



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

**MORFOLOGIA, ABUNDANCIA Y BIOMASA DE LAS
LARVAS DE PORCELLANIDAE HAWORTH, 1825
(CRUSTACEA: ANOMURA) EN LA ISLA SACRIFICIOS
DEL 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

Julio César Taboada Alcántara

DIRECTOR DE TESIS
DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2020





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.

El esfuerzo de este trabajo esta dedicado a todas las personas que han estado presentes en mi desarrollo personal, académico y profesional

Siempre serán mi inspiración para seguir adelante

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de formarme académica y personalmente, ya que sin ella no sería la persona que soy hoy en día.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por abrirme las puertas y a cumplir mi sueño de estudiar Biología, por darme las armas para comprender mi entorno profesional, por darme las grandes amistades que ahora son hermandad, por todos los momentos que tuve dentro de esta gran casa de estudios, siempre los atesorare con gran amor... Soy orgullosamente Iztacalteca.

Al laboratorio de Crustáceos y a todo el equipo que conformo mi generación, por ayudarme a desarrollar este trabajo, pero en especial las experiencias y platicas compartidas junto con nuestros profesores.

A mi asesor el Dr. Sergio Cházaro Olvera, gracias por todas las enseñanzas, conocimiento, criticas, pero principalmente por la confianza y paciencia que me tuvo durante todo este tiempo, es algo con lo que estaré eternamente agradecido.

A mis padres Yolanda Alcántara y Javier Taboada por apoyarme en cada momento y decisión de mi vida, a pesar de siempre ser el hijo problemático de la familia nunca perdieron la esperanza de que llegaría ser un profesionista y una persona ejemplar, muchas gracias principalmente a mi papá, mi viejo, por enseñarme a nunca claudicar y seguir mis sueños sin importar las adversidades, los amo demasiado. A mis hermanos Yolanda Taboada y Francisco Taboada, por apoyarme en cada etapa de nuestras vidas, soportar cada travesura, cuidarme y enseñarme sobre el amor a nuestra familia, agradezco cada día el tenerlos a mi lado, no sé qué haría sin ustedes, los amo carnales.

A mis abuelos Reyna y Julio por criarme durante una gran parte de mi vida, escucharme, aconsejarme y hacer que mi gusto por la biología fuera creciendo

desde muy temprana edad con cada viaje que hacíamos, siempre vivirán en mi corazón y su esencia estará conmigo.

A mis amigos de toda la vida, Carlos, Israel, Hugo, Uriel, Martin, Osvaldo, Cesar y Rebeca, por estar en cada risa, llanto, caída y aventura, a impulsarme a seguir uno de mis sueños que es la biología y siempre darme ánimos cuando las cosas parecían no tener salida, los amo amigos. B

A Christopher, amigo, hermano, colega, socio, etc, etc, muchas gracias por siempre estar conmigo hermano, pase una de las mejores etapas de mi vida que fue la carrera fue junto a ti, todas las vivencias en aula, laboratorio y campo las atesoro, siempre contarás con mi apoyo. También agradezco el tener como mejor amiga a una gran persona como Nancy, siempre tuvo palabras de aliento en momentos difíciles, elocuciones en los momentos menos esperados, que ahora es una de las personas mas importantes en mi vida. A Toño y César, el compartir tiempo dentro y fuera del aula siempre fue una locura total un que siempre terminábamos discutiendo por las clases nunca dejamos que afectara nuestra amistad. A Iván por hacernos reír con sus chistes muy atinados y criticas constructivas, a pesar de que la escuela nos distancio los últimos semestres, siempre supo cómo seguir con nosotros y compartir risas. Al grupo 51 donde nos forjamos como biólogos y camaradas, a pesar de estar en desacuerdo durante las clases, estando fuera del aula fuimos un grupo muy unido, gracias por todas las risas, frustraciones y enseñanzas personales.

A Ixtlilpaktzin, por todo el apoyo, amor y confianza, eres una de las personas mas importantes en mi vida, has sido uno de los principales motores que me ayudo a recuperar la confianza en mi mismo y tomar el valor para cerrar este ciclo, siempre estás en mi corazón, eres lo mejor que pudo pasarme en la carrera, Te amo mi vida.

A los biólogos Alejandra Vázquez y Héctor Padilla, por enseñarme tanto durante mi ciclo laboral en Acuario Inbursa, siempre tenerme paciencia por ser el nuevo del grupo, por apoyarnos como equipo en cada reto y salir adelante como los mejores de toda la generación, pero principalmente por brindarme su amistad la cual aprecio con todo mi corazón, a pesar de ya no estar juntos este logro también es parte de ustedes ya que sin su ayuda no podría haber llegado tan lejos.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	7
2. INTRODUCCION.....	8
3. JUSTIFICACION.....	14
4. ANTECEDENTES.....	15
5. OBJETIVOS.....	17
6. AREA DE ESTUDIO.....	18
7. MATERIAL Y METODOS.....	21
7.1.Trabajo de campo.....	21
7.2.Trabajo de laboratorio.....	23
8. RESULTADOS.....	24
8.1.Abundancia de zoeas I	25
8.2.Abundancia de especies.....	27
8.3.Biomasa.....	29
8.4.Diagnosis de zoeas I.....	31
9. DISCUSIÓN.....	39
9.1.Abundancia de zoeas I	39
9.2.Abundancia de especies.....	41
9.3.Diagnosis de zoeas I	42
9.4.Biomasa	43
10. CONCLUSIONES.....	45
11. REFERENCIAS.....	46

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la composición, abundancia y biomasa de las larvas de porcelánidos presentes en distintos sustratos de Isla Sacrificios del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV). El material biológico fue recolectado durante el año 2003 en la Isla Sacrificios, en apoyo de investigadores del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana. La colecta de los organismos en Isla Sacrificios se realizó utilizando una trampa de luz (azul y blanca). Para la determinación de las larvas presentes en el área de estudio se siguieron claves especializadas, apoyándose de microdisecciones bajo un microscopio biológico. Las fotografías se elaboraron con ayuda de un microscopio Leica DM750 equipado con una cámara digital Omax 14MP USB 3.0. Para la medición de biomasa en peso seco para las larvas se empleó el método utilizado por Petruzzi (2005) modificado. Se separaron un total de 5180 larvas en estadio Zoea I, pertenecientes a la familia Porcellanidae, Las especies que se identificaron para ambos sustratos fueron *Petrolisthes armatus*, *Neopisosoma angustifrons* y *Megalobrachium soriatum*, que representan un 30% de la riqueza del Infraorden Anomura. El incremento en el número de larvas fue en septiembre, lo anterior puede atribuirse a las condiciones de temperatura las cuales que oscilaron entre 28°C y 29°C. debido a que estas son las óptimas para su temporada reproductiva. Con relación a los intervalos de tiempo, se registró una mayor cantidad de larvas de las 21:30 a 22:45 horas, debido a las migraciones verticales que realizan estos organismos como una estrategia para evitar a los depredadores, relacionado con la fototaxis positiva que presentan a intervalos de luz de entre 480 nm a 520 nm. En relación con la morfología, en México no se tiene un registro de estudios que aborden los caracteres morfológicos, haciendo de este trabajo el primero en tocar estos caracteres, particularmente en el estadio de zoea I de tres especies encontradas en el PNSAV. Los valores de biomasa de las zoeas de porcelanidos ($0.00040 \pm 1.41 \times 10^{-5}$ a $0.00020 \pm 3.34 \times 10^{-5}$) son similares a los obtenidos en otras especies de crustáceos en estadio larval y postlarval.

INTRODUCCIÓN

México se encuentra dentro de los 17 países considerados megadiversos (Mittermeier y Goettsch, 1992), gracias a su extensa diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos, su ubicación geográfica en la cual interactúan dos grandes regiones biogeográficas la neártica y la neotropical. Además, los factores como el tiempo, la estabilidad, la depredación y la competencia explican por qué en las zonas tropicales se encuentra una alta riqueza específica (Sarukhán *et al.*, 2009).

La República Mexicana cuenta con un litoral de 11 600 km, con 1 567 000 ha, cubiertas por aguas de lagunas costeras y estuarios, de las cuales, 892 800 se encuentran en el Pacífico y 674 500 en el Golfo de México, (Contreras y Castañeda, 2004), de manera particular el estado de Veracruz ocupa el 3.7% del territorio nacional con 800 km de litoral, 116 600 ha de lagunas costeras (7.7% del total nacional) y 21 000 km² de plataforma continental (Álvarez *et al.*, 1999.; Álvarez *et al.*, 2011). Las características particulares de estos ecosistemas costeros presentan áreas de crianza, reproducción o captura de especies con valor comercial (Margalef, 1975).

Los sistemas marinos generalmente se caracterizan por sus comunidades bentónicas, éstas especialmente por la flora y fauna sésil o de escasa movilidad. Las comunidades bentónicas están más estructuradas y, generalmente, asociadas a un sustrato, de forma que los organismos interactúan entre sí manteniendo unas relaciones más permanentes. Por el contrario, los organismos pelágicos suelen tener extensas distribuciones geográficas, experimentan amplios desplazamientos (Hernández-Álvarez, 1995).

Los fondos blandos o sedimentarios están formados por partículas que miden desde varios centímetros a milésimas de milímetro. En este tipo de fondos abunda la endofauna, que vive por debajo de la superficie del sustrato, y la flora es generalmente muy escasa, debido a que no existe un sustrato estable al que fijarse. El tamaño de las partículas de los fondos blandos tiene una gran importancia en la distribución de las especies y comunidades, en la medida en que permite o no la fijación o el movimiento de los organismos y determina la cantidad de oxígeno que puede difundirse hacia el interior del sedimento (ICONA, 2006).

Mientras que las praderas de fanerógamas marinas como *Thalassia testidum* son consideradas ecosistemas de gran importancia debido a su alta producción primaria y refugio de invertebrados, que contribuyen al balance de carbono en las costas y a la biodiversidad marina (Albis, *et al.*, 2010). Estos microecosistemas mantienen poblaciones bénticas importantes que, a su vez constituyen presas para los peces y otros organismos nectónicos, igualmente los pastos protegen de los depredadores a los juveniles, de esta manera las praderas de *T. testudinum* sirven como zona de reclutamiento continuo de los estadios tempranos de poblaciones planctónicas (Allen-Peña, *et al.*, 2004). La presencia de fondos con pastos marinos en profundidades igual o menores a 5 m es importante ya que estos alojan invertebrados que son alimento de peces juveniles o de adultos de tallas pequeñas (Rosales-Casián 2004).

El Subphylum Crustacea Brünnich, 1772, es el tercero más extenso y diverso del Phylum Arthropoda (Latreille, 1829) con 73,141 especies, son parte de la fauna bentónica marina, de mares tropicales y subtropicales del mundo, son miembros importantes del arrecife, donde existen numerosas interacciones entre los organismos; como la alimentación, protección y reproducción de diversas poblaciones (Zhang, 2013).

En los crustáceos, la Clase Malacostraca Latreille, 1802 es la más numerosa ya que contiene casi 75% de las especies conocidas (Ortíz *et al.*, 2007). Dentro de esta clase se encuentra el Orden Decápoda Latreille, 1803, del cual se han realizado diferentes estimaciones en cuanto a su número de especies; Chace (1951) estimó un número de 8,321 especies, distribuidas en 1,000 géneros; Martín y Davis (2001) propusieron un total de 7,905 especies. Sin embargo, actualmente se han realizado cálculos más precisos que mencionan un total de 14,756 especies distribuidas en 2,725 géneros. Esto implica que en los últimos 50 años el número de especies descritas casi se ha duplicado. Cabe mencionar que también existen especies fósiles de las cuales actualmente se conocen 3,300 especies (De Grave *et al.*, 2009).

