



Facultad de Estudios Superiores
IZTACALA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**ENSAMBLE DE CRUSTÁCEOS DECÁPODOS EN
ESTADIOS LARVALES Y POSTLARVALES CON
FOTOTROPISMO POSITIVO EN EL ESTUARIO DEL
RÍO JAMAPA, VERACRUZ**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

MIGUEL ANGEL PÉREZ MÉNDEZ



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA
Cd. Mx. 2021**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

“No existe en el planeta ningún grupo de plantas o animales que muestren el grado de diversidad morfológica observada en los Crustáceos actuales”

Joel W. Martin y George E. Davis.

A todos los naturalistas, biólogos, zoólogos y ecólogos que han dedicado su vida a desarrollar conocimiento sobre la “ciencia de la vida”, muchas gracias por inspirarme a través de sus trabajos e investigaciones a ser el biólogo que siempre he querido ser.

DEDICATORIAS

A mis padres Elizabeth y Miguel quienes han estado incondicional a mi lado durante estos casi 25 años, con especial cariño a mi hermano Jesus, a los tres gracias por ser mi motivación y estar día con día a mi lado, los amo.

A cada miembro de mi familia, los cuales me han apoyado a lo largo de este camino, Ana, Marta, Gabriela, Josefina, Leo, Leticia, Graciela, a mis primos, Oscar, Ivette, Javier, mención especial al tridente Daniel, Lalo y Darío, y por supuesto a Tobías.

A cada uno de mis amigos y compañeros que conocí en Iztacala, gracias por cada momento, cada viaje, cada anécdota durante todos estos años, a ese inolvidable grupo seis, Oscar y Xolotl nada hubiera sido igual sin su apoyo, siempre me demostraron lo que es un verdadero amigo, Bruno cuanto te aprecio, a Yunuen por todos los consejos, a Celso simplemente gracias por todo, Coyote mi rock star favorito, Rodrigo eres simplemente una increíble persona,, Andrés, Charlie, Andrea, Marco Antonio, a Ian y Chucho por esas tardes donde siempre estaban son de lo mejor amigos, a Leonel quien me demostró lo que es la lealtad, a Fernanda por dos años en que aprendimos muchas cosas juntos, te quedaste en mi corazón por siempre, a Lala, Vanesa, Jessica, Fernanda, Carmen, Miriam, Sasa, Daniel, Paul, a Luisito y mis amigos del 54, a Elena, a los que no son de la FES pero como si lo fueran Juan, Max y Nick, a mis amigos de toda la vida Hillary, Pedro y Rosa, a Daniela de mi CCH por tantos años de amistad te quiero amiga, a Mónica por su apoyo incondicional estos años, eres la mejor amiga, y por supuesto a mis amigos del laboratorio de crustáceos con los que compartí muestreos y pasión por el mar, Xhail con mucho cariño por aprender ecología juntos, a Misael un master de mar, a Rubí por abrirme las puertas de su hogar durante este tiempo, muchas gracias amiga, a Clever por permitirme estar en su hogar durante los meses de muestreo en Boca del Río, a Martha la “*veo*” por ser una bonita persona y compartir sonrisas en estos meses, hay algo que me hizo guardarte en mi corazón.

A todos los mencionados, los amo con todo mi corazón, cada uno de ustedes es una parte de Angel en estos 25 años.

AGRADECIMIENTOS

A cada uno de mis profesores y miembros de la carrera de Biología en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, en especial a quienes imparten las asignaturas relacionadas con las áreas de Zoología y Ecología los cuales me permitieron definir cual sería mi rumbo dentro de la parte final de la carrera.

Al laboratorio de crustáceos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por todas las facilidades proporcionadas para la realización del presente trabajo, en especial a mi tutor el Dr. Sergio Cházaro Olvera por todo el conocimiento y atención, lo cual me permitió fortalecer mi formación académica y encaminarme al mundo de la ecología. A mi comité de asesores desde el inicio de la investigación Mtro. Rafael Chávez López, Dr. Horacio Vázquez López y Dr. Angel Moran Silva por todas sus observaciones que ayudaron a mejorar la calidad tanto del trabajo como de mi persona en el laboratorio. Al Dr. Manuel Ortiz Touzet por el acercamiento a la investigación de los crustáceos y todos sus comentarios a lo largo de los cursos.

Al Instituto Tecnológico de Boca de Rio a través del Dr. Jesus Montoya Mendoza quien permitió el uso de las instalaciones para la realización de los muestreos.

INDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| Antecedentes..... | 5 |
| Zona de estudio..... | 7 |
| HIPOTESIS..... | 9 |
| OBJETIVOS..... | 9 |
| MATERIALES Y METODOS | |
| Trabajo de campo..... | 10 |
| Trabajo de laboratorio..... | 11 |
| Análisis estadístico..... | 11 |
| RESULTADOS | |
| Parámetros ambientales..... | 15 |
| Taxonomía..... | 19 |
| Abundancia, estructura y diversidad..... | 22 |
| DISCUSIÓN..... | 28 |
| CONCLUSIONES..... | 35 |
| REFERENCIAS..... | 36 |
| ANEXOS..... | 44 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1. Factores ambientales hidrológicos obtenidos en la estación de muestreo ITBOCA entre los meses de septiembre de 2018 y mayo de 2019..... | 15 |
| Tabla 2. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y valores de p en la prueba ANOVA de dos factores entre los meses y las horas de recolecta..... | 16 |
| Tabla 3. Valores de p en la prueba de Tukey entre los meses de recolecta..... | 16 |
| Tabla 4. Valores de p en la prueba de Tukey de los factores ambientales que presentaron diferencias entre las horas de recolecta..... | 17 |
| Tabla 5. Especies, abundancia relativa (%) y formas de vida de las larvas y postlarvas de crustáceos decápodos presentes en la estación ITBOCA..... | 22 |
| Tabla 6. Valores de diversidad de Margalef (Dmg), Shannon (H') y equitatividad (J') estandarizados a bits/ind. de los diferentes meses de recolecta..... | 25 |
| Tabla 7. Valores de p en la prueba t de Hutchinson entre los meses de recolecta..... | 25 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Ubicación de la estación de muestreo en el ITBOCA próxima a la desembocadura del río Jamapa en el golfo de México..... | 8 |
| Figura 2. Valores de Temperatura °C, salinidad UPS, oxígeno disuelto mg/L y pH entre septiembre de 2018 y mayo de 2019..... | 18 |
| Figura 3. Abundancia total por especie en el estuario del río Jamapa, Veracruz durante los meses de septiembre de 2018 y mayo de 2019..... | 23 |
| Figura 4. Abundancia por hora entre los meses de septiembre de 2018 y mayo de 2019..... | 24 |
| Figura 5. Método de asociación no paramétrica de Olmstead-Tukey..... | 26 |
| Figura 6. Análisis de Correlación Canónica entre las abundancias de las especies y los factores ambientales..... | 27 |

RESUMEN

Se recolectaron 4936 organismos, entre los meses de septiembre de 2018 y mayo de 2019 en una estación de muestro ubicada en el estuario del río Jamapa, Veracruz, México. Estos fueron recolectados con una trampa de luz blanca, debido a la cualidad fototrópica que generalmente presentan los crustáceos decápodos. Se identificaron 12 especies, distribuidas en diez géneros y nueve familias. Se determinaron al menos cinco variaciones en los estadios. Las familias más abundantes fueron Sesarmidae con 65,72% del total de organismos, seguido de Atyidae (14,97%), Palaemonidae (10,14%) y Penaeidae (6,58%). En noviembre se presentó la mayor abundancia con 1483 organismos y en marzo la menor abundancia con 404 organismos. Las horas con mayor abundancia se presentan entre las 20:00 y las 22:00 h. Se observaron diferencias significativas entre los meses de muestreo en los valores de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH ($p < 0.05$). Se observó una diferencia significativa en la diversidad a través de la prueba Hutchinson ($p < 0.05$) entre los meses de muestreo, demostrando que la variación en los factores ambientales determina la estructura del ensamble de los crustáceos decápodos en estadios larvales y postlarvales. Las abundancias están determinadas en su mayoría por el factor temperatura (51,81%), seguido por la salinidad con un 34,89%, el oxígeno disuelto con un 11,27% y pH de 2,01%, agrupando a las especies en dos conjuntos principales, uno con presencia a lo largo todo el gradiente temporal (*Armases sp*; *C. sapidus*, *P. mexicana*, *M. olfersii*, *M. acanthurus* y *P. aztecus*) y un segundo grupo con presencia únicamente cuando las condiciones son favorables (*Alpheus sp*, *P. gracilis*, *P. herbstii*, *A. ricordi*, *H. angustifrons*, *B. faxoni*). Las especies de interés pesquero *P. aztecus* y *C. sapidus* se registraron a lo largo de todo el estudio.

INTRODUCCIÓN

El término ensamble biológico hace referencia a un grupo de especies filogenéticamente relacionadas que explota una serie de recursos y condiciones ambientales similares dentro de un lugar y tiempo definidos (Fauth et al., 1996), la variación y disponibilidad de los recursos determina la amplitud del nicho ecológico y consecuentemente la estructura de la comunidad. En los ecosistemas caracterizados por su inestabilidad, se tiende a favorecer la presencia de pocas especies con poblaciones muy numerosas, que en su mayoría se caracterizan por presentar un ciclo de vida corto (tasa reproductiva elevada, un gran número de crías, pero con alta mortalidad, rápido desarrollo, tamaño corporal pequeño) y presentar un alto grado de adaptación al medio (Contreras y Castañeda, 2004).

Los estuarios son aquellas superficies acuáticas donde se mezclan de forma efímera o continua las aguas continentales y oceánicas por medio del fenómeno mareal y fluvial (Pritchard, 1967), por consiguiente, poseen un constante cambio en sus factores y fenómenos ambientales. Dentro de los organismos que se han adaptado a los sistemas estuarinos se encuentran algunas especies de crustáceos decápodos, que en su mayoría son meroplanctónicas, es decir comprenden de una fase larval pelágica donde transitan por diferentes etapas metamórficas antes de adquirir los caracteres de la etapa adulta, que habitualmente se lleva a cabo en un ambiente bentónico. Este periodo de desarrollo es de suma importancia ya que ha permitido a las especies llevar a cabo mecanismos de dispersión hacia los estuarios, los cuales se han convertido en criaderos por su alta disponibilidad de nutrientes, en consecuencia las especies de decápodos durante sus primeros estadios de desarrollo enriquecen la producción secundaria del ecosistema, sin embargo, esto es

contrarrestado por los elevados niveles de contaminación y altas tasas de depredación en estos sistemas (McConaughy, 1992; Morgan, 1992; Fernandes et al., 2002).

Los estadios larvales en el Orden Decápoda Latreille, 1802, no son regulares, su variación es determinada por el taxón, el tipo de eclosión, los factores ambientales y el tipo de locomoción. En Dendrobranchiata Spence Bate 1888, las hembras liberan los huevos fecundados en mar abierto donde eclosionan en estadio de nauplio el cual tiene un cuerpo oval desnudo, con un ojo medio y tres pares de apéndices; en Pleocyemata Burkenroad, 1963, las hembras transportan los huevos en los pleopodos hacia las bocas de los sistemas estuarinos para eclosionar en estadio de zoea quedando eliminados los estadios de nauplio y protozoea (Arreola-Lizárraga et al., 2003). La zoea posee una larga espina rostral y en ocasiones un par de espinas laterales. En Dendrobranchiata se presenta el estadio denominado mysis la cual posee un cuerpo alargado y carece de la espina rostral. Como resultado del reflujo de las mareas, durante esta fase de desarrollo los organismos son alejados hacia las zonas marinas donde los factores ambientales son menos cambiantes. La transición de la fase pelágica a la bentónica se lleva a cabo una vez alcanzado el estadio postlarval, denominado megalopa en Brachyura y presenta un cefalotórax voluminoso y un abdomen flexionado, mientras que en Dendrobranchiata y Caridea se conoce como decapodito, el cual presenta una forma alargada del cefalotórax y un abdomen ligeramente flexionado, durante esta fase de desarrollo los pereiópodos se hacen funcionales y responsables de la locomoción, en esta etapa los organismos son transportados a cuerpos de agua estuarinos (Medellín-Mora, 2009; Martin et al., 2014).

El transporte y retención de las postlarvas hacia los sistemas estuarinos es un proceso complejo, a menudo implica periodos mareales de influjo, donde los organismos se dirigen hacia el estrato superficial de la columna de agua, consecuencia del incremento en la respuesta fototrópica durante los ciclos nocturnos, esto les permite ser transportados de forma pasiva por efecto del movimiento mareal hacia el interior del estuario. Los organismos previenen la exportación hacia el mar abierto dirigiéndose al fondo de la columna de agua durante el período de reflujos donde el fototropismo se atenúa (Cronin, 1986; Epifanio, 1988). El establecimiento, la supervivencia y crecimiento de los organismos en estadio postlarval está influenciada por la adaptación de las especies al constante cambio de los parámetros hidrológicos tales como la temperatura, la salinidad, la concentración de oxígeno disuelto y la concentración de iones de hidrógeno (pH), además de su capacidad de desplazarse al fondo de la columna de agua donde se protegen entre la vegetación hasta convertirse en el primer estadio juvenil y finalmente incorporarse al stock parental, completando así su ciclo vital (Sulkin y Epifanio 1982; Cervellini 2001; Cházaro-Olvera et al., 2009).

En el estado de Veracruz se han registrado 374 especies de crustáceos decápodos, de las cuales 77.8% son marinas, 8.5% estuarinas, 10.4 % dulceacuícolas y 3.2% semiterrestres (Álvarez et al., 2011), sin embargo, de la mayoría no se conoce bien su ciclo de vida, debido a que la información concerniente a los primeros estadios de desarrollo es muy escasa. En México se han registrado pocos trabajos que aborden el estudio sobre el transporte y la retención de crustáceos decápodos en estadio larval y postlarval en las bocas de comunicación de los ríos, mismos que pueden complementar el estudio biológico de especies

económicamente importantes para la región, puesto que constituyen la base de grandes pesquerías y sistemas de acuicultura (Cid y Raz-Guzmán, 2011; INAPESCA, 2016).

Antecedentes

Sobre el transporte y el reclutamiento de los estadios tempranos de crustáceos decápodos Sandifler (1975) determinó la importancia del movimiento de las larvas pelágicas hacia las zonas donde se encuentran las poblaciones adultas.

Epifanio *et al.*, (1984), describió describieron el reclutamiento y dispersión de las etapas larvales del cangrejo azul *Callinectes sapidus* en la Bahía de Delaware y concluyeron que las megalopas son transportadas hacia las aguas continentales y estuarios por una combinación de corrientes de marea alta y migraciones verticales.

