



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CAMPUS IZTACALA**

**“RECLUTAMIENTO DE LAS MEGALOPAS  
DEL GÉNERO *Callinectes* (DECAPODA:  
PORTUNIDAE) EN TRES SISTEMAS  
COSTEROS DEL GOLFO DE MÉXICO.”**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A A:  
AGUSTIN DE LA ROSA SEGURA**

**ASESOR: Dr. SERGIO CHÁZARO OLVERA**



**LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉX.**

**2003**



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.



Este es el preludio de lo ulterior,  
de mi coexistencia,  
observó una realidad ficticia,  
observo un devenir incierto.  
Encuentro que mi vida  
a rotado por la circunferencia de  
espejismos materiales;  
me encuentro sumergido  
entre una tierra de apariencias y vanalidades.  
He vivido cegado de ilusiones materiales,  
he contenido innecesariamente  
por y contra situaciones ficticias,  
he vivido eslabonado a mis deseos,  
he andado por infinitos y tormentosos caminos,  
una y otra vez en deja vu.

El velo ha sido retirado;  
ahora veo que el dolor existe,  
el placer no existe,  
el miedo no existe,  
la alegría no existe,  
la tristeza no existe;  
subsistimos enclaustrados en  
nuestras percepciones relativas.  
La evolución principia desde mi mente  
en lo particular, y se niega a la involución.

## DEDICATORIA

En mi corazón, con amor y cariño a dos personas muy especiales, a mis PADRES Teresa Segura De La Rosa y Agustín De La Rosa Muñoz; por estar conmigo durante el desarrollo de este trabajo, por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, por sus consejos y enseñanzas, por su amor y confianza, por su ejemplo de encarar la vida, por esa libertad y el deseo de seguir siempre adelante y por sobre todo por el don de darme la vida.

A Leticia, Lidia, Martha y Verónica por ser parte de mi familia, por su valor y fortaleza, por estar al pendiente de mi y por todos los momentos que hemos compartido juntos. Siempre tendrán mi confianza.

A mis abuelitos (los de aquí y los de allá), a la familia de la Rosa y a la Familia Segura, les agradezco su apoyo y por estar al pendiente de mi formación académica y por sobre todo por ser una grandiosa familia.

A mis compañeros de la Facultad, que han estado cerca de mi y que se han preocupado por seguir adelante de alguna manera. A Verónica Coria (Tama), Don Oscar Araujo (Negro), al Doc. Yemin Hernández, Alejandro Tinoco (Beluga), Pati Sauza, Daniel Moreno (More), Gerardo (Maesse), Ignacio Vera (Nacho), a Fernando (Chino), a Mario Reyna, a Luis (Chavito), Carolina del Ponce, Roberto Rojo (Chivevo), Victor Luja, Antalia González, Leobardo (Pollo), Damaris y Alejandra, a Lupe, a Maca; en fin, a todas aquellas personas que no recuerdo pero no menos importante. A la banda Iztacalera por esas charlas y chelas. Me han honrado con su amistad.

Estas palabras no son suficientes para expresar todo y por todo. "GRACIAS"

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Laboratorio de Ecología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por el apoyo y las facilidades brindadas durante la realización de este trabajo.

Especialmente agradezco al Dr. Sergio Cházaro Olvera por permitirme trabajar en este proyecto; así como el permitirme crecer académicamente y personalmente bajo sus enseñanzas, por depositar su confianza en mi, por ser un gran amigo y por sobre todo por ser una gran persona; mi admiración y respeto.

A mis revisores: M. en C. Arturo Rocha Ramírez, al M. En C. Rafael Chávez López, a la Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela y al Biol. Carlos Bedia Sánchez quienes dedicaron tiempo a la revisión del trabajo y así mismo por sus comentarios y sugerencias para el enriquecimiento de este trabajo, mil gracias.

Así mismo, a todos los profesores de la FES Iztacala que contribuyeron en mi formación académica y personal, quienes me brindaron su amistad y sobre todo sus enseñanzas.

Y a todas aquellas personas que confiaron en mi. *GRACIAS*

# INDICE

Resumen.....	1
I. Introducción.....	2
II. Antecedentes.....	9
III. Justificación.....	14
IV. Objetivos.....	15
4.1 Objetivo general.....	15
4.2 Objetivos particulares.....	15
V. Área de estudio.....	16
5.1 Boca artificial de la Laguna Camaronera.....	16
5.2 Boca de Puerto Real de la Laguna de Términos.....	17
5.3 Boca del río Soto la Marina.....	18
VI. Material y Métodos.....	21
VII. Resultados.....	26
7.1 Boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.....	26
7.1.1 Parámetros físico-químicos.....	26
7.1.2 Densidad de Reclutamiento.....	27
7.1.3 Relación reclutamiento con parámetros físico-químicos.....	28
7.1.4 Correlaciones y análisis de varianza.....	29
7.2 Boca del río Soto la Marina, Tamaulipas.....	30
7.2.1 Parámetros físico-químicos.....	30
7.2.2 Densidad de Reclutamiento.....	31
7.2.3 Relación reclutamiento con parámetros físico-químicos.....	32
7.2.4 Correlaciones y análisis de varianza.....	32

7.3 Boca de Puerto real de la Laguna de Términos, Campeche.....	33
7.3.1 Parámetros físico-químicos.....	33
7.3.2 Densidad de Reclutamiento.....	34
7.3.3 Relación reclutamiento con parámetros físico-químicos.....	34
7.3.4 Correlaciones y análisis de varianza.....	35
7.4 Variación Morfológica de las especies de megalopas.....	36
VIII. Discusión.....	38
8.1 Factores ambientales.....	38
8.2 Variabilidad del reclutamiento.....	43
8.3 Comportamiento de <i>Callinectes</i> a los factores ambientales.....	46
8.4 Implicaciones del reclutamiento.....	53
8.5 Variación morfológica de <i>Callinectes</i> .....	59
IX. Conclusiones.....	64
X. Literatura.....	67
Anexo I (tablas y figuras).....	82
Anexo II(esquemas).....	116
Anexo III (tablas del nivel de la marea).....	139



## RESUMEN

Las larvas de los crustáceos decápodos son importantes ecológica y comercialmente, ya que representan una considerable fracción del zooplancton y enriquecen la producción secundaria de las aguas costeras, ubicándose en las ramas tróficas del segundo y tercer nivel; así mismo, el reclutamiento en fases postlarvales de estos organismos a los sistemas estuarinos con fines de alimentación, crecimiento y reproducción, garantizan la reposición de individuos para su continuo reclutamiento. Debido a su importancia económica es necesario la generación de conocimientos sobre las etapas larvales de estos organismos que permitirán un mejor aprovechamiento comercial. En el presente trabajo se determinó el reclutamiento de las megalopas del género *Callinectes* y la relación que guarda con la temperatura, salinidad, velocidad y dirección de corriente en la boca artificial de la Laguna Camaronera en Alvarado, Veracruz; boca del río Soto la Marina, Tamaulipas y boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, Campeche. Las colectas se realizaron durante la noche, iniciándose a las 18:00 horas y finalizando a las 06:00 horas del día siguiente. Fueron utilizadas dos redes cónicas y una red de arrastre de 250  $\mu\text{m}$  de abertura de malla. El material se fijó con formol al 4 % y se preservó en etanol al 50 %. Se revisaron un total de 46 muestras con 686,114 megalopas en 1000  $\text{m}^3$  en total capturadas del género *Callinectes*, se identificaron tres especies: *Callinectes rathbunae* (Contreras, 1930), *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) y *Callinectes similis* (Williams, 1966). La mayor densidad la presentó *C. rathbunae* para los tres sistemas costeros con 535,076 megalopas en 1000  $\text{m}^3$ , seguido de *C. sapidus* con 150,627 megalopas en 1000  $\text{m}^3$  y por último con 366 megalopas/1000  $\text{m}^3$  de *C. similis*. Por otro lado el sistema de la boca artificial de la Laguna Camaronera se registró las densidades de reclutamiento más altas para el género *Callinectes* con 412,048 megalopas en 1000  $\text{m}^3$ . Las megalopas se encontraron en promedio a una temperatura de 28 °C, salinidad de 24 ‰ y velocidad de corriente de 0.38  $\text{m s}^{-1}$  en las bocas de los sistemas costeros. Durante este estudio se determinó la existencia de picos de reclutamiento entre las 22:00 h. y las 02:00 h. de los ciclos. De esta manera la densidad de reclutamiento de las megalopas, ocurre en sitios donde la salinidad es mayor a 24 ‰ debido a que el reclutamiento se relaciona con la entrada de agua de mar hacia los sistemas costeros durante el periodo de flujo. Se manifestó una tendencia a la disminución del número de setas en las especies del género *Callinectes* en las bocas de la Laguna Camaronera y Puerto Real, con respecto a la boca del río Soto la Marina; por lo que la variación morfológica entre las megalopas de la misma especie y considerando las descripciones por otros autores en latitudes templadas, es una respuesta evolutiva y de adaptación al medio. Estadísticamente no existieron diferencias significativas en las densidades de reclutamiento, lo que indica que es un proceso continuo en los tres sistemas costeros del Golfo de México.

## I. INTRODUCCIÓN.

La exploración y explotación de los recursos vivos y los no renovables se incrementan constantemente. En México, los mares tienen gran importancia no sólo por su extensión, sino por la diversa gama de recursos que ofrecen sus aguas, entre los que destacan los recursos pesqueros. Desde el punto de vista alimentario, la biota marina es una de las más importantes fuentes de proteína para la población, además, su aprovechamiento incide, en gran medida, en la promoción del desarrollo regional y genera gran impacto en amplios sectores de la economía nacional (Ruiz, 1992).

Los litorales mexicanos se extienden a lo largo de aproximadamente 10,000 kilómetros de costas: en el Océano Pacífico, el Golfo de California, el Golfo de México y el Caribe; México se encuentra entre los países costeros más grandes del mundo. Este extenso litoral representa una longitud de costa de 6,608 km. para el Pacífico mexicano; y 2,611 Km. de longitud en el Océano Atlántico (Lankford, 1977; Ruiz, 1992). A lo largo de línea de costa nacional, existen de 123 a 125 lagunas costeras de muy variados tipos y características, con gran valor económico y ecológico; estas áreas representan 12,555 km. de superficie de zonas estuarinas. Esta situación litoral excepcional representa un patrimonio cultural y económico trascendental en el futuro desarrollo socio-económico del sector pesquero (Lankford, 1977; Bravo-Nuñez y Yáñez-Arancibia, 1977; Ruiz, 1992).

El ambiente lagunar-estuarino, está conformado básicamente por cuerpos de agua someros con conexiones al mar permanentes o efímeras, consideradas por ello como un ecosistema semi-cerrado; presenta variación en su volumen de agua,

dependen de las condiciones climáticas e hidrológicas y por lo tanto el patrón de comportamiento de los parámetros fisicoquímicos es variable. Debido a esto, un sistema lagunar-estuarino se considera como uno de los más productivos, puesto que la biota presente en este tipo de ecosistema es variada, ya que presentan un elevado grado de adaptaciones, debido a las presiones ambientales y a su origen, marino, dulceacuícola o terrestre (García, 1995 ).

Entre los distintos organismos que ocupan estos tipos de sistemas se encuentran los crustáceos decápodos, estos son importantes ecológicamente ya que representan una considerable fracción del zooplancton en los estadios larvales debido a que enriquecen la producción secundaria de las aguas costeras por estar ubicadas en las ramas tróficas en el segundo y tercer nivel; además sobresalen como una gran fuente alimenticia para el hombre, sobre los cuales se han desarrollado grandes industrias pesqueras (Mc Connaughey, 1974; Barnes, 1986; Venegas, 1998). Los malacostracos, clase en la cual está incluido el orden decápoda, consta de aproximadamente 9,000 especies descritas, incluye a las especies más grandes y mejor conocidas, tales como: camarones, cangrejos, langostas y langostinos, entre otras; además ocupan diversos ecosistemas y desempeñan un importante papel ecológico (Barnes, 1986). Una de las familias mejor representadas en el infraorden Brachyura es la Portunidae; se distribuye a lo largo de las costas rocosas tropicales y templadas del este de los Estados Unidos, las costas este y oeste de América Central, occidente de África, islas del Pacífico Sur y Atlántico Occidental. En nuestro país se les localiza en el Caribe, Golfo de México y Océano Pacífico (Williams, 1974; 1984).

Dentro de la familia Portunidae, el género *Callinectes* presenta algunas especies que habitan en esteros, bahías, lagunas costeras y desembocaduras de ríos; así como en el litoral rocoso y arenoso de las playas tanto continentales como insulares, a profundidades entre los 0.40 y 90 m (Williams, 1984; Ruiz, 1992). Las especies que destacan en nuestro país, por su importancia comercial es la "jaiba azul" *Callinectes sapidus* Rathbun (1896), y la "jaiba prieta" *Callinectes rathbunae* Contreras (1930); pues reviste gran importancia en las zonas productoras, debido a su amplia aceptación y gran demanda en el mercado local, se generan fuentes de trabajo para los pescadores; además la pesquería de la jaiba es típicamente artesanal, pues carecen de tecnología y apoyo organizativo, además todas las especies de jaibas son consumidas, siendo la "jaiba azul" la de mayor valor comercial en esta pesquería.

Las especies de *C. sapidus* y *C. rathbunae* son eurihalinas, y *C. similis* Williams (1966) es estenohalina. De acuerdo a su ciclo de vida (Fig. 1) hay una fase de cortejo previa a la muda, durante la cual el macho deambula sobre la hembra de modo que el caparazón de ésta queda abajo de su esternón. Este abrazo sólo se rompe para permitir la muda de la hembra (Barnes, 1996). El período de apareamiento en el caso de *C. sapidus* y *C. rathbunae* es de mayo a octubre en estuarios de salinidad reducida; mientras que *C. similis* ocurre de marzo a julio y de octubre a noviembre en los litorales oceánicos. Este apareamiento puede ocurrir a cualquier hora y posiblemente se realiza en un periodo de cinco a doce horas (Tagatz, 1967; Williams, 1984).

Las hembras al término de la muda se encuentran listas para recibir el espermatóforo, son sujetadas por el macho, que las monta verticalmente para

posteriormente utilizar los estiletes copulatorios e introducir el espermatóforo en los receptáculos seminales; el macho se aparea mas de una vez durante las tres intermudas siguientes, y la hembra se aparea solo una vez y puede desovar hasta en tres ocasiones. La primera masa de huevos es producida a una edad aproximada de nueve meses después del apareamiento, posteriormente en verano puede haber un segundo desove y un tercero a los tres años (Newcombe, 1945; Van Engel, 1958). El número total de huevos producidos por los organismos de las especies *C. sapidus* y *C. rathbunae* va de 700,000 a 2 millones (0.2 mm de diámetro) en una sola masa de huevos, los cuales se encuentran unidos por las setas de los apéndices en el abdomen, a través de una secreción glandular (Newcombe, 1945). La incubación se lleva a cabo en la boca de los estuarios o en las aguas poco profundas de los océanos, durante los meses de junio a agosto en el caso de *C. sapidus* y *C. rathbunae*; en tanto que en *C. similis* la incubación se realiza en mayo con el 75% de las hembras son ovígeras en el océano (Newcombe, 1945; Tagatz, 1967; Williams, 1984).

Los huevos eclosionan en 15 días a temperaturas de 25°C y a salinidades de 20.1 y 31.1 ‰ en el primer estadio llamado zoea (fase planctónica). El cascarón del huevo permanece unido a los apéndices abdominales (pleópodos), la zoea tiene una longitud casi de 1.0 mm de diámetro, presenta una notoria espina dorsal, ojos prominentes y partes bucales. La fase de zoea presenta de siete a ocho estadios antes de mudar, después del último estadio de zoea, una muda caracterizada por un cambio conspicuo marca el comienzo de la etapa postlarval denominada megalopa. Las megalopas y los cangrejos jóvenes son acarreados por la corriente a los estuarios. El paso de zoea a megalopa dura de 31 a 69 días a una temperatura de 25 °C y una salinidad de 30 ‰. (Newcombe, 1945; Williams,

1984). La megalopa es un poco mas parecido a un cangrejo que la zoea, es la etapa que representa la transición entre los hábitats pelágicos y los bentónicos; posee apéndices torácicos que no son utilizados para la natación, sino como función alimenticia (maxilípedos), quelípedos y apéndices caminadores, la megalopa puede desplazarse con los apéndices abdominales. El abdomen permanece extendido durante la natación; sin embargo, puede flexionarse bajo el tórax cuando camina. Los pedúnculos de los ojos están mas desarrollados, presenta pinzas cortantes así como articulaciones puntiagudas de los extremos de los apéndices. Esta postlarva es casi 2 mm de largo, muda directamente al estadio de cangrejo después de 6 a 20 días (Costlow y Bookhout, 1959; Bookhout y Costlow, 1977; Luckenbach y Orth, 1992).

La dispersión de larvas pelágicas de invertebrados marinos, es una función propia influenciada por la circulación oceánica, la cual es crucial en el transporte de estas especies, desde su hábitat larval oceánico al hábitat estuarino postmetamórfico (Tagatz, 1969; Epifanio *et al.*, 1984). El mecanismo de reclutamiento de las megalopas hacia la fase de desarrollo es poco conocido, ya que el factor varía según el ciclo de vida y el arte de pesca empleado (Roughgarden *et al.*, 1988). Debido a que los crustáceos en estado adulto se explotan a escala industrial por la pesquería de arrastre que captura tanto adultos como juveniles, como por la pesca artesanal en estuarios durante la fase juvenil; ambos tipos de explotación se efectúan secuencialmente y teóricamente existen interacciones entre los dos; la pesca artesanal influye sobre el stock de los adultos al reducir la contribución de juveniles, en tanto que la captura de adultos puede influir sobre la producción de juveniles si la explotación llega a un nivel tal que el potencial de renovación del stock disminuye; lo que básicamente se

conoce como reclutamiento, que en su concepción biológica se refiere a la reposición de los individuos a la población como consecuencia de la reproducción (García y Kenser, 1980; Valero, 1980).

Algunas especies realizan migraciones hacia las zonas de reproducción que a su vez pueden funcionar como zonas de crianza para los estadios larvales. Por ejemplo, los adultos de la jaiba azul *C. sapidus* se dirigen hacia el mar para liberar los huevos ahí, después de la eclosión, la zoea muda en estos ambientes ocho ocasiones para después reclutarse a las zonas de crecimiento y alimentación. De acuerdo a lo anterior, podemos definir que el reclutamiento es una evaluación cuantitativa de individuos que ingresan a la población en cierta categoría, por lo que suelen identificarse a los reclutas de acuerdo a cierto tamaño o edad del organismo en función de ciertas estructuras, como lo es en este caso la megalopa (Ravinobich, 1982).

Así mismo, los principales factores que controlan el reclutamiento parecen ser sobre todo la temperatura, la disponibilidad de alimento y los movimiento de agua. La predicción de la tasa de reclutamiento es una consecuencia muy inexacta, a no ser que se dispongan de métodos para muestrear los grupos de edad más jóvenes, antes que se unan a los bancos de individuos susceptibles de captura. Esta parte del ciclo biológico de la mayoría de las especies es poco conocido (Tait, 1987).

El nivel de reclutamiento a la población depende de varios factores: a) la densidad inicial de juveniles en el momento de establecerse en el fondo, b) número y tamaño de las clases juveniles ya existentes en el área de establecimiento, c)

variaciones en la cantidad de alimento disponible, y d) variaciones en el número de depredadores. Por otra parte, para considerar que realmente se están reclutando los organismos. Es indispensable conocer las estrategias de dispersión larval empleada por los diferentes grupos zooplanctónicos que ingresan a las zonas costeras o que se desarrollan muy cerca de éstas; las estrategias que han sido propuestas de acuerdo con Sandifer (1975) y Johnson (1984) son:

1. Mar - Mar: la presentan aquellas especies que se desarrollan totalmente en el mar.
2. Mar - Laguna: las especies que desarrollan los primeros estadios del ciclo de vida en las lagunas costeras como juvenil y que posteriormente retoman aguas marinas como juveniles o pre-adultos, emplean esta estrategia
3. Laguna - Mar: esta estrategia la emplean las especies que realizan los primeros estadios del ciclo de vida en el mar y que regresan a las lagunas costeras como juvenil o pre-adulto.
4. Laguna - Laguna: La presentan organismos que cuentan con mecanismos que les permiten mantenerse es el ambiente estuarino a lo largo de su ciclo de vida.

Estas estrategias, hacen que la complejidad de las asociaciones de larvas de crustáceos de los sistemas estuarinos se incremente, debido a que hay migración e inmigración de organismos de las zonas adyacentes a través de las bocas de comunicación con el mar o con los ambientes dulceacuícolas, de tal forma que la mayor parte del tiempo se observan organismos en tránsito en la zona de mezcla (Johnson, 1985; Coria-Olvera, 2001).



## II. ANTECEDENTES.

Los portúnidos han sido sujetos a una gran variedad de estudios; sin embargo, la literatura existente, básicamente se refiere a los realizados en las costas del Atlántico de los Estados Unidos; estos se enfocan sobre aspectos ecológicos, biológicos, fisiológicos, zoogeográficos, etc., en virtud de que ese país es el máximo productor de jaibas (Williams, 1974). En la mayoría de los trabajos se han dedicado a la descripción y desarrollo de etapas larval y postlarval en condiciones de laboratorio, a procesos de dispersión y reclutamiento, y a su comportamiento en el nado; como son los realizados por Costlow y Bookhout (1957; 1977), en donde observaron el desarrollo larval de *Callinectes sapidus* y *Callinectes similis* en condiciones de laboratorio; describieron siete estadios de zoea (atípicamente una más) y una megalopa, llevaron a cabo las descripciones de cada uno de los estadios e hicieron una comparación entre ellos.

Sulkin *et al.* (1980) interpretaron el reclutamiento como un proceso activo en el cual la larva controla su movimiento de migración vertical, o como un proceso pasivo en el cual el nado de la larva no es tan importante y el transporte es controlado por procesos de movimiento de la columna de agua.

Dittel y Epifanio (1982) trabajaron con 15 especies de cangrejos de la desembocadura de Delaware Bay, sugiriendo que los mecanismos de reclutamiento y reemplazamiento de poblaciones adultas adentro del estuario depende de la migración de megalopas y juveniles.

McConaughy *et al.* (1983), trabajaron con zoeas y megalopas de *C. sapidus*, encontraron que los picos de mayor abundancia se dieron en julio, agosto y septiembre y que la temperatura es el factor determinante de dicha abundancia, en las aguas adyacentes de Chesapeake Bay.

Johnson *et al.* (1984) estudiaron las corrientes impulsadas por el viento -a escala local-, como influencia en el mecanismo de reclutamiento de la "jaiba azul" en Chesapeake Bay

Epifanio *et al.* (1984) hicieron observaciones sobre el reclutamiento y dispersión de las etapas larvales del cangrejo azul. *C. sapidus* en la Delaware Bay, U.S.A., en la que concluyó que las megalopas se transportan hacia las aguas continentales o estuarios por una combinación de corrientes de marea alta y migraciones verticales, y obtuvo picos de abundancia en agosto y septiembre, para las zoeas y megalopas.

Sulkin y Epifanio (1986) sugirieron un mecanismo estable de transporte de juveniles de *Callinectes sapidus* hacia la playa mediante las corrientes profundas.