En esta clase se encuentra el Orden Decápoda Latreille, 1803, con un total de 14,756 especies descritas actualmente (De Grave *et al.*, 2009). Este orden incluye el Infraorden Anomura MacLeay, 1838, con aproximadamente 2000 especies, caracterizadas por tener el abdomen imperfecta o incompletamente replegado por debajo del cefalotórax y a menudo reducido o asimétrico con atrofia de los pleópodos, pero siempre con urópodos (Hendrickx, 1995). El grupo comprende 14 familias, entre ellas la Familia Porcellanidae Haworth, 1825, está integrada por cerca de 279 especies descritas incluidas en 30 géneros, (Osawa y McLaughlin, 2010).

En el Atlántico Occidental, los porcelánidos están representados por 47 especies, correspondientes a los géneros *Clastocheus* Haig, 1960, *Euceramus* Stimpson, 1860, *Megalobrachium* Stimpson, 1858, *Minyocerus* Stimpson, 1858, *Neopisosoma* Haig, 1960, *Pachycheles* Stimpson, 1858, *Parapetrolisthes* Haig, 1962, *Petrolisthes* Stimpson, 1858, *Pisidia* Leach, 1820, *Polyonyx* Stimpson, 1858 y *Porcellana* Lamarck, 1801 (Hernández,

2010). Los porcelánidos son pequeños cangrejos anomuros típicamente litorales o sublitorales de poca profundidad, habitan regiones tropicales y subtropicales, se encuentran en ambientes exclusivamente marinos con distribución mundial excepto en el Ártico y la Antártica. Ocupan hábitats como intersticios de rocas y debajo de estas, espacios en tubos de poliquetos, en algas, en cavidades de esponjas y de balanos, conchas vacías de moluscos, en arrecifes de coral y en fragmentos de coral muerto, algunas especies son comensales de invertebrados. Son detritívoros y se alimentan por filtración, para lo cual utilizan las largas cerdas que poseen en los segundos y terceros maxilípedos para la captura de partículas alimenticias en el agua. (Gore, 1972).

Los porcelánidos se caracterizan por presentar forma de cangrejo, el cuerpo deprimido y el caparazón no presenta las regiones claramente definidas en el dorso, el abdomen está bien desarrollado pero reducido y flexionado debajo del tórax. El abdomen es una estructura que les confiere ventajas en la reproducción, en las hembras funciona junto con la placa esternal como una cámara incubadora de los huevos para la protección de los embriones durante su desarrollo hasta la eclosión. Los pleópodos, tienen especializaciones en ambos sexos: en las hembras sirven para la adherencia de los huevos, la oxigenación y cuidados generales de los mismos hasta la eclosión de las larvas, mientras que, en el macho, el primer y segundo par son los encargados de la transferencia del paquete espermático a las hembras. Sin embargo, en algunas especies de porcelánidos los pleópodos de los machos pueden ser rudimentarios o estar ausentes (Haig, 1960; Villalobos, 1998).

El éxito del grupo se debe a la relación comensal con organismos sésiles, porque éstos le brindan protección, pueden ser indicadores de diversidad ya que un gran número de especies de porcelánidos en un área determinada, refleja una alta complejidad en la

zona, su importancia radica en el papel ecológico que desempeñan para el funcionamiento del ecosistema por sus interacciones con otros invertebrados y por el lugar que ocupan en la trama trófica (Werding, 1984).

Numerosos invertebrados marinos tienen un ciclo de vida bifásico, el cual incluye una fase larval planctónica y una juvenil-adulta bentónica. La metamorfosis y asentamiento son los eslabones entre estas dos fases del desarrollo. Las larvas de crustáceos son componentes importantes del meroplancton, llegando a constituir grandes concentraciones en ciertos periodos del año; no obstante, el conocimiento de la distribución y abundancia de éstas a niveles taxonómicos finos es escaso (Gebauer *et al.*, 2003).

Las larvas de los decápodos destacan de entre la gran diversidad biológica que se presentan en las muestras de zooplancton recolectadas de los sistemas costeros (zona nerítica, estuarios, lagunas costeras y zonas de transición entre ríos y desembocaduras). Estos crustáceos presentan distintos estadios de desarrollo durante su ciclo de vida entre los que se encuentran: nauplio, protozoea, zoea y postlarvas (mysis en Dendrobranchiata y megalopa en Braquiura y Anomura). Cada fase se caracteriza por estructuras morfológicas que están condicionadas por la forma de alimentación y locomoción. Estos caracteres son utilizados para la identificación de cada especie en los diferentes sistemas acuáticos (Cházaro-Olvera *et al.*, 2014).

Los patrones de dispersión de larvas dependen en mayor proporción de las corrientes oceánicas y la morfología de la costa. Al eclosionar, las larvas de algunos decápodos pueden pasar días en el ambiente pelágico, aunque otros permanecen durante meses antes de regresar al bentos para su reclutamiento en la población. Durante

la fase planctónica, las larvas, están expuestas a variaciones de factores abióticos tales como: temperatura, salinidad, luz; y factores bióticos como alimento y depredación los cuales afectan su oportunidad de sobrevivir, desarrollarse, dispersarse y reclutarse (Anger, 2001).

Los estadios larvales de porcelánidos están representados por una prezoa y dos estadios de zoea, antes de la megalopa (o decapodito); excepto *Petrocheles australiensis* Miers, 1876 y *Petrocheles spinosus* Miers, 1876, que presentan más de dos estadios de zoea (Gurney, 1924; Wear, 1965). Las características más evidentes de las larvas de porcelánidos son la espina rostral y posterior. Entre los estadios de zoea, ocurre una ecdisis en la que se produce un aumento del tamaño corporal y se incrementa el número de setas, se originan los pleópodos (a excepción de *Petrocheles spinosus* Miers, 1876, y *Petrocheles australiensis* Miers, 1876) y los ojos pasan de ser simples a pedunculados (Gore, 1972; Saelzer *et al.*, 1986). Los criterios principales para distinguir a las larvas de los porcelánidos son la morfología del telson, la presencia de palpo mandibular, la maxila y el primer par de maxilípedos (Hernández, 1999).

La duración de cada etapa depende de la especie y de las condiciones ambientales en las que se encuentren los organismos, la fase adulta es bentónica pero las fases larvales son planctónicas y emplean las corrientes oceánicas como mecanismos de dispersión, este tipo de dispersión pasiva beneficia en algunos casos a las especies porque pueden llegar a ampliar su distribución geográfica (Armendariz, 2008).

JUSTIFICACIÓN

A pesar de que las larvas y post-larvas de los cangrejos porcelánidos no tienen un interés económico directo, es importante su estudio en las comunidades marinas tanto en la columna de agua como en el bentos, ya que forma parte del ciclo bioenergético en las tramas tróficas, siendo presa de pulpos y peces bentónicos (González-Pisani *et al.* 2006). Debido a la falta de estudios de las larvas de estos organismos en el área de estudio, el presente trabajo aportara información relevante sobre su morfología y abundancia.

ANTECEDENTES

Gore (1971) describe el desarrollo larvario de *Porcellana sigsbeiana* A. Milne Edwards, 1880, a partir de hembras ovígeras colectadas en buque de investigación de la Universidad de Miami. Las larvas se incubaron a 10 ° 15 ° 20 ° 25 ° C, la duración de la primera etapa de zoea fue de 8 a 9 días, la segunda etapa de zoea 10 a 14 días, y la etapa megalopa al menos 15 días. Los estadios zoea de *P. sigsbeiana* poseen ciertas características morfológicas que les permitan ser reconocidos en el plancton del Atlántico Norte occidental; en zoea I, la posición del quinto par setas largas plumosas fuera de la prominencia central del telson; prominencia central con dos setas finas; para zoea II, el sexto par de setas plumosas añadidas al centro de la prominencia de telson; para ambas etapas zoea, las mandíbulas sin presencia del palpo y telson sobre 1 1/2 veces más largo que ancho.

Gore (1972) basado en los estadios larvarios de *Petrolisthes armatus*, Gibbes, 1850, propone las características morfológicas para las etapas zoea I, zoea II y megalopa, a partir de dos hembras ovígeras recolectadas de Punta Paitilla, Panamá. Las larvas obtenidas se compararon con un espécimen del Atlántico previamente descrito, encontrando que los especímenes del Pacífico son similares en muchos aspectos a las larvas del Atlántico, no obstante, difieren entre sí en varias características importantes; para el Pacífico ambas etapas de zoea son más pequeñas, tienen menos espínulas rostrales y posteriores, menos setas terminales en el endópodo del maxilípedo 1, y en la segunda etapa de zoea presentan cuatro setas en el endópodo de maxilípedo 1.

Gore (1973) compara los estadios larvarios, en condiciones de laboratorio de las especies del género *Megalobrachium*, reportando que la duración de la etapa de prezoa es inferior a 1 día, las dos etapas zoea posteriores una duración de cerca de 6 días cada una, antes de alcanzar la etapa megalopa. Las etapas zoea I y II de *Megalobrachium soriatum* muestran una mayor divergencia en estructuras como telson, espina rostral y espinas posteriores.

Gore (1975) describe el desarrollo larvario de *Neopisosoma angustifrons*, bajo condiciones de laboratorio a partir de hembras ovígeras recolectadas durante junio de 1974, en la Isla Galeta, Panamá; encontrando que el quinto par de setas plumosas se encuentran en la prominencia central del telson, y las mandíbulas carecen palpos en estadio I zoea; en la etapa II una espina mediana se produce en la prominencia central del telson, y las mandíbulas en casi todos los casos poseen un palpo.

Hernández *et al.* (2003) realizaron la descripción del desarrollo larvario de *Clastocheilus nodosus* Streets, 1872, bajo condiciones de laboratorio a partir de especímenes obtenidos de cuatro hembras colectadas en aguas someras de Isla Cubagua, Venezuela. Presenta una prezoa cuya duración no excede los 60 minutos, y luego pasa por dos estadios consecutivos de zoea de 5-7 y 9-13 días, antes de llegar a la megalopa. Las Espinas postorbitales presentes en el segundo estadio de zoea, no habían sido reportadas anteriormente en larvas de porcelánidos del continente americano.

Hernández *et al.* (2010) reportó para Veracruz las especies: *Clastocheilus nodosus* Streets, 1872, *Megalobrachium soriatum* Say, 1818, *Neopisosoma angustifrons* Benedict, 1901, *Pachycheilus rugimanus* A. Milne-Edwards, 1880, *Petroliastes armatus*

Gibbes, 1850, *Petrolisthes jugosus* Streets, 1872 y *Petrolisthes marginatus* Stimpson, 1859.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar la composición, abundancia y biomasa de las larvas de porcelánidos presentes en distintos sustratos de Isla Sacrificios del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

Objetivos Particulares:

- Obtener la composición específica de las larvas de la Familia Porcellanidae recolectados en Isla Sacrificios del PNSAV.
- Analizar abundancia de las larvas de la Familia Porcellanidae presentes en distintos sustratos de Isla Sacrificios del PNSAV.
- Analizar la abundancia de las larvas de la Familia Porcellanidae presentes en dos tipos de luz de Isla Sacrificios del PNSAV
- Evaluar la biomasa en los diferentes sustratos de las especies de las larvas de la Familia Porcellanidae presentes en Isla Sacrificios del PNSAV.
- Elaborar la diagnosis de las larvas zoeas de la Familia Porcellanidae, recolectada en la Isla Sacrificios del PNSAV.

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, generan zonas de calma y disminuyen la Re suspensión de sedimentos; la importancia de este ecosistema tienen 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 et al. 2007).