Sulkin y Epifanio (1986), examinaron la variación en la duración de la megalopa de *C. sapidus* y sus consecuencias en la dispersión y reclutamiento, mencionan que la duración en dicho estadio puede incrementar la probabilidad de que algunos miembros de la población puedan ser transportados desde el océano hacia el hábitat estuarino del adulto.

Luckenbach y Orth (1992), determinaron las velocidades de nado y el comportamiento de la megalopa del cangrejo azul *C. sapidus* en aguas fluidas y lentas; sugieren que en bajas a moderadas velocidades de corriente las megalopas de esta especie tienen la habilidad de activar su movimiento y buscar los sitios de establecimiento y mantener esa posición y confiar en los movimientos pasivos de las corrientes.

Rogers et al. (1993), plantearon una hipótesis en la cual, si el agua se encuentra en niveles de baja salinidad, las postlarvas de *Penaeus aztecus* se moverían hacia abajo en la columna de agua hasta un punto donde el transporte es mínimo.

DeVries et al. (1993), describieron que los niveles de salinidad elevados pueden actuar como señales que permiten a las megalopas de *C. sapidus* ascender en la columna de agua durante un punto en particular de la marea creciente, para posteriormente descender cerca de la parte inferior, cuando los niveles de salinidad disminuyen antes del periodo de reflujó.

Cervellini (2001) estudió la distribución de larvas de crustáceos decápodos dentro del estuario de Bahía Blanca con el objeto de comprobar la hipótesis de que algunas especies pueden retenerse en el estuario y otras son dispersadas hacia el mar abierto.

Forward et al. (2003), demostraron que los estadios tempranos mantienen su posición en la parte superior de la columna de agua y son transportados en dirección de la corriente, mientras que las megalopas tienen una posición en la parte baja de la columna debido los constantes cambios en la salinidad, lo que infiere que este mecanismo de movimiento vertical es un patrón de comportamiento circadiano por parte de la especie y no se ve afectado por los ciclos mareales.

Cházaro-Olvera et al. (2007a), describieron el transporte de *C. sapidus* en tres sistemas estuarinos del golfo de México donde las máximas abundancias se registraron cuando los niveles de salinidad se encontraban por encima de 23.54 UPS durante el periodo de reflujó entre las 20:00 y las 02:00 horas.

Cházaro-Olvera et al. (2007b) estudiaron el transporte de *Pachygrapsus gracilis* en la boca de comunicación de un sistema lagunar en el Golfo de México, los autores encontraron picos de reclutamiento entre las 19:00 y las 03:00 horas.

Cházaro-Olvera et al. durante 2009 describieron el transporte de *P. aztecus* en las bocas de comunicación de tres sistemas estuarinos del golfo de México, donde las mayores densidades se registraron durante el periodo de influjo entre las 20:00 y las 02:00 horas. cuando la salinidad está por arriba de 23 UPS.

Zona de estudio

La línea litoral Veracruzana pertenece al golfo de México y se extiende a través de 800 kilómetros (km), donde 120,600 hectáreas (ha) están cubiertas por sistemas estuarinos y representan un 7.7 % de estos ecosistemas a nivel nacional (Contreras y Castañeda, 2004; Álvarez et al., 2011).

El estuario del río Jamapa se forma a partir de su desembocadura en el golfo de México próximo a la localidad de Boca del Río ubicada al suroeste del estado de Veracruz (Latitud 19.8491, -96.104884.) (Figura 1), se caracteriza por presentar una estratificación de cuña salina, en el predominan las mareas diurnas con amplitudes menores a los dos metros. A lo largo del año se presentan tres temporadas climáticas: un periodo con fuertes vientos sostenidos de 20 km/h en dirección de norte a noroeste (nortes) alcanzando rachas entre 60 y 130 km/h, a este periodo continua una temporada de bajo escurrimiento fluvial (estiaje), durante esta temporada la cuña salina ha registrado una influencia hasta de 10 km al interior del río, mientras que en condiciones de altas descargas fluviales (lluvias) la intrusión de la

cuña salina se limita a unos cuantos kilómetros de la desembocadura o incluso llega a ser expulsada del río, dejando condiciones de agua dulce en el estuario. (Fuentes-Mariles *et al.*, 2014; Aké *et al.*, 2016; Salas-Monreal, 2020).

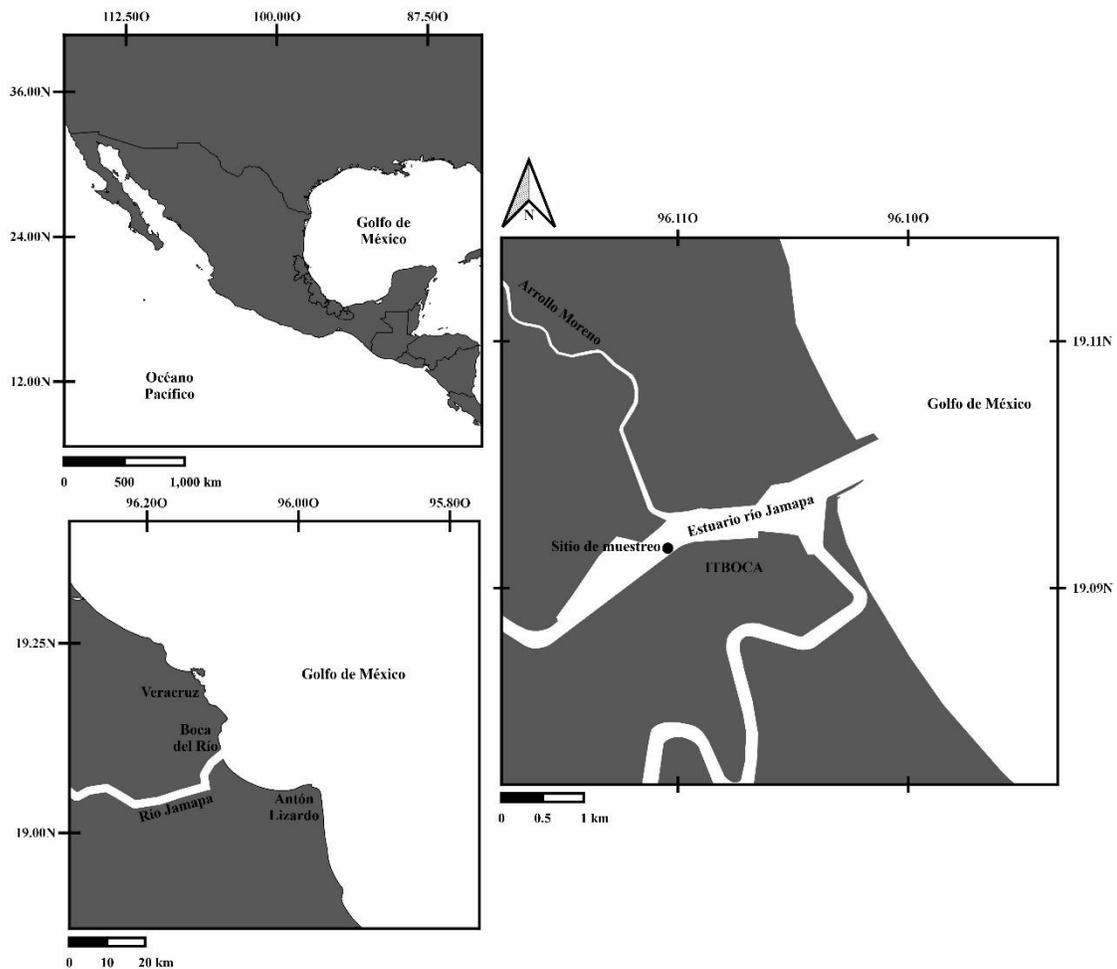


Figura 1. Ubicación de la estación de muestreo en el ITBOCA próxima a la desembocadura del río Jamapa en el golfo de México.

HIPOTESIS

La variación de los factores ambientales hidrológicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) determina la estructura y diversidad en términos de abundancia de las especies de crustáceos decápodos dentro del sistema estuarino del río Jamapa, Veracruz, debido a que modifica los mecanismos asociados al transporte y retención de los organismos.

OBJETIVOS

General

Analizar la estructura de la comunidad de crustáceos decápodos en estadios larvales y postlarvales y la relación de la abundancia con los factores ambientales en el estuario del río Jamapa, Veracruz.

Particulares

Determinación taxonómica de los organismos al nivel más bajo posible.

Elaboración del listado de larvas y postlarvas de crustáceos decápodos presentes en el estuario del río Jamapa, Veracruz.

Determinación de las variaciones en escala temporal de los parámetros fisicoquímicos.

Analizar la relación de los parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) con la abundancia de los organismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

Para abarcar las tres temporadas climáticas del golfo de México (lluvias, nortes y secas) se realizaron cinco muestreos bimestrales nocturnos de seis horas de duración, entre septiembre de 2018 y mayo de 2019. El mes septiembre correspondió a lluvias, mientras que los meses de noviembre y enero a nortes. Para abarcar la temporada correspondiente a secas se realizaron los muestreos de marzo y mayo de 2019.

La recolecta de los organismos se realizó en una estación perteneciente al Instituto Tecnológico de Boca del Río (Figura 1), próxima a la desembocadura del río Jamapa, para este proceso se utilizó una trampa de luz blanca, la cual consiste en una caja plástica con dimensiones de 40 cm de largo, 25 cm de ancho y 30 cm de altura, en su interior se colocó un recipiente plástico sellado que contenía una lámpara de luz blanca. Cada lado de la trampa tiene una perforación de 2.5 cm de diámetro. La parte inferior cuenta un receptor de la muestra, el cual tiene colocada una malla con apertura de 375 μm . Dentro de la caja se colocó “rafia” que permite a los organismos sujetarse y protegerse, además de 250 gramos de camarón café (*Penaeus aztecus*) como carnada. Asimismo, la caja se introdujo en una estructura metálica con 2 kg de peso aproximado para que poder sumergirse.

La recolecta de organismos inicio con la colocación de la trampa a las 18:00 horas. A partir de las 20:00 horas se obtuvo una muestra periódica cada dos horas hasta las 2:00 horas del día siguiente (20:00, 22:00, 0:00, 02:00). Los días de muestreo (25 de septiembre y 23 de noviembre de 2018, 20 de enero, 20 de marzo y 20 de mayo de 2019.) fueron definidos de

acuerdo con la fase de luna llena, donde se lleva a cabo un incremento en el flujo mareal beneficiando la retención de crustáceos decápodos.

Los contenidos de todas las muestras se colocaron en frascos de plástico de 250 ml de capacidad, posteriormente, fueron fijados con alcohol etílico al 70% y se etiquetaron con el lugar, fecha, hora y arte de muestreo.

Los parámetros hidrológicos superficiales de temperatura (°C), salinidad (UPS), oxígeno disuelto (mgL^{-1}) y pH se midieron *in situ* con un multiparamétrico modelo HANNA, HI9828 durante cada hora de recolecta.

Trabajo de laboratorio

El material biológico se transportó hacia el laboratorio de crustáceos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, donde se separó y reviso hasta el nivel taxonómico más bajo posible utilizando un microscopio estereoscopio MOTIC SM2-168, un microscopio óptico LEICA DME y una cámara digital OMAX A35140U, siguiendo los criterios de Cházaro-Olvera (1996), Bullard (2003), Medellín-Mora et al. (2009), Koettker et al. (2012), Cházaro-Olvera et al. (2014) y Martin (2014).

Análisis estadístico

Se comprobó la normalidad de los datos correspondientes a los factores ambientales mediante la prueba Shapiro-Wilk. Para conocer si existen diferencias entre las medias de los parámetros hidrológicos con base en las horas de recolecta y los meses de muestreo se realizó un análisis de varianza de dos factores (ANOVA) con una muestra por grupo, posteriormente

se realizó una prueba de Tukey para detallar las relaciones pareadas entre los conjuntos de datos que mostraron diferencias significativas (Sokal y Rohlf, 2012).

Para analizar la riqueza de especies en la comunidad de larvas y postalarvas de crustáceos decápodos se obtuvo el índice de diversidad de Margalef (D_{mg}) (Magurran, 1988).

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

dónde:

S = número total de especies.

N = número total de organismos.

Se obtuvo la diversidad de Shannon-Wiener (H'), la cual mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

donde:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i = Número de organismos de la especie i .

N = Número total de organismos.

Los índices de diversidad de Shannon-Wiener por mes de muestreo se compararon estadísticamente mediante una prueba de t de Hutchenson (Magurran, 1988).

$$t = \frac{H'1 - H'2}{(VarH'1 + VarH'2)^{1/2}}$$

$$gl = \frac{(VarH'1 + VarH'2)^2}{\frac{(VarH'1)^2}{N1} + \frac{(VarH'2)^2}{N2}}$$

$$VarH' = \frac{\sum pi (ln pi)^2 - (\sum pi ln pi)^2}{N} - \frac{S - 1}{2N^2}$$

donde:

H' i: índice de Shannon del área i.

Var H' i: varianza del índice de Shannon del área i

Ni: número total de individuos en i-ésima área.

S: total de especies del área i, pi: proporción de la especie i en el área i.

N: número total de individuos.

Se midió la equidad de Pielou (J') que determina la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

$$H'_{max} = \ln (S)$$

S = Número total de especies.

Los valores de los índices de mencionados fueron estandarizados a bits/ind.

Adicionalmente se obtuvo el método de asociación no paramétrica de Olmstead-Tukey el cual determina la categoría de cada especie dentro de la comunidad (ocasional, dominante, rara o común). Se obtiene a partir de la relación entre las frecuencias relativas de las especies y el logaritmo de la abundancia total por especie (Olmstead y Tukey, 1947; Sokal y Rohlf, 2012).

Para conocer el grado de relación y agrupamiento entre las abundancias de las especies y los parámetros hidrológicos se utilizó el análisis de correlación canónica (CCA) (Smith et al., 2007).

Los análisis estadísticos mencionados se realizaron con los programas SIGMA STAT versión 3.5., PAST 3, EXCEL y XLSTAT 2009.

RESULTADOS

Factores Ambientales

Los valores promedios de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH fueron de $27.17 \pm 3.68^{\circ}\text{C}$, 10.33 ± 7.61 UPS, 5.93 ± 2.53 mgL^{-1} y 8.90 ± 0.82 respectivamente. Los datos siguieron una distribución normal y mostraron diferencias significativas entre los meses de recolecta ($p < 0.05$), solo los valores de temperatura y oxígeno disuelto presentan diferencias significativas entre las horas de recolecta ($p < 0.05$).