Goodrich *et al.* (1989) demostraron que el reclutamiento de las megalopas de la "jaiba azul" es debido a los mecanismos de las corrientes superficiales impulsadas por el viento, usando datos del nivel de la marea y la magnitud de los cambios inducidos por el viento en el volumen de Chesapeake Bay durante 1985-87; reflejan que al aumentar el volumen de agua, aumenta la densidad de las megalopas hacia la bahía.

Luckenbach y Orth (1992), evaluaron la respuesta de nado de las megalopas mediante la variación de velocidad de la corriente, determinaron que las megalopas exhiben fototaxis negativa.

Olmi (1993) estudió los patrones y procesos de inmigración de la megalopa del cangrejo azul en York River, Virginia; encontrando que las megalopas migran verticalmente en respuesta a la luz y su mayor abundancia es debido a que ocupa selectivamente los flujos de agua y se transporta mediante estas corrientes a los estuarios.

Brumbaugh (1996) estudió el reclutamiento de megalopas de la jaiba azul (*Callinectes sapidus*) en lagunas costeras en el estado de Virginia, U.S.A., ilustró algunas adaptaciones que ayudan a la megalopa en el transporte hacia la lagunas, como la habilidad de reconocer y distinguir entre la pleamar y bajamar, la habilidad para modificar su comportamiento de nado por la entrada de agua para efecto de transportarse hacia la costa y la habilidad de alternar substratos en ausencia de pasto marino que le ayuden a transportarse.

Welch (1998) mostró que el comportamiento de nado de megalopas de *Callinectes sapidus* durante el transporte hacia las zonas costeras es debido a los efectos de turbulencia del agua y variables químicas como la salinidad; además la megalopa asciende en la columna de agua en respuesta a la velocidad relativa del incremento de la energía cinética de la turbulencia (TKE).

Blackmon y Eggleston (2001) estudiaron algunos factores que influyen en el reclutamiento de juveniles de *Callinectes sapidus* en Carolina del Norte,

encontrando que el reclutamiento es debido a una respuesta de comportamiento por el incremento de la velocidad de corriente arriba de  $20 \text{ cm s}^{-1}$ .

A partir de la década de los ochentas los estudios carcinológicos en México se han incrementando paulativamente, sobre todo en aspectos de distribución, presencia y comercialización de las jaibas (García, 1985; Contreras, 1986; Mariano, 1986; Martínez, 1988; Ramírez y Hernández, 1988; García y Franco, 1989; Mueller, 1991; Rocha *et al.*, 1992; García, 1995).

En México existen algunos trabajos sobre descripciones larvales y postlarvales de decápodos como son:

Ramírez (1988), quien contribuyó al conocimiento de la abundancia y distribución de larvas de 11 familias de crustáceos anomuros y braquiuros en el Golfo de México, encontrando que las zonas de densidad más importante se localizan en la zona de Tamaulipas-Veracruz.

Escamilla (1996), trabajó con megalopas del género *Callinectes* considerando características taxonómicas y ecológicas en la Laguna de Alvarado, Veracruz; describiendo a los organismos.

Rocha *et al.* (1996), realizaron una clave de identificación para los estadios de zoea, mysis, postlarvas de carideos y peneidos y megalopas de anomúros y braquiuros de la Laguna de Alvarado, Veracruz.

Cházaro (1996), describió al estadio de megalopa de cinco especies de cangrejos pertenecientes al Sistema Lagunar de Alvarado, así mismo, elabora una clave de

identificación para estos organismos, cultivados en un sistema de recirculación continua. Las estructuras le permitieron la diferenciación de las especies del género *Callinectes*, encontrando diferencias morfológicas con las mismas especies pero en latitudes mayores.

Así mismo, se empiezan a desarrollar trabajos sobre el transporte y dispersión de larvas de crustáceos, como son el de:

Rodríguez (1996), quien trabajó en la Laguna Camaronera y Buen País en el Sistema Lagunar de Alvarado, encontrando siete especies; de los cuales por su abundancia los portúnidos del género *Callinectes*, los cuales son reclutados por inmigración.

Elguea (1998) encontró seis especies de xántidos en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz; considerando en su estudio aspectos ecológicos, además describe a las especies. La mayor abundancia la encuentra durante el período de flujo de la marea.

López (1999), trabajó con el reclutamiento de postlarvas de camarones y megalopas de jaibas; encuentra 19 especies, indicando que la temperatura y la salinidad tienen una influencia para la densidad de los organismos.

Coria-Olvera (2001), trabajó con el reclutamiento de postlarvas de carideos y peneidos en tres sistemas costeros del Golfo de México; encuentra nueve especies siendo *Penaeus aztecus* y *Macrobranchius acanthurus* las especies que presentaron las mayores densidades. Encuentra picos de reclutamiento asociados a los periodos del flujo de la marea.

### III. JUSTIFICACIÓN.

Debido a la importancia económica que tienen las especies del género *Callinectes*, se ha incrementado el conocimiento sobre aspectos taxonómicos y ecológicos, con el fin de que se pueda generar mayor información sobre su ciclo de vida. Los estudios de las fases postlarvales recientemente ha adquirido gran importancia debido a que en muchos casos representan especies que contribuyen en el desarrollo económico. Es por ello en México se debe de impulsar el estudio de las fases postlarvares de éstas especies comercialmente importantes, que aporten un conocimiento más amplio, lo cual en un futuro permitirá un mejor aprovechamiento comercial.

#### IV. OBJETIVOS

##### 4.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar el reclutamiento de las megalopas del género *Callinectes* en las bocas de comunicación de los sistemas costeros: boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz; boca del río Soto la Marina, Tamaulipas y boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, Campeche.

##### 4.2 OBJETIVOS PARTICULARES.

Determinar taxonómicamente hasta nivel específico a los organismos del género *Callinectes* presentes en las tres zonas costeras del Golfo de México.

Analizar la variación de reclutamiento de las megalopas del género *Callinectes* para cada zona de muestreo.

Comparar la diferencia del reclutamiento de las megalopas del género *Callinectes* entre ciclos de muestreo para cada sistema costero del Golfo de México.

Establecer la relación de los parámetros ambientales (salinidad, temperatura y velocidad de corriente) con el número de reclutas de megalopas del género *Callinectes* para cada zona de muestreo.

Determinar si existe variación morfológica de las megalopas del género *Callinectes* latitudinalmente en las tres zonas de estudio.

## V. ÁREA DE ESTUDIO.

La zona costera del golfo de México se caracteriza por presentar variado número de lagunas costeras y estuarios; las zonas costeras de los estados de Tamaulipas, Veracruz y Campeche están incluidos en la región E de acuerdo a la clasificación de las lagunas costeras propuesta por Lankford (1977).

### 5.1 BOCA ARTIFICIAL DE LA LAGUNA CAMARONERA, VERACRUZ.

Pertenece al Sistema Lagunar de Alvarado, éste se ubica en la porción sureste de la región costera del estado de Veracruz entre los  $18^{\circ} 43' 00''$  y  $18^{\circ} 52' 15''$  latitud Norte y  $95^{\circ} 42' 20''$  y  $95^{\circ} 57' 32''$  de longitud Oeste. El sistema se extiende longitudinalmente en dirección este-oeste a lo largo de aproximadamente 26 km. se introduce en tierra hasta 5 km. con un ancho aproximado de 4.5 km. Cuenta con dos comunicaciones con el mar, la primera es natural y tiene un ancho de 400 m y esta orientada ligeramente hacia el norte; la segunda consta de dos tubos de dos metros de diámetro (Contreras, 1993). La Laguna Camaronera se encuentra entre los  $18^{\circ} 50'$  y  $18^{\circ} 52'$  de latitud Norte y  $95^{\circ} 54'$  y  $95^{\circ} 58'$  de longitud Oeste, su eje mayor es paralelo a la costa; se ubica al norte y se separa del sistema Alvarado-Buen País por un estrecho canal de comunicación de aproximadamente medio kilómetro. Actualmente cuenta con una boca artificial (construida en 1980), cuenta con dos tubos que permiten el paso del agua de mar por el efecto mareal. Presenta una superficie aproximada de 3,900 has y una profundidad media de 1 m. Al sureste de la laguna, se registra la presencia de vegetación acuática *Ruppia marítima* (Contreras, 1993). Entre los ríos que vierten sus aguas directamente al sistema lagunar, se encuentra el



Papaloapan, el Acula, el Camarón y el Blanco. Los tipos de sedimentos del Sistema Lagunar son: arenosos, limo-arcillosos y areno-limo-arcillosos (García, 1995). Prácticamente todo el contorno del sistema lagunar esta rodeado por los manglares *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro). En época de lluvias invade a la laguna el lirio acuático (*Eichornia crassipes*) (INEGI, 1988 a). La región presenta clima tipo Aw2(i) esto es, presenta clima cálido subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 26°C, la media del mes más frío (enero) es de 18°C y el mes más cálido (mayo) de 32°C. La precipitación anual total es entre 1,500 y 2,000 mm (García, 1973)(Fig.1).

## 5.2 BOCA DE PUERTO REAL EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE.

La Laguna de Términos se encuentra localizada entre los 18° 30' y 18° 40' de latitud Norte y entre los 92° 00' y 92° 50' de longitud Oeste (INEGI, 1988 b). Es una Laguna marginal separada del mar abierto por una barra de arena que coconstituye la Isla del Cármen. Según la clasificación propuesta por Lankford (1977), esta laguna es de tipo II A, esto es que se formó por una depresión marginal intradeltaíca y su barrera de arena se formó por una sedimentación diferencial de material terrígeno. La Isla del Carmen a su vez, esta separada del continente por dos entradas de mar abierto a la laguna: la boca del Carmen, en el extremo occidental y la boca de Puerto Real, en el extremo oriental de la isla (Bravo-Núñez y Yáñez-Arancibia, 1979). La boca del Carmen se encuentra localizada entre los 18° 30' y 18° 40' de latitud norte y entre los 92°00' y 92° 50' de longitud oeste (INEGI, 1988 c), En la boca del Carmen hay un canal seminatural de navegación que permite el acceso hacia la región occidental de la

laguna y al puerto de abrigo; mientras que en la boca de Puerto Real existe un canal natural con un flujo de mar hacia el interior que ha formado una delta muy desarrollada (Contreras, 1986). Las playas de la laguna son pantanosas y poco profundas, la vegetación sumergida esta representada por *Thalassia testudinum* y *Holodule wrightii*; en los márgenes presenta una vegetación de tipo tropical con predominio de manglares de las especies de *Rhizophora mangle*, *Avicennia nítida*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*. La laguna es poco profunda y se localiza en los límites de una zona de sedimentación de carbonato de calcio en la región este y depositación de sedimentos de origen terrígeno en la región oeste (Contreras, 1986). Según García (1973), la zona presenta un clima cálido suhúmedo con lluvias en verano (Amw) con una temperatura máxima de 36°C y una mínima de 17 °C, la precipitación alcanza de entre 1,200 y 2,000 mm anuales y el período de mayor precipitación es de Junio a Noviembre. Los vientos dominantes presentan dirección Noreste y Sureste (Bravo-Núñez y Yáñez-Arancibia, 1979). La laguna esta drenada por cuatro ríos principales, encontrándose pequeños arroyos de escasa magnitud en toda la orilla; entre los ríos más importantes se encuentran el Usumacinta, que da lugar a la formación de las lagunas Pom, Atasta, Corte, y Puerto Rico en la parte occidental; el río Palizada que desemboca a través de boca Chica y el río Candelaria (Bravo-Núñez y Yáñez-Arancibia, 1977; Contreras, 1986)(Fig. 2).

### 5.3 BOCA DEL RÍO SOTO LA MARINA EN LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS.

Pertenece al sistema de Laguna Madre, localizada al norte de Tamaulipas, ubicada entre los paralelos 23° 48' y 25° 27' de latitud norte y los meridianos 90° 23' y 97° 52' de longitud oeste. La limitan al norte los depósitos del delta del río

bravo y al sur la desembocadura del río Soto la Marina. La boca del río Soto la Marina se encuentra entre los 23° 45' 55" y 23° 46' 27" de latitud norte y entre los 97° 44' 05" y 97° 44' 21" de longitud oeste (INEGI,1988 c). La Laguna Madre cuenta con una superficie aproximadamente de 200,000 ha, con una profundidad media de 0.70 m. El vaso de la laguna se separa del Golfo de México por una barrera litoral; la costa de barlovento de la barrera es recta y uniforme, en contraste con la orilla continental, que es irregular; esta laguna se divide en dos partes: la Cuenca septentrional y la Cuenca Meridional. La primera es de mayor dimensión, con 20 km. de ancho y 55 km. de largo y una profundidad máxima de tres metros en su porción marginal noroeste. La segunda es menos ancha que la anterior, per más larga y menos profunda (1.3 m); exhibe su máxima amplitud al sur de los depósitos deltaicos del río San Fernando y disminuye hasta dos o tres kilómetros cerca de la desembocadura del río Soto la Marina (Contreras, 1993).

### IZT.

Se reporta 13 bocas para esta laguna, estas bocas tienen comunicación con el mar durante cortos periodos, debido a que los ciclones y huracanes provocan el acarreo de sedimentos y causan el asolvamiento de las mismas. El clima es de tipo BS1(h' )hx"(e) según la clasificación de García (1977); y las regiones hidrológicas son la 24 y la 25 (SARH). Por su origen, Lankford (1977) la clasifica en el tipo III-A, los tipos de fondo son: arenas finas a sotavento de las barreras arenosas; sedimento mixto limo-arcilloso en la mayor parte de la laguna, forma una ancha franja paralela al margen continental con abundantes conchas y fragmentos de éstas; también predominan sedimentos finos como arcillas y limos, éstos se depositan en el área más profunda de la Cuenca Septentrional. La vegetación terrestre sumergida en la laguna son de cinco tipos; de ellos tres se relacionan



con Laguna Madre y son: asociación de dunas y playas de barlovento de la barrera arenosa dominada por *Uniola paniculata*, *Ipomoea pescaprea* y *Croton punctulatus*; asociación de halófitas ubicadas en las márgenes del sistema, domina la asociación *Suaeda nigra*, *Salicornia ambigua*, *Batis maritima*, *Distichlis spicata*, *Monantochleos litteralis*, *Spartina spartinae* y *Spartina desinflora*; y por matorral espinoso distribuido tierra adentro, como una vegetación secundaria que origina la perturbación de la selva baja espinosa Mezquital, principalmente por pastoreo y agricultura. No se encuentran manglares en la región, y sólo en su extremo sur se localizan parches de mangle negro *Avicennia nitida*. La vegetación sumergida se compone de algas y monocotiledóneas (Contreras, 1993). La laguna es hipersalina en toda su extensión, con un promedio de 75 ‰ y los valores más altos se dan en la Cuenca Septentrional. Después de los huracanes, la salinidad se reduce como efecto de las fuertes lluvias y la apertura de las bocas; sin embargo, al cerrarse las mismas los factores ambientales y el agua hacen que la salinidad aumente progresivamente, y la mayor parte del área sea seca. En las llanuras marginales se depositan yeso y sal. Frecuentemente se presentan mareas de viento, por lo que éste controla la circulación del sistema. Entre la fauna se encuentran micro moluscos, tales como gasterópodos y pelecípodos; con respecto a foraminíferos, se identifican 24 géneros y 51 especies. Las pesquerías que sostienen este sistema son las de la trucha del mar, tambor, pargo y corvina, además de las especies que utilizan el ecosistema como criadero esta el camarón (Contreras, 1993)(Fig. 3).

**VI. MATERIAL Y MÉTODOS.**

Se realizaron tres muestreos en total que abarcó de Agosto de 1998 a Noviembre de 1998, en las bocas de comunicación de tres zonas costeras del Golfo de México.

MES	ZONAS DE MUESTREO
30 y 31 Agosto	boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz
15 y 16 Octubre	boca del río Soto la Marina, Tamaulipas
27 Noviembre	boca de Puerto Real en la Laguna de Términos, Campeche

Para la realización de las colectas en la laguna Camaronera se utilizaron dos redes de forma cónica con 1.0 m de longitud del copo y boca de 0.50 m de diámetro. Las redes se fijaron en un marco de forma rectangular dividido a la mitad, cada cuadro tiene un aro de 0.50 m de diámetro. Para la colecta en la boca de Puerto Real y boca del río Soto la Marina se utilizaron una red tipo renfro con una superficie de 2.35 m<sup>2</sup>. Ambas redes tendrán una abertura de malla 250 micras.

Se realizaron muestreos nocturnos de 13 hrs., se iniciaron a las 18:00 h del primer día y se finalizaron a las 06:00 hrs. del día siguiente, durante dos días consecutivos (para el primer día de muestreo se consideró el Ciclo I y para el segundo día, fue el Ciclo II); se filtró agua cada hora durante 15 minutos, a fin de obtener de esta manera el material biológico. Para los muestreos en la boca de la Laguna Camaronera, se colocó el marco en uno de los tubos de comunicación con la

laguna, sujetándola con cabos y dirigiendo la boca de la malla de acuerdo a la dirección de corriente de la marea (Elguea, 1998; López, 1999; Coria-Olvera, 2001)). Para la boca del río Soto la Marina y boca de Puerto Real, se realizaron arrastres en los cuales se registró la distancia y el tiempo que tardó el muestreo. Para la laguna Camaronera se evaluó la velocidad de corriente mediante un frasco de plástico sujetado con una cuerda de aproximadamente 10 m de longitud, el frasco contenía agua, afín de tener la misma densidad. El frasco se colocó en el agua y se tomó el tiempo en que tardó el frasco en recorrer la longitud de la cuerda. A la vez se registraron la temperatura, con un termómetro de mercurio de -10 °C a 110 °C; la salinidad, mediante un salinómetro YSI 33 y dirección de la corriente. Estos parámetros se tomaron *in situ* (Coria-Olvera, 2001).

El material colectado se fijó con formol al 4%, posteriormente se colocó en frascos de plástico de un litro, previamente etiquetados. El material se transportó al Laboratorio de Ecología de la FES Iztacala, donde se revisó y separó hasta familia con un microscopio estereoscópico marca ZEISS y puestos en frascos viales en alcohol al 70 % los miembros del género *Callinectes*, se identificaron hasta especie mediante la utilización de un microscopio óptico marca ZEISS con una lente de 40 X, y basándose en claves de identificación para estadios postlarvales de Cházaro (1996) y Rocha, *et al.* (1996).

Para obtener la densidad se estandarizaron los datos a 1000 m<sup>3</sup> mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Vol} = \text{sbr} \cdot \text{Vc} \cdot \text{T}$$

Donde:

Vol= Volúmen

sbr= superficie de la boca de la red ( $\text{m}^2$ )

Vc= Velocidad de corriente ( $\text{m s}^{-1}$ )

T= Tiempo

$$\text{Vol} = \text{d} \cdot \text{Sbr}$$

Donde:

Vol= Volúmen

d= distancia del arrastre

Sbr=superficie de la boca de la red ( $\text{m}^2$ )

$$\text{D} = (\text{Ni} \cdot 1000) / \text{Vol}$$

Donde:

D= Densidad (no. de org/1000  $\text{m}^3$ )

Ni= Número de individuos de la muestra

Vol= Volúmen

La relación entre los parámetros ambientales como la salinidad, la temperatura y la velocidad de corriente, respecto a la densidad de la megalopas; se realizó por medio de un modelo de Correlación Múltiple (Daniel, 1990) la cual puede enunciarse como:

$$Y_i = B_0 + B_1 X_{1j} + B_2 X_{2j} + \dots + B_k X_{kj} + e_j$$

Donde:

$Y_i$ = valor de densidad

$X_{1j}$  = valor de cada parámetro

$B$ = coeficiente de regresión

$B_0$ = ordenada al origen

La ecuación que representa a las variables quedó estructurada de la siguiente manera:

$$DM = B_0 + B_1 T^{\circ}C + B_2 S^{\text{‰}} + B_3 VC$$

Donde:

$DM$ = densidad de megalopas

$B_0$ = ordenada al origen

$B_i$ = coeficiente de regresión

$T^{\circ}C$ = temperatura

$S^{\text{‰}}$ = salinidad

$VC$ = velocidad de corriente



Para comparar la densidad entre los dos días consecutivos de muestreo en cada una de los sitios y entre las especies, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores con una sola muestra por grupo para lo cual se utilizó el programa Microsoft Excel 2000.

Se realizaron preparaciones de estructuras de las megalopas, en la cual se utilizó glicerina para fijarlas una vez disectadas; y con la ayuda de un microscopio de cámara clara -la cual consta de un sistema de lentes de combinación con torreta de dibujo que facilita la elaboración de esquemas de especímenes por la superposición de la imagen del mismo sobre una superficie plana- se realizaron los esquemas correspondientes de las estructuras que presentaron modificaciones.

Para determinar los caracteres que deben considerarse para la variación morfológica de las especies del género *Callinectes*, se aplicó el Análisis de Ordenación de Componentes Principales por medio de una matriz de Varianza-Covarianza, utilizando el programa de computadora ANACOM (Cruz de la, 1991).

## VII. RESULTADOS.

En las bocas de los tres sistemas costeros del Golfo de México se colectaron un total de 686,069 megalopas de jaibas, que representan a una familia, un género y tres especies: *Callinectes rathbunae*, *Callinectes sapidus* y *Callinectes similis*.

### 7.1 BOCA ARTIFICIAL DE LA LAGUNA CAMARONERA, VERACRUZ

#### 7.1.1 PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

TEMPERATURA: Este factor se mantuvo constante a lo largo de ambos ciclos, el registro máximo fue de 30.5 °C y el mínimo de 29 °C. Durante el ciclo I se registró al inicio 30 °C y al final 29°C, mientras en el ciclo II la temperatura se mantuvo constante con 29°C (Fig. 5).

SALINIDAD: En general se observó un incremento en la concentración de la salinidad con el paso de las horas. Durante el ciclo I se registró un valor mínimo de 8.8 ‰ a las 19:00 h y un valor máximo de 32 ‰ a las 22:00 h, el cual se mantuvo durante el resto del ciclo. Para el ciclo II durante las primeras horas se mantuvo un valor mínimo de 8 ‰ para incrementarse a 31 ‰ a las 01:00 h (Fig. 6).

VELOCIDAD DE CORRIENTE: Se observó una mayor variación en el ciclo I, el que se inició con una velocidad de 0.3846 m s<sup>-1</sup>, para incrementarse a las 21:00 h con 0.5 m s<sup>-1</sup>, a partir de este momento, se observaron variaciones que se concretan en el aumento de la velocidad alcanzando un máximo a las 24:00 h con 0.909 m s<sup>-1</sup>,

posteriormente la velocidad disminuyó hacia las 05:00 h con  $0.33 \text{ m s}^{-1}$  e incrementarse nuevamente hacia el fin del ciclo con  $0.66 \text{ m s}^{-1}$ ; la velocidad mínima que se registró fue de  $0.2857 \text{ m s}^{-1}$  a las 19:00 h. Por otra parte el ciclo II presentó un decremento en este factor pues se registraron de  $1.2 \text{ m s}^{-1}$  a las 19:00 h para disminuir a  $0.2 \text{ m s}^{-1}$  a las 23:00 h, posteriormente se incrementó a  $0.3529 \text{ m s}^{-1}$  a las 03:00 h y a partir de este momento se mantuvo estable (Fig. 7).

DIRECCIÓN DE CORRIENTE: Durante las dos primeras horas del ciclo I se observó reflujó y a partir de la 20:00 h la corriente cambio a flujo, lo que fue constante hasta el fin del ciclo. En tanto para el ciclo II el reflujó se presentó desde las 18:00 h hasta las 22:00 h mientras que a partir de las 23:00 h hasta las 02:00 h se apreció un flujo constante; sin embargo, desde las 03:00 h hasta las 06:00 h no pudo definirse la dirección de corriente debido a que no se apreció movimiento (Tabla 1).