Se ubica en la plataforma continental del estado de Veracruz en el sector noroeste de la bahía de Campeche n el polígono delimitado por los $19^{\circ}00'00''$ y $19^{\circ}16'00''$ N y los $95^{\circ}45'00''$ y $96^{\circ}12'00''$ O (Granados et al., 2007). Está formado por 25 arrecifes coralinos de diferentes tamaños, forma y profundidad; distribuidos en un grupo Norte y un grupo Sur, separados por la desembocadura del río Jalapa, por lo que la parte intermedia son aguas de fondos suaves y arenosos; que en conjunto cubren un área aproximada de 52,238-91-50 hectáreas (Granados et al., 2007; CONAP, 2011) (Fig. 1).

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 es un talud residual cóncavo que casi alcanza un ángulo de ocho grados. 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).



Fig. 1. Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano: Localización de la Isla Sacrificios en el grupo norte del Sistema (Cházaro-Olvera *et al.*, 2018).

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 $19^{\circ}10'26''$ N y $96^{\circ}05'31''$ 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). (Fig. 2).

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. 2. Isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material biológico fue recolectado durante el año 2003 en la Isla Sacrificios, en apoyo de investigadores del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías de la Universidad Veracruzana.

Trabajo de campo en la Isla Sacrificios (PNSAV)

La colecta de los organismos en Isla Sacrificios se realizó utilizando una trampa de luz (azul y blanca). Consta de una caja plástica cuyas dimensiones son de 0.4 m de largo, 0.25 m de ancho y con 0.3 m de altura. La trampa está dividida en cuatro compartimientos en forma de prisma, en el fondo hay una perforación donde se colocan los colectores. Las cuatro caras de la trampa tienen perforaciones con dimensiones de 40 mm. 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 (Cházaro-Olvera *et al.*, 2018) (Fig. 3). Los organismos colectados fueron fijados con formol al 4 %, preservados en alcohol al 70% y trasladados al laboratorio para su separación e identificación. Las muestras se etiquetaron indicando la fecha del muestreo, tipo de muestreo (trampa) y el lugar de recolecta. Los organismos colectados fueron fijados con formol al 4 %, preservados en alcohol al 70% y trasladados al laboratorio para su separación e identificación. Las muestras se etiquetaron indicando la fecha del muestreo, tipo de muestreo (trampa) y el lugar de recolecta.



Fig. 3. Esquema de la trampa de luz utilizada durante el estudio.

Se realizaron en total 26 muestreos; 13 para la zona de pastos marinos y 13 para la zona arenosa, registrando una temperatura entre 28°C a 29°C y una salinidad de 35 ups. Los muestreos se llevaron a cabo durante la noche de los días en los cuales la fase de la luna se encontró entre el 0 y 25% iluminada en los meses de agosto y septiembre. Estos periodos nocturnos fueron las noches del 1 de agosto, 2 de septiembre y 26 de septiembre (Tutiempo network, 2003).

Trabajo de laboratorio

Las muestras se separaron en el Laboratorio de Crustáceos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, y se revisarán en un microscopio estereoscópico. Para la determinación de las larvas presentes en el área de estudio se siguieron las claves para zoeas de Hernández, (1999) identificando hasta género, fue necesario realizar microdisecciones, para obtener la longitud del caparazón (LC), longitud de espina rostral, longitud de espina posterior, número de setas presentes en Antena. Anténula, maxílula, Maxila, maxilípodo 1 y 2, espinas laterales sobre somitos del abdomen y la longitud de telson., con el fin de identificar la especie, se usaron las descripciones de Gore (1971, 1972, 1973 y 1977), Hernández *et al.* (1998 y 2003) y Hernández *et al.* (2002).

Una vez identificados los organismos se elaboraron las claves para el estadio larval de Zoea I de la familia Porcellanidae, siguiendo como criterios previamente observados. Las fotografías se elaboraron con ayuda de un microscopio Leica DM750 equipado con una cámara digital Omax 14MP USB 3.0.

Para la medición de biomasa en peso seco para las larvas se empleó el método utilizado por Petruzzi (2005) modificado.

RESULTADOS

Se separaron un total de 5180 larvas en estadio Zoea I, pertenecientes a la familia Porcellanidae, Las especies que se identificaron para ambos sustratos fueron *Petrolisthes armatus*, *Neopisosoma angustifrons* y *Megalobrachium soriatum*. En seguida se muestra su clasificación (WoRMS,2020):

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea Brünich, 1772

Clase Malacostraca Latreille, 1806

Subclase Eumalacostraca Grobben, 1892

Superorden Eucarida Calman, 1904

Orden Decapoda Latreille, 1803

Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraorden Anomura MacLeay, 1838

Superfamilia Galatheidae Samoelle, 1819

Familia Porcellanidae Hawroth, 1825

Género *Petrolisthes* Stimpson, 1858

Petrolisthes armatus Gibbes, 1850

Género *Neopisosoma* Haig, 1960

Neopisosoma angustifrons Benedict, 1901

Género *Megalobrachium* Stimpson, 1858

Megalobrachium soriatum Say, 1818

Abundancia de Zoeas I de la Familia Porcellanidae

La mayor cantidad de zoeas se encontró a las 22:45 horas con 2759 organismos, mientras que la menor cantidad se registró a las 2:35 y 3:10 horas ambas con 3 zoeas (Fig. 4).

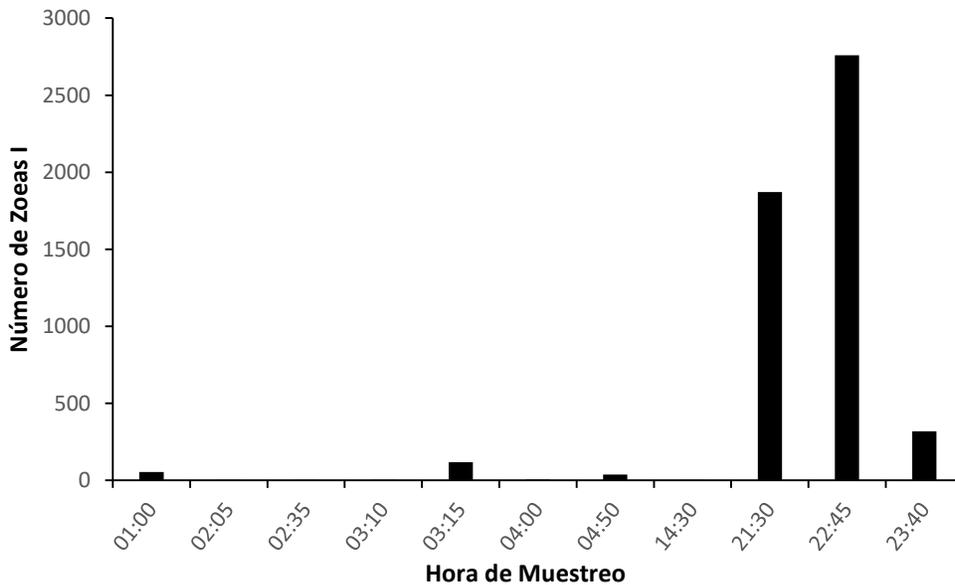


Fig. 4. Número total de zoeas de la familia Porcellanidae obtenidas en la Isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Durante el mes de septiembre se registró la mayor cantidad de Zoeas en los intervalos de las 21:30 a las 22:45 horas con 1871 y 2759 organismos respectivamente (Fig. 5). Al analizar el tipo de sustrato se encontraron 1476 zoeas en pastos marinos, mientras que en sustrato arenoso 1283 zoeas, ambos se registran a las 22:45 (Fig. 6). Mientras que en luz blanca se encontraron 859 zoeas y 1900 con luz azul para la misma hora (Fig. 7).

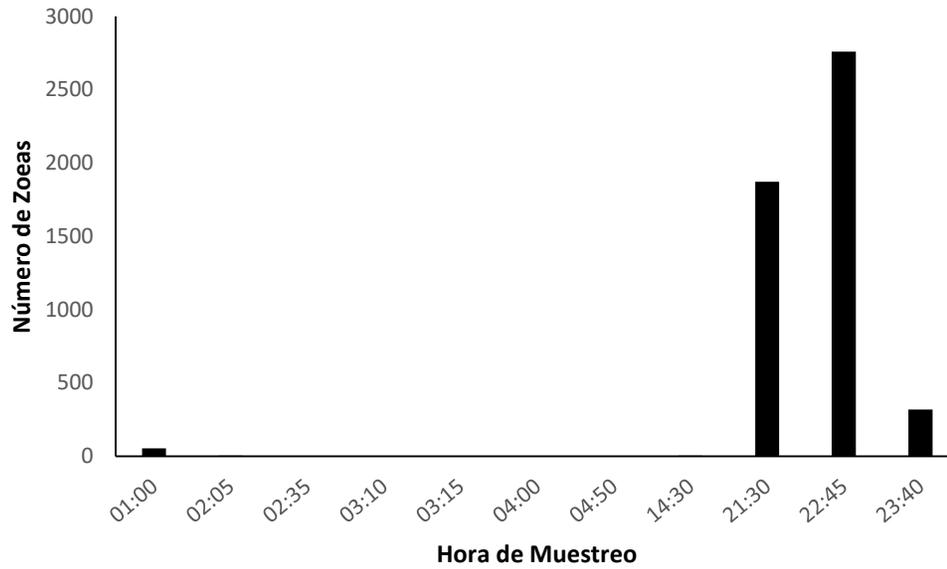


Fig. 5. Número total de Zoeas de la familia Porcellanidae recolectadas en el mes de septiembre en la Isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

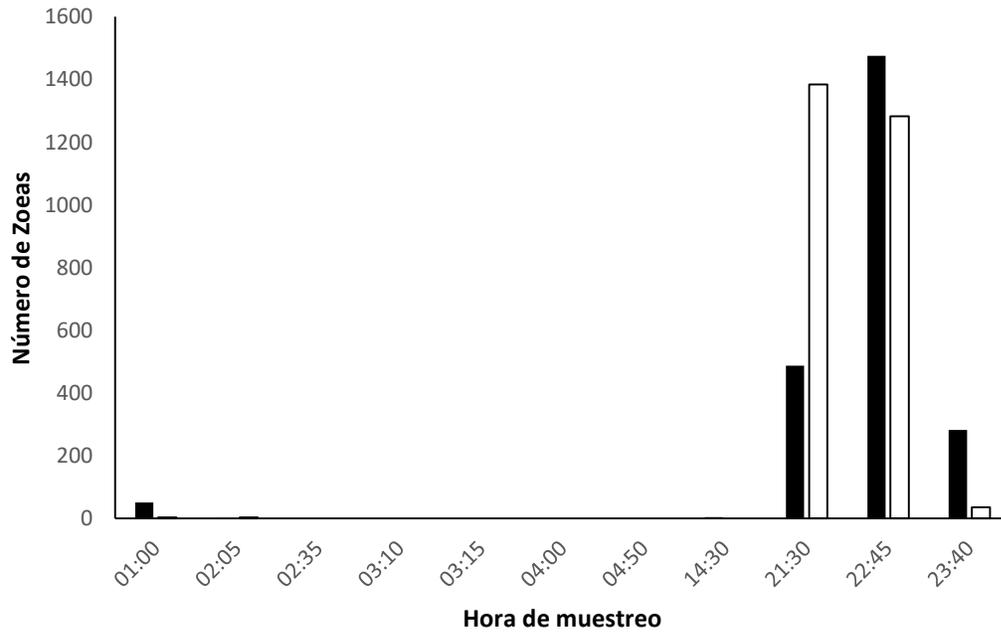


Fig. 6. Número total de Zoeas de la familia Porcellanidae recolectadas en el mes de septiembre en sustrato arenoso (barras blancas) y pastos marinos (barras negras) en la Isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