Tabla 1. Factores ambientales hidrológicos obtenidos en la estación de muestreo ITBOCA entre los meses de septiembre de 2018 y mayo de 2019. Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (UPS), oxígeno disuelto (mgL^{-1}) y pH.

| Mes | Hora | $^{\circ}\text{C}$ | UPS | mgL^{-1} | pH |
|------------|-------|--------------------|-------|-------------------|-------|
| Septiembre | 20:00 | 28.57 | 1.14 | 5.3 | 8.46 |
| | 22:00 | 28.48 | 0.74 | 5.2 | 8.4 |
| | 00:00 | 28.4 | 0.46 | 4.79 | 8.11 |
| | 02:00 | 28.36 | 0.56 | 4.57 | 8.26 |
| Noviembre | 20:00 | 25.97 | 2.47 | 5.11 | 8.6 |
| | 22:00 | 25.62 | 3.46 | 4.6 | 8.91 |
| | 00:00 | 25.66 | 3.54 | 5.06 | 8.46 |
| | 02:00 | 25.56 | 3.04 | 4.62 | 8.66 |
| Enero | 20:00 | 23.5 | 16.1 | 9.73 | 9.58 |
| | 22:00 | 22.95 | 12.05 | 8.31 | 11.22 |
| | 00:00 | 23.31 | 14.92 | 8.08 | 10.72 |
| | 02:00 | 22.17 | 9.48 | 8.19 | 9.75 |
| Marzo | 20:00 | 25.2 | 18.02 | 10.32 | 8.9 |
| | 22:00 | 24.97 | 13.55 | 10.9 | 8.9 |
| | 00:00 | 26.06 | 19.61 | 6.45 | 8.74 |

| | | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|------|
| | 02:00 | 25.04 | 18.34 | 7.2 | 8.8 |
| Mayo | 20:00 | 33.78 | 22 | 12.08 | 8.78 |
| | 22:00 | 33.4 | 19.7 | 11.6 | 8.59 |
| | 00:00 | 33.4 | 14.24 | 9.12 | 8.06 |
| | 02:00 | 33.12 | 13.24 | 8.16 | 8.18 |

Tabla 2. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk y valores de p en la prueba ANOVA de dos factores entre los meses y las horas de recolecta.

| Factor ambiental | °C | UPS | mg/L | Ph |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| Shapiro-Wilk | 0.178 | 0.651 | 0.345 | 0.219 |
| p Mes | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| p Hora | 0.047 | 0.342 | 0.025 | 0.268 |

Tabla 3. Valores de p en la prueba de Tukey entre los meses de recolecta.

| °C | Septiembre | Noviembre | Enero | Marzo | Mayo |
|------------|------------|-----------|--------|--------|------|
| Septiembre | 1 | | | | |
| Noviembre | <0.001 | 1 | | | |
| Enero | <0.001 | <0.001 | 1 | | |
| Marzo | <0.001 | 0.431 | <0.001 | 1 | |
| Mayo | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 1 |

| UPS | Septiembre | Noviembre | Enero | Marzo | Mayo |
|------------|------------|-----------|-------|-------|------|
| Septiembre | 1 | | | | |
| Noviembre | 0.679 | 1 | | | |
| Enero | <0.001 | 0.001 | 1 | | |
| Marzo | <0.001 | <0.001 | 0.195 | 1 | |
| Mayo | <0.001 | <0.001 | 0.209 | 1 | 1 |

| mgL ⁻¹ | Septiembre | Noviembre | Enero | Marzo | Mayo |
|-------------------|------------|-----------|-------|-------|------|
| Septiembre | 1 | | | | |
| Noviembre | 0.224 | 1 | | | |
| Enero | 0.003 | 0.002 | 1 | | |
| Marzo | 0.002 | 0.002 | 1 | 1 | |
| Mayo | <0.001 | <0.001 | 0.23 | 0.301 | 1 |

| pH | Septiembre | Noviembre | Enero | Marzo | Mayo |
|------------|------------|-----------|--------|-------|------|
| Septiembre | 1 | | | | |
| Noviembre | 0.696 | 1 | | | |
| Enero | <0.001 | <0.001 | 1 | | |
| Marzo | 0.34 | 0.962 | 0.001 | 1 | |
| Mayo | 0.996 | 0.873 | <0.001 | 0.52 | 1 |

Tabla 4. Valores de significancia (*p*) en la prueba de Tukey de los factores ambientales que presentaron diferencias entre las horas de recolecta.

| °C | 20:00 | 22:00 | 00:00 | 02:00 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 20:00 | 1 | | | |
| 22:00 | 0.391 | 1 | | |
| 00:00 | 0.997 | 0.494 | 1 | |
| 02:00 | 0.061 | 0.636 | 0.085 | 1 |

| mgL ⁻¹ | 20:00 | 22:00 | 00:00 | 02:00 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| 20:00 | 1 | | | |
| 22:00 | 0.936 | 1 | | |
| 00:00 | 0.076 | 0.196 | 1 | |
| 02:00 | 0.052 | 0.137 | 0.996 | 1 |

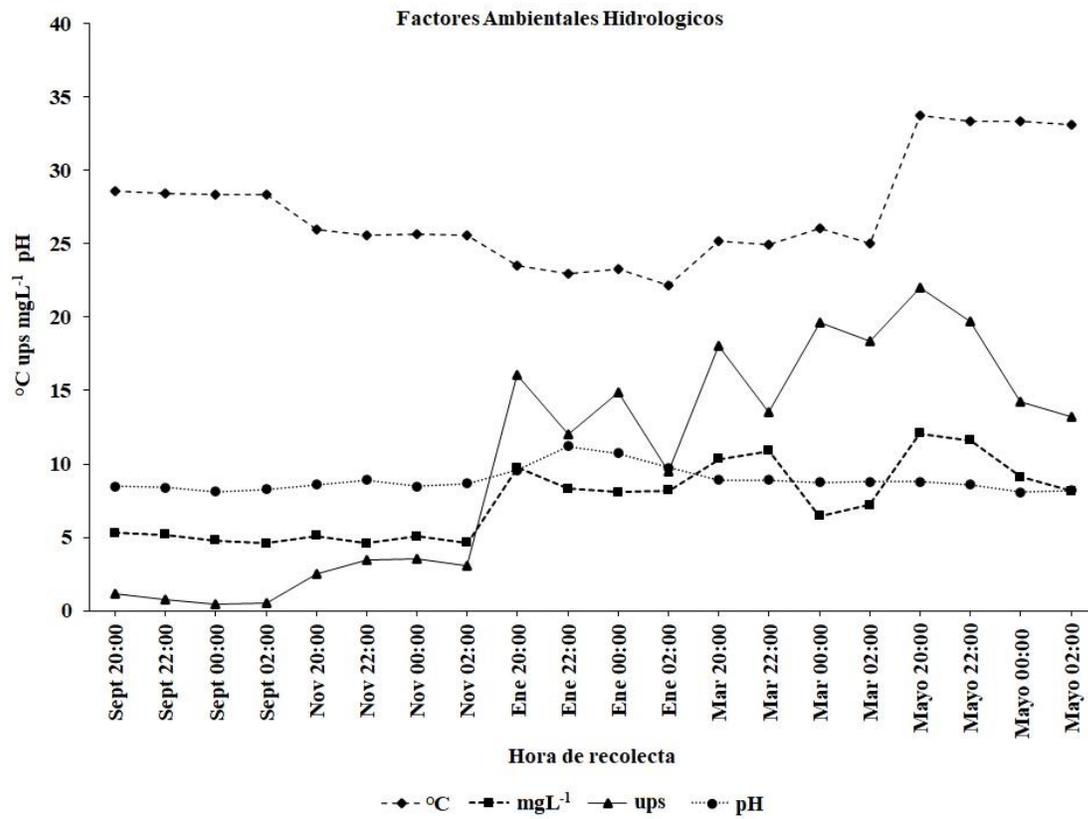


Figura 2. Valores de Temperatura °C, salinidad UPS, oxígeno disuelto mgL⁻¹ y pH entre septiembre de 2018 y mayo de 2019.

Taxonomía

Se recolectaron 4936 organismos pertenecientes a 12 especies, distribuidos en diez géneros y nueve familias. La lista taxonómica está basada en la clasificación de Ahyong et al. (2011), los nombres y autoridades taxonómicas fueron verificados en World Register of Marine Species (WoRMS). *Hexapanopeus angustifrons* se presentó en el estadio de zoea, en el caso de *Armases* sp. y *Macrobrachium acanthurus* se determinaron dos estadios por especie: zoea y megalopa; mysis y juvenil respectivamente, en el resto de las especies los estadios corresponden a la postlarva en sus diferentes variantes según el taxón. Los criterios morfológicos en los que se basaron las identificaciones taxonómicas y de estadios de los organismos son presentados en el anexo 1 suigiendo un formato de guía, con el fin de mostrar información detallada de las especies. El anexo 2 corresponde al registro fotográfico de las especies.

Lista taxonómica de larvas y postlarvas de crustáceos decápodos en la estación ITBOCA.

Orden Decapoda Latreille, 1802

Suborden Dendrobranchiata Bate, 1888

Superfamilia Penaeoidea Rafinesque, 1815

Familia Penaeidae Rafinesque, 1815

Género: *Penaeus*, Fabricius, 1798

Especie: *Penaeus aztecus* Ives, 1891

Superfamilia Sergestoidea Dana, 1852

Familia Luciferidae de Haan, 1849

Género *Belzebub* Vereshchaka, Olesen & Lunina, 2016

Especie: *Belzebub faxoni* (Borradaile, 1915)

Suborden Pleocyemata Burkenroad, 1963

Infraorden Caridea Dana, 1852

Superfamilia Atyoidea de Haan, 1849

Familia Atyidae de Haan, 1849

Género: *Potimirim*, Holthuis, 1954

Especie: *Potimirim mexicana* de Saussure, 1857

Superfamilia Palaemonoidea Rafinesque, 1815

Familia Palaemonidae Rafinesque, 1815

Género *Macrobrachium* Spence Bate, 1868

Especie: *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836)

Macrobrachium olfersii (Wiegmann, 1836)

Superfamilia Alpheoidea Rafinesque, 1815

Familia Alpheidae Rafinesque, 1815

Género: *Alpheus* Fabricius, 1798

Especie: *Alpheus* sp.

Infraorden Brachyura Latreille, 1802

Superfamilia Portunoidea Rafinesque, 1815

Familia Portunidae Rafinesque, 1815

Género *Callinectes* Stimpson, 1860

Especie: *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896

Superfamilia Xanthoidea MacLeay, 1838

Familia Panopeidae Ortmann, 1893

Género: *Panopeus* H. Milne Edwards, 1834

Especie: *Panopeus herbstii* H. Milne Edwards, 1834

Género: *Hexapanopeus* Rathbun, 1898

Especie: *Hexapanopeus angustifrons* (Benedict & Rathbun, 1891)

Superfamilia Grapsoidea MacLeay, 1838

Familia Grapsidae MacLeay, 1838

Género: *Pachygrapsus* Randall, 1840

Especie: *Pachygrapsus gracilis* (Saussure, 1857)

Familia Sesarmidae Dana, 1851

Género: *Armases* Abele, 1992

Especie: *Armases ricordi* (H. Milne Edwards, 1853)

Armases sp.

Abundancia, diversidad y estructura

Las familias más abundantes son Sesarmidae con un 65,72% del total de organismos, seguido de Atyidae 14,97%, Palaemonidae 10,14% y Penaeidae 6,58% (Figura 3). El mes de noviembre presenta la mayor abundancia con 1483 organismos, mientras que el mes de marzo fue el de menor abundancia con 404 organismos. Las horas con mayor abundancia se presentan entre las 20:00 y las 22:00 horas (Figura 4).

Tabla 5. Especies, abundancia relativa (%) y formas de vida de las larvas y postlarvas de crustáceos decápodos presentes en la estación ITBOCA del estuario del río Jamapa entre septiembre de 2018 y mayo de 2019 (estadios basados en los criterios de Martin et al., 2014).

| Especie | % | Estadio | Forma de vida |
|----------------------------------|-------|------------------|----------------------------------|
| <i>Penaeus aztecus</i> | 6.58 | Decapodito | Demersal o bentónico |
| <i>Belzebub faxoni</i> | 0.02 | Decapodito | Planctónico |
| <i>Potimirim mexicana</i> | 14.97 | Decapodito | Demersal o bentónico |
| <i>Macrobrachium acanthurus</i> | 1.82 | Mysis/Decapodito | Planctónico/Demersal o bentónico |
| <i>Macrobrachium olfersii</i> | 8.32 | Decapodito | Demersal o bentónico |
| <i>Alpheus</i> sp. | 1.17 | Decapodito | Demersal o bentónico |
| <i>Callinectes sapidus</i> | 0.68 | Megalopa | Demersal o bentónico |
| <i>Panopeus herbstii</i> | 0.22 | Megalopa | Demersal o bentónico |
| <i>Hexapanopeus angustifrons</i> | 0.04 | Zoea | Planctónico |
| <i>Pachygrapsus gracilis</i> | 0.42 | Megalopa | Demersal o bentónico |
| <i>Armases ricordi</i> | 0.12 | Megalopa | Demersal o bentónico |
| <i>Armases</i> sp. | 65.59 | Zoea/Megalopa | Planctónico/Demersal o bentónico |

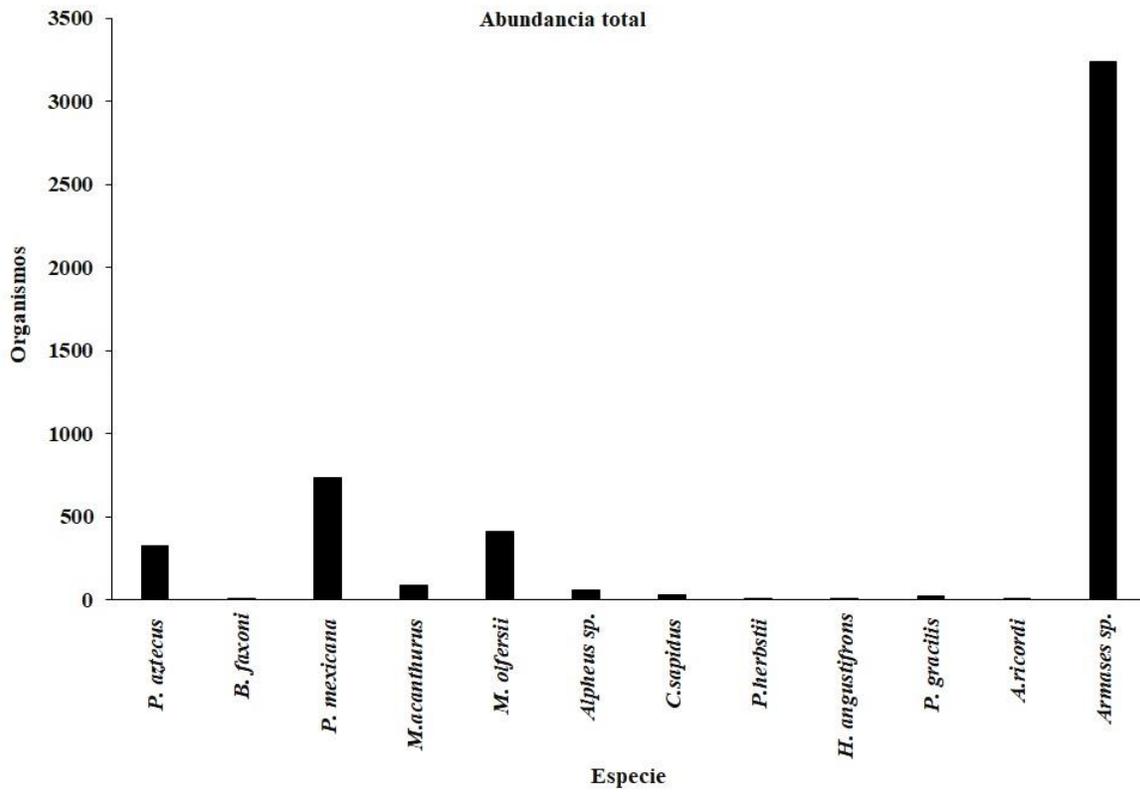


Figura 3. Abundancia total por especie en el estuario del río Jamapa, Veracruz durante los meses de septiembre de 2018 y mayo de 2019.