### 7.1.2 DENSIDAD DE RECLUTAMIENTO.

Se analizaron 20 muestras de las que se obtuvieron un total de 416,493 megalopas/1000  $\text{m}^3$  que representaron a las tres especies, la distribución fue de 366,412 megalopas/1000  $\text{m}^3$  para *Callinectes rathbunae*, 50060 megalopas/ 1000  $\text{m}^3$  para *Callinectes sapidus* y 21 megalopas/1000  $\text{m}^3$  para *Callinectes similis*. Del porcentaje total de la densidad de megalopas capturadas, el 98.94 % se capturaron en flujo y el 1.06 % de la densidad se capturaron en reflujó.

En ambos ciclos destacó un incremento del reclutamiento a las 23:00 h. Las especies que se presentaron en el ciclo I fueron *C. rathbunae*, *C. sapidus* y *C. similis*; mientras para el ciclo II no se presentó *C. similis*. En ambos ciclos destacó el alto reclutamiento de *C. rathbunae*. A lo largo del ciclo I presentó una densidad mínima de 21 megalopas/1000 m<sup>3</sup> a las 06:00 h así como 2207 megalopas/1000 m<sup>3</sup> a las 23:00 h como densidad de reclutamiento máximo. Por otra parte, en el ciclo II se observó el mayor reclutamiento a las 23:00 h con 302,500 megalopas/1000 m<sup>3</sup>, y a las 04:00 h con 2502 megalopas/1000 m<sup>3</sup> como densidad mínima (Fig. 8).

Por su parte *Callinectes sapidus* durante el ciclo I, presentó una densidad mínima de 17 megalopas/1000 m<sup>3</sup> a las 04:00 h; así como un lapso de reclutamiento máximo entre las 21:00 h y 02:00 h, con periodos de ausencia de organismos. Mientras en el ciclo II, se registró a las 04:00 h con 88 megalopas/1000 m<sup>3</sup> como densidad mínima y como máximo reclutamiento se presentó a las 23:00 h con 46,500 megalopas/1000 m<sup>3</sup>. Para ambos ciclos las 23:00 h fue donde se presentó el mayor reclutamiento y como mínima densidad, para ambos ciclos, fue a las 04:00 h (Fig.9).

En el caso de las megalopas de *Callinectes similis*, sólo se presentó a las 03:00 h con una densidad de 21 megalopas/ 1000 m<sup>3</sup> en el ciclo I; en tanto para el ciclo II fue ausente(Fig. 10).

### 7.1.3 RELACIÓN RECLUTAMIENTO CON PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

En cuanto a la relación con los parámetros físico-químicos con respecto al reclutamiento de megalopas del género *Callinectes*, se observó gráficamente, que las fluctuaciones de salinidad principalmente (ya que la temperatura se mantuvo constante) determinó el reclutamiento; identificado para el ciclo I la existencia de un pico de reclutamiento máximo que fue a las 23:00 h con 2546 megalopas/ $m^3$ , registrando 29 °C de temperatura y 32 ‰ de salinidad (Fig. 11) así como una velocidad de corriente de 0.4  $m s^{-1}$  (Fig. 12), con un flujo constante de la corriente debido a que se presentó la entrada de mar y por lo tanto un aumento de la marea (Fig.13). Para el ciclo II se observó un comportamiento similar ya que se observa el pico de reclutamiento a las 23:00 h con 29 °C de temperatura y salinidad de 20 ‰; con una densidad de 359,050 megalopas/1000  $m^3$  (Fig. 14). Durante este ciclo la velocidad de corriente fue particularmente baja para esta hora, registrando 0.2  $m s^{-1}$  (Fig. 15). Así mismo, presentó las mismas condiciones de la entrada de agua de mar y un aumento del nivel de la marea, específicamente de 436 mm de altura para las 23:00 h (Fig. 16).

### 7.1.4 CORRELACIONES Y ANÁLISIS DE VARIANZA.

Por su parte el modelo de correlación múltiple para cada especie, indicó que solo para *Callinectes sapidus* existió correlación significativa con respecto a los parámetros físico-químicos, durante el ciclo I; en tanto para el ciclo II no se presentó correlación significativa para ninguna especie. Sin embargo, el modelo de correlación múltiple con las densidades de las tres especies del género

*Callinectes* existió una correlación significativa con los parámetros ambientales, tanto para el ciclo I como para el ciclo II (Tabla 2).

En cuanto a la comparación de la densidad de reclutamiento en ambos ciclos de muestreo, el análisis de varianza (ANOVA) no evidenció diferencias significativas entre los ciclos de muestreo y entre las especies ( $P < 0.05$ ).

## 7.2 BOCA DEL RÍO SOTO LA MARINA, TAMAULIPAS.

### 7.2.1 PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS.

Es importante mencionar que durante el ciclo II a partir de las 01:00 h se presentaron condiciones climáticas que hicieron altamente riesgoso continuar con el muestreo por lo que sólo hay muestras hasta esta hora.

TEMPERATURA: Durante el ciclo I se presentó un intervalo entre los 27 °C y los 29 °C, mientras para el ciclo II se registró entre 28 °C y 29 °C manteniéndose constante este factor en ambos ciclos (Fig. 17).

SALINIDAD: Esta localidad constituye un sistema situado al sur de la Laguna Madre, por lo que se caracterizó por las altas concentraciones en este parámetro, pues lo mínimo registrado durante el ciclo I fue de 21 ‰ a las 21:00 y 22:00 h, mientras el registro máximo fue de 31 ‰ a las 03:00 h. A pesar de presentar ciertas fluctuaciones no se registraron concentraciones menores a 20 ‰. Durante el ciclo II se registró 20 ‰ de salinidad como valor mínimo a las

23:00 h, y una concentración máxima de 23 ‰ alrededor de las 20:00 y 01:00 h (Fig. 18).

VELOCIDAD DE CORRIENTE: En ambos ciclos fue relativamente constante, con intervalos de  $0.3625 \text{ m s}^{-1}$  como valor mínimo, y  $0.4142 \text{ m s}^{-1}$  como máximo durante el ciclo I. La velocidad en el ciclo II fue de  $0.3222 \text{ m s}^{-1}$  durante las primeras cinco horas de muestreo para disminuir a  $0.2636 \text{ m s}^{-1}$  a las 23:00 h (Fig. 19).

DIRECCIÓN DE CORRIENTE: El flujo fue constante en el transcurso del ciclo I, mientras en el ciclo II el flujo se registró hasta las 01:00 h (Tabla 1).

#### 7.2.2 DENSIDAD DE RECLUTAMIENTO.

Para este caso se revisaron un total de 17 muestras, de las que se identificaron un total de 268,783 megalopas/1000  $\text{m}^3$  que representan a dos especies, *Callinectes rathbunae* con 168,510 megalopas/1000  $\text{m}^3$  y *Callinectes sapidus* con 100,273 megalopas/1000  $\text{m}^3$ .

En general durante ambos muestreos se observó varios picos de reclutamiento, siendo para el ciclo I tres picos de reclutamiento entre las 21:00 h y 04:00 h, mientras para el ciclo II solo uno a las 24:00 h. Las especies que se presentaron en el ciclo I fueron *C. rathbunae* y *C. sapidus*, mientras para el ciclo II solo se registró a *C. rathbunae*.

El reclutamiento de *C. rathbunae* en esta zona presentó variaciones ya que durante el ciclo I se presentaron dos picos de reclutamiento máximo, uno a las

21:00 h con 36,709 megalopas/1000 m<sup>3</sup> y la otra a las 04:00 h con 21,047 megalopas/1000 m<sup>3</sup>; y una densidad de reclutamiento mínimo de 17 megalopas/1000 m<sup>3</sup>. Por otra parte en el ciclo II, se registró un máximo reclutamiento a las 24:00 h con 47,615 megalopas/1000 m<sup>3</sup>, mientras el registro mínimo fue a las 21:00 h con 1993 megalopas/1000 m<sup>3</sup>(Fig.20).

Con relación al reclutamiento de *C. sapidus* solo se presentó durante el ciclo I, en el que se reclutaron 70,557 megalopas/1000 m<sup>3</sup> como máxima densidad a las 23:00 h y un mínimo de 2 megalopas/1000 m<sup>3</sup> a las 19:00 h (Fig. 21).

### 7.2.3 RELACIÓN RECLUTAMIENTO CON LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

Gráficamente se puede apreciar que la temperatura se mantiene constante, y es la salinidad la que presentó variaciones a lo largo de ambos ciclos; mientras que la velocidad de corriente presentó oscilaciones. Durante el ciclo I la densidad de reclutamiento de las especies del género *Callinectes* presentó dos picos de reclutamiento, a las 21:00 con 47,881 megalopas/1000 m<sup>3</sup> y a las 23:00 h con 70,557 megalopas/1000 m<sup>3</sup>, a una temperatura de 28 °C y salinidad de 21 ‰ y 24 ‰ respectivamente (Fig. 22), así como una velocidad constante y un aumento del nivel de la marea de 261 mm a 365 mm (Fig. 24). En tanto para el ciclo II es a las 24:00 h con 47,615 megalopas/1000 m<sup>3</sup> a 29 °C y 22 ‰ de temperatura y salinidad (Fig. 25), y momento en que se registra una velocidad de corriente de 0.2636 m s<sup>-1</sup> (Fig. 26) así como un flujo constante de la dirección de corriente y un aumento de 353 mm del nivel del mar (Fig. 27).



#### 7.2.4 CORRELACIONES Y ANÁLISIS DE VARIANZA.

El modelo de correlación múltiple aplicado en este caso para cada una de las especies, refleja que, solo existe evidencia significativa de correlación con los parámetros ambientales para *C. rathbunae* para el ciclo II. Así mismo, aplicando el mismo modelo, mostró que existió evidencia significativa para las especies del género *Callinectes* para el ciclo II (Tabla 3). Finalmente el análisis de varianza (ANOVA) para la comparación de la densidad de reclutamiento entre ambos muestreos no proporcionó diferencias significativas entre ciclos de muestreo y entre las especies ( $P < 0.05$ ).

#### 7.3 BOCA DE PUERTO REAL EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE.

##### 7.3.1 PARÁMETROS FISÍCO-QUÍMICOS.

TEMPERATURA: La tendencia de este parámetro fue de aumento durante el inicio del ciclo y posteriormente al final disminuyó ligeramente. La temperatura máxima se registró a partir de las 20:00 h con 27° C que se mantiene constante hasta las 23:00 h; mientras que el registro mínimo fue de 24° C alrededor de las 05:00 h (Fig. 28).

SALINIDAD: Este factor presentó una tendencia hacia el incremento registrando 21 ‰ entre las 18:00 y 19:00 h, lo que representa el valor mínimo durante el ciclo; en tanto el valor máximo fue de 31 ‰ y se registró a las 04:00 h (Fig. 28).

VELOCIDAD DE CORRIENTE: Este parámetro se mantuvo constante en general durante todo el ciclo, el registro al inicio del ciclo fue de  $0.32 \text{ m s}^{-1}$  a las 18:00 h y se mantuvo hasta las 22:00 h. A las 23:00 h se registró  $0.24 \text{ m s}^{-1}$  siendo el valor mínimo del ciclo, el cual se incrementó posteriormente a  $0.32 \text{ m s}^{-1}$  nuevamente y de las 02:00 h hasta el final del ciclo se mantuvo constante (Fig. 28).

DIRECCIÓN DE CORRIENTE: El flujo fue constante en el transcurso del ciclo (Tabla 1).

### 7.3.2 DENSIDAD DE RECLUTAMIENTO.

En cuanto al material biológico colectado, se procesaron seis muestras de los cuales se obtuvo un total de 838 megalopas/1000  $\text{m}^3$ , que representaron a dos especies: *C. rathbunae* con 502 megalopas/1000  $\text{m}^3$  y *C. sapidus* con 336 megalopas/1000  $\text{m}^3$ .

Con relación a la especie *C. rathbunae*, se registró un reclutamiento máximo de 167 megalopas/1000  $\text{m}^3$  al inicio del ciclo, posteriormente la densidad empezó a disminuir de las 24:00 h a las 02:00 h con 100 megalopas/1000  $\text{m}^3$  y al final del ciclo se registró 17 megalopas/1000  $\text{m}^3$  a las 05:00 h, siendo éste el valor mínimo del ciclo (Fig. 29).

Por otra parte la densidad de reclutamiento de *C. sapidus* fue en aumento conforme pasaba el ciclo, llegando a tener un máximo de reclutamiento a las

04:00 h con 167 megalopas/1000 m<sup>3</sup> y una hora después se registró 17 megalopas/1000 m<sup>3</sup> como densidad mínima de reclutamiento (Fig. 30).

### 7.3.3 RELACIÓN RECLUTAMIENTO CON LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

Gráficamente se observó que se presentan varios picos de reclutamiento de megalopas del género *Callinectes* debido principalmente a las fluctuaciones de la salinidad. Se presentaron dos picos de reclutamiento máximo con 201 megalopas/1000 m<sup>3</sup> a las 19:00 h y 04:00 h, a una temperatura de 26° C y 25° C respectivamente y una salinidad de 21 ‰ a las 19:00 h y 31 ‰ a las 04:00 h (Fig. 31), así como una velocidad de corriente de 0.32 m/s<sup>1</sup> para ambas horas (Fig. 32). Se presentó un flujo constante a lo largo del ciclo, debido a la entrada de agua de mar por el aumento del nivel de la marea, siendo el valor máximo a las 22:00 h con 455 mm y el mínimo de 263 mm a las 05:00 h (Fig. 33).

### 7.3.4 CORRELACIÓN Y ANÁLISIS DE VARIANZA.

Finalmente, en cuanto a la relación entre la densidad de reclutamiento y los parámetros físico-químicos; el modelo de correlación múltiple para cada especie no mostró una relación significativa con cada una; por otra parte, el coeficiente de correlación para todas las tres especies registradas en el ciclo, mostró una correlación significativa (Tabla 4). En cuanto a la comparación entre las especies, el análisis de varianza (ANOVA) no evidenció diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

#### 7.4 VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE LAS ESPECIES.

Se consideraron 64 caracteres morfológicos para cada especie del género *Callinectes* en los tres sitios de muestreo (Tablas 5, 6 y 7).

Los resultados del análisis de componentes principales para los caracteres de las especies del género *Callinectes* de los tres sitios mostraron que, para *C. rathbunae* el componente I explicó el 68.90 % de la variación total y el componente II el 31.10 % y de acuerdo a los eigenvectores, los caracteres que corresponden a estos componentes son: el número de setas del primer segmento de la antena, número de setas marginales en el endito basal de la maxílula, número de setas en el endito basal de la maxila, número de setas marginales del endito basal del primer maxilípodo, número de setas marginales del endito coxal del tercer maxilípodo, número de setas en el primer segmento del endopodito del tercer maxilípodo y número de setas en el segundo segmento del endopodito del tercer maxilípodo (Tabla 8).

Para el caso de *C. sapidus*, el análisis de componentes principales para los caracteres mostraron que el componente I explicó el 70.34 % de la variación total y el componente II el 29.66 %, y de acuerdo con los eigenvectores, los caracteres más importantes que corresponden a estos componentes son: número de setas maginales del segmento basal de la anténula, número de setas submarginales del segmento basal de la anténula, número de setas marginales del endito basal de la maxílula, número de setas marginales del endito basal del primer maxilípodo, número de setas del segundo segmento del endopodito del

segundo maxilípido y número de setas del primer segmento del exopodito del tercer maxilípido (Tabla 9).

De acuerdo a los 64 caracteres observados de las megalopas, y considerando los caracteres más importantes obtenidos con el método multivariado se elaboraron los esquemas correspondientes de la variación morfológica de las especies del género *Callinectes* en los distintos sitios de colecta en el Golfo de México (Anexo II).

## VIII. DISCUSIÓN.

### 8.1 FACTORES AMBIENTALES.

Sin lugar a dudas, los parámetros ecológicamente más importantes en los ambientes acuáticos son la temperatura y la salinidad. La temperatura del agua es el mayor factor que influye en la abundancia, distribución y desarrollo de organismos acuáticos, y en procesos químicos y físicos de aguas estuarinas. Está en función de la latitud, la profundidad del agua, del influjo de la marea, origen y volúmen de agua dulce que llega, la morfología de la cuenca, los vientos y las corrientes. Las temperaturas del agua de los ríos y del agua del mar, el proceso de mezcla y el intercambio de calor de la interfase aire-agua en la superficie, principalmente determina la distribución de la temperatura en un estuario (Kennish, 1986).

En los tres sistemas costeros, la temperatura fue constante, lo que se debe a la época del año y a la localización geográfica del sistema. En la boca de muchos estuarios o lagunas costeras, la temperatura del agua es casi similar a la temperatura de las aguas costeras, debido a que el océano tiene una gran capacidad calorífica y responde más lento a los procesos de calentamiento y enfriamiento. Por lo que la variación de la temperatura es menor comparado con la región denominada "cabeza" de los estuarios donde la inundación del agua marina es más variable. En general, el comienzo de los cambios de temperatura es proporcional al incrementarse la distancia desde la boca del estuario (Kennish, 1986).

Sin embargo, como lo explica Rocha y Cházaro (1989), el comportamiento hidrológico, la cantidad de agua de mar que penetra, el régimen pluvial y fluvial de la región y la época del año; los sistemas estuarinos pueden experimentar fluctuaciones diarias, estacionales y anuales en la temperatura. Contreras (1986) indica que se presentan variaciones en la temperatura cuando algunas de las masas de agua marina o continental domina en el sistema.

Escamilla (1996), registró una temperatura promedio para el mes de agosto de 30 °C dato similar al encontrado por este trabajo, ya que el intervalo fue de 29 a 30.5 °C para la boca artificial de la Laguna Camaronera; así mismo, para esta misma zona Rodríguez (1996), Elguea (1998), López (1999) y Coria-Olvera (2001) reportaron para la época de lluvias, específicamente para el mes de agosto, temperaturas por arriba de los 30 °C. Por otra parte, la temperatura que se registró en este estudio para la boca del río Soto la Marina fue de entre 27 a 29 °C, situación similar fue la que encontró Castro *et al.* (1990) para el mes de octubre de 27 °C en promedio, al igual que Coria-Olvera (2001). Smith (1984) registró una temperatura para el mes de noviembre de 25 °C para la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, situación que también reportó Yáñez-Arancibia *et al.* (1988) con 26.4 °C en promedio; así también para este sitio Vázquez *et al.* (1988) reportaron una temperatura de 25.7 °C en promedio, situación similar a la que se registró en este trabajo que fue de 24 °C a 27 °C.

La temperatura del agua es uno de los factores importantes en la cual influye en la viabilidad y la velocidad de desarrollo de los huevos en organismos acuáticos (Gove y Paula, 2000) lo cual afecta en la incubación de las larvas. De manera general se puede afirmar que cuando la temperatura aumenta, se acelera el

crecimiento, la madurez sexual es precoz y la longevidad es menor. En todos los casos sin embargo, existe una temperatura óptima para cada función por debajo o por arriba de la cual se producen retardos o aceleraciones que pueden ser causa de anomalías de diverso orden (Vegas, 1980).

La salinidad, en un estuario es mucho más variable que en el océano; cambiando diariamente, estacionalmente y a través de cada ciclo mareal. La distribución de la salinidad en los sistemas costeros varía extensivamente en respuesta de las condiciones hidrológicas y geomorfológicas (Kennish, 1986). De esta forma en un sistema costero se pueden presentar zonas debido al rango de salinidad, McLusky (1989) propone las siguientes zonas: en la boca de los sistemas estuarinos se presentan condiciones euhalinas y el rango va de 30-40 ‰, en la zona "baja y media" de los estuarios son de tipo polihalino y el rango es de 18-30 ‰, en la zona de "arriba" del estuario es de tipo mesohalino y va de 5-18 ‰, en la "cabeza" se presentan condiciones oligohalinas donde el rango es de 0.5 a 5 ‰, y por último, la zona del río donde son condiciones limnéticas. Sin embargo, esta distribución de la salinidad puede variar de un sistema a otro, de la época del año, la temporada climática, las corrientes y las mareas, y ríos adyacentes; en la cual pueden presentar algunas de estas zonas dependiendo del rango de salinidad.

Por ejemplo, Rocha y Cházaro (1989) indican que el comportamiento hidrológico del Sistema Lagunar de Alvarado esta determinado por las variaciones físicas y químicas que son influenciadas principalmente por la cantidad de agua de mar que penetra y por el régimen de precipitación fluvial regional. El comportamiento general del sistema observado indica que en la época de "nortes" y "secas" se presentan condiciones mesohalinas y en los meses restantes por efecto de la



lluvias son oligohalinas. Mientras que en la boca del río Soto la Marina y la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos se registran aguas de tipo polihalinas, como ya lo han indicado Signoret (1974) y Coria-Olvera (2001); donde las altas concentraciones de este factor se debe principalmente a la entrada constante de agua marina a estos sistemas.

La salinidad determina la distancia que las especies son capaces de penetrar dentro de los estuarios. De esta forma la mayoría de las especies que habitan estos sistemas en algún momento de su ciclo de vida deberán soportar cambios drásticos en dichos parámetros; como en el caso de las megalopas del género *Callinectes*.

La abundancia estacional de las especies no solo esta asociada a la salinidad y temperatura, ya que como lo indican Zimmerman y Minello (1984), Castro *et al.* (1990), Chen *et al.* (1997) y Coria-Olvera (2001), la velocidad y dirección de la corriente, así como el nivel de la marea son factores que condicionan la migración vertical y por tanto su reclutamiento hacia los sistemas estuarinos durante el flujo de la marea.

El nivel de la marea es importante para regular la distribución de los organismos, el rango normal en el nivel de la marea es de 0.5 a 4 metros, para el Golfo de México el nivel promedio es de 0.7 metros, presentándose mareas de tipo diurno y mareas mixtas (Kennish, 1986). En la boca artificial de la Laguna Camaronera el tipo de marea que se presentó fue de tipo diurno, en tanto en la boca del río Soto la Marina y boca de Puerto Real en la Laguna de Términos fue marea de tipo mixto (Anexo III).

El desplazamiento horizontal del agua (corriente de la marea) esta asociada con el aumento y disminución de la marea y podría ser diferente de un sistema a otro. La velocidad de corriente más rápida que se ha reportado ha sido de  $6 \text{ m s}^{-1}$ , sin embargo, el rango típico de la velocidad de corriente es de  $0.5$  a  $1 \text{ m s}^{-1}$ . En cada uno de los sistemas costeros el promedio de la velocidad de la corriente para la boca artificial de la Laguna Camaronera fue de  $0.521 \text{ m s}^{-1}$  para el primer día de muestreo y para el segundo día fue de  $0.470 \text{ m s}^{-1}$ ; en la boca del río Soto la Marina en el ciclo I fue de  $0.387 \text{ m s}^{-1}$  y para el segundo ciclo fue de  $0.297 \text{ m s}^{-1}$ ; y para la boca de Puerto Real de la laguna de Términos fue de  $0.304 \text{ m s}^{-1}$ . Este tipo de corriente es importante en el transporte de componentes bióticos y abióticos en los ecosistemas estuarinos. Las mareas y la corriente de la marea son un gran recurso de energía de turbulencia y mezcla hacia los sistemas estuarinos, ya que pueden ser utilizados por las megalopas para ser reclutados hacia estos sistemas (Hartnoll y Hawkins, 1982; Kennish, 1986; Chen *et al.*, 1997).