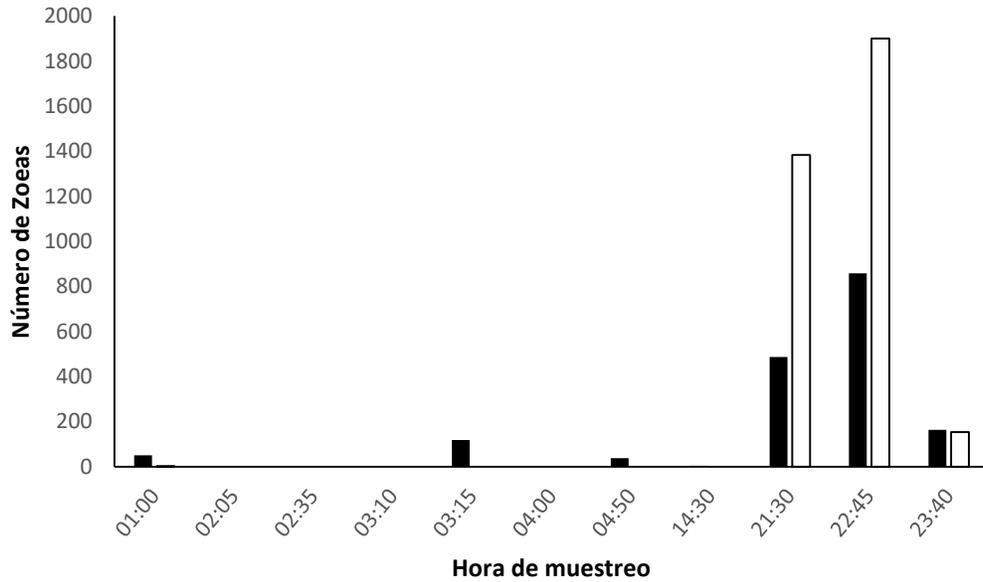


Fig. 7. Número total de Zoeas de la familia Porcellanidae recolectadas en el mes de septiembre con luz blanca (barras negras) y Luz azul (barras blancas) en la Isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Abundancia de las especies de la familia Porcellanidae

Para el mes de septiembre se encontraron tres especies: *P. armatus*, *N. angustifrons* y *M. soriatum*. La mayor abundancia relativa en este mes la presentó *P. armatus* con 2057 zoeas en sustrato arenoso y 1586 zoeas en sustrato en pastos marinos (Fig. 8).

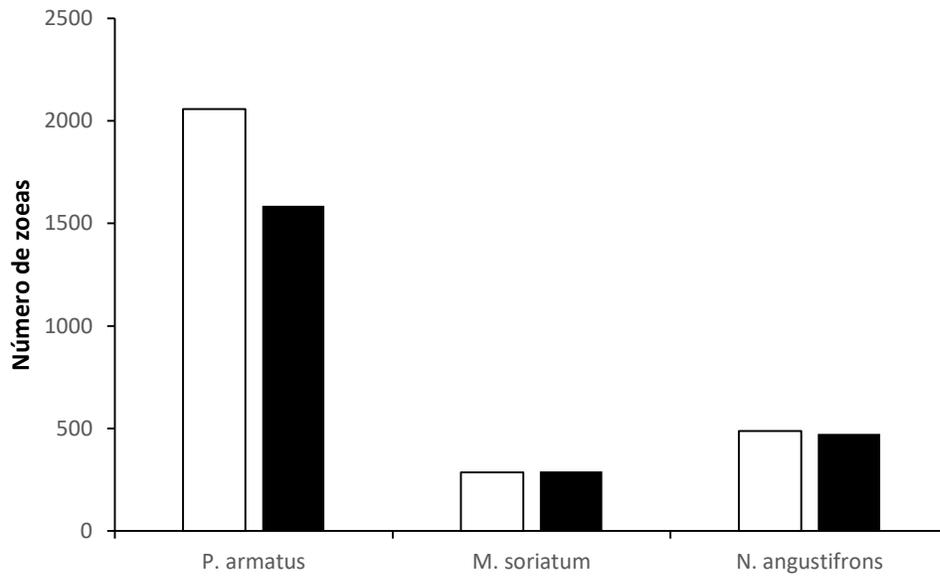


Fig. 8. Número total de zoeas por especie de la familia Porcellanidae recolectadas en el mes de septiembre en sustrato arenoso (barras blancas) y sustrato con pastos marinos (barra negra) en la Isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Con respecto al tipo de luz, se halló una mayor cantidad zoeas de *P. armatus*, registrando 2653 organismos con luz azul, seguida de *N. angustifrons* con 470 zoeas y por último *M. soriatum* con 321 zoeas (Fig. 9).

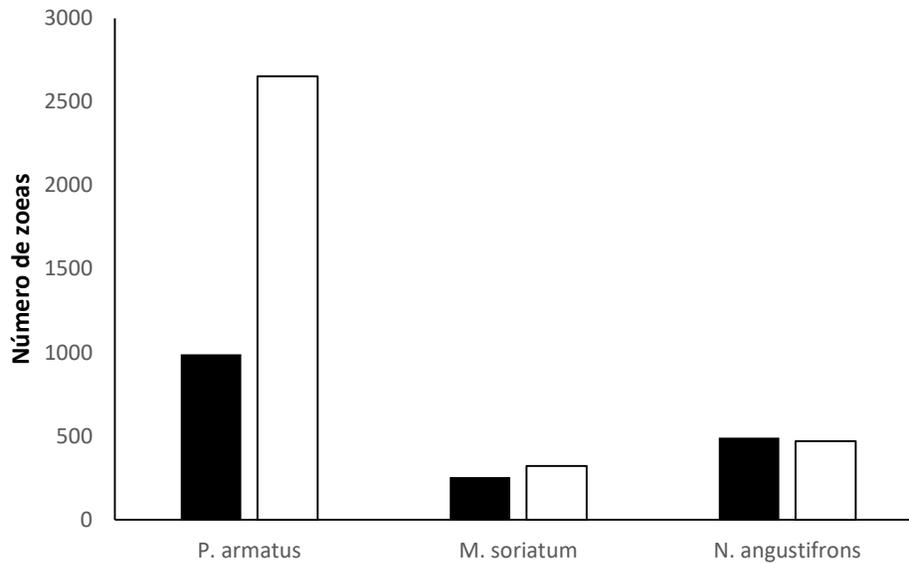


Fig. 9. Número total de zoeas por especie de la familia Porcellanidae recolectadas en el mes de septiembre con luz azul (barras blancas) y luz blanca (barra negra) en la Isla Sacrificios perteneciente al Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Biomasa

Con respecto a los valores de biomasa, *P. armatus* tiene la mayor cantidad, con 0.1867 KJ/gr de Carbono, contrastando con *M. soriatum*, quien presento la menor biomasa con 0.0927 KJ/ gr de Carbono, mientras que *N. angustifrons* se mantiene en un rango medio dentro de los valores, obteniéndose 0.1097 KJ/gr de Carbono (Tabla 1.)

Tabla 1.- Valores de biomasa por especie expresados en KJ/gr de Carbono.

Especie	Peso Húmedo (gr)	Peso seco (gr)	KJ/gr de C
<i>P. armatus</i>	$0.02113 \pm 1.41 \times 10^{-5}$	$0.00040 \pm 1.41 \times 10^{-5}$	0.186794991
<i>N. angustifrons</i>	$0.0185 \pm 1.41 \times 10^{-5}$	$0.00023 \pm 1.41 \times 10^{-5}$	0.109770884
<i>M. soriatum</i>	$0.0097 \pm 3.34 \times 10^{-5}$	$0.00020 \pm 3.34 \times 10^{-5}$	0.092705622

Diagnosis de las zoeas I de porcelánidos

Para las especies de Porcellanidae encontradas en el estudio se procedió a realizar su diagnosis, tomando en consideración los criterios previamente establecidos.

Petrolisthes armatus

(Zoea I)

Caparazón (Fig. 10): Longitud del caparazón (LC): 1.6 ± 0.07 mm; de forma ovalada y sin espínulas visibles a su alrededor, cuenta con una espina rostral de 4.8 ± 0.21 mm (3 XLC) (Fig.11), provista de pequeñas espínulas a lo largo de la estructura, las espinas posteriores tienen una longitud de 1.6 ± 0.07 mm (1 XLC), armadas de pequeñas espínulas ubicadas ventralmente (Fig.12). La anténula es una estructura simple y elongada, presenta 3 estetes, 1 seta simple y 1 seta plumosa. La antena presenta un endópodo delgado con una seta subterminal, exópodo con dos setas subterminales. La maxílula con un endópodo sencillo con 3 setas terminales y una espina pequeña subterminal; endito basal con 6 espinas y 3 setas; endito coxal con 5 espinas y 3 setas. La maxila con un endópodo simple con 5 setas terminales (3+2) y 3 setas subterminales; endito basal con 5 espinas y 2 setas por cada lóbulo; endito coxal con 1 espina y 3 setas en el lóbulo distal, mientras que en el lóbulo proximal hay 4 espinas y 3 setas. Escafognatito con 2 setas terminales, 3 setas laterales y 1 seta apical. El maxilípodo 1 sin setas en la coxa; basis con setas distales progresivamente en 1+1+2+3; endópodo con 4 segmentos y setas ventrales distales en 3,3,2+3,7+1; exópodo con 2 segmentos y 4 setas terminales natatorias. El maxilípodo 2 sin setas en la coxa; basis con setas ventrales distales en 1+1; endópodo con 4 segmentos y setas ventrales distales en 2,2,1+2,5+1; exópodo con 2 segmentos y 4 setas terminales natatorias.

Abdomen con espina pequeña en el quinto somito. Longitud del telson de 0.39 mm de largo y 0.34 mm de ancho.

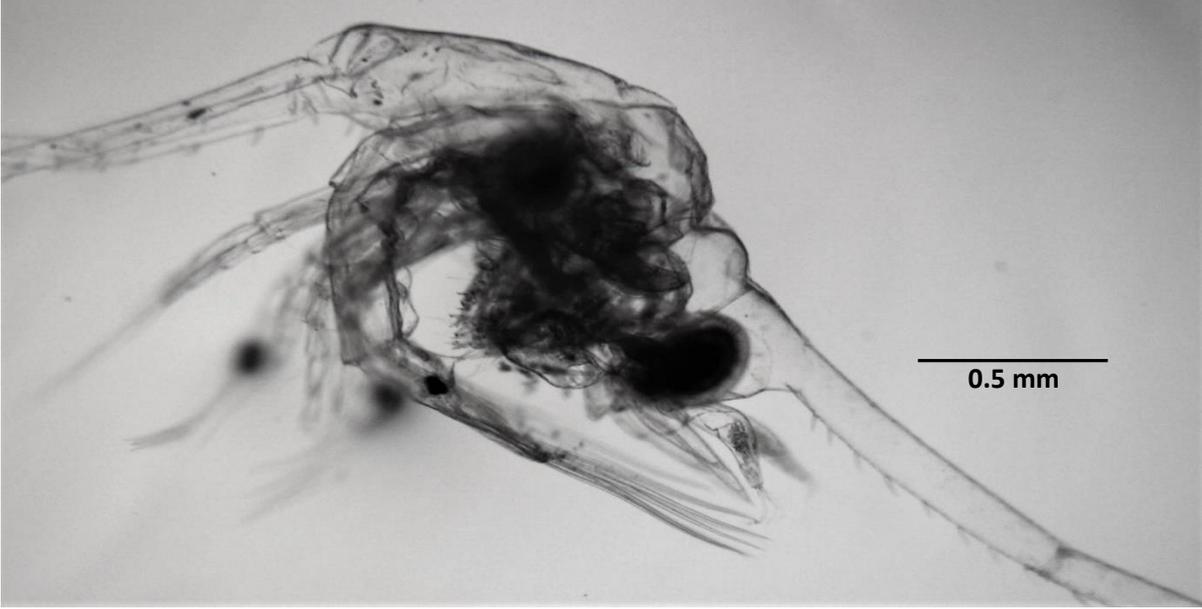


Fig. 10. *Petrolisthes armatus* caparazón de zoea I. vista lateral.