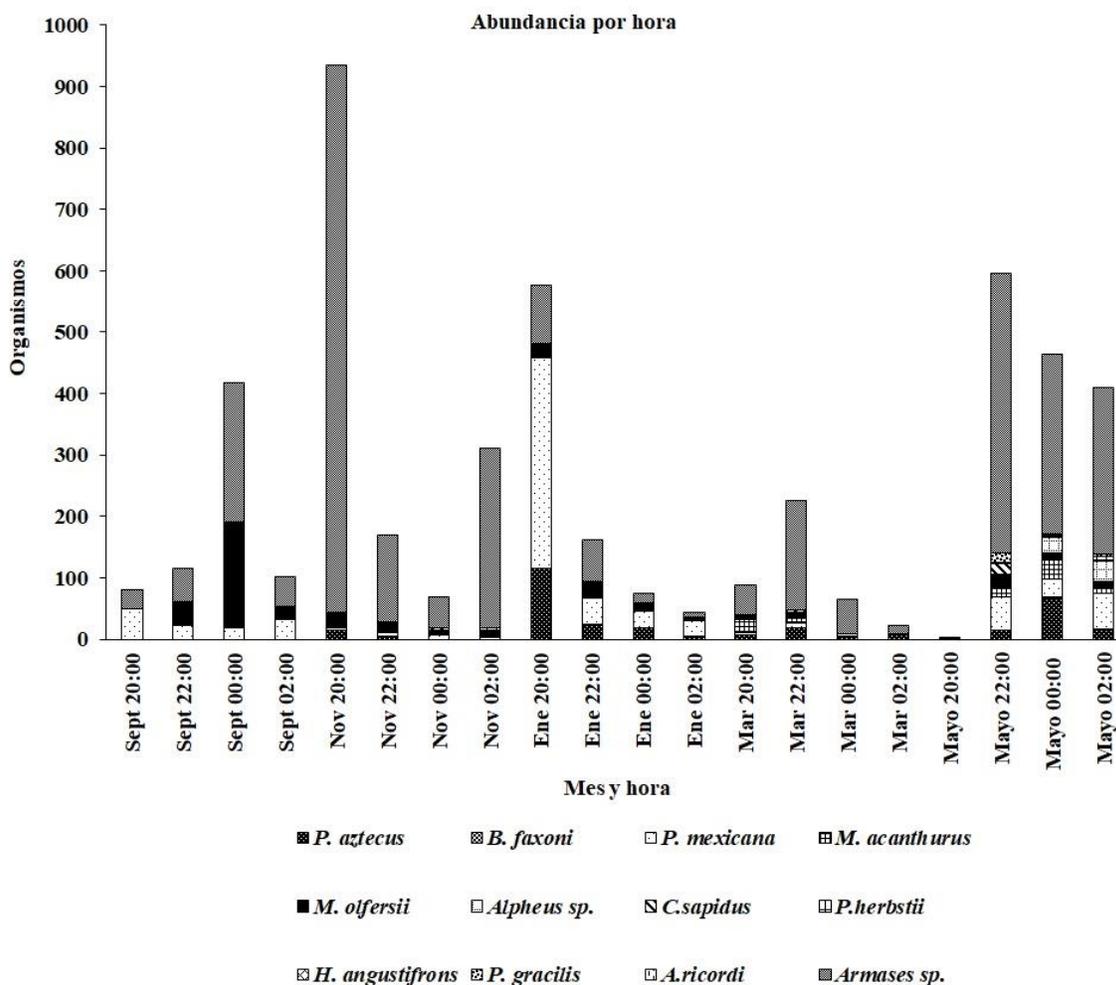


Figura 4. Abundancia por hora entre los meses de septiembre de 2018 y mayo de 2019.

Los valores de diversidad de Margalef, Shannon y equitatividad por mes de recolecta son presentados en la tabla 4. Los valores de p en la prueba t de Hutchinson demuestran que existen diferencias significativas entre los meses de recolecta, únicamente no existen diferencias entre los meses de septiembre y marzo ($p 0,306 > 0,05$).

Tabla 6. Valores de diversidad de Margalef (Dmg), Shannon (H') y equitatividad (J') estandarizados a bits/ind. de los diferentes meses de recolecta.

| Mes | Especies presentes | Abundancia | Dmg | H' | J' |
|------------|--------------------|------------|-------|-------|-------|
| Septiembre | 6 | 718 | 1,096 | 1,511 | 0,843 |
| Noviembre | 7 | 1483 | 1,185 | 0,528 | 0,271 |
| Enero | 6 | 859 | 1,067 | 1,741 | 0,971 |
| Marzo | 6 | 404 | 1,201 | 1,403 | 0,783 |
| Mayo | 11 | 1472 | 1,977 | 1,706 | 0,711 |

Tabla 7. Valores de p en la prueba t de Hutchinson entre los meses de recolecta.

| | Septiembre | Noviembre | Enero | Marzo | Mayo |
|------------|------------|-----------|--------|--------|------|
| Septiembre | 1 | | | | |
| Noviembre | <0,001 | 1 | | | |
| Enero | <0,001 | <0,001 | 1 | | |
| Marzo | 0,206 | <0,001 | <0,001 | 1 | |
| Mayo | <0,001 | <0,001 | <0,001 | 0,0013 | 1 |

El método de asociación no paramétrica Olmstead-Tukey agrupo a *P. aztecus*, *P. mexicana*, *Armases* sp., *M. acanthurus* y *M. olfersii* como especies dominantes, a *B. faxoni*, *P. gracilis*, *P. herbstii*, *H. angustifrons* y *A. ricordi* como raras, *Alpheus* sp. como ocasional y *C. sapidus* común (Figura 5). El análisis de correlación canónica indica que del total de las abundancias 51,81 %, son consecuencia de la variación en el factor temperatura, seguido por la salinidad con un 34,89 %, el oxígeno disuelto con un 11,27 % y el pH con 2,01 %. La temperatura y salinidad tienen valores en la prueba Wilks-Lambda de 0,162 y 0,468 respectivamente. A partir de esa afinidad a la temperatura y salinidad se han establecido tres conjuntos de especies el primero constituido por *Armases* sp., *P. mexicana*, *M. olfersii*, y *P. aztecus*, un segundo grupo *Alpheus* sp., *P. herbstii*, *A. ricordi*, *H. angustifrons*, *B. faxioni*. y el último *C.*

sapidus, *M. acanthurus*, *P. gracilis* (Figura 6) lo cual guarda relación con el agrupamiento no paramétrico Olmstead Tukey.

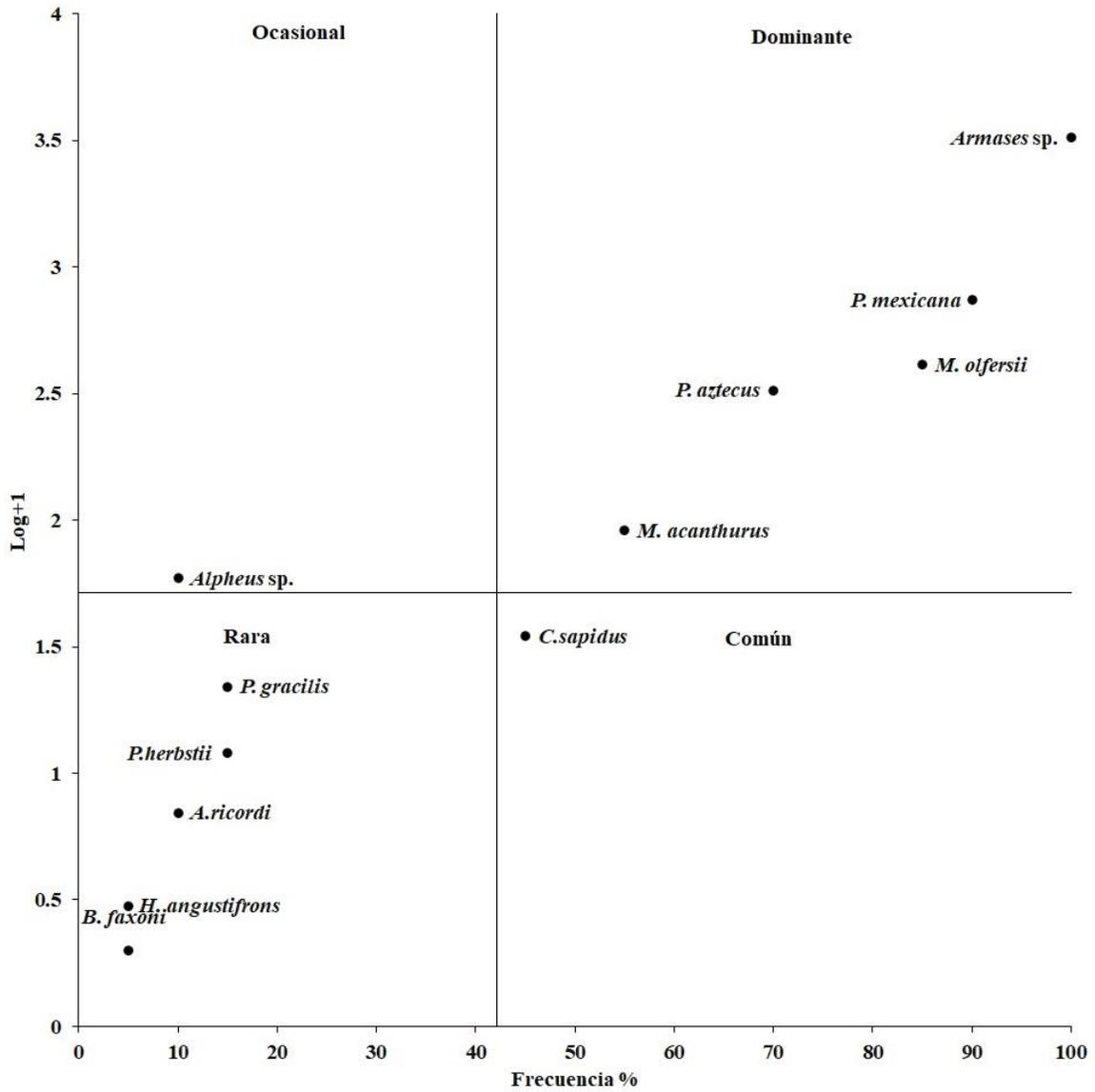


Figura 5. Método de asociación no paramétrica de Olmstead-Tukey el cual categoriza a las especies presentes en el estuario del río Jamapa, Veracruz.

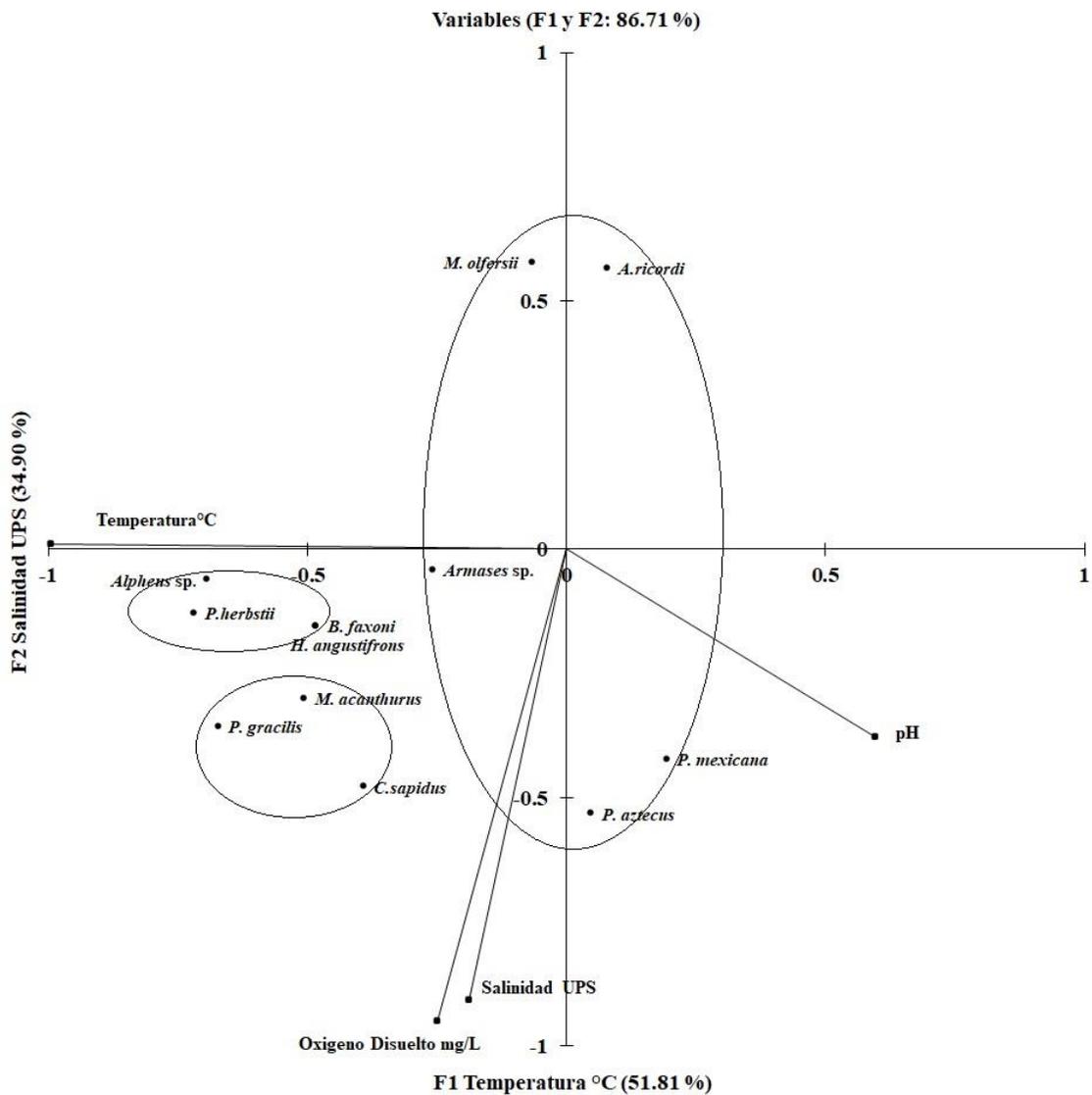


Figura 6. Análisis de Correlación Canónica entre las abundancias de las especies y los factores ambientales hidrológicos: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH.