La mayoría de las megalopas fueron capturadas en condiciones de flujo y un número reducido durante el reflujo, por esta razón las megalopas se asocian a las altas concentraciones de salinidad; así, la abundancia de los organismos de los sistemas estuarinos es el resultado de los mecanismos de reproducción y transporte, por la influencia de las corrientes y el flujo de la marea (Epifanio *et al.*, 1984; Coria-Olvera, 2001).

## 8.2 VARIABILIDAD DEL RECLUTAMIENTO.

De las tres especies identificadas, *C. rathbunae* fue la especie que destacó por su amplio reclutamiento en los tres sistemas costeros; situación que ya ha sido registrada con anterioridad por Escamilla (1996), Cházaro (1996) y López (1999). Esta marcada densidad se debe en parte, a que es una especie eurihalina, además su distribución geográfica abarca desde boca de Río Grande al sur de Texas hasta Laguna de Términos, México (Raz-Guzmán *et al.*, 1986). Por otra parte la época de desove de esta especie abarca a finales del verano (Newcombe, 1945; Tagatz, 1967; Williams, 1984; Escamilla, 1996), aunque puede ser más extensa ya que trabajos como los de Rodríguez (1996), Escamilla (1996) y López (1999) han determinado que el reclutamiento de las megalopas es amplio debido a que los han encontrado durante todo el año.

En cuanto a reclutamiento de *Callinectes rathbunae*, el valor máximo se obtuvo en la boca artificial de la Laguna Camaronera con 366,412 megalopas/1000 m<sup>3</sup> en total. Para esta región Escamilla (1996) reportó una incidencia de 1048 megalopas por cada 100 m<sup>3</sup> en promedio, abarcando de febrero a diciembre; Rodríguez (1996) reportó una abundancia de 143 megalopas en un período que abarcó de enero a septiembre; y López (1999) encontró una densidad de 62,255 megalopas/1000 m<sup>3</sup> durante todo el periodo de muestreo que abarcó de enero a agosto. En tanto para la boca del río Soto la Marina se obtuvo en este estudio 84,210 megalopas/1000 m<sup>3</sup> para el ciclo I y 84,297 megalopas/1000 m<sup>3</sup> para el ciclo II como reclutamiento máximo. En tanto para la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos fue de 502 megalopas/1000 m<sup>3</sup> que indica el reclutamiento

más bajo en este estudio para esta especie. Para ambos casos, es el primer estudio sobre la densidad de reclutamiento de megalopas de *C. rathbunae*.

Para las megalopas de la "jaiba azul" *Callinectes sapidus*, también se presentó en los tres sistemas, ya que están adaptados a vivir en ambientes diferentes, sobreviviendo en lugares con un rango de salinidad entre 0.5 a 38 ‰, siendo considerada como especie eurihalina y euritérmica; además es la especie con más rango de distribución geográfica, desde el norte de Nova Scotia hasta el sur de Argentina e islas del Caribe (Williams, 1984; Raz-Guzmán *et al.* 1986). Además la época de penetración de las megalopas en los sistemas estuarinos se ha registrado a finales del verano de agosto a octubre (Boylan y Wenner, 1993; Rabalais, 1993).

El reclutamiento máximo de *C. sapidus* se registró en la boca del río Soto la Marina con 100,273 megalopas/1000 m<sup>3</sup>; Zimmerman y Minello (1984) registraron esta especie en Galveston bay, Texas; de igual forma en la parte norte de la Laguna Madre en Texas han encontrado densidades de 17-19 m<sup>2</sup> (Holt y Strawn, 1983). Mientras que para la boca artificial de la Laguna Camaronera se registraron 801 megalopas/1000 m<sup>3</sup> para el ciclo I y 49,259 megalopas/1000 m<sup>3</sup> para el ciclo II. Para esta localidad Escamilla (1996) reportó 186 megalopas por cada 100 m<sup>3</sup>, por otra parte Rodríguez (1996) reportó para el mes de agosto 30 megalopas, y López (1999) encontró solamente 64 megalopas/1000 m<sup>3</sup>. *Callinectes sapidus* es una especie particularmente importante en la Laguna de Términos por lo que existen diversos reportes de parámetros poblacionales como densidades y distribución en poblaciones adultas (ejem. Román-Contreras, 1986). Para este

caso, el reclutamiento máximo de megalopas fue de 336 en 1000 m<sup>3</sup> indicando el reclutamiento más bajo para esta especie.

Trabajos que han realizado en el Golfo de México así como en costas del Atlántico en los Estados Unidos se encuentran los realizados por Dittel y Epifanio (1982) con megalopas de *C. sapidus*, especie muy común en Delaware Bay, para el mes de agosto encontraron densidades en promedio de 5.5 megalopas por m<sup>3</sup>; también esta especie ha sido colectada en gran abundancia en Chesapeake Bay a finales del verano (Sandifer, 1973). En un ciclo de 24 horas, Epifanio *et al.* (1984) encuentra que para el mes de septiembre existe un pico de reclutamiento máximo de megalopas de *C. sapidus* con 9.2 megalopas por metro cúbico y la mayor densidad la encuentra a las 23:00 horas durante el periodo de flujo. En Charleston Harbor (Carolina del Sur), Mense y Wenner (1989) en un periodo de un año capturaron un total de 6762 megalopas de *C. sapidus*, el pico de reclutamiento máximo para esta zona fue de octubre en la boca Creek con 26.5 megalopas capturadas por 100 m<sup>3</sup> a una salinidad de 32 ‰ y temperatura de 26°C.

En el caso de *C. similis* o "jaiba enana", solamente se encontró en la boca artificial de la Laguna Camronera con 21 megalopas/1000 m<sup>3</sup>. También lo han reportado Escamilla (1996) en esta misma zona para los meses de agosto y septiembre con 370 megalopas en 100 m<sup>3</sup>; por otra parte, Rodríguez (1996) para la época de lluvias reportó una incidencia de 110 megalopas; así mismo, López (1999) reportó para el mes de agosto 110 megalopas de *C. similis* en 1000 m<sup>3</sup>. El bajo reclutamiento de esta especie es debido a que en etapas tempranas de su ciclo de vida dicha capacidad para soportar cambios en la salinidad es mayor; sin embargo,

durante su desarrollo esta capacidad fisiológica disminuye, la cual se ve reflejado en el decremento de la densidad de juveniles y adultos; además de acuerdo a su ciclo de vida lo llevan acabo en el océano (Escamilla, 1996; Rodríguez, 1996).

Es claro que para las especies del género *Callinectes* que se encontraron en este estudio, el lugar donde el reclutamiento fue mayor se ubica en la boca artificial de la Laguna Camaronera y en la boca del río Soto la Marina; esto es de esperarse, ya que en los estados de Tamaulipas y Veracruz se han desarrollado en algún grado este pesquería. Se ha estimado que más del 90 % del consumo nacional proviene de esta región. Las capturas registradas para el Golfo de México entre 1985 y 1990 presentaron un intervalo entre 7000 y 9000 toneladas métricas al año, con los siguientes porcentajes: Yucatán 3.97 %, Tabasco 12.60 %, Campeche 14.35 %, Veracruz 31.63 % y Tamaulipas 37.45 % (Rodríguez de la Cruz, 1994). En tanto para las costas del Golfo de México en los Estados Unidos entre 1986 y 2000 presentaron un intervalo de 5 a 13 millones de libras al año (Murphy *et al.*, 2001). Se ha observado que la captura esta compuesta principalmente por *C. rapidus* y *C. rathbunae* (Cházaro, 1996).

### 8.3 COMPORTAMIENTO DE *Callinectes* A LOS FACTORES AMBIENTALES

Particularmente *C. sapidus* es la especie comercialmente más importante de las especies del género *Callinectes*, y por ello se han estudiado muchos aspectos de su biología (Rosas *et al.*, 1994). *C. sapidus* puede soportar una amplia variación en las condiciones ambientales, se ha encontrado desde sistemas de agua dulce hasta lagunas hipersalinas; a temperaturas que van de 3° C hasta 35 °C, se presentan desde aguas someras hasta 90 m. de profundidad (Powers, 1977;

Williams, 1984; Raz-Guzmán *et al.*, 1986, 1992). *C. rathbunae* es una especie simpátrica en algunos sistemas costeros con *C. sapidus*, tienen una distribución restringida dentro del Golfo de México; se presentan en estuarios, lagunas y bahías someras con valores de salinidad bajos (0 a 15 ‰) y profundidades de entre 1 a 3 m. ((Powers, 1977; Williams, 1984; Raz-Guzmán *et al.*, 1986, 1992). Entre los factores que influyen en la distribución de *C. rathbunae* uno de los más importantes es la salinidad, debido a que en las primeras fases de desarrollo de su ciclo biológico muestran preferencia por aguas con alta salinidad (Román-Contreras, 1986). Por otro lado, Guerin y Stikle (1992), mencionan que especímenes de *C. sapidus* colectadas en Louisiana a baja salinidad responden mejor cuando fueron sometidos a concentraciones entre 10 y 25 ‰ y especímenes capturados en Texas presentan una tasa de crecimiento mayor en salinidades entre 35 y 50 ‰.

Se ha encontrado que la respuesta fisiológica de las especies de *C. sapidus* y *C. rathbunae* en diferentes concentraciones de salinidad es similar; sin embargo, los registros de las abundancias en dichas especies en los sistemas estuarinos del Golfo de México son diferentes. Lo anterior indica que una especie puede tolerar ciertos valores extremos de determinado factor ambiental pero necesariamente su desarrollo es satisfactorio. En algunos estudios realizados en México se ha encontrado ha *C. sapidus* con mayor abundancia en sistemas estuarinos con condiciones mesohalinas, esto en sistemas donde la salinidad es superior a 5 ‰ (Rosas y Lazaro-Chávez, 1986; Rocha *et al.*, 1992), mientras que *C. rathbunae* puede desarrollarse e incluso ser más abundante que *C. sapidus* en algunos sistemas oligohalinos (< 5 ‰) como río Acula (Raz-Guzmán *et al.*, 1992), el

Sistema Lagunar de Alvarado (García y Franco, 1989) y el estuario de Casitas (Rocha *et al.*, 1992).

Esto quiere decir que aunque ambas especies pueden soportar de manera similar los cambios en la temperatura y salinidad, las megalopas de *C. rathbunae* al incorporarse a las poblaciones de los sistemas estuarinos, tiene ventaja sobre la población de *C. sapidus* y le favorece encontrarse en intervalos de menor salinidad; como es el caso en este trabajo. Puede establecerse entonces que *C. rathbunae* tiene una mayor capacidad osmorreguladora a salinidades bajas que *C. sapidus*, por lo que el gasto energético que se utilizaría en la regulación iónica sería menor y la energía remanente podría destinarse en otras actividades como el crecimiento. La diferencia adaptativa entre estas dos especies puede darse a nivel branquial, intestino y sobre todo el órgano renal; ya que se ha encontrado que éste aparato de *C. sapidus* en agua dulce es menos eficiente en la regulación ácido-base (Cameron y Batterton, 1978), el cual podría estar más desarrollado en *C. rathbunae*.

Por otro lado la "jaiba enana" *Callinectes similis* es congénero de la "jaiba azul" *C. sapidus*, existiendo simpátricamente con *C. sapidus* en muchos sitios de su distribución geográfica; ya que se distribuye desde Bahía Delaware hasta la Laguna de términos (Williams, 1984; Raz-Guzmán *et al.*, 1986). Mientras ahí existe algún tipo de solapamiento entre ellos en los sistemas estuarinos, *C. similis* tiende a habitar aguas con salinidades altas, mayores a 15 ‰, que *C. sapidus* (Williams, 1984; Hsueh *et al.*, 1993). Engel (1977) demostró que el adulto de *C. sapidus* es mejor osmorregulador que el adulto de *C. similis* a una salinidad de 5 ‰. Trabajos más recientes indican sin embargo, que los juveniles de *C.*



*similis* están mejor adaptados a sobrevivir en aguas con bajas salinidades como se creía antes. Mientras que los adultos de *C. similis* raramente penetran en los sistemas estuarinos, las megalopas y los juveniles de *C. similis* pueden coexistir con las megalopas de *C. sapidus* en estos lugares (Hsueh *et al.*, 1993; Guerin y Stickle, 1997).

Hsueh *et al.* (1992 a) demostraron que los juveniles y adultos de *C. similis* son capaces de tolerar salinidades por abajo de 10 ‰ durante siete días en el laboratorio; y a salinidades más bajas (5 ‰) la velocidad de mortalidad difiere entre juveniles y adultos, siendo más rápido en adultos. Basados en estudios de laboratorio y de campo estos autores manifiestan que la salinidad sólo se vuelve un factor importante en la regulación de la distribución de *C. similis* cuando este cae por abajo de 5 ‰. Mientras *C. similis* puede por supuesto ser capaz de habitar sistemas estuarinos con salinidades de 5 a 15 ‰ el factor que particularmente los adultos como los juveniles e incluso las megalopas no pueden utilizar estos habitats, indican más ampliamente que otros factores intervienen cuando los efectos de la salinidad son más marcados.

En el laboratorio, juveniles de *C. similis* sobreviven en aguas en un rango cercano al agua dulce y en aguas hipersalinas; de esta manera se puede decir que la tolerancia a diferentes salinidades separa geográficamente a las poblaciones de *C. sapidus* en donde ellos se exponen a diferentes régimen de salinidad *in situ* (Guerin y Stickle, 1992 b). Otros estudios de crustáceos han demostrado también variación intraespecífica en la tolerancia a la salinidad entre poblaciones, habitando gradiente de salinidad (Mashiko, 1983; Shanner *et al.*, 1985). Fox y Fox-Norse (1982) señalaron que entre el género *Callinectes*, la tolerancia a la

hiposalinidad varía con los régimen de salinidad habitadas por las especies; usando datos de tolerancia a la salinidad junto con características morfológicas y ecológicas del grupo, en su análisis obtuvieron cuatro grupos, dos de ellos en grupo "danae", esta formado por especies de tamaño pequeño y poco tolerantes a salinidades bajas y existiendo en el mar; el segundo denominado grupo "bocourti" formado por especies de mayor tamaño y tolerantes a salinidades bajas, encontrándose comúnmente en estuarios. *C. similis* pertenece al primer grupo y, *C. sapidus* y *C. rathbunae* al último grupo; pero estas especies sobrepasan a otros crustáceos eurihalinos con respecto a la tolerancia a la salinidad (Davenport, 1972; Knowlton y Kirby, 1984; Knowlton y Shoen, 1984).

Así mismo, megalopas y juveniles de *C. similis* expuesto a 35 ‰ muestran que ésta especie opera en un estado fisiológico óptimo a altas salinidades; sin embargo, aunque *C. similis* muestra un decremento en la posibilidad de crecer por debajo de 35 ‰, pueden tolerar salinidades tan bajas como 5 ‰. Sin embargo, la posibilidad de crecimiento no es tan bajo a estas salinidades porque evitan la invasión de los estuarios en estado adulto. Las megalopas y juveniles obtienen beneficios como refugio y comida en la cual es más escaso en aguas lejanas a la costa. Análisis de dietas indican que ambas especies son depredadoras oportunistas, comen principalmente macroinvertebrados bentónicos, especialmente bivalvos. Dietas de *C. similis* y *C. sapidus* se sobrelapan significativamente, indicando que ellos utilizan en algún momento los recursos alimenticios disponibles en las mismas zonas de distribución geográfica (Hsueh *et al.*, 1992 b).

Tanto megalopas como juveniles de *C. similis* pueden utilizar el incremento de los recursos a bajas salinidades en aguas cercanas a la costa. Sin embargo, la prolongada exposición a estas salinidades puede resultar el de incrementar el estrés y una velocidad de crecimiento bajo. Tomando en cuenta lo anterior, la baja densidad aparente de *C. similis* así como la presencia en un sistema costero en este estudio; se podría considerar como una inmigración por comida y refugio, esto hay que tomarlo en cuenta porque los adultos no se sobrelapan en la distribución entre las especies estuarinas (Hsueh *et al.*,1993).

Así, de acuerdo a las características de respuesta fisiológica pueden darse diferencias adaptativas dependiendo de los valores de salinidad, tanto en poblaciones de la misma especie como entre especies, también es importante mencionar que la dinámica de población depende de la retención de las larvas y postlarvas a los estuarios, lo anterior garantiza que los individuos que ingresen tendrán las mismas características adaptativas que sus antecesores (Chen *et al.*, 1997).

Para entender la dinámica del reclutamiento de los organismos acuáticos con poblaciones abiertas, es necesario definir el papel de la dispersión en la colonización inicial de un sustrato y a la redistribución de los reclutas a través de eventos de dispersión para el post-asentamiento. De acuerdo con la anterior, Sandifer (1975), Johnson (1985) y López (1999) proponen que las jaibas del género *Callinectes* presentan para *C. sapidus* y *C. rathbunae* la estrategia Laguna-Mar y para *C. similis* la estrategia Mar-Laguna; reclutándose por inmigración. Estos eventos de dispersión pueden determinar los patrones de distribución y abundancia de juveniles y adultos en los sistemas costeros.

Por otro lado, el análisis de correlación múltiple que se aplicó para cada una de las especies no evidenció relación significativa entre la densidad y los factores ambientales; sin embargo, este mismo modelo para todas las especies del género *Callinectes* consideradas en este trabajo y para cada sistema, mostró que existe una correlación significativa. Esto nos da a entender, como se mencionó anteriormente que el reclutamiento de las megalopas no sólo se da por factores exógenos asociados con la condición de la marea, sino que se involucran otras variables. Estudios realizados se basan en la postulación que las variables químicas y visuales median la respuesta de orientación que facilita la llegada a los sitios de asentamiento. Son conocidas las variables químicas que afectan la orientación en una variedad de invertebrados incluidos moluscos, percebes, langostas y cangrejos; frecuentemente están relacionadas con la selección de hábitat por parte de las megalopas; así, las postlarvas de crustáceos son atraídas o rechazan el hábitat con depredadores mediante olores (Boudreau *et al.*, 1993; Welch *et al.*, 1997; Rittschof *et al.*, 1998). Los crustáceos también utilizan señales visuales involucradas para la orientación como el evitar depredadores, capturar presas, localizar refugio, identificación de competidores específicos, identificación de congéneros y migración vertical (Díaz *et al.*, 1995; McKelvey y Forward, 1995). Díaz *et al.* (1999) muestra que la megalopa de la jaiba azul *C. sapidus* es orientada por señales visuales y la respuesta específica puede variar con cada especie; así especies crípticas avanzan alrededor de objetos oscuros, mientras especies no crípticas se orientan en ausencia de objetos oscuros. Esto podría darnos a entender que la densidad de reclutamiento no es propia de una sola especie, sino que al reclutarse una especie las demás especies presentes lo podrían hacer también en un tiempo y espacio dado.

De igual forma, el análisis de varianza que se aplicó para cada uno de los sistemas no proporcionó evidencia significativa entre los ciclos de muestreo, lo que nos indica que el reclutamiento es un proceso global y continuo que esta limitado por proceso reproductivos, estacionales y temporales; así como por la dispersión de hábitats para el establecimiento de los organismos (Coria-Olvera, 2001). Ya que como lo indica Gracia y Kenser (1980) y Valero (1989) en su concepción biológica el reclutamiento se refiere a la reposición de los organismos a la población como consecuencia de la reproducción.

#### 8.4 IMPLICACIONES DEL RECLUTAMIENTO

Las variaciones del reclutamiento de las larvas pueden tener impactos significativos en el tamaño de las poblaciones adultas de invertebrados bentónicos (Roughgarden *et al.*, 1988), para conocer que factores afectan al reclutamiento de las larvas es crucial tener un entendimiento de la dinámica de las poblaciones adultas. Los ecólogos usualmente consideran los factores más importantes que afectan a la sobrevivencia de las larvas son: inanición, depredación y un transporte hacia habitats no favorables; también hay evidencias que indican que una limitación nutricional afecta muchas larvas de peces y de invertebrados, pero al parecer es menos importante para las larvas de crustáceos (Welch y Epifanio, 1995). Por ejemplo, las larvas de la jaiba azul está expuesta a una baja depredación en comparación con otras larvas estuarinas (Morgan, 1990), por que ellos exportan sus larvas cerca de la costa y mar adentro para el desarrollo zoeal, incrementando de esta forma su dispersión y sobrevivencia. Además los organismos reingresan a los estuarios como postlarva (megalopa),

pero ellos son de nuevo sujeto de la alta depredación típica de los estuarios (Mc Conaughy *et al.*, 1983; Epifanio *et al.*, 1984; Gove y Paula, 2000).

Al parecer existen estrategias de conducta que la megalopa usa para garantizar el continuo reclutamiento a las poblaciones adultas. Por ejemplo, el transporte selectivo de la corriente de la marea en la cual las megalopas del género *Callinectes* son transportadas hacia las bocas de los sistemas estuarinos por las corrientes en la superficie del agua hacia los sitios de asentamiento (Goodrich *et al.*, 1989), donde ellos sufren una segunda metamorfosis hacia un cangrejo juvenil (Orth y Van Montfrans, 1987).

Al reingresar al estuario, las megalopas muestran distintas conductas y cambios fisiológicos, ellos abandonan la posición de la superficie en la columna de agua durante el día debido a señales químicas en aguas estuarinas causando una fototaxis negativa (Little y Epifanio, 1991; Forward y Rittschof, 1994; Forward *et al.*, 1997). Así, La densidad de reclutamiento de las megalopas también se asocia por este patrón de conducta, ya que su máxima actividad de nado la realizan durante la noche, debido a la migración vertical que realizan.

Este patrón de comportamiento es común en los estuarios, en la cual las megalopas nadan preferentemente en una fase de la corriente y permanecen en el fondo en otra fase. Este es el resultado de un movimiento hacia adentro de los estuarios (en el caso de nadar en el flujo de la marea) o fuera del estuario (en el caso de nadar en el reflujos). Asumiendo una velocidad de  $0.5 \text{ m s}^{-1}$  en promedio de la velocidad de corriente de la marea, un organismo puede moverse unos 50 km en seis días usando el transporte selectivo de la corriente de la marea; para el caso

de este trabajo, el promedio de la velocidad de corriente fue de entre 0.30 a 0.49 m s<sup>-1</sup>. Este transporte también está reportado para las larvas de la anguila, larvas de ostión, larvas del camarón de pasto, megalopas del cangrejo violinista, larvas del pez erizo y larvas de camarones (Welch, 1998). Los mecanismos en la cual pueden ayudar al transporte de la corriente de la marea incluye la actividad en los ritmos circamareales y reacciones de factores exógenos asociados con los ciclos de las mareas, como los cambios en la temperatura, salinidad y presión hidrostática (Tankersley y Forward, 1994), de manera que el reclutamiento para estas megalopas muchas veces es controlado por reacciones de señales exógenas asociadas con las mareas, como la salinidad y la velocidad de corriente encontrado en este estudio.