Fig.11. *Petrolisthes armatus* espina rostral de zoea I. vista lateral.

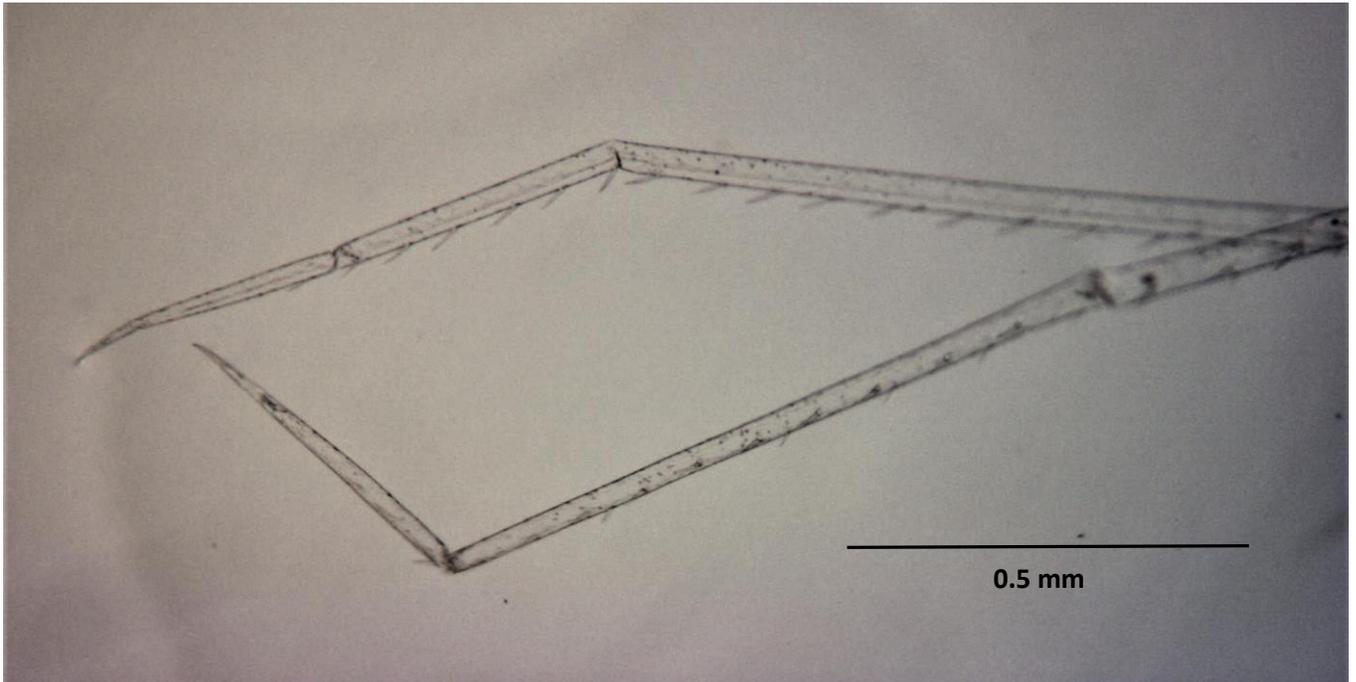


Fig.12. *Petrolisthes armatus* espinas posteriores de zoea I. vista lateral.

Neopisosoma angustifrons

(Zoea 1)

Caparazón (Fig. 13): Longitud del caparazón (LC): 1.8 ± 0.08 mm. Tiene una forma ovalada que se extiende hacia la parte posterior, sin espínulas visibles en su contorno, cuenta con una espina rostral de 12.6 ± 0.56 mm (7 XLC), con pequeñas y numerosas espinas a lo largo de la estructura (Fig. 14), las espinas posteriores tienen una longitud de 3.6 ± 0.16 mm (2 XLC), las cuales están armadas con pequeñas espínulas ventrales a lo largo de la estructura (Fig. 15). La anténula es simple y alargada, presenta 3 estetes, 1 seta simple y 2 setas plumosas. La antena con endópodo delgado con una seta subterminal distal; exópodo con 3 espinas subterminales distales. La maxílula con un

endópodo sencillo con 4 setas terminales; edito basal con 6 espinas y 3 setas; endito coxal con 4 espinas y 5 setas. La maxila presenta un endópodo simple, con 5 setas terminales (3+2) y 3 setas subterminales; endito basal con 3 espinas y 4 setas por cada lóbulo; endito coxal con 1 espina y 3 setas en el lóbulo distal, en el lóbulo proximal hay 7 espinas y 1 seta; escafognatito con 2 setas terminales, 5 setas laterales y 1 seta apical. El maxilípodo 1 con la coxa sin setas; el basis con setas distales en 2+2+2+3; endópodo con 4 segmentos y presenta setas ventrales distales en 3,3,2+3,10+1; exópodo con 2 segmentos y 4 setas terminales natatorias. El maxilípodo 2 sin setas en la coxa; basis con setas ventrales distales 1+2; endópodo con 4 segmentos y setas ventrales distales en 2,2,1+2,5+1; exópodo con 2 segmentos y 4 setas terminales natatorias. El abdomen presenta en el cuarto somito una espina pequeña. La longitud del Telson es de 0.55 mm de largo y 0.57 mm de ancho.

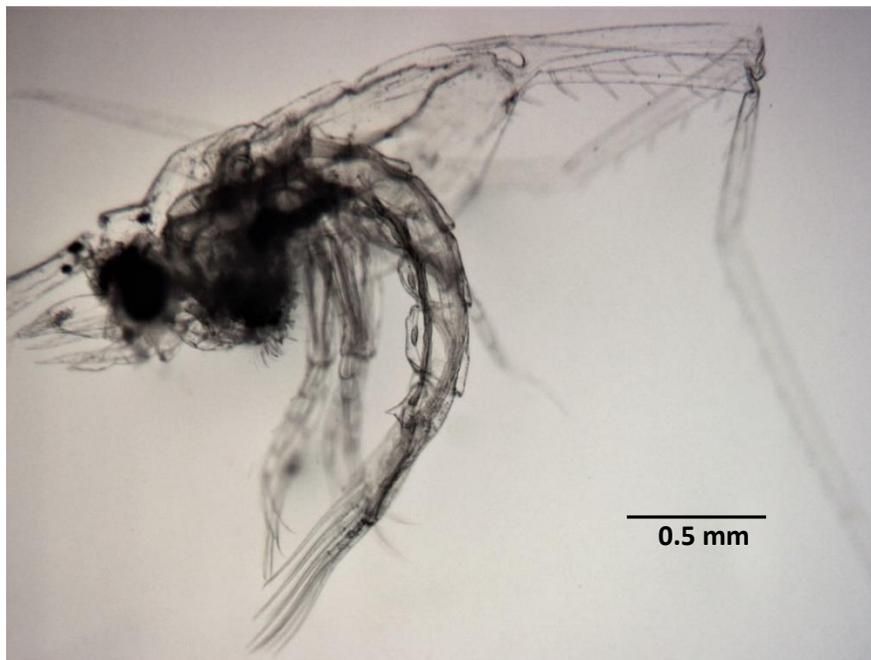


Fig.13. *Neopisosoma angustifrons* caparazon de zoea I. vista lateral.

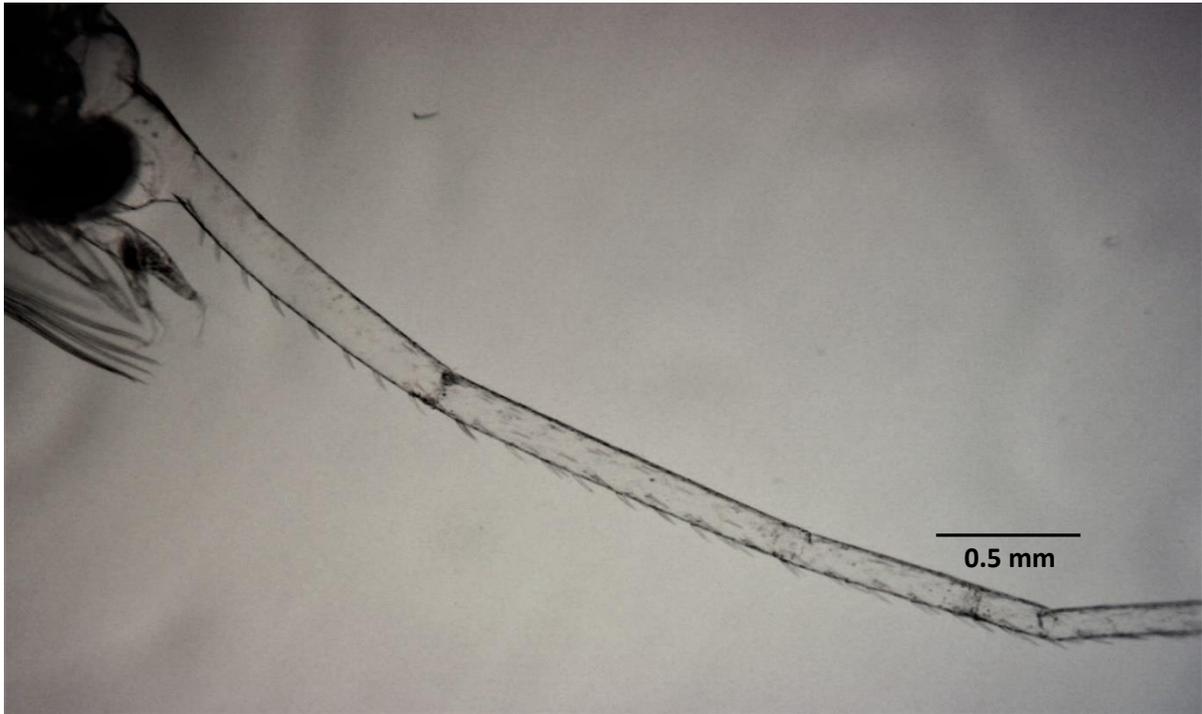


Fig. 14. *Neopisosoma angustifrons* espinas rostral de zoea I. vista lateral.

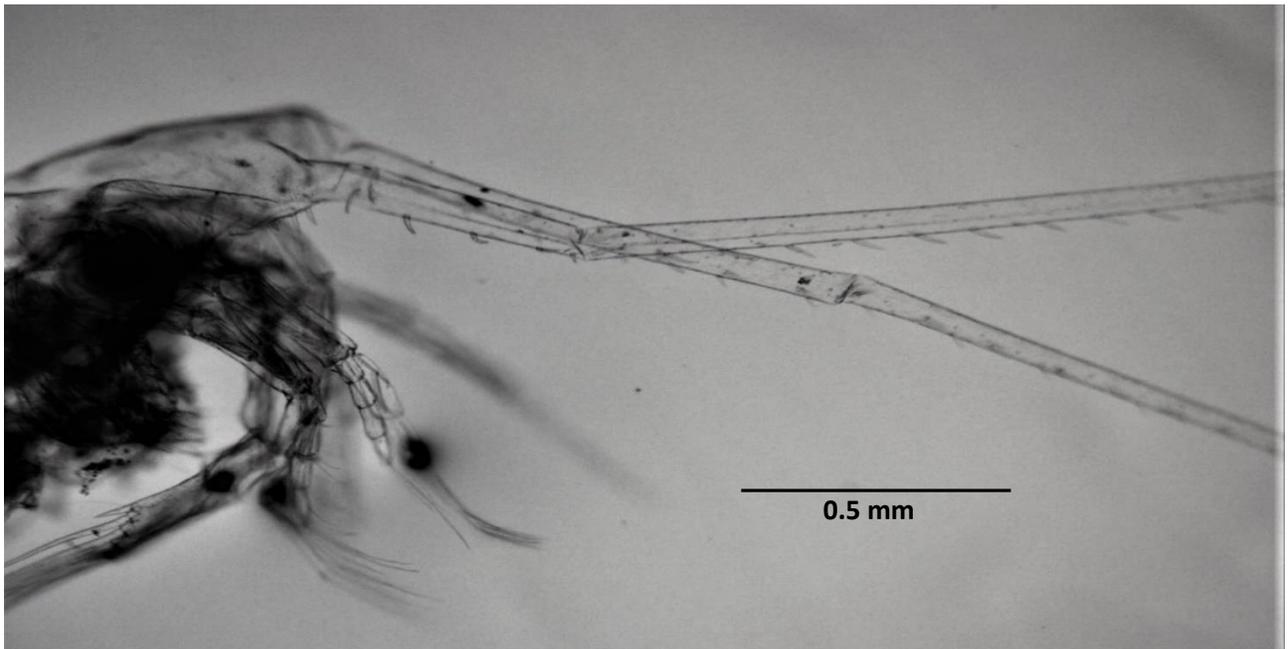


Fig. 15. *Neopisosoma angustifrons* espinas posteriores de zoea I. vista lateral.