DISCUSIÓN

La dinámica en los estuarios del golfo de México está determinada por los procesos meteorológicos que varían con el cambio en las temporadas climáticas, el presente estudio demostró esas diferencias significativas en los valores de los parámetros ambientales y solo los valores de temperatura y oxígeno disuelto presentaron diferencias en los ciclos continuos de recolecta, lo anterior concuerda con el análisis realizado por Cházaro-Olvera en 2019 en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) perteneciente al golfo de México donde mostro que existen diferencias significativas en los valores de temperatura ($p<0.001$) salinidad ($p<0.001$) y oxígeno disuelto ($p<0.001$).

El estuario del rio Jamapa está dividido en dos secciones por la presencia de un canal de navegación ubicado en la parte sur, sección caracterizada por ser la sección más dinámica del sistema estuarino, al presentar constante intercambio de agua salobre con el océano, contrario a la parte norte el cual permanece estático en el intercambio de agua oceánica hasta por periodos de 24 horas, además de recibir un constante aporte fluvial del arroyo Moreno el cual en su cauce recibe descargas urbanas, por lo que esta parte del estuario tiende a ser la más contaminada, Salas-Monreal et al., 2020 presentaron la variabilidad de los factores ambientales en la parte norte del estuario, en un periodo que abarco de septiembre de 2017 a noviembre de 2018; reportaron valores máximos de 5 mgL^{-1} en oxígeno disuelto para la temporada de nortes y valores por debajo de esa cantidad para el resto de las temporadas llegando a condiciones de hipoxia (valores por debajo de los 2 mgL^{-1}) en los meses de mayo a noviembre. Los máximos de temperatura y salinidad se presentaron en la temporada de secas con valores de 34°C y 14 UPS respectivamente, contrario a lo reportado en el trabajo

antes mencionado en ningún momento del estudio encontramos valores por debajo de los 5 mgL⁻¹ (3,49 mgL⁻¹), el mes con la mayor cantidad de oxígeno disuelto correspondió al mes de mayo (secas) presentando un valor promedio de 10,24 mgL⁻¹. Los máximos de temperatura y salinidad correspondieron al mes de mayo 33.78°C y 22°C respectivamente. Lo anterior apoya lo mencionado inicialmente respecto a la diferenciación del estuario en dos secciones, si bien a lo largo del gradiente temporal se presentan diferencias en los valores de los factores ambientales, en ningún momento llegan a condiciones de hipoxia, debido a un sistema de amortiguamiento químico constante reflejado en los altos valores de pH.

El estudio del zooplancton incluye una revisión de los registros previos en el área con el fin de asociarlos al análisis morfológico. En años recientes se han realizado estudios en las costas del golfo de México que incluyen los géneros y especies aquí documentadas. Para las costas del estado de Veracruz y las aguas del (PNSAV) existen los registros de presencia en estadio adulto por parte de Álvarez et al. (2011), Hermoso-Salazar y Arvizu-Coyotzi (2015), Rodríguez-Varela et al. (2019). Díaz-Martínez en 2015 reportó valores de diversidad en el estuario de la Laguna Mecoacán, Tabasco, con un máximo en $H' = 1.995$ bits/ind para la temporada de lluvias y un mínimo en secas con $H' = 1.549$ bits/ind, de igual forma para los valores de J' el máximo se presentó en lluvias 0,704 bits y el mínimo en secas con 0.572 bits; los valores máximos de diversidad en el presente estudio corresponden a la época de nortes (enero) con valores de $H' 1.741$ bits/ind y $J' 0.971$ bits/ind y los de menor a la temporada de nortes (noviembre) $H' 0.528$ bits/ind y $J' 0.271$ bits/ind., si bien el presente estudio se enfocó en etapas menos desarrolladas del ciclo de vida, hemos mencionado que los estuarios como sitios de crianza en las primeras etapas del ciclo de vida para la posterior dispersión de los

organismos a las aguas del golfo de México. La excepción a lo anterior recae en *B. faxioni*, ya que el ciclo de vida de esta especie es exclusivamente planctónico, su distribución ha sido registrada en el PNSAV al suroeste del Golfo de México entre 2011 y 2013 (Cházaro-Olvera et al., 2017).

Respecto a organismos en estadios similares, Cházaro-Olvera et al. (2013) reportaron la presencia de 14 familias en estadio de zoea (Brachyura) en cinco estuarios de las costas de Veracruz a lo largo de un gradiente temporal que abarcó de 1995 a 2012, cuatro familias reportadas en el presente estudio (Portunidae, Panopeidae, Grapsidae y Sesarmidae) tuvieron registró en el estudio mencionado.

Como hemos mencionado el estudio del zooplancton relaciona la determinación morfológica con los registros previos de las especies, por lo que destacaremos el género *Armases* del cual se determinó de forma morfológica en estadios zoea y megalopa la especie *A. rubripes*, sin embargo, los registros previos no reportan la especie para las aguas del golfo de México, la especie ha presentado como límites geográficos las aguas de Centroamérica, por lo que se requiere información de la presencia en estadios mas desarrollados para poder confirmar su distribución en el golfo de México.

A diferencia de estudios previos donde las capturas se han realizado mediante arrastres de red cónica en el presente estudio se utilizó una trampa de luz para la captura de los organismos, lo que nos permite asumir la primera condición fisiológica común entre las especies del presente estudio: el fototropismo en periodos nocturnos, el cual permite a los organismos permanecer en la superficie acuática, para ser dispersados a grandes distancias,

por medio de corrientes superficiales, mareas y procesos meteorológicos que en cierta medida definen la abundancia y composición de las especies.

Al existir variaciones ambientales entre temporadas, consecuentemente existirá una diferencia en la conformación de las especies a lo largo del gradiente temporal. en el presente estudio se demostró dicha variación a partir de la prueba t de Hutchinson ($p < 0.05$). La respuesta de los organismos a las variaciones ambientales temporales se define en términos de abundancia, si bien las especies están en una constante adaptación fisiológica, morfológica y de comportamiento, presentan límites de tolerancia, estos determinan el nicho fundamental de cada especie, dentro de ese gradiente temporal existirán especies que sobrepongan sus nichos y estructuren la comunidad, si bien los dos métodos de agrupamiento utilizados constituyen cuatro y tres agrupamientos, de forma general se dividen en dos conjuntos, un grupo de especies dominantes (*Armases* sp., *P. mexicana*, *M. olfersii*, *M. acanthurus* y *P. aztecus*). El caso de *P. aztecus* se asocia a que posee un periodo de reproducción durante todo año con dos periodos de reproducción masiva, en el primer mes de primavera (marzo) y el principio del otoño (septiembre), sin embargo, este último presenta una menor tasa de supervivencia (Solana-Sansores et al., 2003; Ocaña-Luna et al., 2008) pudiendo ser la causa de una ausencia de esta especie para el mes de septiembre. Las especies *P. mexicana*, *M. acanthurus* y *M. olfersii* se distribuyen en zonas costeras con vegetación sumergida donde existe influencia de los ríos, lo cual propicia una condición de agua salobre (Montalvo-Urgel et al., 2010), condiciones que cumple la estación de muestreo del presente estudio. EL ACC aplicado demostró que la temperatura y la salinidad son los parámetros ambientales que determinan la mayor parte de las abundancias, lo anterior es apoyado por lo realizado por

Cházaro-Olvera en 2007 y 2009, para las especies *C. sapidus* y *P. aztecus* respectivamente, donde se reportó una relación entre la salinidad y la temperatura para dichas especies en sistemas estuarinos del golfo de México con valores promedio de salinidad de 7,06 y 14,86 UPS para *P. gracilis* y 23.54 UPS en el caso de *P. aztecus*, el valor promedio de temperatura para *P. gracilis* 27.49 y 28.13 para *P. aztecus*. Luppi *et al*; 2003 reporto rangos de tolerancia respecto a la salinidad por parte de *A. rubripes* entre los 10 y los 30 UPS, además de un gradiente de temperatura entre 16 y 20° C. Los valores promedios de temperatura y salinidad en el presente estudio fueron de 27.17 ± 3.68 °C y 10.33 ± 7.61 UPS. Queda demostrado que las especies mencionadas poseen rangos de tolerancia bastante amplios consecuencia de su alto grado de adaptación a la dinámica estuarina.

Callinectes sapidus presenta una constante aparición, pero en un bajo número de organismos, el método de asociación Olmstead-Tukey lo confirma (común); Cházaro-Olvera en 2007 reporto la presencia de esta especie en valores promedio de salinidad de 23.54 UPS y en temperatura de 28.23 °C, cuando su rangos de tolerancia se ve afectado se comporta como osmoregulador sin embargo, lo anterior no se vio reflejado, aun cuando se llevó a cabo un incremento de la salinidad en la escala temporal, lo cual ha demostrado que induce un aumento en su abundancia sobre la columna de agua. La ausencia de organismos puede estar asociada a su capacidad de controlar la migración vertical en la columna de agua, con el fin de evitar las zonas de mayor iluminación durante los periodos de luna llena con el fin de evitar la depredación (Forward y Rittshof; 1994; Olmi, 1994). Otro aspecto para considerar es el ciclo reproductivo, el cual tiene un pico de abundancias entre los meses de agosto y

octubre, debido a que el desove se lleva a cabo en el verano (Shanks; 1998; Chazaro-Olvera et al., 2007).

Por otro lado, existen especies que se presentaron de forma ocasional (*Alpheus* sp.) y rara (*P. gracilis*, *P. herbstii*, *A. ricordi*, *H. angustifrons*, *B. faxioni*), si bien las especies han sido reportadas en sistemas estuarinos del golfo de México, en el presente estudio las abundancias de estas especies son determinadas en mayor medida por un incremento en los niveles de salinidad durante el mes de mayo, esto apoya la teoría del nicho fundamental la cual indica que existen especies en los límites del gradiente temporal debido a un menor grado de adaptación a las condiciones cambiantes.

El ensamble biológico del estuario del río Jamapa está determinado en su mayoría por las variaciones en temperatura y salinidad, lo cual agrupa a las especies en dos conjuntos, uno localizado en los extremos, siendo especies que solo se registraron cuando las condiciones son favorables y un grupo dominante a lo largo de todo el gradiente temporal lo que permite asumir que estas especies tienen mayores rangos de tolerancia a las variables mencionadas y con ello pueden establecerse de forma continua en el sitio para finalmente completar el ciclo de vida; dentro de estas especies destacan la presencia constante de *P. aztecus* y *C. sapidus* lo que permite deducir que existe una reproducción continua de estas especies en el área y al ser de importancia comercial el presente estudio aporta información que puede ser integrada a los planes de manejo integral de estas pesquerías.

CONCLUSIONES

Se determinaron 12 especies, *Hexapanopeus angustifrons* se presentó en el estadio de zoea, en el caso de *Armases* sp. y *Macrobrachium acanthurus* se determinaron dos estadios por especie: zoea y megalopa; mysis y juvenil respectivamente, en el resto de las especies los estadios corresponden a la postlarva en sus diferentes variantes según el taxón. Las abundancias están determinadas en su mayoría por las variaciones temporales de la temperatura y la salinidad, agrupando a las especies en dos conjuntos principales, uno con presencia a lo largo todo el gradiente temporal (*Armases* sp., *C. sapidus*, *P. mexicana*, *M. olfersii*, *M. acanthurus* y *P. aztecus*) mostrando un mayor grado de adaptación al ecosistema estuarino y un segundo grupo con presencia únicamente cuando las condiciones son favorables. (*Alpheus* sp.) y rara (*P. gracilis*, *P. herbstii*, *A. ricordi*, *H. angustifrons*, *B. faxioni*). Las especies *P. aztecus* y *C. sapidus* se registraron a lo largo de todo el estudio lo cual demuestra una reproducción constante en esta zona de interés pesquero.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, F., J. L. VILLALOBOS y S. CHÁZARO-OLVERA. (2011). Camarones y cangrejos dulceacuícolas y marinos (Crustácea: Decápoda). En: La biodiversidad en Veracruz, estudio de estado, A. Cruz-Angón (ed.). CONABIO, México, D. F. p. 287-294.
- ARREOLA-LIZÁRRAGA, J. A., HERNÁNDEZ-MORENO, L. G., HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ, S., FLORES-VERDUGO, F. J., LECHUGA-DEVEZÉ, C., y ORTEGA-RUBIO, A. (2003). Ecology of *Callinectes arcuatus* and *C. bellicosus* (Decápoda: Portunidae) in a coastal lagoon of Northwest México. *Crustaceana*, 76(6): 651-664.
- AHYONG, S. T., LOWRY, J. K., ALONSO, M., BAMBER, R. N., BOXSHALL, G. A., CASTRO, P., ... y SVAVARSSON, J. (2011). Subphylum Crustacea Brünnich, 1772. In: Zhang, Z.Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148(1): 165-191.
- BULLARD, S. G. (2003). 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, USA (Vol. 1). Brill.
- CERVellini, P. M. (2001). Variabilidad en la abundancia y retención de larvas de crustáceos decápodos en el estuario de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Investigaciones marinas*, 29(2), 25-33.