Tankersley *et al.* (1995) encontraron que la megalopa de la jaiba azul en el laboratorio, asciende en la columna de agua en respuesta al incremento en la salinidad. Sin embargo, ellos también determinan que naturalmente ocurren velocidades de cambio de la presión que puede ser detectado durante el flujo de la marea por los organismos descansando en el fondo. De esta forma las megalopas tienen una sensibilidad suficiente para detectar niveles bajos de la salinidad y por tanto el cambio de éste último durante el flujo (De Vries *et al.*, 1994). Como se mencionó anteriormente, el reclutamiento de la megalopas de *Callinectes* en este trabajo, las densidades máximas se registran cuando los valores de la salinidad se incrementan debido al flujo y al nivel de la marea. Por consiguiente, el incremento en la salinidad da la señal para iniciar el ascenso de las megalopas en la columna de agua. Latz y Forward (1977) encontraron que la actividad de nado de larvas de cangrejos se incrementa debido al cambio en la salinidad, pero sólo en pocos minutos y no en varias horas durante la cual la

megalopa es transportada por el flujo. Estudios en el laboratorio muestran también que la megalopa es capaz de distinguir pequeños cambios en la presión hidrostática asociados a los cambios del nivel de la marea y de la velocidad de la corriente, y por consiguiente ajustan su posición en la columna de agua (Tankersley *et al.*, 1995).

Claramente la salinidad no controla todas las actividades involucradas en el reclutamiento; en contraste, la turbulencia varía con la condición de la velocidad de corriente de la marea, siendo alta durante el flujo y reflujos, que en un agua en poco movimiento (Welch, 1998). De esta manera, al igual que la salinidad se incrementa, la velocidad de corriente varía debido al flujo de agua de mar por efecto de la marea; así la variación del reclutamiento de las megalopas en este trabajo también se asocia a los niveles de variación de la velocidad de corriente en los tres sistemas costeros estudiados.

Estos resultados podrían seguir el modelo de regulación del transporte selectivo de la corriente de la marea, después que la megalopa es estimulada para ascender dentro de la columna de agua por el incremento en la salinidad, presión y turbulencia generados por la variación de la corriente de la marea, las megalopas son estimuladas para continuar nadando en la columna de agua por la duración del flujo de la marea. El poco movimiento del agua después del flujo, la turbulencia cae a niveles bajos y la megalopa en un tiempo no recibe señales de nado y desciende al fondo para esperar el próximo flujo nocturno de la marea. Ellos, no ascienden del fondo en el flujo durante el día, por que la luz inhibe su ascenso; de esta forma el transporte para el reclutamiento de las megalopas a través de las



bocas de comunicación de los sistemas costeros es de forma saltatoria (Forward y Rittschof, 1994; Welch y Forward, 2001).

Por otra parte, Johnson en 1985 propone un modelo de reinvasión de las megalopas hacia los estuarios en donde ocurre un máximo reclutamiento en años con predominación de vientos del mar hacia la costa durante septiembre-octubre en el cual el viento ejerce corrientes en la superficie del agua hacia los estuarios. Esto podría proveer de un recurso consistente sobre el reclutamiento año con año, que podría aumentar el reclutamiento al aumentar las corrientes cuando los vientos son más favorables; de esta forma Johnson (1985) sugiere que la megalopa es llevada dentro de los sistemas estuarinos por medio de un transporte intermitente de la conducción del viento en la superficie del agua.

Por consiguiente, el nivel de reclutamiento máximo de la megalopa generalmente ocurre en agosto a octubre en los sistemas estuarinos del Golfo de México y costas del Atlántico, pero varía año con año. El reclutamiento de la megalopa es asincrónico entre los sitios del Golfo de México y altamente episódico (Rabalais *et al.*, 1995). Esto nos sugiere que el flujo de la megalopa a los sistemas estuarinos no es regular sino que ocurre como pulsos o también llamados "picos de reclutamiento" (Loneragan *et al.*, 1998; Coria-Olvera, 2001). De esta forma se puede explicar que las densidades altas registradas en este estudio fue para las bocas de comunicación de la Laguna Camaronera y de río Soto la Marina en los meses de agosto y octubre. Así mismo, Goodrich *et al.* (1989) encontró que el reclutamiento de las megalopas en Bahía Chesapeake tiene un patrón de reclutamiento en la densidad, siendo para 1985 en octubre, para 1986 en agosto y septiembre; encontrando 13 picos de reclutamiento para estos meses. Por otro

lado, Meredith (1982) encontró densidades de reclutamiento de megalopas de *C. sapidus* en la boca Delaware Bay durante septiembre y octubre en años consecutivos. De la misma manera, Boylan y Wenner (1993) encuentran que los patrones de reclutamiento de la megalopas ocurre de agosto a octubre tanto para 1987 y 1988 en Charleston Harbor, en Carolina del Sur. También hay que tomar en cuenta que de acuerdo a su ciclo de vida, estos picos de reclutamiento en estos meses, sugiere que el desove ocurre en verano por lo que en invierno y primavera la densidad sea de juveniles; como fue el caso de la baja densidad encontrada en la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos.

Los mecanismos y señales usadas para facilitar el reclutamiento varía entre especies y localidades, atestiguando de la plasticidad de respuesta de la megalopa a diferentes variables ambientales y proveen de un mecanismo de reclutamiento a los sistemas estuarinos. Así, modelos conceptuales y matemáticos han sido usados para entender y predecir el reclutamiento y la dinámica poblacional de las megalopas, vinculando eventos hidrodinámicos como la intensidad lumínica, salinidad, presión y la velocidad y dirección de la corriente como los más relevantes. Sin embargo, puede considerarse hasta el momento, que en conjunto todos estos factores son los que determinan los patrones de reclutamiento de las diferentes especies del género *Callinectes*.

## 8.5 VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE *Callinectes*.

De acuerdo a las estructuras obtenidas en el presente estudio, se realizó una comparación con lo reportado anteriormente por otros autores, las cuales evidenciaron diferencias principalmente en el patrón de setación de los apéndices bucales.

IZT.

Para *Callinectes sapidus*, en esta investigación se encontró que para el segmento basal bulboso de la anténula el número de setación cambia en los tres sistemas costeros, para la boca de Puerto Real se encontró dos setas marginales y tres setas submarginales; para la boca de la Laguna Camaronera se encontró una seta marginal, de igual forma Cházaro (1996) encontró sólo una seta marginal para esta localidad; sin embargo, Escamilla (1996) encontró cuatro setas marginales y cinco submarginales. Para el caso de la boca del río Soto la Marina se encontraron para esta misma estructura, dos setas marginales y seis submarginales (Tabla 10). Para el endito basal de la maxílula, este trabajo encontró para el caso de la boca de la Laguna Camaronera y del río Soto la Marina de 19 setas marginales, al igual que Cházaro (1996); Escamilla (1996) reportó solamente de 14 setas y Costlow y Bookhout (1959) reportaron 23 setas marginales. Para el caso de la boca de Puerto Real se encontraron 23 setas (Tabla 10). En este estudio se encontraron de 22 setas marginales del endito basal del maxilípodo 1 para la boca de Puerto Real y la boca de la Laguna Camaronera; de manera similar Cházaro (1996) lo reportó, Escamilla (1996) encuentra solo 14 setas marginales para esta ultima región. Mientras para la boca del río Soto la Marina se encontró de 27 setas, y Costlow y Bookhout (1959) reportaron 27 setas marginales (Tabla 10). El número de setas del segundo segmento del endopodito del maxilípodo 2 es similar



a lo encontrado por Escamilla (1996), Cházaro (1996) y este estudio para la boca artificial de la Laguna Camaronera. En el caso de la boca de Puerto Real y la boca del río Soto la Marina se encontraron 4 y 8 setas respectivamente; Costlow y Bookhout (1959) informaron de tres setas (Tabla 10). Para la boca del río Soto la Marina se encontraron tres setas en el primer segmento en el primer segmento del exopodito del maxilípodo 3 solamente, ya que para los otros lugares no se encontraron; así también como por los otros autores (Tabla 10).

En el caso de *Callinectes rathbunae*, en este trabajo se encontraron para el primer segmento de la antena en la boca artificial de la Laguna Camaronera de dos setas al igual como lo reportó Escamilla (1996); Cházaro (1996) sin embargo, encontró una seta de más. Para la boca de Puerto Real y la boca del río Soto la Marina el número fue mayor de 5 y 8 setas respectivamente (Tabla 11). Para la boca del río Soto la Marina se encontró 19 setas marginales del endito basal de la maxílula, así como también para la boca artificial de la Laguna Camaronera; de forma similar encontró Cházaro (1996); sin embargo, Escamilla (1996) reportó de 13 setas para la misma zona; por último, para la boca de Puerto Real se registró de 23 setas marginales siendo el más alto para esta estructura (Tabla 11). Para el endito basal de la maxila, para la boca del río Soto la Marina y la boca de la Laguna Camaronera se registró de 22 setas, situación similar encontró Escamilla en 1996, Cházaro (1996) reportó solamente 18 setas, y para la boca de Puerto Real se encontraron 19 setas en este estudio (Tabla 11). Para el endito basal y el endito coxal del maxilípodo 1 en esta investigación fue similar con lo reportado por Escamilla (1996) y Cházaro (1996) para la boca artificial de la Laguna Camaronera, así como para la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos; pero para la boca del río Soto la Marina fue mayor el número de setas (Tabla 11). Por

ultimo, Cházaro (1996) y en este trabajo se encontró para la boca de la Laguna Camaronera de 27 setas en el primer segmento del endopodito del maxílpedo 3, sin embargo, Escamilla (1996) encontró dos setas menos; en las bocas de Puerto Real y del río Soto la Marina se registró mayor número de setas para esta estructura (Tabla 11). *C. rathbunae* por ser una especie con distribución restringida en el Golfo de México es el primer trabajo que describe la variación estructural de las megalopas de esta especie, por lo que sólo se comparó con lo encontrado por otros autores para la Laguna Camaronera.

Para *Callinectes similis*, Bookhout y Costlow (1977) y Escamilla (1996) no reportan setas marginales para el segmento basal de la anténula; Escamilla (1996) encontró sólo tres setas submarginales para esta estructura, Cházaro reportó una seta marginal y tres setas submarginales; de manera semejante se observó en este trabajo (Tabla 12). Para la rama interna de la anténula, Bookhout y Costlow (1977) observaron una seta marginal menos que lo reportado por los otros autores y por esta investigación; de igual forma para los cinco segmentos de la rama externa de la anténula, Bookhout y Costlow (1977) encontraron mayor número de estetes que los reportados por Escamilla (1996), Cházaro (1996) y por este trabajo (Tabla 12). Para el endito basal y coxal de la maxílula, Cházaro (1996) encontró 26 setas y 14 setas respectivamente, situación similar a lo observado en este estudio; sin embargo, Escamilla (1996) reportó 10 setas para el endito basal y 13 setas para el endito coxal; Bookhout y Costlow (1977) reportaron para ésta estructura 29 setas en el endito basal y 18 setas en el endito coxal de la maxílula (Tabla 12). Para el caso del endito basal de la maxila, en todos los trabajos considerados son similares con 15 setas; mientras para el endito coxal de la maxílula, Bookhout y Costlow (1977) reportan 20 setas, en

cambio para los demás trabajos incluyendo éste es de 14 setas (Tabla 12). Por último, para los cinco segmentos del endopodito del maxilípedo 3, de igual manera se manifiesta la tendencia de mayor número de setas encontradas por Bookhout y Clostlow (1977) en latitudes mayores (Tabla 12). Aunque *C. similis* sólo se encontró en la boca artificial de la Laguna Camaronera, se comparó con los otros estudios para poder observar el patrón que en las otras especies.

El agrupamiento que presentaron los tres sistemas costeros para las especies del género *Callinectes* en los ejes de agrupación, puede explicarse de acuerdo a que los caracteres anteriormente mencionados presentaron una tendencia a la disminución en el número de setas en las especies estuarinas *C. rathbunae* (Fig. 34) y *C. sapidus* (Fig. 35) para la boca artificial de la Laguna Camaronera y para la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos; de acuerdo con esto Kurata (1969) y Rice (1990, 1983) postularon que existe una tendencia evolutiva a la reducción o ausencia en el número de espinas, reducción del número de setas y reducción en la segmentación en las megalopas. Así mismo, es importante considerar las observaciones hechas por Williams (1974) sobre los juveniles y adultos que manifiestan una tendencia evolutiva hacia la reducción del número de dientes frontales, ya que *C. similis* y *C. rathbunae* presentan cuatro dientes mientras que *C. sapidus* solo dos. Otra característica importante es que *C. similis* es catalogada como una especie marina (Williams 1984) y que la tendencia evolutiva es hacia la invasión de aguas continentales (Vernberg y Vernberg, 1983, Cházaro, 1996).

De acuerdo al cambio del número de setas, Margalef (1974) mencionó que las modificaciones en la conformación y el número de espinas y de setas o bien de superficies estabilizadoras u orientadoras de la trayectoria conducen a regular el

movimiento y horizontalizar las trayectorias, además de que esta en función de la viscosidad del agua o de otra característica que cambie según la estación del año. Otro factor a considerar y que puede delimitar el tipo y número de setas durante el desarrollo larval de los crustáceos es el alimento, tal como lo menciona Broad (1957) quién considero que la abundancia o escasez de alimento puede variar en la naturaleza, menciona además que el desarrollo larval de los decapodos puede cambiar incluso en cada época del año. La relación puede establecerse entre la abundancia del alimento en latitudes tropicales y la disminución en el patrón de setas de las estructuras bucales, tal como se observó en este trabajo.

La información relacionada con los cambios morfológicos que se presentan dentro de las especies del género *Callinectes* son dadas por Williams (1974) que realizó un importante contribución al conocimiento de la biología de los portúnidos de este género, donde nos indica que en *C. sapidus* se ha encontrado variaciones morfológicas importantes y que de acuerdo a las observaciones realizadas en diferentes latitudes se pueden clasificar en la forma "típica" y la forma "acutidens" aproximadamente desde los 85 ° de latitud norte, pasando por el trópico y llegando al sur templado, puede presentarse respuestas a la temperatura en la espinación u otros caracteres; además, que la estructura de la forma "típica" prevalece en zonas templadas y la forma "acutidens" en las zonas tropicales; Williams (1974) comenta que la forma "acutidens" se presenta en el estado de Veracruz. De esta manera puede considerarse que si en los organismos adultos existen diferencias morfológicas en cuanto a la forma y número de espinas, en los estadios larvales pueden presentarse estas variaciones como se manifestó en este trabajo.

## IX. CONCLUSIONES

- Durante los periodos de muestreo en los sistemas costeros se capturaron un total de 886,111 org./1000 m<sup>3</sup>, pertenecientes a tres especies: *Callinectes rathbunae* (Contreras), *C. sapidus* (Rathbun) y *C. similis* (Williams).
- La especie más abundante fue *Callinectes rathbunae* con 531,245 megalopas/1000 m<sup>3</sup>, *Callinectes sapidus* con 150,403 y *Callinectes similis* con 21 megalopas /1000 m<sup>3</sup> de reclutamiento máximo en los tres sitios de muestreo.
- La localidad de la boca artificial de la Laguna Camaronera presentó las densidades de reclutamiento más altas con respecto a las bocas de comunicación del río Soto la Marina y Puerto Real.
- En general se observó que las densidades de máximo reclutamiento de las megalopas se presentaron de entre las 22:00 h y 02:00 h lo que constituye los picos de reclutamiento, que están asociados a los períodos de flujo.
- La densidad de las megalopas esta asociada a la condición hidrológica de la marea, lo que indica que son las fluctuaciones de salinidad y de la velocidad de corriente lo que determina el reclutamiento de estos organismos.
- El reclutamiento de las megalopas podría estar asociado a el periodo posterior a la época de desove de cada especie, por lo que el reclutamiento



fue alto, principalmente en la boca artificial de la Laguna Camaronera y de la boca del río Soto la Marina.

- Las especies del género *Callinectes* se reclutan por inmigración debido a la entrada de las megalopas por las bocas de comunicación de los sistemas costeros estudiados.
- Las estructuras que permitieron la diferenciación de las especies del género *Callinectes* considerando el análisis de ordenación de componentes principales, fueron: segmento basal de la anténula, primer segmento de la antena, endito basal de la maxíla, endito basal de la maxílula, endito basal del primer maxilípedo, endopodito y exopodito del tercer maxilípedo.
- Se encontró variación morfológica entre las megalopas de la misma especie, por lo que se manifestó una tendencia en la disminución del número de setas de las megalopas de las especies del género *Callinectes* en la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos y la boca artificial de la Laguna Camaronera, con respecto a la boca del río Soto la Marina.
- Estadísticamente no existieron diferencias significativas entre las densidad de reclutamiento para los ciclos de muestreo en cada uno de los sistemas costeros.
- De acuerdo con el análisis de correlación múltiple la densidad de reclutamiento de cada especie con respecto a los parámetros ambientales no evidenció correlaciones; sin embargo, la densidad de todas las especies

del género *Callinectes* con respecto a los factores fisicoquímicos, el análisis de correlación mostró evidencias significativas, destacando que la densidad de reclutamiento de una especie puede influir en el reclutamiento de las otras especies.

X. LITERATURA CITADA.

- Barnes, D. R. 1986. **Zoología de los Invertebrados**. 4a. ed. Editorial Interamericana McGraw Hill. México. 1156 p.
- Blackmon, D. C. & Eggleston, D. B. 2001. Factors influencing planktonic, post-settlement dispersal of early juvenile blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 257: 183-203.
- Bookhout, C. G. & J. D. Costlow Jr. 1977. Larval development of *Callinectes similis* reared in the laboratory. **Bull. Mar. Sci.** 27(4): 704-728.
- Boudreau, B., Bourget, E. & Simard, Y. 1993. Behavioral responses of competent lobster postlarvae to odor plumes. **Mar. Biol.** 117: 63-69.
- Bowman, T. E. & L. G. Abele. 1982. **The Biology of Crustacea**. Vol. 1. Classification of the Recent Crustacean: 1-27. In: Abele L. G. (ed.), 1982. Systematics, the Fossil Record and Biogeography. Academic Press, USA. 319 p.
- Boyland, J. M. & Wenner, E. L. 1993. Settlement of brachyuran megalopae in a South Caroline, USA estuary. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 97 (3): 237-246.
- Bravo-Nuñez y E. Yáñez- Arancibia, A. 1979. Ecología en la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos. Descripción del área y análisis estructural de las comunidades de peces. **An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México**, 6(1): 125-182.
- Broad, A. C. 1957. Larval development of *Palemonetes pugio* Holthuis. **Bio. Bull.** 11 (2): 144-161.
- Brumbaugh, R. D. 1996. Recruitment of blue crab, *Callinectes sapidus*, postlarvae to the back-barrier lagoons of Virginia's eastern shore. Ph. D. Thesis, Old Dominion University, Virginia. USA. 174 p.

- Castro, M. R. G., Medellín, A. M., Bonilla, E. C., Rosas, T. E., Orta, N. R. y Conde, G. E. 1990. Incidencia de postlarvas de camarón café *Penaeus aztecus* en la Laguna de Almagre, Tamaulipas y relación con la poblaciones de alta mar en el noroeste del Golfo de México. *Ciencia Pesquera*. 7: 121-141.
- Cházaro, O. S. 1996. Descripción de las megalopas de las especies *Callinectes sapidus* Rathbun; *C. similis* Williams; *C. rathbunae* Contreras; *Areneus cribarius* (Lamark) y *Pachygrapsus gracilis* (Seaussure) de la Boca de la Laguna camaronera, Alvarado, Veracruz. Tesis de Maestría. UNAM. 118 p.
- Cházaro, O. S. y Rocha, A. 1990. Descripción de la primera zoea de *Palaemonetes pugio* Holthuis (Crustacea:Caridea:Palaemonidae). **Resúmenes del X Coloquio de Investigación. Univ. Nal. Autón. de México, ENEP Iztacala.** 25 p.
- Cházaro, O. S., H. Vazquez-López y C. D. Cerveira. 1993. Cultivo de crustáceos decápodos en un sistema de recirculación continua. **Resumenes XII Coloquio de investigación. Univ. Nal. Autón. de México, ENEP Iztacala.** 25 p.
- Chen, Y. H., Shaw, P. T. & Wolcott, T. G. 1997. Enhancing estuarine retention of planktonic larvae by tidal currents. *Estuary. Coast. Shelf Sci.* 45:525-533.
- Contreras, E. F. 1993. **Ecosistemas Costeros Mexicanos.** CONABIO. UAM Iztapalapa, México.
- Contreras, R. R. 1986. Análisis de la población de *Callinectes spp* (Decápoda: Portunidae) en el sector occidental de la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México*, 3(1): 315-322.

- Coria-Olvera, V. 2001. Reclutamiento de postlarvas de camarón (*Caridea* y *Penaeidea*), (Crustacea: Decapoda) en tres sistemas costeros del Golfo de México. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM, 88 p.
- Costlow, J. D. y C. G. Bookhout. 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. *Biol. Bull. Woods Hole, Massachussetts*. 116 (3): 376-396.
- Daniel. W. W. 1990. **Bioestadística**. Edit. Limusa , México. 667 p.
- Davenport, J. 1972. Salinity tolerance and preference in the porcelain crabs, *Porcellana platycheles* and *Porcellana longicornis*. *Mar. Behav. Physiol.* 1: 123-138.
- De Vries, M. C., Tankersley, R. A. Forward, R. B. Jr., Kirby-Smith, W. W. & Luettich, R. A. Jr. 1994. Abundance of estuarine crab larvae is associated with tidal hydrologic variables. *Mar. Biol.* 118: 404-413.
- Díaz, H., Orihuela, B., Forward, R. B. Jr. & Dan Rittschof. 1999. Orientation of blue crab, *Callinectes sapidus* (Rathbun), megalopae: responses to visual and chemical cues. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 233: 25-40.
- Dittel, A. J. & Epifanio, C. E. 1982. Seasonal abundance and vertical distribution of crab larvae in Delaware Bay. *Estuaries*, 5 (3): 197-202.
- Elguea, S. B. 1998. Aspectos ecológicos y taxonómicos de las megalopas de la familia Xanthidae (Crustacea: Decapoda) en el sistema lagunar de Alvarado, Ver. México. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. 77 p.
- Engel, D. W. 1977. Comparision of the osmoregulatory capabilities of 2 portunid crabs *Callinectes sapidus* and *Callinectes similis*. *Mar. Biol.* 41: 275-280.

- Epifanio, C. E., C. C. Valente & A. E. Penbroke. 1984. Dispersal and recruitment of blue crab larvae in Delaware Bay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 18: 1-12.
- Escamilla, M. R. 1996. *Consideraciones taxonómicas y ecológicas de las megalopas del género Callinectes (Crustacea: Portúnidae) en la Laguna de Alvarado, Ver. México.* Tesis Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. 86 p.
- Forward, R. B. & Rittschof, D. 1994. Photoresponses of crab megalopae offshore and estuarine waters: implication for transport. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 182: 183-192.
- Forward, R. B. Jr., Swanson, J., Tankerley, R. A. & Welch, J. M. 1997. Endogenous swimming rhythms of blue crab, *Callinectes sapidus*, megalopae: effects offshore and estuarine cues. *Mar Biol.* 127: 621-628.
- García, J. F. 1985. *Aspectos biológicos de las especies de cangrejos portúnidos del sureste del Golfo de México.* Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala. UNAM. 86 p.
- García, K. I. 1995. *Análisis comparativo de parámetros ecológicos del género Callinectes (Decapoda: Portunidae) en el complejo lagunar de Alvarado.* Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM.
- García, K. I. y Franco, L. J. 1989. Aspectos ecológicos de las poblaciones del género *Callinectes* (Decápoda: Portúnidae) en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. *Rev. Zool. ENEP Iztacala, UNAM*,1: 19-25.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana).* Offset Larios. S.A. México, D.F. 71 p.