Megalobrachium soriatum

(Zoea 1)

Caparazón (Fig. 16): Longitud del caparazón (LC): 1.0 ± 0.02 mm; de forma ovalada y cóncava sin espínulas en su contorno, cuenta con una espina rostral de 2.6 ± 0.05 mm (2.6 XLC), rodeada de pequeñas espínulas (Fig. 17), las espinas posteriores tienen una longitud de 0.5 ± 0.01 mm (0.5 XLC), de las cuales puede observarse una pequeña espínula ubicada ventralmente (Fig. 18). La anténula es una estructura simple, presenta 3 estetes, 1 seta simple y 1 seta plumosa. La antena presenta un endópodo delgado con 1 seta subterminal y el exópodo con 2 espinas distales. La maxílula presenta un endópodo simple con 3 setas terminales y una espina subterminal; endito basal con 6 espinas y 3 setas; endito coxal con 4 espinas y 4 setas. La maxila con un endópodo simple con 5 setas terminales (3+2) y 3 setas subterminales; endito basal con 2 espinas y 5 setas por cada lóbulo; endito coxal con 1 espina y 3 setas en el lóbulo distal y en el lóbulo proximal presenta 4 espinas y 3 setas; escafognatito con 2 setas terminales, 4 setas laterales y 1 seta apical. El maxilípodo 1 presenta en la coxa 1 seta, el basis con setas ventrales y distales en 2+2+3+3; endópodo con 4 segmentos con setas ventrales distales en 3,3,2+3,7+1; exópodo con 2 segmentos y 4 setas terminales natatorias. El maxilípodo 2 sin setas en la coxa, basis con setas distales en 1+2; endópodo con 4 segmentos con setas ventrales distales en 2,2,1+2,5+1; exópodo con 2 segmentos y 4 setas terminales natatorias. El abdomen presenta en el cuarto somito una espina pequeña. La longitud del Telson es de 0.4 mm de largo y 0.37 mm de ancho.

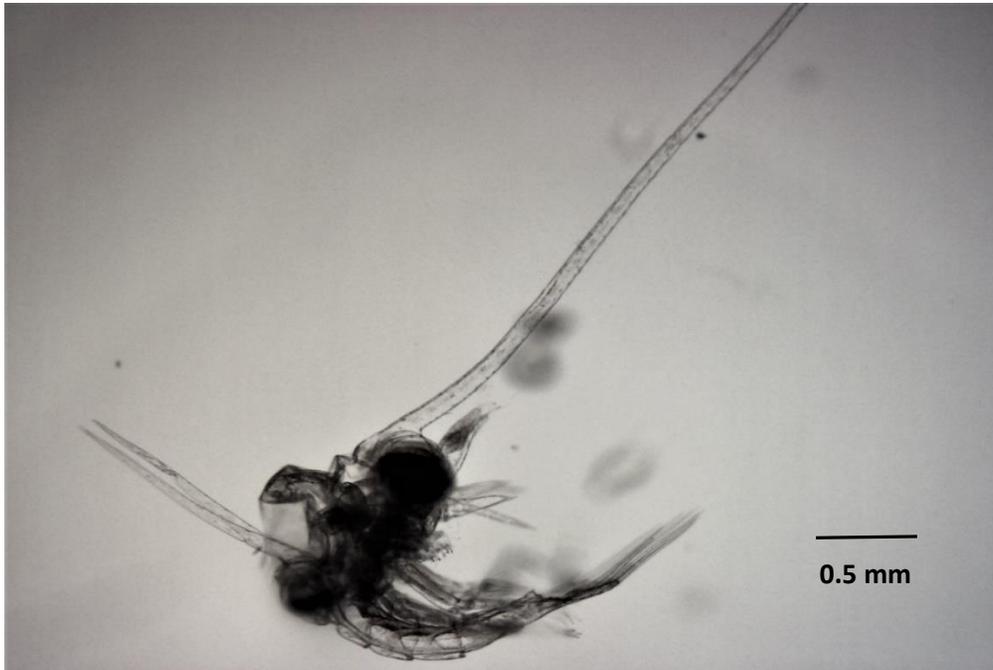


Fig. 16. *Megalobachium soriatum* caparazón de zoea I. vista lateral.

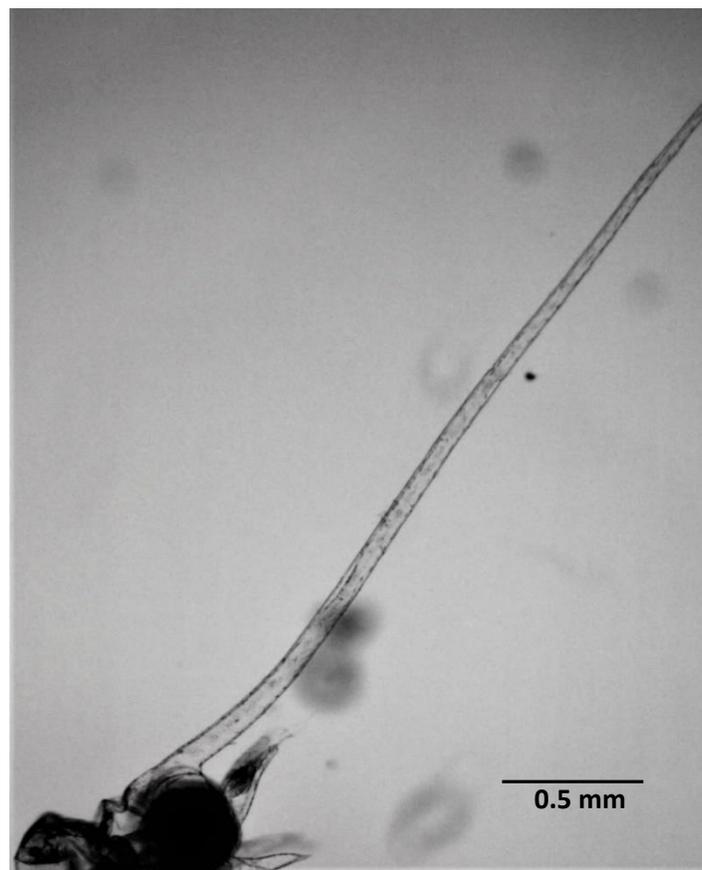


Fig. 17. *Megalobachium soriatum* espina rostral de zoea I. vista lateral.

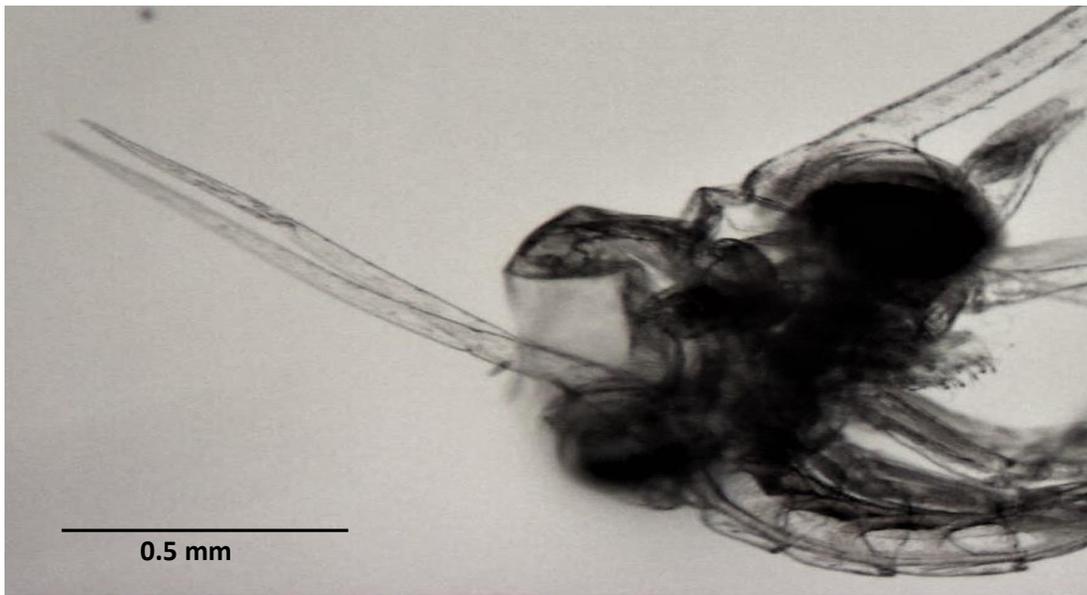


Fig. 18. *Megalobachium soriatum* espinas posteriores de zoea I. vista lateral.

DISCUSIÓN

Abundancia de zoeas I

Se colectaron un total de 5180 larvas en estadio Zoea I, pertenecientes a la familia Porcellanidae, ubicándola en una de las familias con mayor abundancia en el PNSAV, lo anterior es acorde a lo descrito por Hernández, *et al.*, (2010), quienes mencionan que la familia representa hasta un 30% de la riqueza del Infraorden Anomura, debido a su amplio intervalo de distribución y alta fecundidad. Las tres especies encontradas en el área de estudio coinciden con el trabajo de Hermoso-Salazar y Arvizu-Coyotzi (2015), el cual señala que *Petrolisthes armatus*, *Neopisosoma angustifrons* y *Megalobrachium soriatum* se han registrado a lo largo del PNSAV, principalmente en Isla Sacrificios.

El incremento en el número de larvas fue en septiembre, lo anterior puede atribuirse a las condiciones de temperatura las cuales que oscilaron entre 28°C y 29°C. debido a que estas son las óptimas para su temporada reproductiva de acuerdo con Hollebhone y Hay (2007), los meses más cálidos del año que son de Junio–Agosto presentan un incremento del 20 a 90% de hembras ovígeras. En estudios de laboratorio se ha registrado que las etapas zoea I y II pasan por un periodo en promedio de 8 a 14 días antes de metamorfosear a megalopa (Gore,1971; Gore,1972; Gore,1973; Gore,1975 y Hernández *et al.* 2003), a pesar de tener un desarrollo relativamente rápido, se ha encontrado en condiciones de laboratorio que las larvas de decápodos tienden a alargar sus estadios de una etapa a otra en ausencia de fuentes de alimento, (Abrunhosa *et al.* 2008 y Wehrtmann, 1991) esto podría explicar la mayor abundancia de zoea I durante el mes de Septiembre. Por otra parte, esta abundancia registrada concuerda con lo

reportado por Okolodkov *et al.* (2011), quienes encontraron un aumento en la biomasa de larvas del zooplancton, durante las temporadas de septiembre-octubre en el PNSAV.