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 laguna Camaronera, Alvarado, Ver. (Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM), 118 p.

CHÁZARO-OLVERA, S., VÁZQUEZ-LÓPEZ, H., ROCHA-RAMÍREZ, A., RAMÍREZ-ROJAS, A., y CHÁVEZ-LÓPEZ, R. (2007). Recruitment of *Callinectes sapidus*: Rathbun 1896 megalopae from three southwestern gulf of México lagoon-system inlets. *International Journal of Zoological Research*, 3(3), 145-156.

CHÁZARO-OLVERA, S., CORIA-OLVERA, V., y WINFIELD, I. (2009). Transport of *Farfantepenaeus aztecus* postlarvae in three lagoon-system inlets in the southwestern Gulf of Mexico. *Crustaceana*, 82(4), 425-437.

CHÁZARO-OLVERA, S., I. A. WINDFIELD, M. ORTIZ-TOUZET, M. L. JIMÉNEZ-BADILLO y M. A. LOZANO-ABURTO. (2014). Larvas zoeas de cangrejos (Crustácea, Decápoda, Brachyura) del estado de Veracruz, México. Claves de identificación. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Tlalnepantla Estado de México, México. 68 p.

CHÁZARO-OLVERA, S., MONTOYA-MENDOZA, J., ROSALES-SALDIVAR, S., VÁZQUEZ-LÓPEZ, H., y MEINERS-MANDUJANO, C. (2019). Planktonic copepod community of a reef zone in the southern Gulf of Mexico. *Journal of Natural History*, 53(19-20), 1187-1208.

- CHOUHDURY, P. (1970). Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 18(2), 113-132.
- CONTRERAS, F., y CASTAÑEDA, O. (2004). La biodiversidad de las lagunas costeras. *Ciencias*, 76, 46-56.
- COSTLOW JR, J. D., y BOOKHOUT, C. G. (1959). The larval development of *Callinectes sapidus Rathbun* reared in the laboratory. *The Biological Bulletin*, 116(3), 373-396.
- COSTLOW, J. D., y BOOKHOUT, C. G. (1966). Larval development of the crab, *Hexapanopeus angustifrons*. *Chesapeake Science*, 7(3), 148-156.
- CRISCI, J. V. y M. F. L ARMENGOL. (1983). Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington: OEA, Serie de Biología, Monografía 26: 1-132.
- CRONIN, T. W. (1986). Photoreception in marine invertebrates. *American Zoologist*, 26(2), 403-415.
- DIAZ, H., y EWALD, J. J. (1968). A comparison of the larval development of *Metasesarma rubripes* (Rathbun) and *Sesarma ricordi* H. Milne Edwards (Brachyura, Grapsidae) reared under similar laboratory conditions. *Crustaceana. Supplement*, 225-248.
- DÍAZ MARTÍNEZ, L.Y. (2015). Valor de hábitat en tres tipos de sustrato en un estuario tropical de Tabasco. (Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur), 131 p.

- DEL CARMEN RODRÍGUEZ-VARELA, A., BARRETO-SEGURA, O. A., y VÁZQUEZ-LÓPEZ, H. (2019). Diversidad de invertebrados bentónicos del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, México. *Novitates Caribaea*, (14), 128-146.
- DEVRIES, M. C., TANKERSLEY, R. A., FORWARD, R. B., KIRBY-SMITH, W. W., y LUETTICH, R. A. (1994). Abundance of estuarine crab larvae is associated with tidal hydrologic variables. *Marine Biology*, 118(3), 403-413.
- EPIFANIO, C. E. (1988). Transport of invertebrate larvae between estuaries and the continental shelf. In *Am. Fish. Soc. Symp* (Vol. 3) 104-114.
- FAUTH, J. E., BERNARDO, J., CAMARA, M., RESETARITS JR, W. J., VAN BUSKIRK, J., y MCCOLLUM, S. A. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist*, 147(2), 282-286.
- FERNANDES, L. D. D. A., BONECKER, S. L. C., y VALENTIN, J. L. (2002). Dynamic of decapod crustacean larvae on the entrance of Guanabara Bay. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45(4), 491-498.
- FORWARD JR, R. B., y RITTSCHOFF, D. (1994). Photoresponses of crab megalopae in offshore and estuarine waters: implications for transport. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 182(2), 183-192.
- FORWARD, R. B., TANKERSLEY, R. A., y WELCH, J. M. (2003). Selective tidal-stream transport of the blue crab *Callinectes sapidus*: an overview. *Bulletin of Marine Science*, 72(2), 347-365.

- FUENTES-MARILES, O. A., V. FRANCO, F. LUNA-CRUZ, L. VÉLEZ-MORALES, H. L. MORALES-RODRÍGUEZ. (2014). Caracterización fluvial e hidráulica de las inundaciones en México convenio CNA-SGT-GASIR-09/2014 organismo de cuenca X Golfo centro ciudad de Veracruz, Veracruz ríos Jamapa y Cotaxtla. Comisión Nacional del Agua e Instituto de Ingeniería, UNAM.
- KOETTKER, A. G., SUMIDA, P. Y., LOPES, R. M., y FREIRE, A. S. (2012). Illustrated key for the identification of the known zoeal stages of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from tropical and subtropical Brazil, southwestern Atlantic. *Zootaxa*, 3204(1), 1-19.
- LUCKENBACH, M. W. y R. W. ORTH. (1992). Swimming velocities and behavior of blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) megalopae in still and flowing water. *Estuaries* 15, 186-192.
- LUPPI, T. A., SPIVAK, E. D., y BAS, C. C. (2003). The effects of temperature and salinity on larval development of *Armases rubripes* Rathbun, 1897 (Brachyura, Grapsoidea, Sesarmidae), and the southern limit of its geographical distribution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58(3), 575-585.
- MAGURRAN, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- MARTIN, J. W., OLESEN, J., HØEG, J. T., & HØEG, J. (Eds.). (2014). Atlas of crustacean larvae. JHU Press, 384 p.

- McCONAUGHA, J. R. (1988). Export and reinvasion of larvae as regulators of estuarine decapod populations. *American Fisheries Society Symposium* (Vol. 3), 90-103.
- MEDELLÍN-MORA, J., CAMPOS, N. H., FRANCO-HERRERA, A., JAIMES, J. C., y INVEMAR, C. D. P. B. (2009). Taxonomía de larvas zoea de crustáceos decápodos del área nororiental del mar caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 38, 55-73.
- MONREAL, D. S., DÍAZ-HERNÁNDEZ, A., ÁKE-CASTILLO, J. A., GRANADOS-BARBA, A., y RIVERÓN-ENZÁSTIGA, M. L. (2020). Variación anual de los parámetros hidrográficos en la confluencia del río Jamapa y arroyo Moreno (México). *Intropica*, 15(1), 59–65.
- MORGAN, S. G. (1992). Predation by planktonic and benthic invertebrates on larvae of estuarine crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 163(1), 91-110.
- OCAÑA-LUNA, A., HERNÁNDEZ-BATÚN, G., y SÁNCHEZ-RAMÍREZ, M. (2008). Abundancia y distribución de juveniles de *Farfantepenaeus aztecus* (Ives 1891), *F. duorarum* (Burkenroad 1939) y *Litopenaeus setiferus* (Linnaeus 1767) en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. *Hidrobiológica*, 18(3), 199-208.
- OLMI, E. J. (1994). Vertical migration of blue crab *Callinectes sapidus* megalopae: implications for transport in estuaries. *Marine Ecology Progress Series*, 113, 39.
- OLMSTEAD, P. S., y TUKEY, J. W. (1947). A corner test for association. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(4), 495-513.

- PRITCHARD, D. W. (1967). What is an estuary? Physical point of view. *Estuaries*, 83, 3-5.
- ROGERS, B. D., SHAW, R. F., HERKE, W. H., y BLANCHET, R. H. (1993). Recruitment of postlarval and juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine waters of the northwestern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 36(4), 377-394.
- SALAZAR, A. H., y COYOTZI, K. A. (2015). Los Estomatópodos y Decápodos del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. A la memoria de Mario Lara Pérez Soto (1960-2003), 101.
- SANDIFER, P.A. (1975). The role of pelagic larvae in recruitment to populations of adult decapod crustaceans in the York River estuary and adjacent lower Chesapeake Bay, Virginia. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 3:269-279.
- SHANKS, A. L. (1998). Abundance of post-larval *Callinectes sapidus*, *Penaeus spp.*, *Uca spp.*, and *Libinia spp.* collected at an outer coastal site and their cross-shelf transport. *Marine Ecology Progress Series*, 168, 57-69.
- SMITH, G. M., ZUUR, A., y IENO, E. N. (2007). *Analysing ecological data*. Springer.
- SOKAL, R. R. y F. J. ROHLF. (2012). *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. New York: W. H. Freeman; 937 p.
- SOLANA-SANSORES, R, A. WAKIDA K., R.G CASTRO MELÉNDEZ y A. GONZÁLEZ. (2003). Análisis sobre la fecha de apertura de temporada de pesca 2003/2004 de camarón en Tamaulipas y Veracruz, En: C. Quiroga y A González

(Eds.) Investigación para el Ordenamiento Pesquero del Noroeste del golfo de México. Instituto Nacional de Pesca-SAGARPA.

SULKIN, S. D. y C. E. EPIFANIO. (1986). Natural regulation of juvenile recruitment in the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) and its consequences for sampling and management strategy. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences, 92, 117-123.

ANEXO 1

Criterios taxonómicos en los que se basaron las identificaciones taxonómicas y de estadios de los organismos.

- 1a.** Cuerpo con forma de camarón; cuerpo aplanado lateralmente... (2).
- 1b.** Cuerpo sin forma de camarón, caparazón de forma esférica o triangular... (7).
- 2a.** Ojos sésiles; pereiópodos 1 y 2 birrámeos, telson con 7 pares de setas... **Palaemonidae**, (mysis) *Macrobrachium acanthurus* (Fig. 4).
- 2b.** Ojos generalmente pedunculados... (3).
- 3a.** Pleura del segundo segmento abdominal sobre la primera y tercera... (4).
- 3b.** Pleura del segundo segmento abdominal sobre a la primera y a la tercera (Excepto Alpheidae) ... (5).
- 4a.** Cefalotórax demasiado elongado, longitud del pedúnculo ocular corta, rostro con un par de espinas laterales detrás del ojo... **Luciferidae**, (decapodito) *Belzebub faxoni* (Fig. 3).
- 4b.** Pedúnculo ocular muy largo; rostro recto y atenuado de la punta, borde del rostro dorsal presenta de seis a diez dientes; telson con dos ramas cilíndricas o que pueden terminar en prolongaciones puntiagudas... **Penaeidae**, (decapodito) *Penaeus aztecus* (Fig. 3).
- 5a.** Borde del rostro cubre casi totalmente al ojo; pleura del segundo segmento abdominal no cubre totalmente la primera pleura... **Alpheidae**, (decapodito y juvenil) *Alpheus* (Fig. 3).

5b. Rostro muy corto aproximadamente a 1mm del pedúnculo ocular, con el margen recto y desarmado en la parte dorsal, puede poseer dos dientes en el margen ventral... **Atyidae, (decapodito) *Potimirim mexicana*** (Fig. 3).

5c. Borde del rostro recto y armado, puede presentar de 7 a 16 dientes en la margen dorsal del rostro...**Palemonidae (6)**.

6a. Margen dorsal tiene 7 u 8 dientes; las distancias entre el primero y segundo, sexto y séptimo, y séptimo y octavo son más largas que las de los otros dientes. El margen ventral tiene de 2 a 6 dientes...***Macrobrachium acanthurus*; decapodito y juvenil** (figura 3).

6b. Margen superior del rostro armado, presenta de 11 a 16 dientes, en el margen ventral puede presentar dos dientes... ***Macrobrachium olfersii*; decapodito y juvenil.** (Fig. 3).

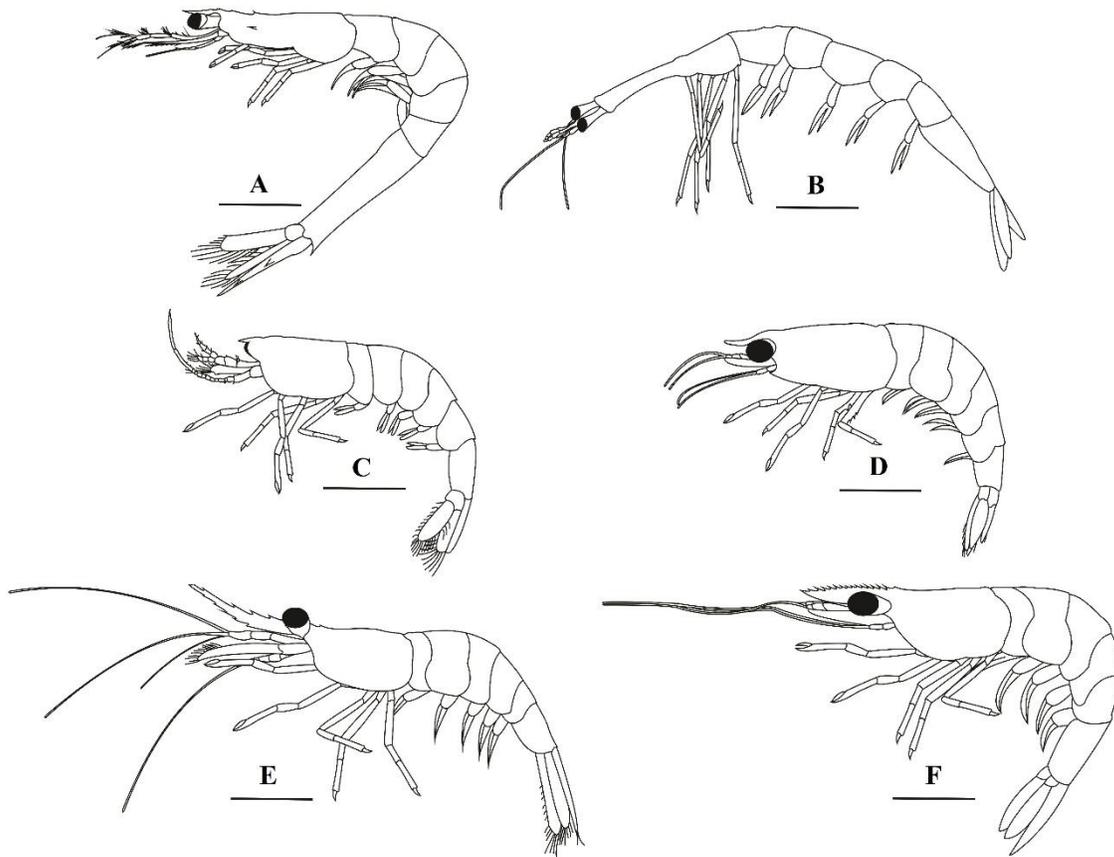


Figura 3. Penaeidae, *Penaeus aztecus decapodito* (A). Luciferidae, *Belzebub faxoni decapodito* (B). Alpheidae, decapodito *Alpheus* sp. (C). Atyidae, decapodito *Potimirim mexicana* (D); Palaemonidae, *Macrobrachium acanthurus* juvenil (E); *Macrobrachium olfersii* decapodito (F). Escalas A, B, C, D, F = 0.2 mm E= 1.0 mm.