- Gómez-Aguirre, S. y M. Flores Morán. 1990. Contribución al conocimiento del meroplancton de Crustacea Decápoda del sistema Lagunar costero de Tabasco. *Univ. Cienc.* 7(14): 21-29.
- Goodrich, D. M., Montfrans, J. V. & Orth, R. J. 1989. Blue crab megalopal influx to Chesapeake Bay: evidence for wind-driven mechanism. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 29: 247-260.
- Gove, D. & Paula, J. 2000. Rhythmicity of larval release in three species of intertidal brachyuran crabs (Crustacea: Brachyura) from Inhaca Island (Mozambique). *Mar. Biol.* 136: 685-691.
- Gracia, G. A. y Kenser, B. C. 1980. Los langostinos de México: su biología y pesquería. *An. Centr. Cienc. del Mar. y Limnol. Univ. Nal. Autóm. de México.* 7 (2): 111-128.
- Guerin, J. L. & Stickle, W. B. 1992. Effects of salinity gradient on tolerance and bionergetics of juvenile blue crab (*Callinectes sapidus*) from waters of different environmental salinities. *Mar. Biol.* 114:391-396.
- Hartnoll, R. G. & Hawkins, S. J. 1982. The emersion curve in semidiurnal tidal regimen. *Estuary. Coast. Shelf Sci.* 15:365-369.
- Holt, J. & Strawn, J. 1983. Community estructura of macrozooplankton in Trinity and upper Galveston Bays. *Estuaries.* 6: 66-75.
- Hsueh, P. W., McClintonk, J. B. & Hopkins, T. S. 1992a. Factors affecting the population dynamics of the lesser blue crab (*Callinectes similis* Williams) in barrier island salt marsh habitats of the Gulf of Mexico. *J. Ala. Acad. Sci.* 63: 1-9.
- Hsueh, P. W., McClintonk, J. B. & Hopkins, T. S. 1992b. Comparative study of the diets of the blue crabs *Callinectes sapidus* and *C. similis* from a

- mud-bottom habitat in Mobile Bay, Alabama. *J. Crust. Biol.* 12: 615-619.
- INEGI, 1988 a. *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Tamaulipas, México.*
- INEGI, 1988 b. *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Veracruz, México.* 29-32 p.
- INEGI, 1988 c. *Síntesis Geográfica, Nomenclator y Anexo Cartográfico del Estado de Campeche, México.*
- Johnson, D. F. 1985. The distribution of brachyuran crustacean megalopae in the waters of the York River, lower Chesapeake Bay and adjacent shelf: implication for recruitment. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 20: 693-705.
- Johnson, D. R., Hester, B. S. & McConaughy, J. R. 1984. Studies of a wind mechanism influencing the recruitment of blue crab in the Middle Atlantic Bight. *Cont. Shelf Res.* 3 (4): 425-237.
- Kennish, M. J. 1986. *Ecology of Estuaries*. Vol. 1. CRC Press, USA. 57-93 pp.
- Knowlton, R. E. & Kirby, D. F. 1984. Salinity tolerance and sodium balance in the prawn *Palaemonetes pugio* Holthius, in relation to other *Palaemonetes spp.* *Comp. Biochem. Physiol.* 77A: 425-430.
- Knowlton, R. E. & Schoen, R. H. 1984. Salinity tolerance and sodium balance in the prawn *Palaemonetes vulgaris* (Say) compared with *Palaemonetes pugio*. *Comp. Biochem. Physiol.* 79A: 519-524.
- Kurata, H. 1969. Larvae of decapoda brachyura of Arasaki, Sagami Bay IV Majidae. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 57: 81-127.
- Lankford R. R. 1977. Coastal lagoons of México. Their origin and clasification. *Estuar. Process.* 2: 182- 215.



- Latz, M. F. & Forward, R. B. Jr. 1977. the effect of salinity upon phototaxis and geotaxis in a larval crustacean. *Bio. Bull.* 153: 163-179.
- Little, K. T. & Epifanio, C. E. 1991. Mechanisms for the re-invasion for an estuary by two species of brachyuran megalopae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 235-242.
- López, S. M. 1999. **Reclutamiento de postlarvas de crustáceos decápodos a través de la boca de la laguna Camaronera, Alvarado, Veracruz.** Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. 54 p.
- Lukembach, M. W. & Orth, R. J. 1992. Swimming velocities and behavior of blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) megalopae in still and flowing water. *Estuaries*, 15 (2): 186-192.
- Margalef, R. 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 p.
- Mariano, M. E. 1986. **Hábitos alimenticios de *Callinectes similis* Williams en la Laguna de Llano, Municipio de Actópan, Veracruz.** Tesis de Licenciatura. Fac. de Cienc. Biol. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver.
- Martínez, R. V. M. 1988. **Aspectos poblacionales de la "jaiba azul" *Callinectes sapidus* Rathbun ( Decápoda: Portúnidae) en la Laguna de Tamihaua, Veracruz, Mex.** Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. 69 p.
- Mashiko, K. 1983. Evidence of differentiation between the estuarine and upper freshwater population inhabiting the same water system in the long-armed prawn *Macrobrachium nipponense* (de Haan). *Zool. Mag. Tokio.* 92: 180-185.
- McConnaughey, H. B. 1974. **Introducción a la Biología Marina.** Acribia. Zaragoza, España. 7-8, 103-104, 132- 136 pp.

- McConaughy, J. R., D. F. Johnson, A. J. Provenzano & R. C. Moris. 1983. Seasonal distribution of the larvae of *Callinectes sapidus* (Crustacea: Decápoda) in the water adjacent to Chesapeake Bay. *J. Crust. Biol.* 3 (4): 582-591.
- McKelvey, L. M. & Forward, R. B. Jr. 1995. Activation of brine shrimp nauplii photoresponses involved in diel vertical migration by chemical cues from visual and non-visual planktivores. *J. Plankton Res.* 17: 2191-2206.
- McLusky, D. S. 1989. *The Estuarine Ecosystem*. 2<sup>nd</sup> Ed. Blackie, USA: Chapman & Hall, N.Y. 24-31 pp.
- Mense, M. D., Meyer, C. A. & McMillen-Jackson, A. L. (2001). **A stock assessment for blue crab, *Callinectes sapidus*, in Florida Waters.** Report to the Florida Fish and Wildlife Commission. Florida Marine Research Institute, USA. 56 p.
- Meredith, W. H. 1982. **The dynamics of zooplankton and micronekton across a salt marsh-estuarine waters interface of lower Delaware Bay.** Ph. D. Thesis. University of Delaware, Newark, Delaware. 381 p.
- Morgan, S. G. 1990. Impact of planktivorous fishes on dispersal, hatching and morphology of estuarine crab larvae. *Ecol.* 71: 1639-1652.
- Mueller, M. P. M. 1991. **Estudio sobre la abundancia y distribución de las jaibas (*Callinectes spp*) en seis cuerpos de aguas costeros del estado de Veracruz, México.** Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. 86 p.
- Newcombe, C. L. 1945. The biology and conservation of blue crabs *Callinectes sapidus* Rathbun. *Virgin Fish. Lab. Educ. Series*, 4: 1- 40.
- Norse, E. A. & Fox-Norse, V. 1982. **Geographical ecology and evolutionary relationships in *Callinectes spp* (Brachyuran: Portunidae).** In: Perry, H. M. & Van Engel, W. A. (Eds.), *Proceedings of the blue crab*

Colloquium, Oct. 18-19, 1979. Gulf States Marine Fisheries Commission, Ocean Spring, MS, 1-9 pp.

Olmi, E. J. III. 1993. Inmigration of a blue crab ( *Callinectes sapidus* ) megalopae in the York River, Virginia: patterns and processes. Ph. D. Thesis, The Collage of Williams and Mary, Virginia. USA: 249 p.

Orth, R. J. & Van Montfrans, J. 1987. Utilization of a seagrass meadow and tidal marsh creek by blue crabs *Callinectes sapidus*. I. Seasonal and annual variations in abundance with emphasis on post-settlement juveniles. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 41: 283-294.

Pietrefasa, L., Janowitz, G., Miller, J., Noble, E., Ross, S. & Epperly, S. 1986. Abiotic factors influencing the spatial and temporal variability of juvenile fish in Pamlico Sound, North Carolina, In: Estuarine Variability (Wolfe, Ed.) New York, Academic Press. 341-353.

Powers, L. H. 1977. A catalogue and bibliography to the crabs (Brachyura) of the Gulf of México. **Cont. Mar. Sci.** Texas University. Supplement 20: 1-190 p.

Rabalais, N. N. 1993. Settlement of blue crab megalopae along the Gulf coast. **Bull. Mar. Sci.** 57 (3): 920-921

Rabalais, N. N., Burditt, F. R. Jr., Coen, L. D., Cole, B. E. Eleuterius, C., Heck, K. L., McTigue, T. A., Morgan, S. G., Perry, H. M. & Truesdale, F. M. 1995. Settlement of *Callinectes sapidus* megalopae on artificial collectors in four Gulf of Mexico estuaries. **Bull. Mar. Sci.** 57: 855-876.

Ramírez, F. M. 1988. Contribución al conocimiento de la distribución y abundancia de larvas de crustáceos decápodos (Orden: Decápoda) en el Golfo de México. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala. UNAM. 95 p.

- Ramírez, G. M. S. J. y Hernández, T. I. 1988. Investigación biológica-pesquera para la obtención de la jaiba suave *Callinectes spp* en Alvarado, Veracruz. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. 72 p.
- Raz-Guzmán, M. A., Sánchez, A. J. y Soto, L. A. 1992. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros anomuros (Crustacea) de la Laguna de Alvarado, Veracruz. Cuadernos 14. Inst. Biol. Univ. Nal. Autóm. de México. 51 p.
- Raz-Guzmán, M. A., Sánchez, A. J., Soto, L. A. y Alvarez, F. 1986. Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros de la Laguna de Términos, Campeche (Crustacea: Brachyura: Anomura). An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autóm. de Méx. Ser. Zool. 2: 343-384.
- Rice, A. L. 1980. Crab zoeal morphology and its bearing on the classification of Brachyura. Trans. Zool. Soc. Lond. 35: 271-424.
- Rice, A. L. 1983. Zoeal evidence for brachyuran phylogeny. Crust. Issues. 1: 313-329.
- Rittschof, D., Forward, R. B. Jr, Cannon, G., Welch, J. M., McClary, M. M. Jr., Holm, E. R., Clare, A. S., Conova, S., McKelvey, L. M. Bryan, P. & Van Dover, C. L. 1998. Cues and context: larval responses to physical and chemical cues. Biofouling. 12: 31-44.
- Rocha, R. A. y Cházaro, O. S. 1989. Hidrología física y química de dos subsistemas lagunares estuarinos de Alvarado, Ver. Resúm. XIII Simposio Biologías de Campo. Univ. Nal. Autóm. De México ENEP Iztacala. 23 p.
- Rocha, R. A., Cházaro, O. S., Mueller, M. P. M. 1992. Ecología del género *Callinectes* (Brachyura: Portúnidae) en seis cuerpos de agua costeros

- del estado de Veracruz México. **An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. de México**, 19 (1): 33-41.
- Rocha, R. A., Cházaro, O. S. y Mueller, P. M. 1992. Ecología del género *Callinectes* (Brachyura: Portunidae) en seis cuerpos de agua costeros del estado de Veracruz, México. **An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autóm. de México**. 19 (1): 239-257.
- Rocha, R. A., S. Cházaro, R. Roman. y H. Molina. 1996. Clave de identificación para estadios de zoea ,mysis, postlarvas (Caridea y Penaidea) y megalopas (*Anomura* y *Brachyura*) de la Laguna de Alvarado, Veracruz México. **Rev. Zool. Num. Especial (I)**: 1-22.
- Rodríguez de la Cruz, M. C. 1994. **Los recursos pesqueros de México y sus pesquerías**. Secretaría de Pesca, México. 305 p.
- Rodríguez, N. J. 1996. **Ocurrencia de megalopas de braquiuros y anomuros en ciclos de 24 horas en la boca de la Laguna Camaronera, Alvarado, Ver.** Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. 21 p.
- Román-Contreras, R. 1986. Análisis de la población de *Callinectes spp* (Decapoda, Portunidea) en el sector occidental de la Laguna de Términos, Campeche, México. **An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autom. de México**. 13 (1): 315-322.
- Rosas, C., E. Lázaro-Chávez y F. Bückle-Ramírez. 1994. Feeding habits and food niche segregation of *Callinectes sapidus*, *C. rathbunae* and *C. similis* in a subtropical coastal lagoon of the Gulf of Mexico. **J. Crust. Biol.** 14: 371-382.
- Rosas, C. y E. Lazaro Chávez. 1986. Efecto de las variaciones de salinidad sobre la tasa respiratoria de dos especies de jaibas: *Callinectes sapidus* y *Callinectes rathbunae*, en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

**Rev. Inv. Mar.** 7(2):71-79.

- Rougharden, J., Gaines, S. y Possingham, H. 1988. Recruitment dynamics in complex life cycles. **Science**, Vol. 241: 1460-1466 pp.
- Ruiz, D. M. F. 1992. **Recursos pesqueros de las costas de México**. 2<sup>da</sup>.ed Editorial Limusa. México. 208 p.
- Sandifer, P. A. 1973. Distribution and abundance of early life history stages of the blue crab, *Callinectes sapidus*, in a tidal marsh creek near Charleston, South Carolina. **Estuaries**. 12 (3): 157-168.
- Shaner, S. W., Crowe, J. H. & Knight, A. W. 1985. Long-term adaptations to low salinities in the euryhaline shrimp *Crangon franciscorum* (Stimpson). **J. Exp. Zool.** 235: 315-323.
- Signoret, M. 1974. Abundancia, tamaño y distribución de camarones (Crustacea, Penaeidea) en la Laguna de Términos, Campeche y su relación con algunos factores hidrológicos. **An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autóm. de Méx. Ser. Zool.** 1: 119-140.
- Smith, M. K. 1984. **Some ecological determinants of the growth and survival of juveniles penaeid shrimp *Penaeus setiferus* (Linnaeus) in Terminos Lagoon, Campeche, México, with special attention to the role of population density**. Ph. D. Thesis. University of California. 151 p.
- Sulkin, S. D. & C. E. Epifanio. 1986. Natural regulation of juvenile recruitment in the blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun) and its consequences for sampling and management strategy. **Publ. Fish. Aquatic. Sci.** 92: 117-123.
- Sulkin, S. D., Van Heukelem, W., Kelly, P. & Van Heukelem, L. 1980. The baehavioural basis of larvae recruitment in the crab *Callinectes*

- sapidus* Rathbun: A laboratory investigation of ontogenetic changes in geotaxis and barokinesis. *Biol. Bull.*, 159: 402-417.
- Tagatz, M. E. 1967. Biology of the blue crabs, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the Saint Johns River, Florida. U. S. Fish. Bull. Wildli. Serv. Fish Bull. 67(1): 17-32.
- Tagatz, M. E. 1969 Growth of juvenile blue crabs (*Callinectes sapidus*) Rathbun, in the St. Johns Rivers, Florida. *First Bull. USA.* 67(1): 231-288.
- Tait, V. R. 1987. **Elementos de Ecología Marina**. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Tankersley, R. A. & Forward, R. B. Jr. 1994. Endogenous swimming rhythms in estuarine crab megalopae: implications for flood-tide transport. *Mar. Biol.* 118: 415-423.
- Tankersley, R. A., McKelvey, L. V. & Forward, R. B. Jr. 1995. responses of estuarine crab megalopae to salinity, pressure and light: implications for flood tide transport. *Mar. Biol.* 122: 391-400.
- Valero, P. E. 1989. **Comportamiento del reclutamiento del camarón rosado *Peneus duorarum duorarum*, en la Sonda de Campeche, durante 1975-1977.** Tesis profesional, ENEP-Iztacala, UNAM. 31 p.
- Van Engel, W. A. 1958. The crab and its Fishery in Cheseapeake Bay, part.1, Reproduction, Early Development, Growth and Migration. *Comer. Fish. Rev.* 20(6): 6 - 17.
- Vázquez, G. F., Dorantes, V. H. y Alexander, V. H. 1988. El sistema del dióxido de carbono en la Laguna de Términos. Cap. 7:131-158. In: Yáñez-Arancibia y J. W. Day, Jr.(Eds.). *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos.*

- Inst. Cienc. Del Mar y Limnol.Univ. Nal. Autón de México. Coast. Ecol.  
Inst. LSV. Editorial Universitaria, México. 519 p.
- Vegas, V. M. 1980. **Introducción a la Ecología del Bentos Marino**. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico, Washington, D. C. 98 p.
- Venegas, G. R. 1998. **Parametros poblacionles de *Portunus gibbesii* obtenido de la fauna de acopañamiento de camaron en la plataforma continental de Alvarado Veracruz, México**. Tesis Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. 47p.
- Vernberg, F. G. & W. B. Vernberg. 1983. **The biology of Crustacea. Enviromental Adaptations**. Academic Press, New York. 8: 335-363 PP.
- Welch, J. M. 1998. **Behavior of blue crab (*Callinectes sapidus*) megalopae during transport and settlement site selection: effects of turbulence and chemical cues**. Ph. D. Thesis, Duke University. USA. 182 p.
- Welch, J. M. & Epifanio, C. E. 1995. **effect of variations in prey abundance on growth and development of crab larvae reared in the laboratory and in large field-deployed enclosures**. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 116: 55-64.
- Welch, J. M. & Forward, R. B. Jr. 2001. **Flood tide of blue crab, *Callinectes sapidus*, postlarvae: behavioral responses to salinity and turbulence**. **Mar. Biol.** 139: 911-918.
- Williams, A. B. 1974. **The swimming crabs of the genus *Callinectes*** Fish. Bull. 13(3): 83- 93.
- Williams, A. B. 1984. **Shrimps, Lobster and crabs of the Atlantic coast of the eastern United State, Maine to Florida**. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. 401-404 p.p



Yáñez-Arancibia, A., Lara-Domínguez, A. L., Chavance, P. y Flores, H. D. 1988.

**Comportamiento ambiental de la Laguna de Términos, Cap. 2 : 27-40.** In: Yáñez-Arancibia y J. W. Day, Jr.(Eds.). *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos.* Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón de México. Coast. Ecol. Inst. LSV. Editorial Universitaria, México. 519 p.

Zimmerman, R. J. & Minello, T. J. 1984. Densities of *Panaeus aztecus*, *Panaeus setiferus* and other natant macrofauna in Texas salt marsh. *Estuaries*. 7(4A):421-433.

# ANEXO I

## CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

Posición taxonómica de las especies encontradas en este estudio de acuerdo con la clasificación de Bowman y Abele (1982) es la siguiente:

Filo: Artrópoda  
Superclase: Crustácea Pennat, 1777  
Clase: Malacostraca Latraille, 1806  
Subclase: Eumalacostraca Grubben 1892  
Orden: Decápoda Latraille, 1803  
Suborden: Pleocyemata Burkenroad, 1963  
Infraorden : Brachyura, Latraille, 1803  
Sección: Brachyrhinchia Borradaile, 1907  
Superfamilia: Portunoidea Rafinesque, 1815  
Familia: Portúnidae Rafinesque, 1815  
Genero: *Callinectes* Rathbun, 1896  
Especie: *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896  
*Callinectes rathbunae* Contreras, 1930  
*Callinectes similis* Williams, 1966

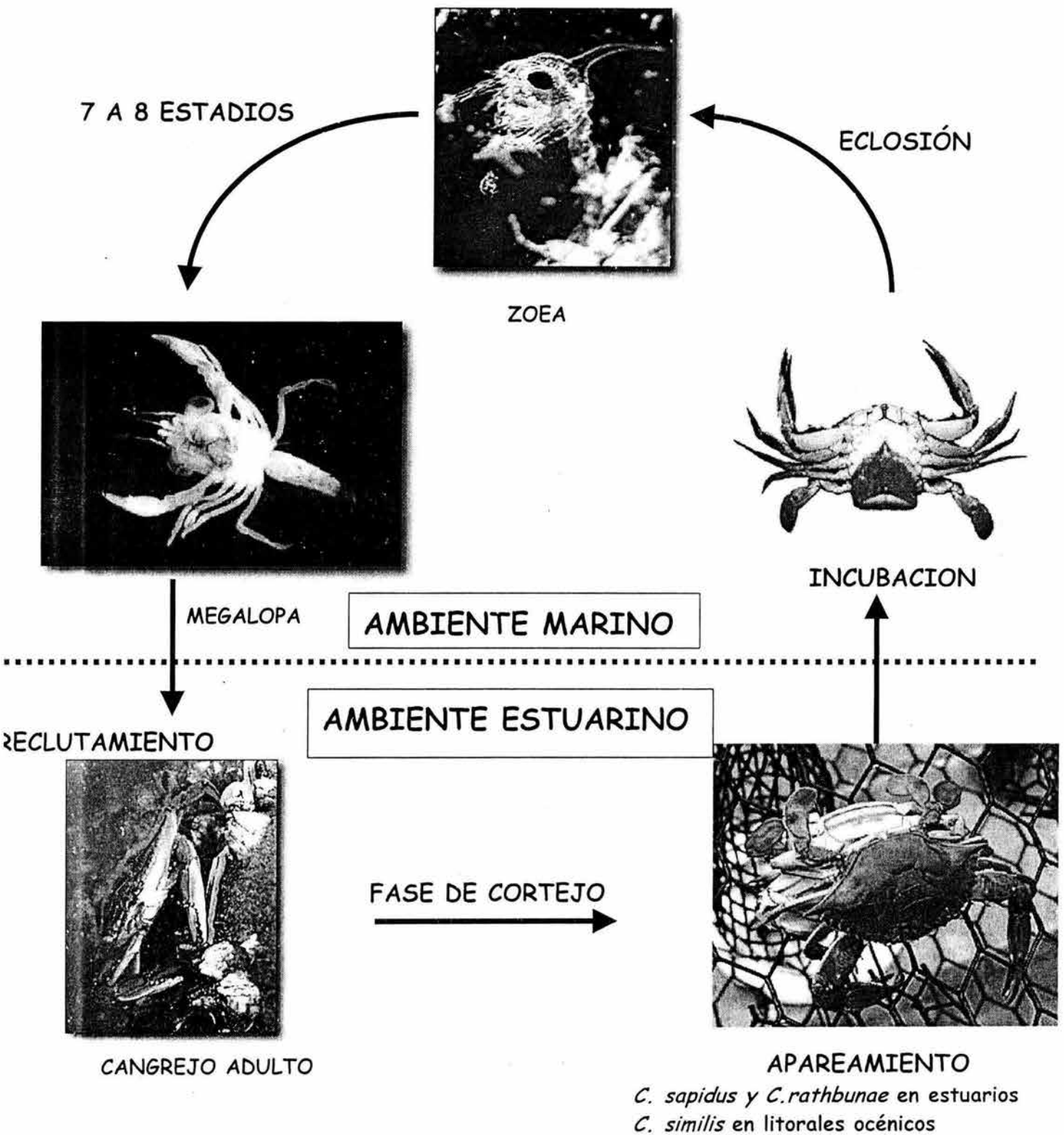


Fig. 1 Ciclo de vida de los organismos del género *Callinectes* en el Golfo de México (según De La Rosa, 2002).

