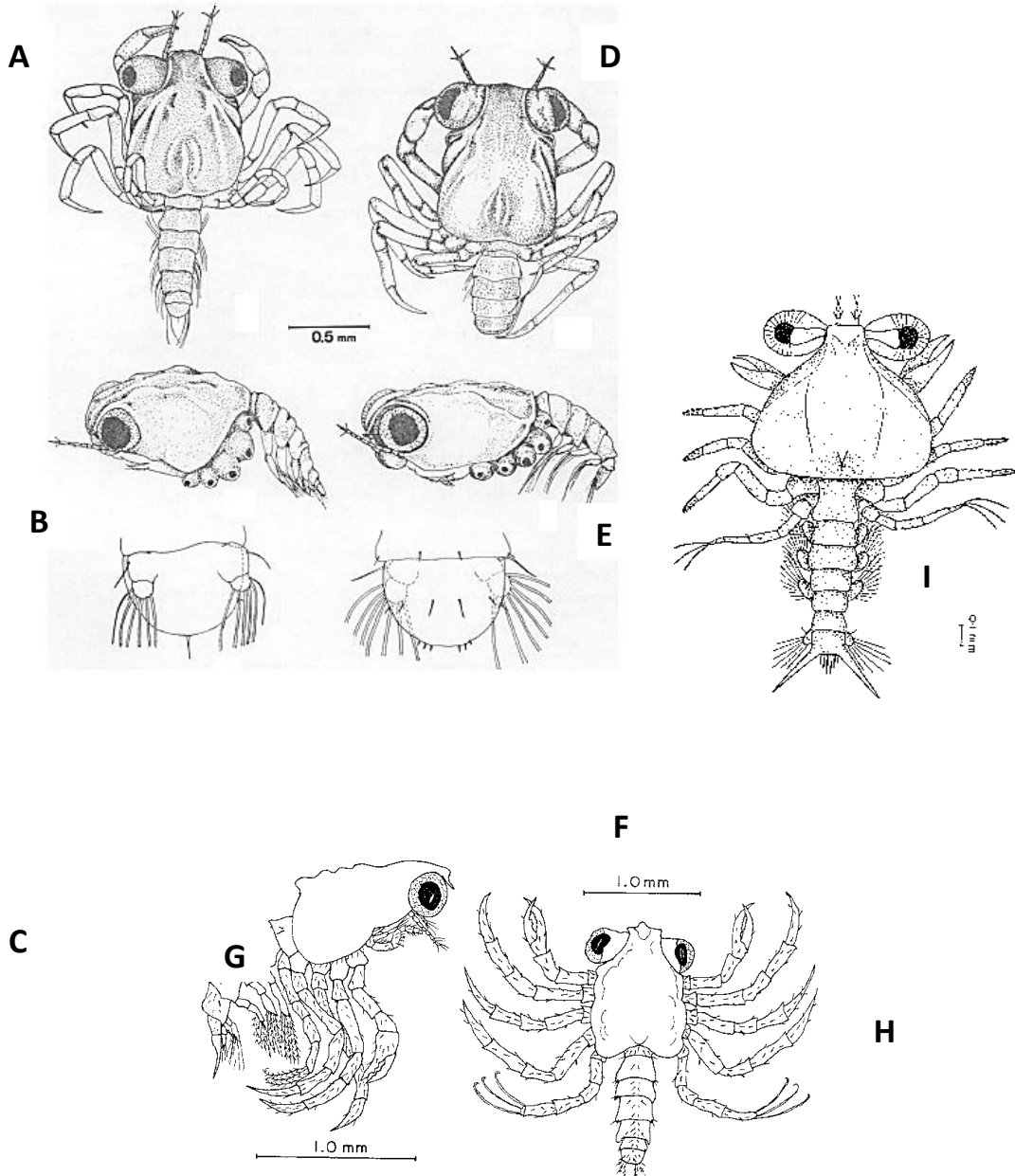


Fig. 8. Sesarmidae. A: *Armases rubripes*, megalopa vista dorsal. B: vista lateral. C: telson. D: *Armases ricordi*, megalopa vista dorsal. E: vista lateral. F telson. G: *Sesarma curacaoense*, vista lateral. H: vista dorsal. I: *Aratus pinsoni*, megalopa vista dorsal. A-C y D-F, según Diaz y Ewald (1968). G-H, según Anger et al. (1995).