7a. Organismos pequeños; caparazón de forma triangular o globosa; ausencia de pleopodos; generalmente presentan una espina media dorsal curvada posteriormente o recta...

Brachyura; zoea. (8).

7b. Organismos con forma de cangrejo; caparazón globoso pleopodos sin exopoditos bien desarrollados... **Brachyura; megalopa (9).**

8a. Espinas laterales del caparazón ausentes; anténula con tres estetes y una seta...**Sesarmidae, *Armases*** (Fig. 4).

8b. Caparazón presenta espina, rostral, dorsal y lateral; anténula cónica corta con cuatro estetes terminales y una seta no plumosa... **Panopeidae, *Hexapanopeus angustifrons*** (Fig. 4).

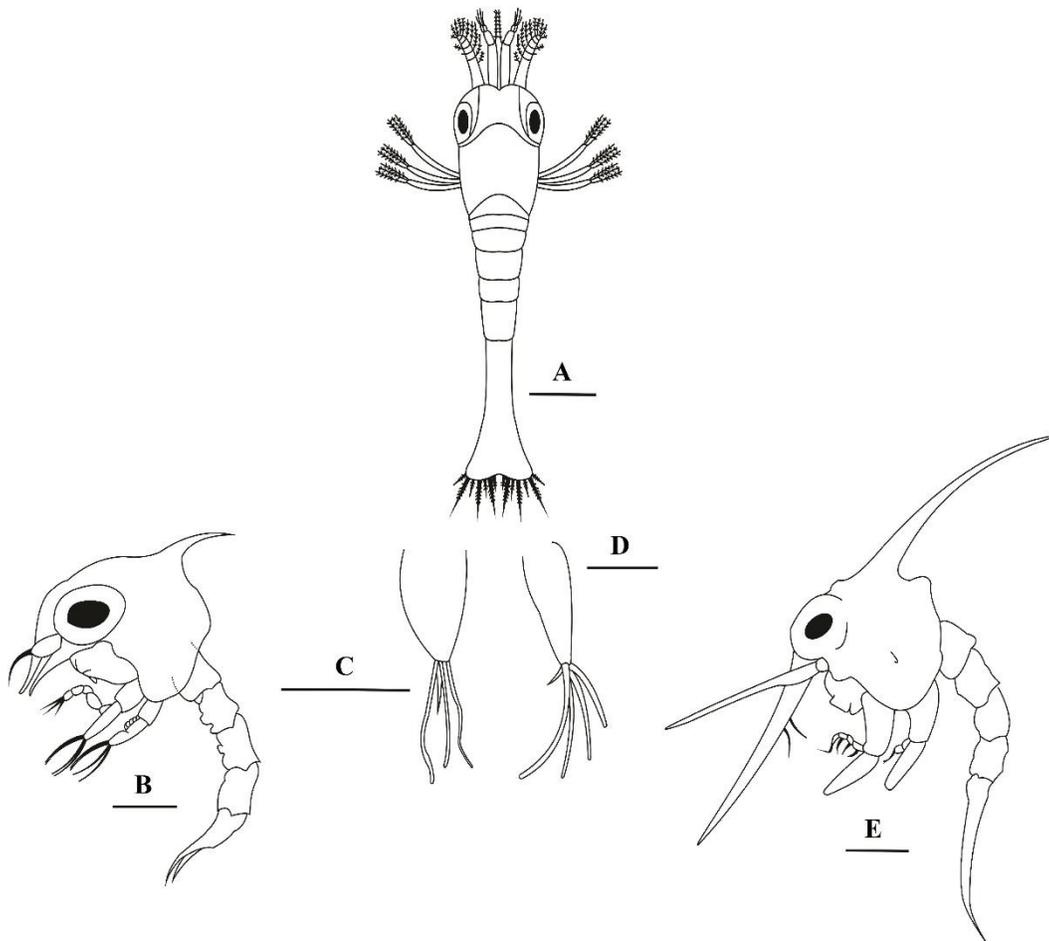


Figura 4. Palaemonidae, *Macrobrachium acanthurus*: mysis (A). Según: Choudhury,1970. Sesarmidae, *Armases* sp., zoea I vista lateral (B), anténula (C) (modificado de Diaz y Ewald). Panopeidae, *Hexapanopeus angustifrons* zoea I vista lateral (D), anténula (E) (modificada de Costlow y Bookhout,1966). Escalas A, B, D = 0.5 mm. C, E = 0.1 mm.

9a. Presenta una espina rostral más larga que el pedúnculo ocular y dirigida hacia enfrente; 11 segmentos antenales, tercer segmento de la antena es más largo que el cuarto segmento...**Portunidae**, *Callinectes sapidus* (Fig. 5).

9b. Rostro con dos procesos entre los pedúnculos oculares, telson de forma rectangular con tres setas plumosas en la parte distal del mismo... **Panopeidae**, *Panopeus herbstii* (Fig. 5).

9c. Caparazón rectangular de un tamaño muy grande, rostro deprimido entre los pedúnculos oculares; diez segmentos antenales... **Grapsidae**, *Pachygrapsus gracilis* (Fig. 5).

9d. Caparazón cuadrangular liso con la parte posterior redondeada y posee ondulaciones prominentes en el área epibranchial; se pueden distinguir crestas en la base de los pedúnculos oculares; 11 segmentos antenales... **Sesarmidae**, *Armases* (9).

10a. En el margen posterior del telson se presentan dos espinas marginales muy cortas... *Armases rubripes* (Fig. 5).

10b. El telson tiene dos conjuntos de tres espinas en el margen posterior del telson... *Armases ricordi* (Fig. 5).

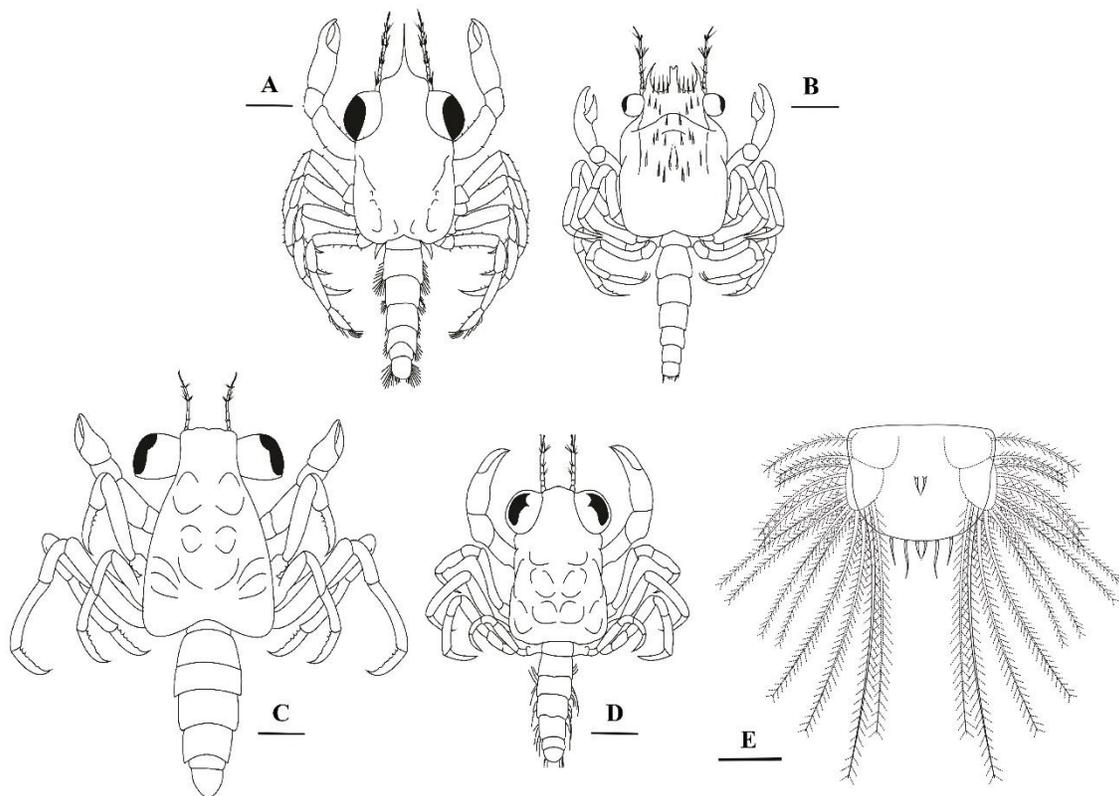


Figura 5. Portunidae; *Callinectes sapidus* (A) (modificado de Costlow y Bookhout, 1959). Panopeidae, *Panopeus herbstii* (B) (modificado de Cházaro-Olvera et al; 2006). Grapsidae, *Pachygrapsus gracilis* (C) (modificado de Cházaro y Rocha, 2007). Sesarmidae, *Armases* sp. megalopa (D) (modificado de Diaz y Ewald, 1968); *Armases ricordi*, telson de megalopa (E). Escalas: A, B, C, D = 0.5 mm E = 0.1 mm.

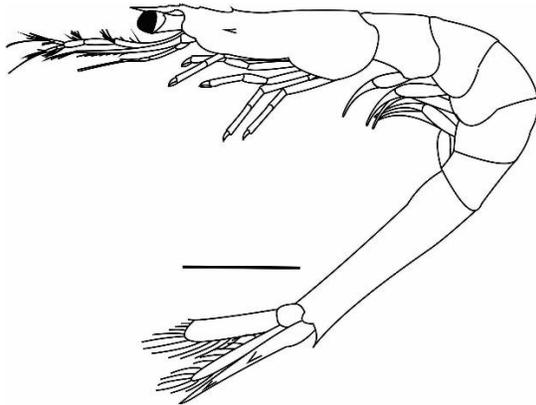
ANEXO 2

Registro fotográfico (microscopio estereoscopio MOTIC SM2-168, un microscopio óptico LEICA DME y una cámara digital OMAX A35140U) y revisión taxonómica bajo los criterios de Cházaro-Olvera (1996), Bullard (2003), Medellín-Mora et al. (2009), Koettker et al. (2012), Cházaro-Olvera et al. (2014), y Martin (2014).

Penaeus aztecus Ives, 1891

Estadio: Decapodito

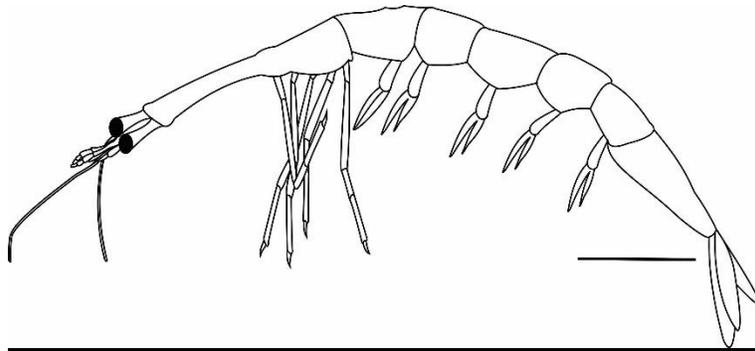
Cefalotórax aplanado lateralmente; pedúnculo ocular muy largo; rostro recto y atenuado de la punta; borde del rostro dorsal presenta de seis a diez dientes, mientras que en la parte ventral presenta de cero a dos dientes; ausencia de manchas laterales entre las pleuras dos y tres a diferencia de *P. duarorum* que si las presenta (Escala = 0.2 mm).



***Belzebub faxoni* (Borradaile, 1915)**

Estadio: Decapodito

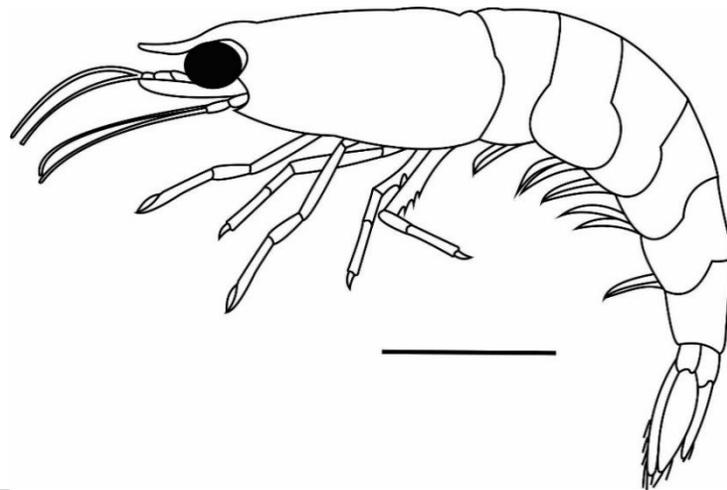
Cefalotórax aplanado lateralmente; longitud del pedúnculo ocular corta, rostro con un par de espinas laterales detrás del ojo; proceso ventral posterior en la sexta pleura que termina en una punta delgada; espina pequeña en la base del telson y un par de espinas intermedias en el borde distal, además de un par de espinas laterales, telson esbelto a media altura de los urópodos, distalmente truncado, con una fuerte espina en cada esquina; tamaño promedio de 11 mm (Escala = 0.2 mm).



Potimirim mexicana de Saussure, 1857

Estadio: Decapodito

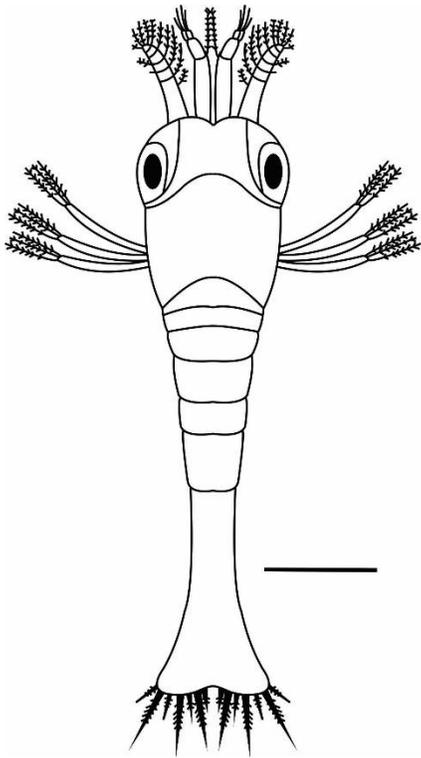
Pleura dos del abdomen se monta sobre la primera y la tercera; rostro muy corto aproximadamente a 1 mm del pedúnculo ocular con el margen recto y desarmado en la parte dorsal puede poseer dos dientes en el margen ventral; telson con cuatro pares de espinas dorsales cortas (Escala = 0.2 mm).



***Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836)**

Estadio: Mysis

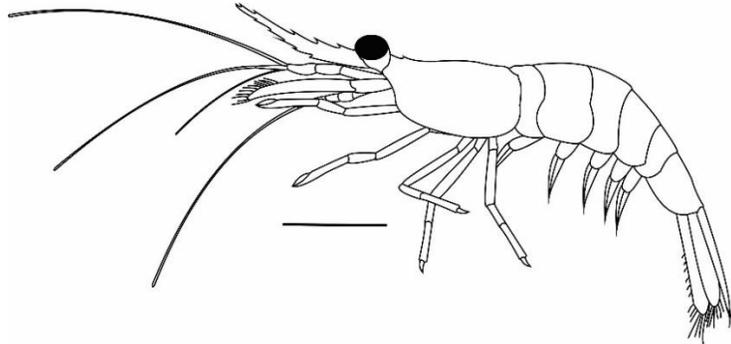
Caparazón aplanado lateralmente; exópodo antenal no segmentado; la segunda pleura abdominal cubre la primera, el abdomen ya se encuentra segmentado; ojos sésiles; primer y segundo pereiópodos birrámeos; telson subtriangular furcado con 14 espinas aproximadamente. (Escala = 0.5 mm).



***Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836)**

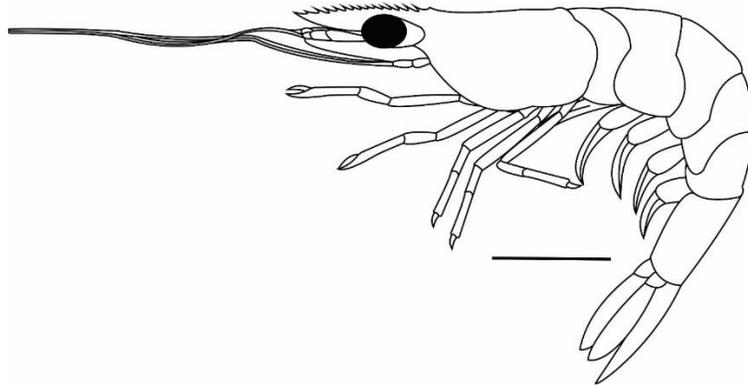
Estadio: Juvenil

Su longitud oscila entre los 5.5 y 6.5 mm desde la punta del rostro hasta el margen posterior de telson. El rostro es recto y extendido, muy largo y ligeramente flexionado hacia arriba. El margen dorsal tiene 7 u 8 dientes. Las distancias entre el primero y segundo, sexto y séptimo, y séptimo y octavo son más largas que las de los otros dientes. El margen ventral tiene de 2 a 6 dientes. El telson lleva 2 pares de espinas dorsales. El margen posterior del telson tiene 2 pares de espinas de las cuales el par interno es más grande, en el margen posterior de este se encuentra un par de setas largas y plumosas y un par de setas delgadas. (Escala = 1.0 mm).



***Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836)**

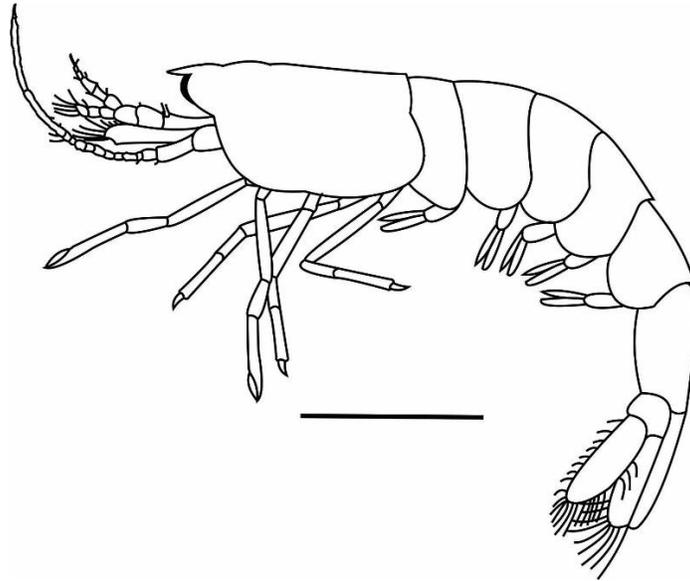
Decapodito: Caparazón aplanado lateralmente; margen superior del rostro armado, presenta de 11 a 16 dientes, en el margen ventral puede presentar dos dientes; la espina hepática es más reducida que la espina antenal; el telson es más largo que la sexta pleura abdominal. (Escala = 0.2 mm).



Alpheus sp.

Estadio: Decapodito

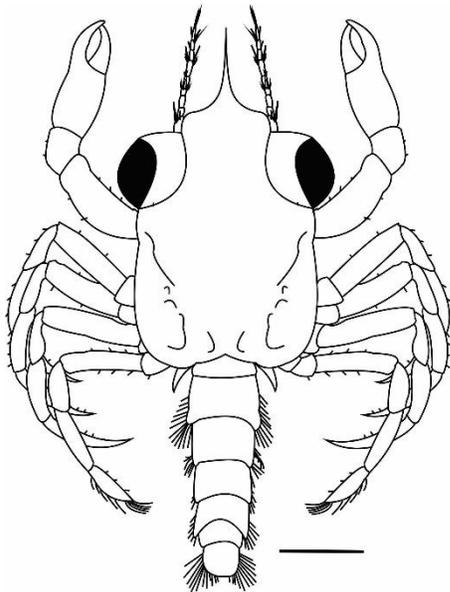
Rostro reducido cubriendo casi en su totalidad del ojo pedunculado circular; el caparazón no presenta espina supraorbital. pereopodo cinco unirramio demasiado extendido, puede alcanzar la parte anterior del caparazón (Escala = 0.2 mm).



***Callinectes sapidus* Rathbun, 1896**

Estadio: Megalopa

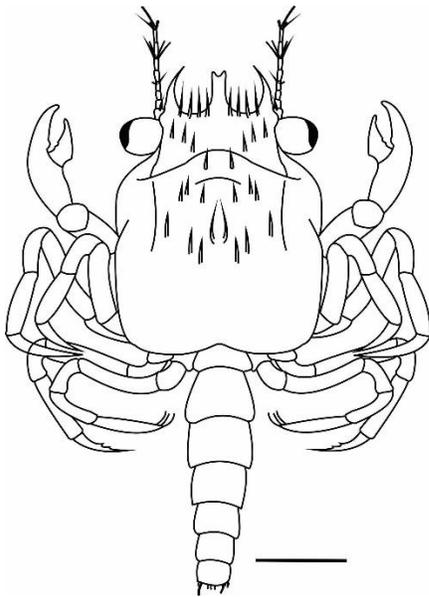
Caparazón de forma cuadrangular, presenta una espina rostral más larga que el pedúnculo ocular y dirigida hacia enfrente, la longitud del caparazón alcanza de 1.8 a 2.3 mm; presenta 11 segmentos en la antena, el tercer segmento de la antena es más largo que el cuarto segmento (Escala = 0.5 mm).



***Panopeus herbstii* H. Milne Edwards, 1834**

Estadio: Megalopa

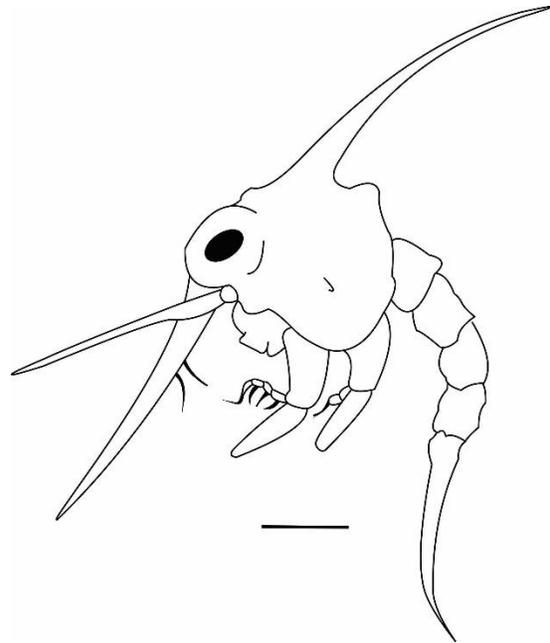
Caparazón de forma cuadrada, con dos proyecciones entre los pedúnculos oculares, telson de forma rectangular con tres setas plumosas en la parte distal del mismo; tres segmentos: segmento basal bulboso, segundo con una seta simple marginal; tercer con dos setas simples marginales y dos series distales de tres setas largas, encopado no segmentado, exópodo con cuatro segmentos con ocho estetes sobre el primer segmento y ocho setas plumosas sobre el segundo (Escala = 0.5 mm).



***Hexapanopeus angustifrons* (Benedict & Rathbun, 1891)**

Estadio: Zoea

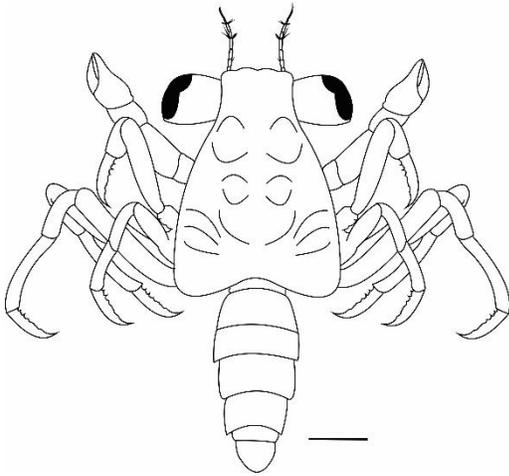
El cefalotórax presenta espinas rostral, lateral y dorsal; presentan una anténula cónica corta con cuatro estetes terminales y una seta no plumosa; el margen del rostro presenta la misma longitud que las antenas, el abdomen consta de cinco segmentos más el telson, el primero queda cubierto por el cefalotórax; tres pares de espinas están presentes en la superficie interna del telson (Escala = 0.5 mm).



Pachygrapsus gracilis (Saussure, 1857)

Estadio: Megalopa

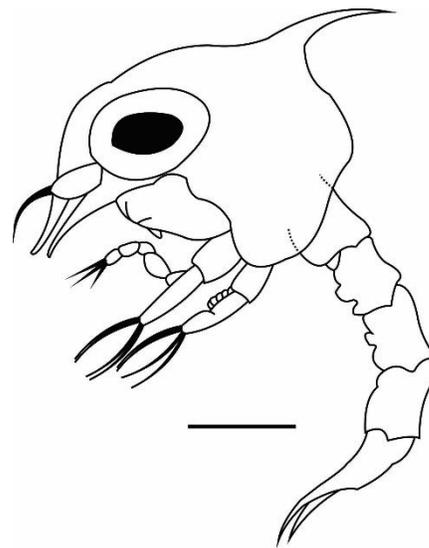
Caparazón rectangular de un tamaño muy grande; rostro deprimido entre los pedúnculos oculares; antena con diez segmentos: tercer, cuarto, sexto y octavo segmento sin setas, primer segmento con una seta simple, segundo segmento con una seta simple, quinto segmento con dos setas simples, séptimo segmento con cinco setas simples, noveno segmento con tres setas simples, décimo segmento con tres setas simples marginales; margen posterior del telson casi redondo (Escala = 0.5 mm).



Armases sp.

Estadio: Zoea

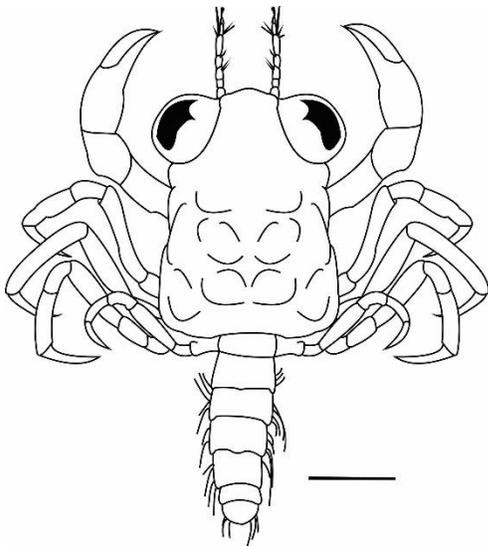
El cefalotórax tiene una espina dorsal corta y estrecha que se curva caudalmente, no hay presencia de espinas laterales; anténula con tres estetes y una seta, procesos laterales del tercer y cuarto somito abdominales lisos y redondeados; margen posterolateral del caparazón tiene cinco setas plumosas; la espina rostral tiene aproximadamente la misma longitud que las antenas; abdomen consta de cinco segmentos, cada uno con pequeñas proyecciones bulbosas que corresponderán a los pleopodos (Escalas = 0.5 mm).



Armases sp.

Estadio: Megalopa

El caparazón es cuadrangular, liso con la parte posterior redondeada y posee ondulaciones prominentes en el área epibranchial. Se pueden distinguir crestas en la base de los pedúnculos oculares, la espina rostral es corta y se encuentra flexionada ventralmente. En el margen posterior del telson se presentan dos setas marginales muy cortas. Los pereiópodos están bien desarrollados y son funcionales. El abdomen consta de seis segmentos más el telson y todos excepto el primer y sexto tienen pleópodos bien desarrollados. La duración de la etapa de megalopa es de siete a nueve días (Escala = 0.5 mm).



Armases ricordi (H. Milne Edwards, 1853)

Estadio: Megalopa

Similar a *A. rubripes*, caparazón más largo y frontal ligeramente más ancho y puntiagudo. Presenta crestas en la base de los pedúnculos oculares. Bordes laterales del área gástrica y epibranquial bien definidos. Presenta un total de 11 segmentos antenales. El telson tiene dos conjuntos de tres pequeñas espinas cada una en la extremidad posterior, además del par de pequeñas espinas laterales observadas en *A. rubripes*. La duración de la etapa de megalopa es de diez a quince días (Escala = 0.5 m)