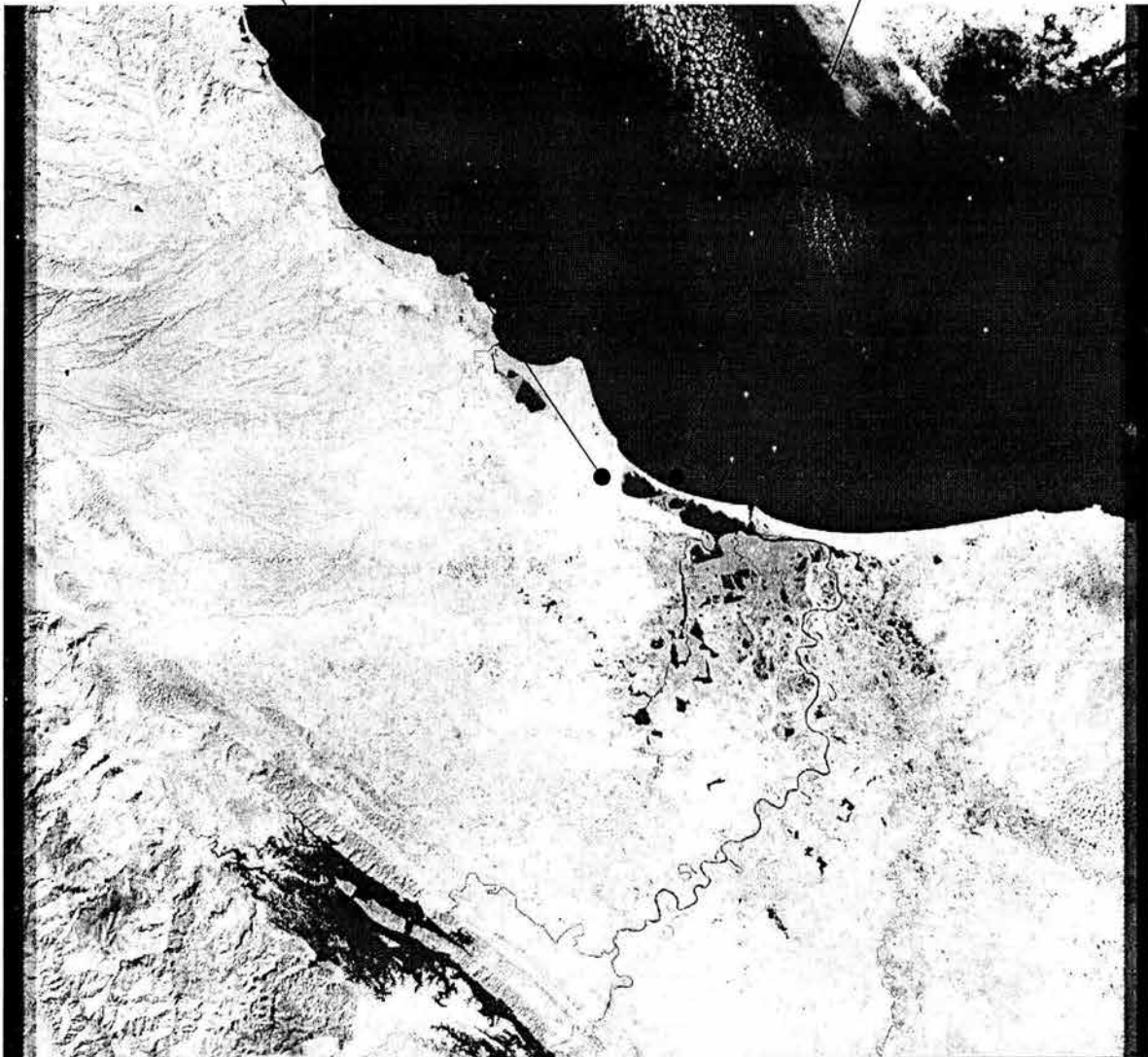
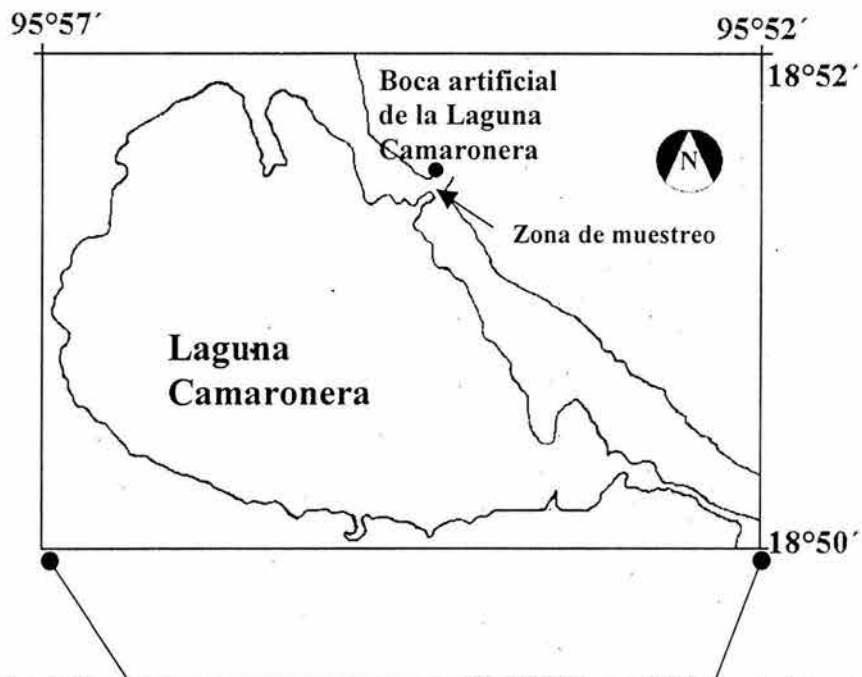


Fig.2 Imagen Landsat 7 del Sistema Lagunar de Alvarado y la localización de la boca Camaronera, Veracruz (USGS, NASA).

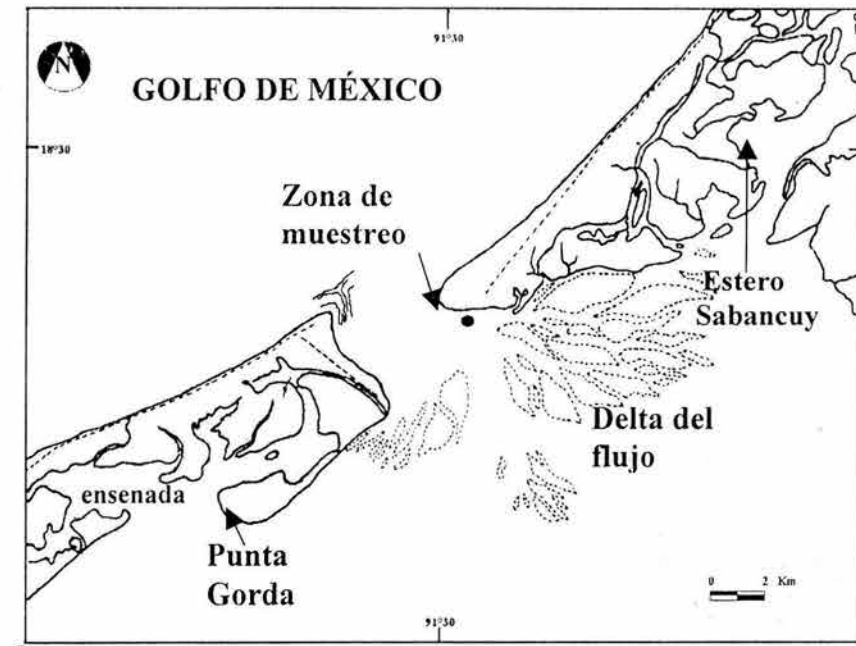


Fig.3 Imagen Landsat 7 de la Laguna de Términos y la localización de la boca de Puerto Real, Campeche (USGS,NASA).

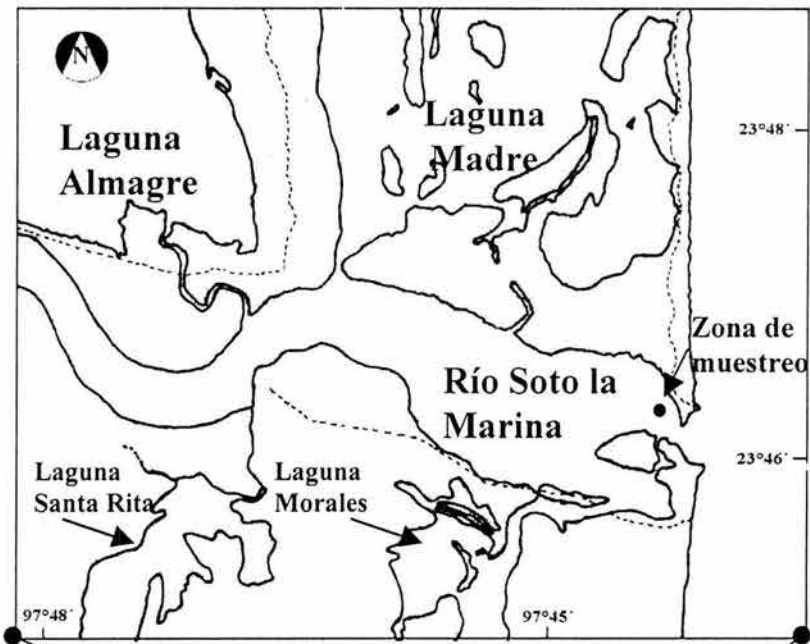


Fig.4 Imagen Landsat 7 de la localización de la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas (USGS, NASA).

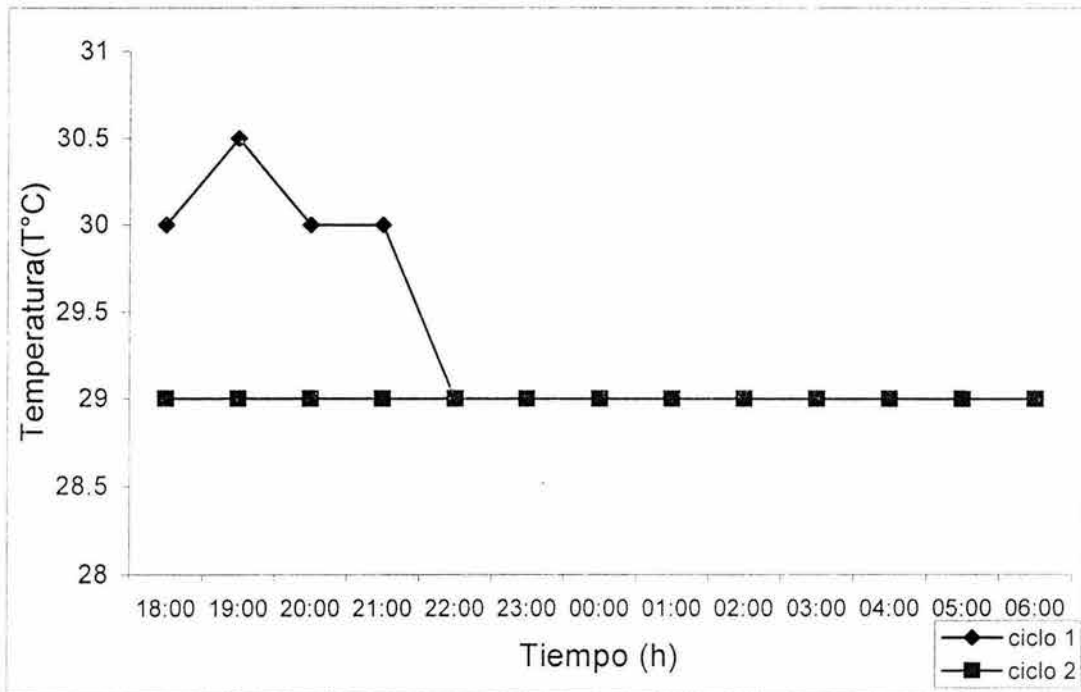


Fig. 5 Comportamiento de la temperatura registrada en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

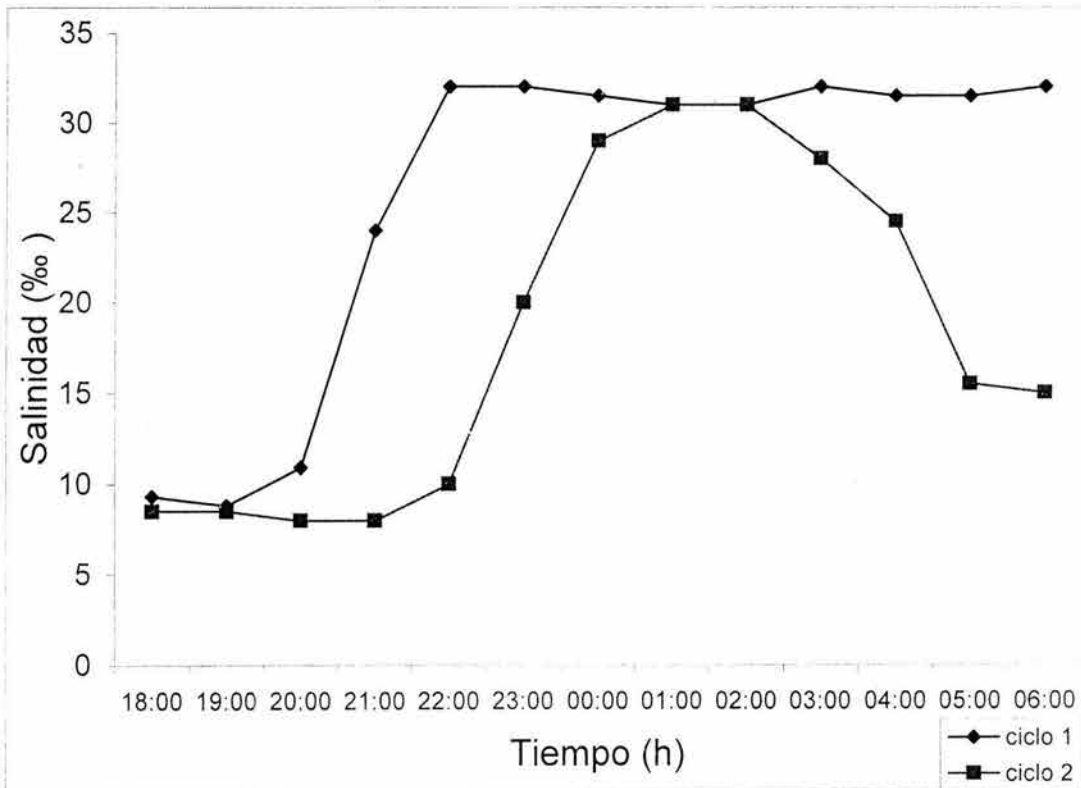


Fig. 6 Comportamiento de la salinidad durante los ciclos de muestreo en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.



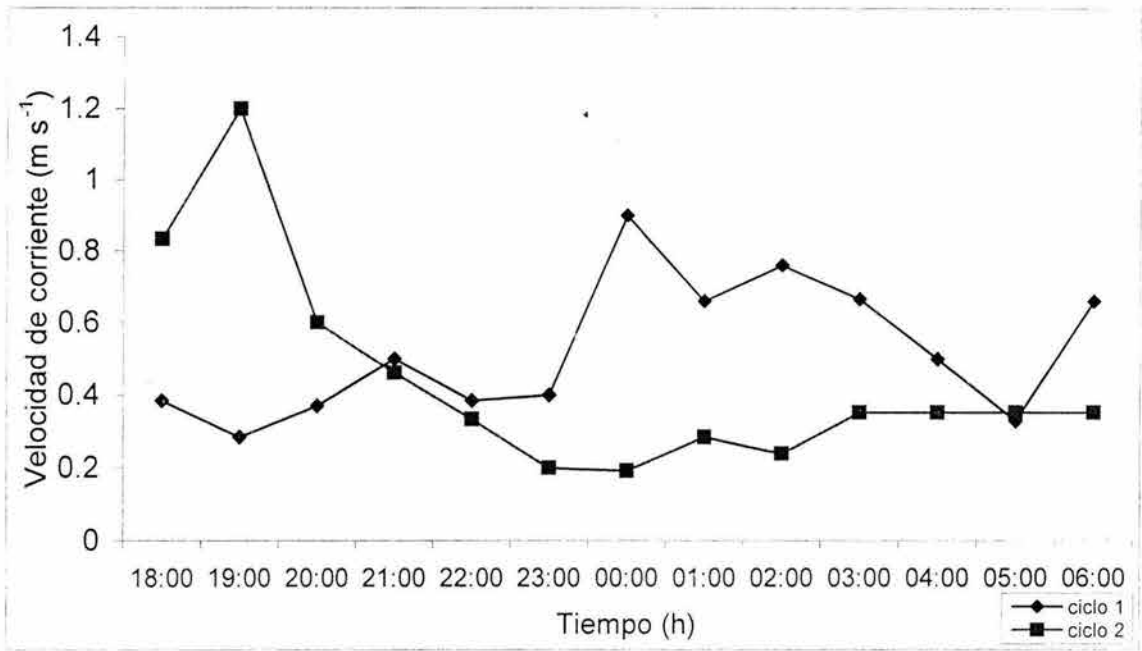


Fig. 7 Velocidad de corriente registrada durante los ciclos de muestreo en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

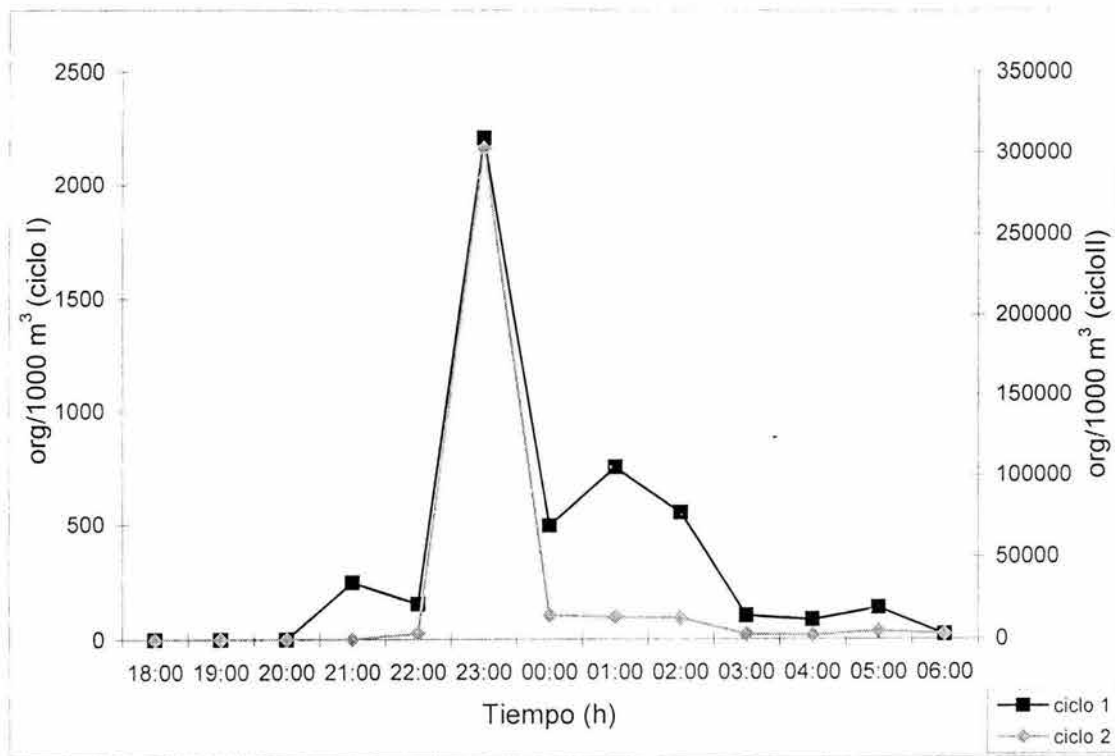


Fig. 8 Reclutamiento de megalopas de *C. rathbunae* en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

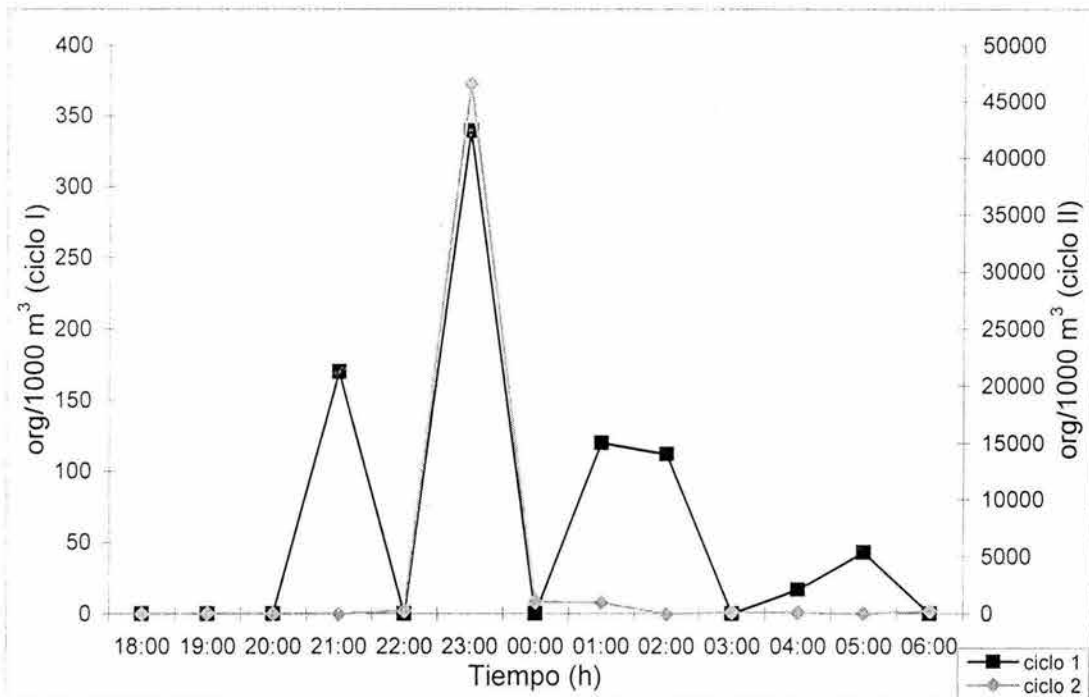


Fig. 9 Reclutamiento de megalopas de *C. sapidus* en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

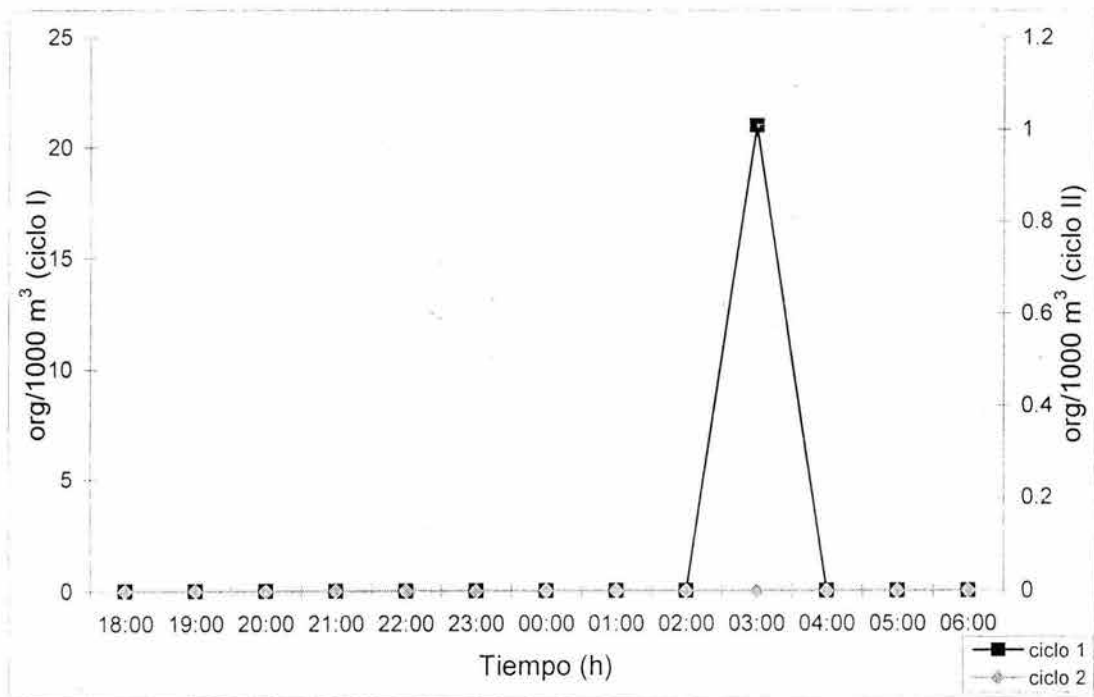


Fig. 10 Reclutamiento de megalopas de *C. similis* en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