- 15a. Rostro de forma triangular o pentagonal incluyendo el área de la base de los pedúnculos oculares 16
- 15b. Rostro trapezoidal incluyendo el área de la base de los pedúnculos oculares 17
- 16a. Rostro en forma triangular; caparazón en vista dorsal con dos o más niveles; último dactilo generalmente con 3 largas setas de 2X a 3X el largo del dactilo(Fig. 9 A-B) **Ucididae**
- 16b. Rostro de forma pentagonal incluyendo la pequeña espina rostral y el área de la base de los pedúnculos oculares(Fig. 10 A-B) **Gecarcinidae**

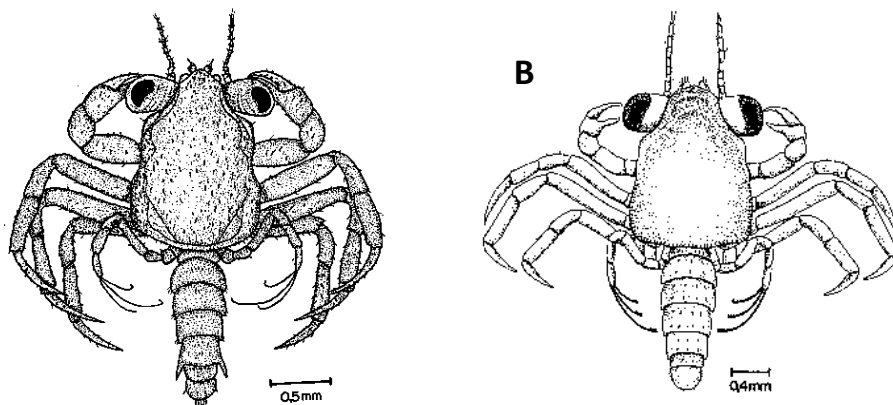


Fig. 9. Ucididae. A: *Ucides cordatus*, megalopa vista dorsal. B: *Uca burgersi*, megalopa vista dorsal. A, según Domingues-Rodríguez y Hebling (1989). B, según Juárez (1998).

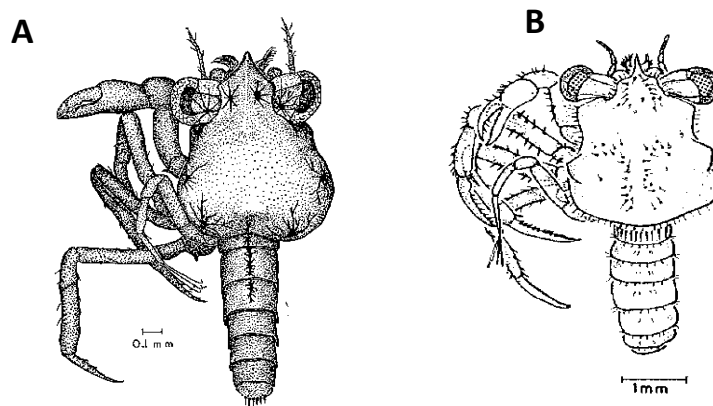


Fig. 10. Gecarcinidae. A: *Cardisoma gunhumi*, megalopa vista lateral. B: *Gecarcinus lateralis*, megalopa vista dorsal. A, según Costlow y Bookhout (1968). B: según Willems (1982).

- 17a. Quela grande con dientes bien desarrollados sobre el dedo fijo; dedo móvil largo y extremadamente curvado(Fig. 11) **Calappidae**
 17b. Quela más pequeña, dientes del dedo fijo menos desarrollados; dedo móvil más corto y poco curvado **18**

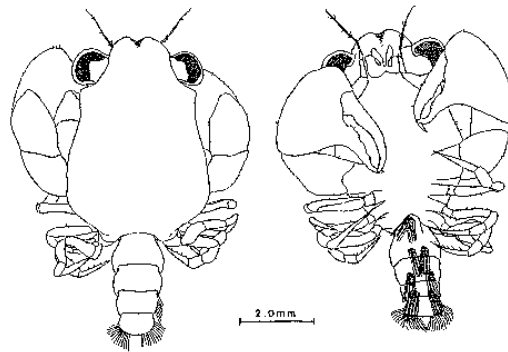


Fig. 11. Calappidae. *Calappa flamea*, megalopa vista dorsal. Según Lebour (1944).