Con relación a los intervalos de tiempo, se registró una mayor cantidad de larvas de las 21:30 a 22:45 horas, coincidiendo con el estudio de Flores-Pineda (2005), encontrando un pico de mayor abundancia de organismos zoo planctónicos en Isla Sacrificios, lo anterior pueda explicarse a las migraciones verticales que realizan las larvas de estos organismos como una estrategia para evitar a los depredadores (Hernández-García, 2014; Meyer-Rochow y Meha, 1994).

Las larvas de porcelánidos recolectadas en pastos marinos tuvieron una mayor abundancia, no hay diferencias significativas en cuanto a tipo de sustrato, debido a que sus hábitats se componen principalmente por sustratos rocosos, arrecifes, fondos de sedimento blando y fondos de algas, además de que estos lugares proporcionan un territorio ideal para el desove de las hembras (Boschi *et al.*, 1967; Gonzáles-Pisani *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2003; Hernández *et al.*, 2007; Hernández y Magán, 2012).

A lo que respecta a la abundancia de larvas colectadas utilizando luz como factor atrayente, las especies de la familia Porcellanidae presentaron una fototaxis positiva, esto concuerda con el estudio de Shanks (1983), reportando un mayor número de larvas capturadas con trampas luminicas, al ser estimuladas en condiciones de oscuridad. Durante el estudio se encontró una diferencia significativa en el número de larvas capturadas con respecto al tipo de luz, esto pueda deberse a que la fototaxis puede tener variaciones de acuerdo con la intensidad del estímulo (Forward, 1987), se ha encontrado una mayor incidencia de algunos decápodos utilizando trampas con una intensidad de

luz por debajo de los 500 nm como lo reportan Saloman, 1968 y Foward y Costlow, 1974, lo cual con cuerda con el presente estudio, encontrando una mayor abundancia de larvas en luz azul (baja intensidad). Aunado a esto se ha reportado que las larvas de decápodos tienen una preferencia a bajas longitudes de entre 480 nm a 520 nm durante sus primeros estadios (Jhonson y Rhyne, 2015).

Abundancia de especies de zoea I

La abundancia predominante de *Petrolisthes armatus* se debe a que es un anomuro con una alta plasticidad en los adultos, lo cual les ayuda a ajustarse a los factores ambientales de la zona en que se encuentren, además, presenta una alta fecundidad, permitiéndoles general un gran número de larvas para su reclutamiento y posterior reproducción, causando un incremento en el número de individuos de la población a comparación de otras especies de porcelánicos (Tilburg *et al.*, 2010).

En el caso de *Neopisosoma angustifrons* y *Megalobrachium soriatum* que presentaron una menor abundancia, puede atribuirse a factores preferentemente ambientales, como lo mencionan Armendariz (2008), y Hernández *et al.*, 2007, ya que la diferencia en la dureza de sustrato, grado de bioerosión, son condiciones que afectan el desarrollo y permanencia de las larvas, aunque también los factores biológicos como cantidad de alimento para los adultos, frecuencia reproductiva, depredadores y competencia con otras especies juegan un papel importante en relación a la abundancia.

Diagnosis

En relación con la morfología de las larvas, en México no se tiene un registro de estudios que aborden los caracteres morfológicos de los estadios zoea I, zoea II y megalopa de porcelánicos, haciendo de este trabajo el primero en tocar estos caracteres, particularmente en el estadio de zoea I de tres especies encontradas en el PNSAV.

Los criterios para la identificación de los estadios larvales fueron cotejados con ayuda de las descripciones de desarrollo larval bajo condiciones de laboratorio elaboradas por Gore (1972 - 1973 – 1975), apoyándose principalmente en el estadio de zoea I de las tres especies encontradas.

Los caracteres utilizados para diferenciar de estadio zoea I a zoea II, fueron las longitudes de caparazón (LC), espina rostral y espinas posteriores, las cuales coinciden con lo reportado en este estudio ya que Gore (1972) menciona para *P. armatus* que la longitud de este es de 1.16 mm, la espina rostral equivale a 3 XLC y las espinas posteriores a 1XLC. En 1973 analiza el desarrollo de *M. soriatum*, describiendo una longitud de caparazón de 1.00 mm, una espina rostral con 2.6 XLC y 0.5 XLC para las espinas posteriores. Para *N. angustifrons* en 1975 encuentra una longitud del caparazón de 1.8 mm, 7 XLC para la espina rostral y las espinas posteriores de 2XLC.

Para la diferenciación de especies se realizó una descripción más detallada usando como criterio morfológico el número de setas y espinas presentes en las estructuras analizadas, teniendo una concordancia con la cantidad encontrada en las descripciones que realizó Gore (1972-1973 -1975), cabe mencionar que para *M. soriatum*

una de las espinas ubicadas en la antena es difícil de apreciar, sin embargo, los demás criterios coinciden con la descripción (Tabla 2).

Biomasa

Por otra parte, la biomasa de los grupos que conforman el zooplancton ha sido reconocida ya que es un indicador para estimar la variabilidad de la producción secundaria (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2002). Por otro lado, aproximadamente el 84% de las especies de peces reportadas en las costas de Veracruz se alimenta de crustáceos y particularmente el 13% de los peces son zooplantófagos (Bedia y Franco, 2008).

En trabajos realizados recientemente también en el PNSAV con otras especies en estadio larval, postlarval y macrocrustáceos de alrededor de la talla de las zoeas I de porcelanidos, se han obtenido valores de biomasa de $0.00039 \pm 1.25 \times 10^{-5}$ g a $0.00048 \pm 1.32 \times 10^{-5}$ g para larvas de estomatópodos (Torres-Cabrera, 2016), de $0.000052 \pm 2.36 \times 10^{-5}$ g para juveniles sergéstidos (Pérez-Ramos, 2016), de 0.00048 ± 0.000513 g a 0.00055 ± 0.000197 g para megalopas de diogénidos (López-Herrera, 2016) estos valores son similares a los de las zoeas I de porcelanidos $0.00040 \pm 1.41 \times 10^{-5}$ a $0.00020 \pm 3.34 \times 10^{-5}$. Estos resultados pueden ser utilizados posteriormente en los estudios del ecosistema.

Este el primer trabajo en el que se presentan datos sobre la biomasa de tres especies de porcelánicos en estadio de zoea I que se presentan en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano.

Estructura	Numero de setas	<i>M. soriatum</i> (Gore, 1973)	<i>M. soriatum</i> (Este estudio)	<i>P. armatus</i> (Gore, 1972)	<i>P. armatus</i> (Este estudio)	<i>N. angustifrons</i> (Gore, 1975)	<i>N. angustifrons</i> (Este estudio)
Antena							
	Exopodito	3 espinas	2 espinas	2 setas	2 setas	3 espinas	3 espinas
	Endopodo	1 seta	1 seta	1 seta	1 seta	1 seta	1 seta
Maxílula							
	Endito coxal (setas + espinas)	4+4	4+4	2+5	2+5	5+4	5+4
	Endito basal (setas + espinas)	3+6	3+6	3+6	3+6	3+6	3+6
	Endopodo (setas + espinas)	4+1	4+1	3+1	3+1	4	4
Maxila							
	Endito coxal						
	Lobulo distal (setas + espinas)	3+1	3+1	3+1	3+1	3+1	3+1
	Lobulo proximal (setas + espinas)	3+4	3+4	3+4	3+4	1+7	1+7
	Endito basal (setas + espinas)	5+2,5+2	5+2,5+2	2+5,2+5	2+5,2+5	4+3,4+3	4+3,4+3
	Endopodo (setas)	3+2+3	3+2+3	3+2+3	3+2+3	3+2+3	3+2+3
	Escafognatito (seta lateral + seta apical)	6+1	6+1	5+1	5+1	7+1	7+1
Maxilípodo 1							
	Coxopodito (setas)	2	2	desarmado	desarmado	desarmado	desarmado
	Basipodito (setas)	2+2+3+3	2+2+3+3	1+2+2+3	1+2+2+3	2+2+2+3	2+2+2+3
	Endopodo (setas)	3,3,2+3,7+1	3,3,2+3,7+1	3,3,2+3,7+1	3,3,2+3,7+1	3,3,2+3,10+1	3,3,2+3,10+1
Maxilípodo 2							
	Coxopodito (setas)	desarmado	desarmado	desarmado	desarmado	desarmado	desarmado
	Basipodito (setas)	1+2	1+2	1+1	1+1	1+2	1+2
	Endopodo (setas)	2,2,1+2,5+1	2,2,1+2,5+1	2,2,1+2,5+1	2,2,1+2,5+1	2,2,1+2,5+1	2,2,1+2,5+1

Tabla 2.- Comparación de numero de setas en las estructuras de las especies descritas.

CONCLUSIONES:

- Se recolectaron un total de 5180 zoeas I pertenecientes a la familia Porcellanidae, describiendo tres especies: *Petrolisthes armatus*, *Neopisosoma angustifrons* y *Megalobrachium soriatum*.
- La mayor abundancia de las zoeas se presentó en el mes de septiembre con 5010 larvas, lo cual puede explicarse con relación al tiempo transcurrido después de la eclosión de las larvas en la temporada reproductiva.
- Respecto a los periodos de tiempo, se encontró un mayor número de larvas de las 21:30 a 22:45 hrs. en trampas de luz azul, esto se relaciona con la fototaxis positiva como parte de una estrategia de supervivencia para evitar a los depredadores.
- La longitud de caparazón, espina rostral y espinas posteriores, así como el número de setas y espinas de las estructuras coinciden con las descripciones que realizó Gore (1972-1973-1975) bajo condiciones de laboratorio.
- Los valores de biomasa de las zoeas de porcelanidos ($0.00040 \pm 1.41 \times 10^{-5}$ a $0.00020 \pm 3.34 \times 10^{-5}$) son similares a los obtenidos en otras especies de crustáceos en estadio larval y postlarval.

REFERENCIAS

1. Abrunhosa, F. A., Arruda, D. C. B., Simith, D. J. B. y Palmeira C. A. M. 2008. The importance of feeding in the larval development of the ghost shrimp *Callichirus major* (Decapoda:Callianassidae). *Annals of the Brazilian Academy of Science*. 80(3):445-453.
2. Albis Salas, M. R., Gómez - López, y D. I., Duque, G. 2010. Estructura de las praderas de *Thalassia testudinum* en un gradiente de profundidad en la guajira, caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 39 (2). 381-395.
3. Allen Peña, T., Jiménez, M., y Villafranca, S. 2004. Abundancia y riqueza específica de la ictiofauna asociada con *Thalassia testudinum* en el Golfo de Cariaco,Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 52(4), 973-980.
4. Álvarez, F., J. L. Villalobos, y S. Cházaro-Olvera. 2011. Camarones y cangrejos dulceacuícolas y marinos (Crustacea: Decapoda). En A. Cruz-Angón, F.G. Lorea-Hernández, V. Hernández-Ortiz y J. E. Morales-Mavil (Eds. y comps.). *La biodiversidad en Veracruz. Estudio de estado. Diversidad de especies: conocimiento actual* (v. II, pp. 287-293). México, D. F. CONABIO, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología.

5. Álvarez, F., J. L. Villalobos, Y. Rojas y R. Robles. 1999. Listas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, UNAM*, 70(1): 1-27.
6. Anger, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae. 1-50 Pp. *In*: Vonk, R. (ed.), *Crustacean Issues* 14, A. A. Balkema Publishers, The Netherlands. 419 p.
7. Armendariz, O. Y. 2008. Fecundidad de *Neopisosoma angustifrons* (Benedict, 1901) (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae) Veracruz, México. *Universidad Nacional Autónoma de México*. Pp 69.
8. Bedia-Sánchez, C. y J. Franco-López. 2008. *Peces de los sistemas costeros del Estado de Veracruz*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 491 pp.
9. Boschi, E, E., M. A. Scelzo y B. Goldstein, 1967. Desarrollo larval de dos especies de crustáceos decápodos en el laboratorio *Pachycheles haige* Rodríguez Da Costa (Porcellanidae) y *Chasmagnathus granulata* Dana (Grapsidae). *Instituto de Biología Marina*. Argentina, Buenos Aires. 12: 1-46.
10. Carricart-Ganivet, J.P. y G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de Coral en México. 80-90 p. *In* Salazar-Vallejo S.I. y N.E. González (Eds). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO/CIQRO, México, DF. 865 p.