- 18a. Caparazón liso con pequeñas setas en ocasiones con cromatóforos; un surco en el rostro se observa en posición dorsal; con más de 30 setas en el epipodito del tercer maxilípodo(Fig. 12) **Vanuridae**
 18b. Caparazón con tubérculos o espinas en el dorso del caparazón **19**

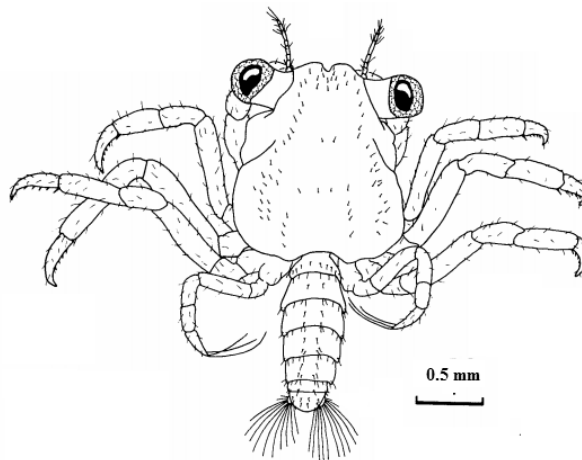


Fig. 12. Vanuridae. *Cyclograpsus integer*, megalopa, vista dorsal. Según Gore y Scotto (1982).

- 19a. Caparazón con 4 a 9 tubérculos **Majidae**
 19b. Caparazón con espinas en la parte posterior del caparazón; con dos procesos sobre la parte media de los pedúnculos oculares **Inachoididae**

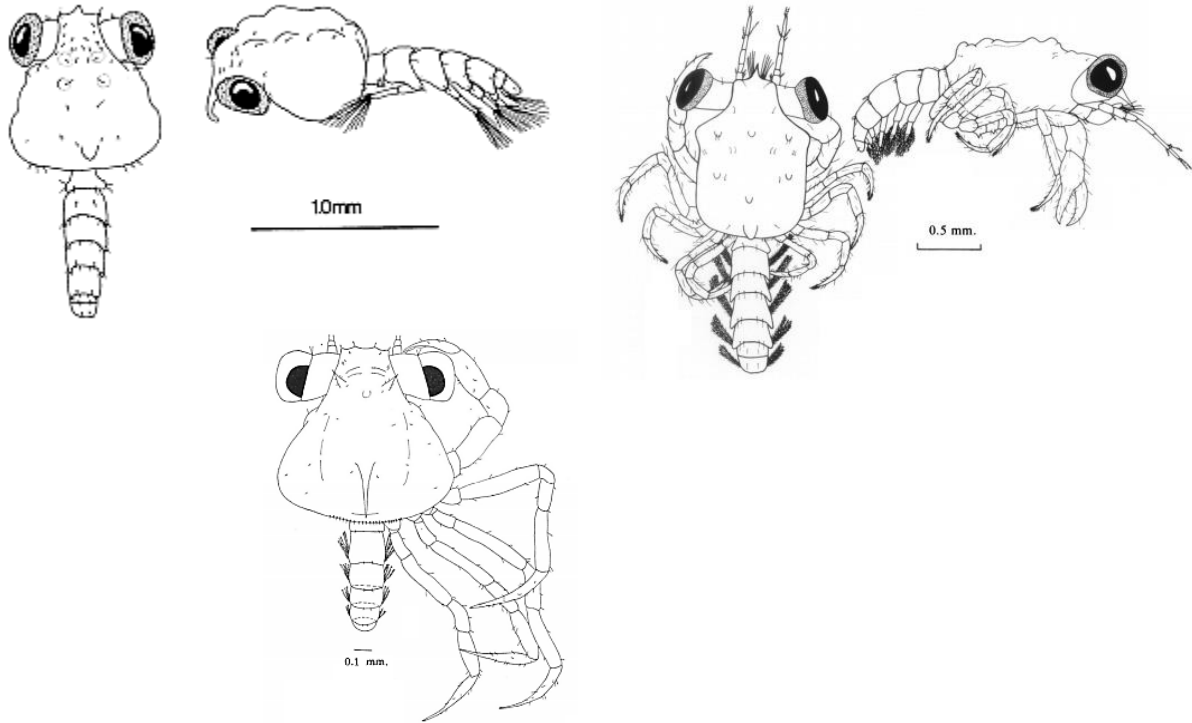


Fig. 13. Majidae. *Microphrys bicornutus*. A: megalopa vista dorsal. B: vista lateral. *Mithrax pleuracanthus* C: megalopa vista dorsal. D: vista lateral. Inachoididae, *Anasimus latus* E: megalopa vista dorsal. A-B, según Gore et al. (1982). C-D: Goy et al. (1981). E, según Sandifer y Van Engel (1972).