11. Chace, F. A. Jr. 1951. The number of species of decapod and stomatopod Crustacea. *Journal of the Washington Academy of Sciences* (41): 370-372.
12. Cházaro-Olvera, S., I. A. Windfield, M. Ortiz-Touzet, M. L. Jiménez-Badillo y M. A. Lozano-Aburto. 2014. *Larvas zoeas de cangrejos (Crustacea, Decapoda, Brachyura) del estado de Veracruz, México. Claves de indentificación*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla Estado de México, México. 68 p.
13. Cházaro-Olvera, S., Rebles, R., Montoya-Mendoza, J., Herrera-Lopez, J. A. 2018. Intraspecific variation in megalopae of *Clibanarius antillensis* (Anomura, Diogenidae) among western Atlantic populations. *Nauplius The Journal of The Brazilian Crustacean society*. 26: e2018031.
14. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 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*
15. Contreras, F. y O. Castañena. 2004. La biodiversidad de las lagunas costeras. *Ciencias*, oct.-dic., 76: 46-56.
16. Emery, K.O., 1963. Estudios regionales de arrecifes coralinos en Veracruz, México. *Geofis. Int. México*. 3(1): 11-17

17. 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.
18. Forward, R. B. Jr. 1987. Comparative study of crustacean larval photoresponses. *Marine Biology*. 92: 478-484.
19. Forward, R. B. y Costlow, J. D. 1974. The ontogeny of phototaxis by larvae of the crab *Rhithropanopeus harrisi*. *Marine Biology*. 94: 589-595.
20. Gebauer, P., K. Paschke y K. Anger, 2003. Delayed metamorphosis in decapod crustaceans: evidence and consequences. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 169-175.
21. 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
22. De Grave, S., N. D. Pentcheff, S.T. Ahyong, T-Y. Chan, K.A. Crandall, P.C. Dworschak, D.L. Felder, R.M. Feldmann, C.H.J.M. Fransen, L.Y.D. Goulding, M. E.Y. Low, J.M. Martín, P.K.L. Ng, C.E. Schweitzer, S.H. Tan, D. Tshudy, y

- R. Wetzer. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*. 21:1-109.
23. González-Pisani X., C. Pastor y E. Dupré, 2006. Descripción del primer estadio larvario de *Pachycheles chubutensis* (Boschi, 1963) (Crustacea, Decapoda, Anomura) en Patagonia. *Investigaciones Marinas*. 34(2): 191-196.
24. Gore, R, H. 1971. The complete larval development of *Porcellana sigsbeiana* (Crustacea: Decapoda) under laboratory conditions. *Marine Biology*. 11:344-355.
25. Gore, R. H., 1972. A comparative study of larval characters in the family Porcellanidae (Crustácea: Decapoda: Porcellanidae). (PhD Theses), University of Miami. Florida (USA), pp. 263.
26. Gore, R, H. 1972. *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850): The Development under Laboratory Conditions of Larvae from a Pacific Specimen (Decapoda, Porcellanidae). *Crustaceana*. 22(1): 67-83.
27. Gore, R. H. (1973). Studies on decapod crustacea from the Indian River region of Florida. II. *Megalobrachium soriatum* (Say, 1818): The larval development under laboratory culture (Crustacea: Decapoda; Porcellanidae). *Bulletin of Marine Science*, 23(4), 837-856.

28. Gore, R. H. (1975). *Neopisosoma angustifrons* (Benedict, 1901): the complete larval development under laboratory conditions, with notes on larvae of the related genus *Pachycheles* (Decapoda Anomura, Porcellanidae). *Crustaceana*, 33(3), 284-300.
29. Gurney, R., 1924. Crustacea, Part IX - Decapod larvae. — British Antarctic ("Terra Nova") Expedition, 1910. Natural History Report. Zoology, 8:165-171.
30. Haig, J. 1960. The Porcellanidae (Crustacea: Anomura) of the eastern Pacific. *Allan Hancock Pacific Expedition*, 24:1-440.
31. Hendrickx, M. E. 1995. Anomuros. 539-564 pp. In: Guía FAO para la Identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-Oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. 646 p.
32. Hermoso-Salazar, M., y Arvizu-Coyotzi, K. 2015. Crustáceos del Sistema Arrecifal Veracruzano. *Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el corredor arrecifal del soroeste del Golfo de México*. Universidad Veracruzana. 25 p.
33. Hernández-Alvarez, C. 1995. Taxonomía y distribución de la familia Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura) del Pacífico Mexicano. *Tesis de licenciatura*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 106 p.

34. Hernández, G., I. Magan, K., Graterol, J. I. Gavira, J. A. Bolaños, C. Lira, 2003. Larval development of *Clastoechochus nodosus* (Streets, 1872) (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae), under laboratory conditions. *Sciencia Marina*. 67(4): 419 -428.
35. Hernández, G., I. Magan, K., Graterol y J. A. Bolaños, 2007. Morfología de la primera zoea de cangrejos marinos *petrolisthes haigae* y *P. nobilli* (Decapoda: Porcellanidae). *Revista de Biología Tropical.*, 55(3-4): 879-887.
36. Hernández, C., F. Álvarez, J. L. Villalobos, 2010. Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 141-151.
37. Hernández, G., 1999. Morfología larvaria de cangrejos anomuros de la familia Porcellanidae Haworth, 1825 (Crustacea: Decapoda), con una clave para las zoeas de los géneros del Atlántico Occidental. *Ciencia*, 7(3): 244-257.
38. Hernández, G. y I. Magan, 2012. Descripción de los primeros estadios postembrionarios del cangrejo anomuro *Petrolisthes magdalensis* Werding, 1978 (Crustacea: Decapoda: Porcellanidae). *Instituto de Oceanografía. Venezuela*, 51 (1):35-51

39. 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.
40. Hellbone, A.L., M.E. Hay. 2007. Population of dynamics of the non-native crab *Petrolisthes armatus* invading the South Atlantic Bight at densities of thousands m⁻². *The Raffles Bulletin of Zoology, Supplement*. Vol. 336: 211-223.
41. Humann, P. 1993. Reef fish identification. Florida, Caribbean, Bahamas, 3ra ed. New World, Jacksonville, Florida. 481 p.
42. Johnson, K. y Rhyne, A. 2015. Ontogenetic shift of spectral sensitivity in the larval phototaxis of two sympatric caridean shrimp, *Lysmata wurdemanni* and *L. boggessi* (Decapoda: Lysmatidae). *Marine Biology* 162(6): 244-258.
43. López-Herrera, J. A. 2016. *Morfología, abundancia, distribución y biomasa de megalopas de diogenidae ortmann, 1892 (decapoda, anomura) de isla sacrificios, parque nacional sistema arrecifal veracruzano*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 56 p.

44. Lot-Helgueras, A. 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz. Veracruz. An. Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México. Ser. Bot. 1: 1-48.
45. Margalef, R. 1975. Fitoplancton invernal de la laguna costera de Alvarado (México). *Anales del Instituto Botánico José Cavallines*, 32(2): 381-387.
46. Martin, J. W. y G. E. Davis. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County, Sci. Ser. 39: 2-124.
47. Meyer-Rochow, V. B. y Meha W. P. 1994. Tidal rhythm and the role of vision in shelter-seeking behaviour of the half-crab *Petrolisthes elongatus* (Crustacea; Anomura; Porcellanidae). *Journal of the Royal Society of New Zealand*. 24 (4): 423-427.
48. Mittermeier, R. A. y C. Goettsch, 1992. "La importancia de la biodiversidad biológica en México". En J. Sarukhán y R. Dirzo (comps.), *México ante los retos de la biodiversidad* (pp. 63-73) México: CONABIO.
49. Navarro-Rodríguez, M. C., Flores-Vargas F. y González R. M. E. 2002. Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica y la estructura termohalina en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Boletín del centro de investigaciones biológicas*. 36 (3): 244 – 265.

50. 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 National Park Sistema Arrecifal Veracruzano, southwestern Gulf of Mexico. In: Kattel, G. (ed.). Zooplankton and phytoplankton. Nova Science Publishers, Inc. 63-88 p.
51. Ortiz, M., A. Martín y Y.J. Díaz, 2007. Lista y referencias de los crustáceos anfípodos (Amphipoda: Gammaridea) del Atlántico occidental tropical. *Revista de Biología Tropical*, 55 (2): 479-498.
52. Osawa, M. y P. A. McLaughlin, 2010. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheoidea) Part II – Porcellanidae. *Raffles Bulletin of Zoology, Supplement*. 23: 109–129.
53. Pérez-Ramos, J. A. 2016. *Distribución, abundancia y biomasa de Lucifer faxoni Borradaile, 1915 (Decapoda: Sergestoidea) dentro del parque nacional sistema arrecifal veracruzano*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 60 p.
54. 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

55. Rosales-Casián, J.A. 2004. Composición, importancia y movimiento de los peces de Bahía de San Quintín, Baja California, México. *Cien.Mar.* 30:109-117.
56. Saelzer, H. E., R. Quintana y R. Quiñones, 1986. Larval development of *Petrolisthes granulatus* (Decapoda: Anomura: Porcellanidae) under laboratory conditions. *J Crust Biol* 6(4):804-819.
57. Saloman, C. H. 1968. Diel and Seasonal Occurrence of Pink Shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad, in Two Divergent Habitats of Tampa Bay, Florida. United States Fish and Wildlife Service. Special Scientific Report-Fisheries No. 561.
58. Shanks, A. L. 1983. Surface slicks associated with tidally forced internal waves may transport pelagic larvae of benthic invertebrates and fishes shoreward. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13: 311-315.
59. Tilburg, C. E., Seay, J. E., Bishop, T. D., Miller III, H. L. y Meile, C. 2010. Distribution and retention of *Petrolisthes armatus* in a coastal plain estuary: The role of vertical movement in larval transport. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 88: 260-266.
60. Torres-Cabrera, D. A. 2016. *Morfología, distribución, abundancia y biomasa de larvas del orden Stomatopoda Latreille 1817, de los parques nacionales Sistema Arrecifal Veracruzano y Arrecife Puerto Morelos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 114 p.

61. Tutiempo Network S. L., Calendario lunar para septiembre del año 2003 – fases de la luna [en línea], 2003; [fecha de consulta Noviembre 2003].
También disponible en: <http://www.tutiempo.net/luna/fases.htm>
62. Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo y J. Llorente-Bousquets. 2009. *Capital natural de México*. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México: CONABIO
63. Wear, R. G., 1965. Larvae of *Petrocheles spinosus* Miers, 1876 (Crustacea, Decapoda, Anomura) with keys to New Zealand porcelanid larvae. *Trans Roy Soc New Zealand, Zool.* 5(12):147-168.
64. Wehrtmann, I. S. 1991. How important are starvation periods in early larval development for survival of *Crangon septemspinosa* larvae? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 73: 183-190.
65. Werding, B. 1984. Porcelánidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la Isla de Providencia, Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín*, 14: 3-16.
66. World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ.
Accessed 2020-06-18. doi:10.14284/170

67. Villalobos, J. L. 1998. Taxonomía de los Crustáceos con énfasis en el orden Decapoda. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. ECOSUR. CONACYT. ITCH. 44p.

68. Zhang, Z. Q., 2013. Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic. Zootaxa 3703 (1): 017–026 doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.6