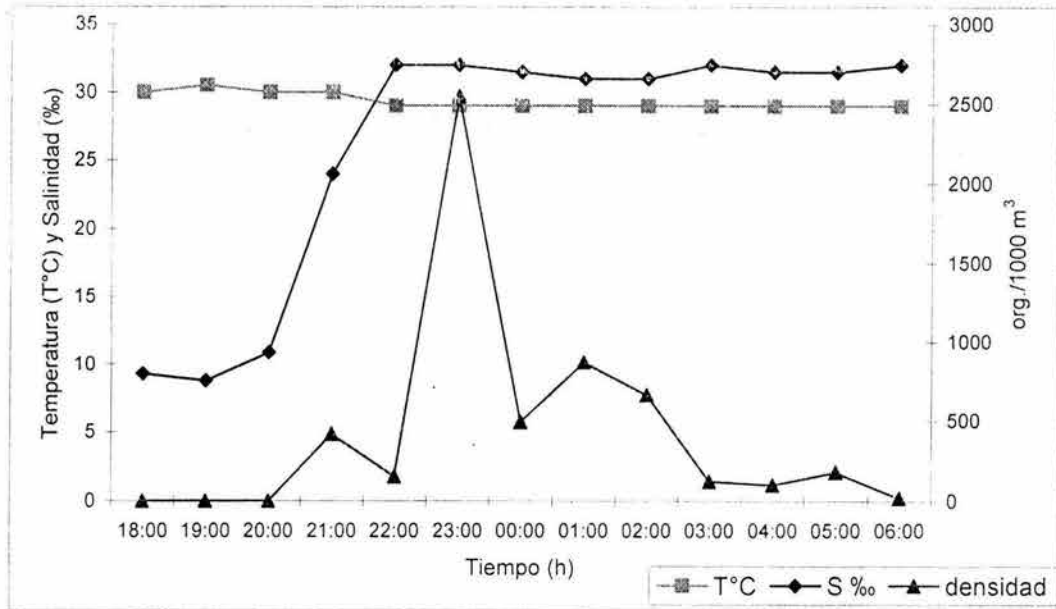


Fig. 11 Reclutamiento del género *Callinectes* y su relación con la temperatura y salinidad, durante en ciclo I en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

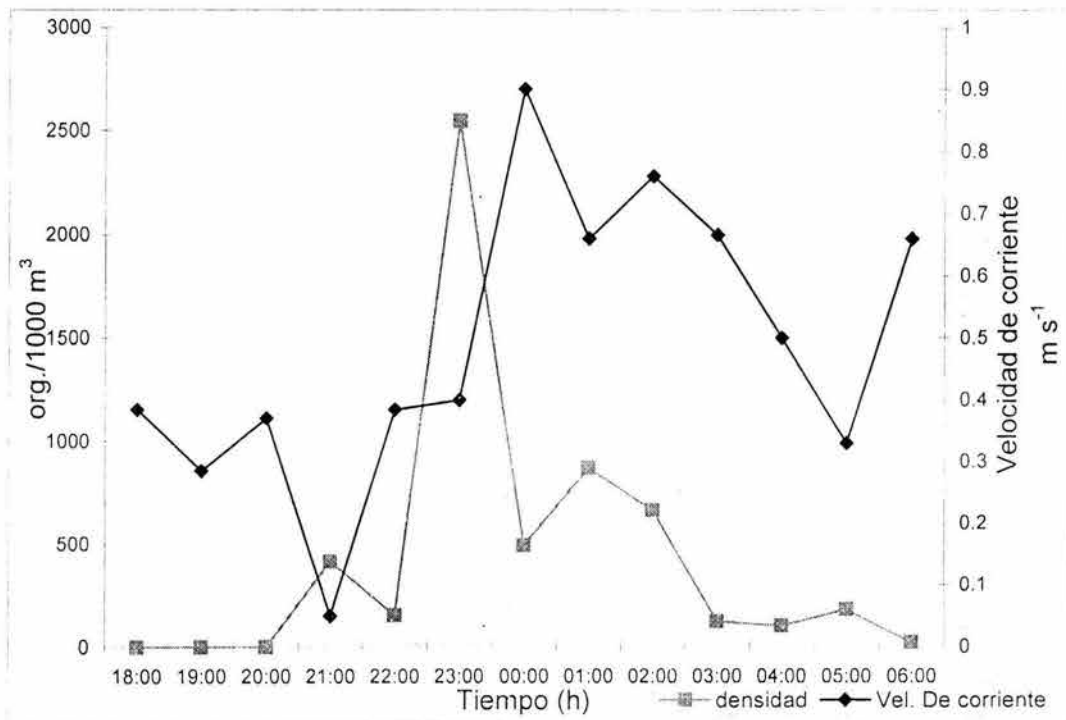


Fig. 12 Reclutamiento de megalopas del género *Callinectes* y su relación con la velocidad de corriente, durante el ciclo I en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

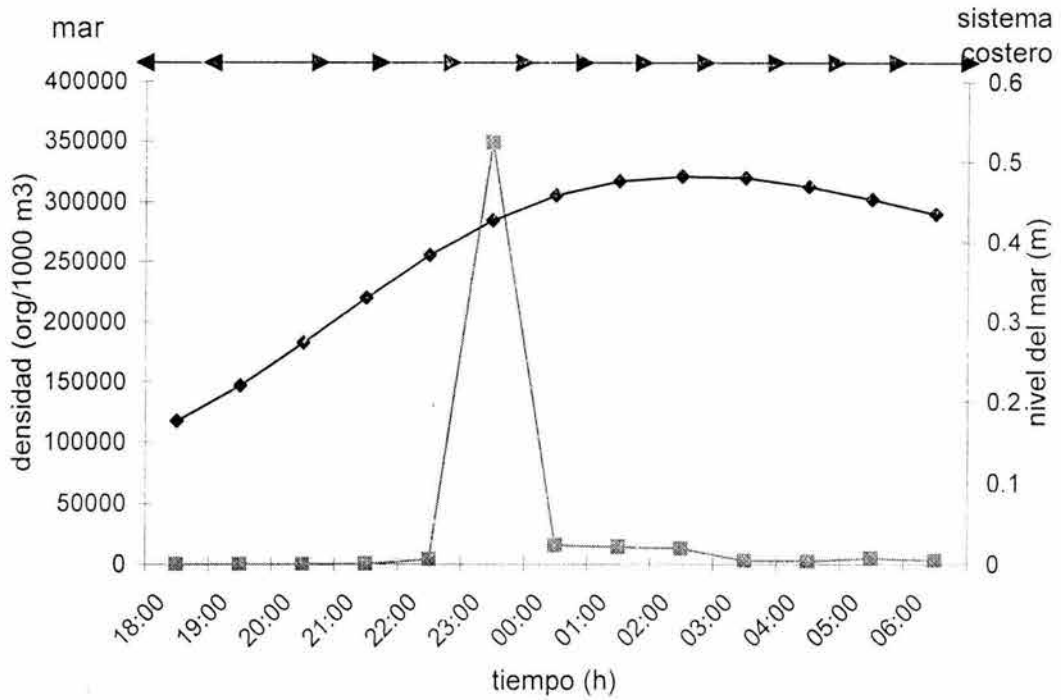


Fig. 13 Reclutamiento de megalopas del género *Callinectes* y su relación con la dirección de la corriente y el nivel del mar para el ciclo I en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

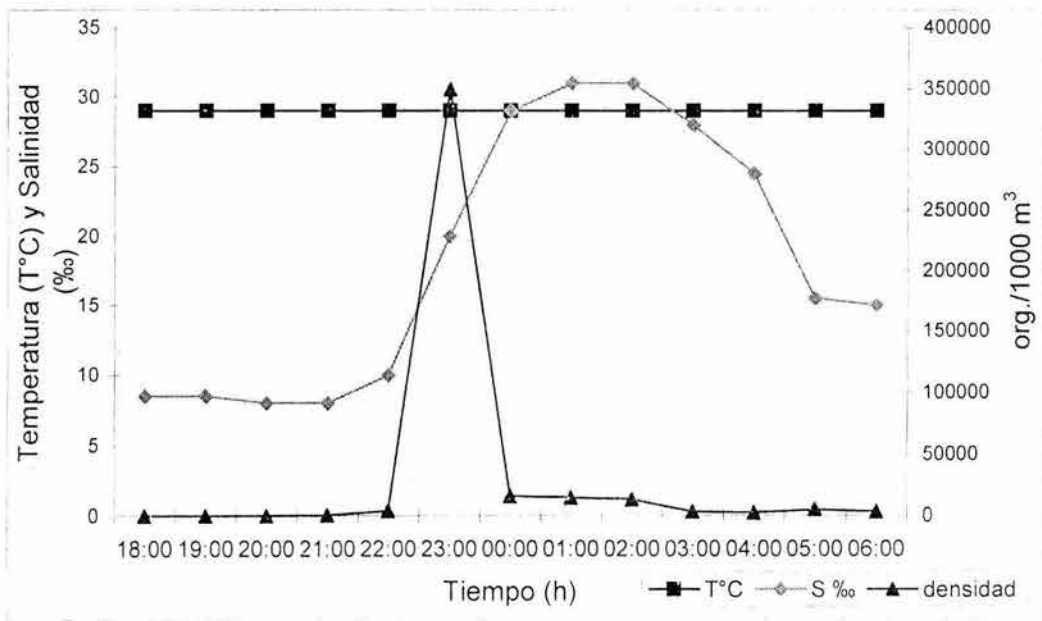


Fig. 14 Reclutamiento del género *Callinectes* y su relación con la temperatura y salinidad, durante en ciclo II en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

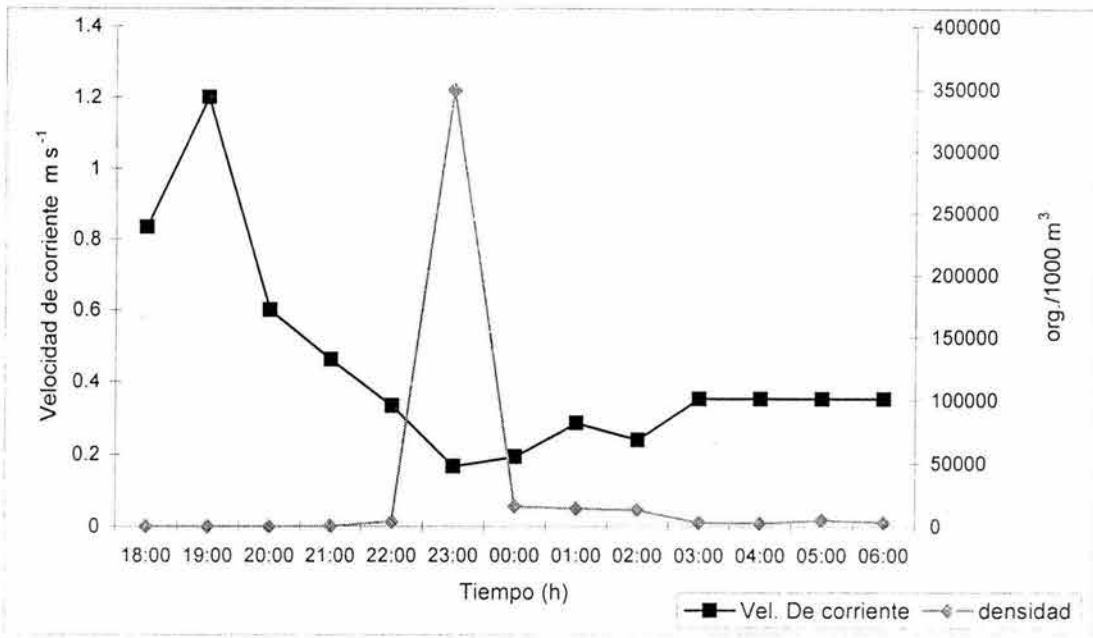


Fig. 15 Reclutamiento de megalopas del género *Callinectes* y su relación con la velocidad de corriente, durante el ciclo II en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz.

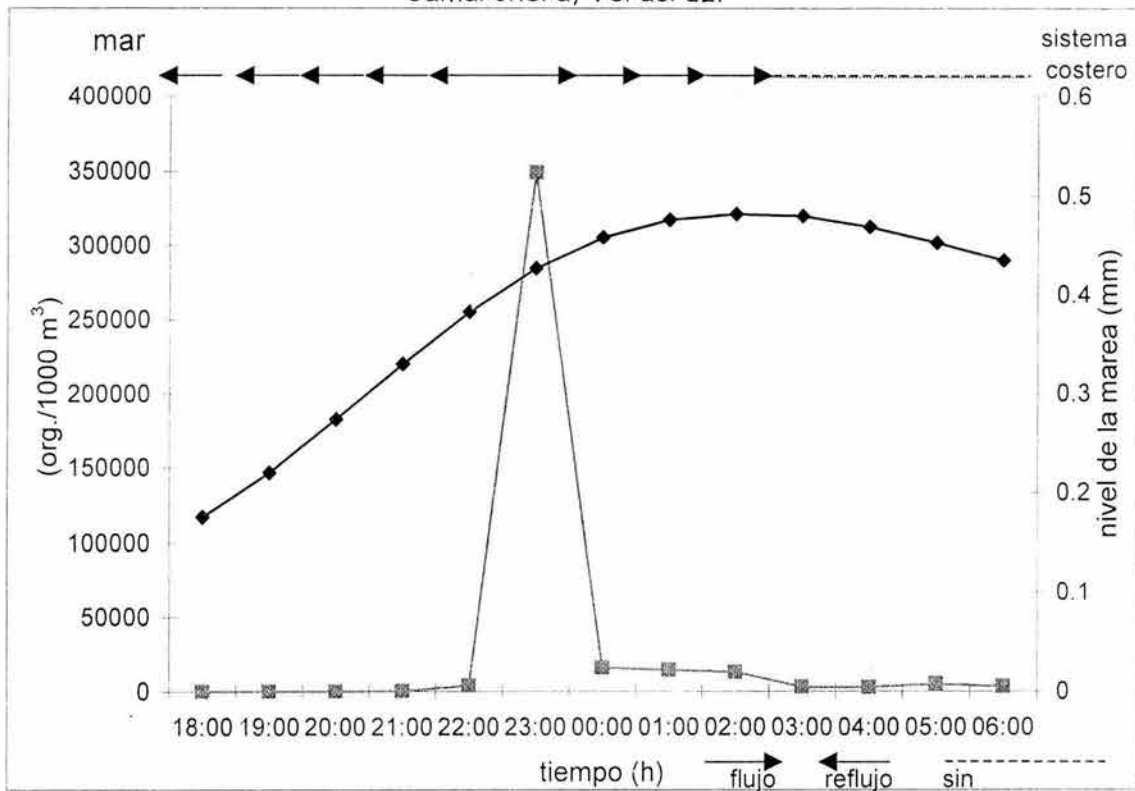


Fig. 16 Reclutamiento de megalopas del género *Callinectes* y su relación con la

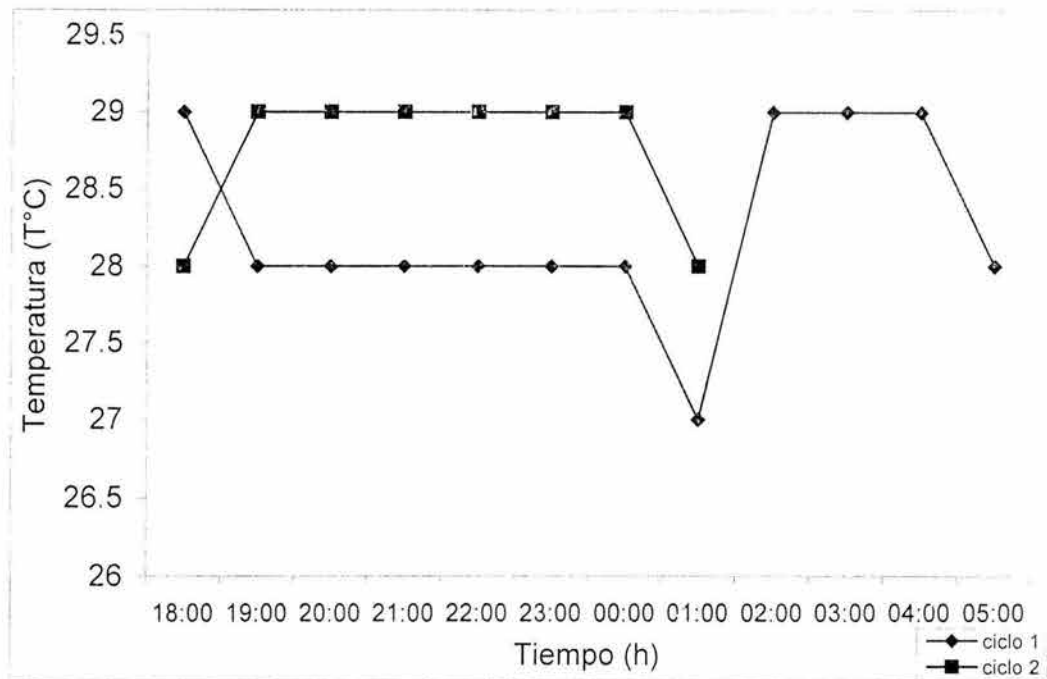


Fig. 17 Comportamiento de la temperatura registrada en la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas.

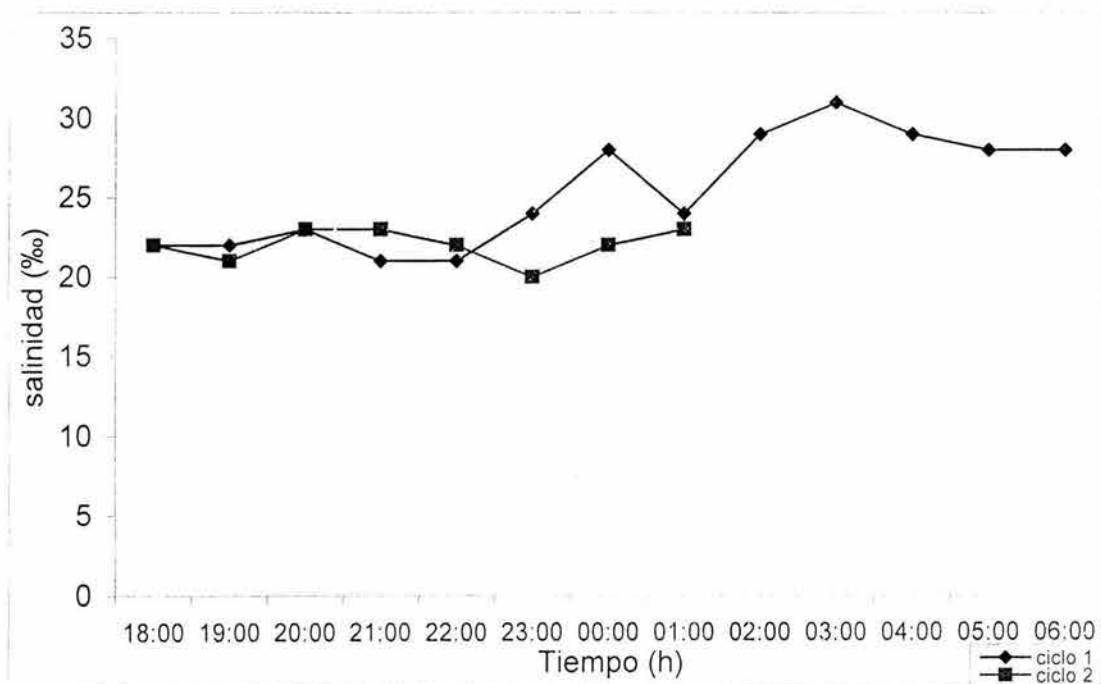


Fig. 18 Comportamiento de la salinidad durante los ciclos de muestreo en la boca del río Soto La marina, Tamaulipas.

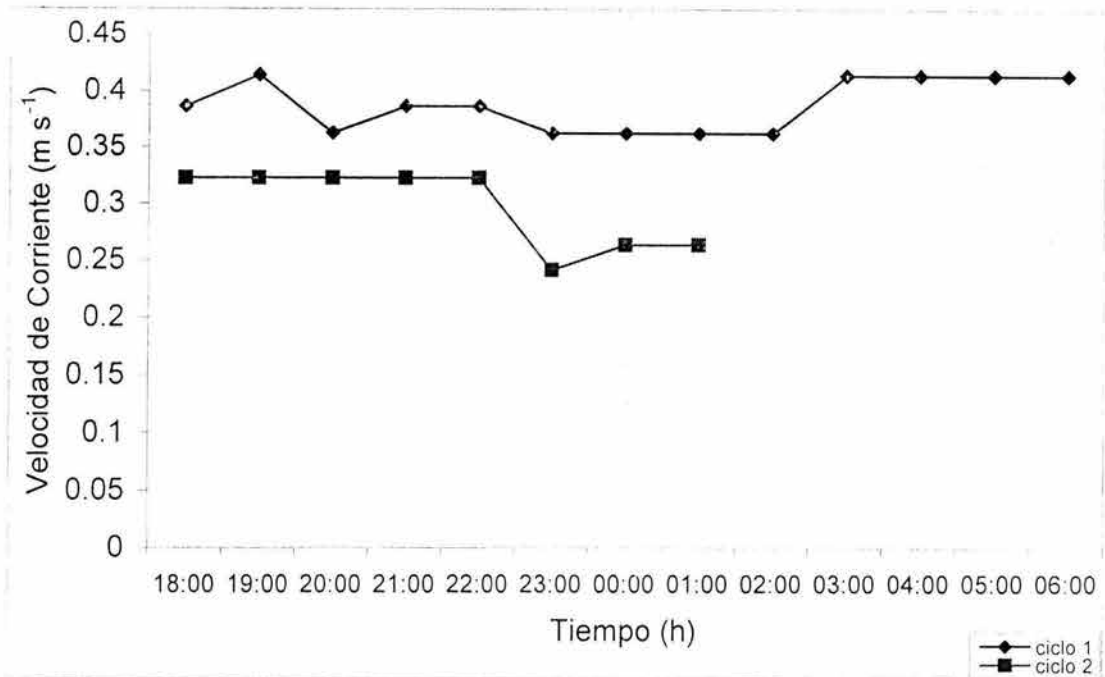


Fig. 19 Velocidad de corriente registrada durante los ciclos de muestreo en la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas.

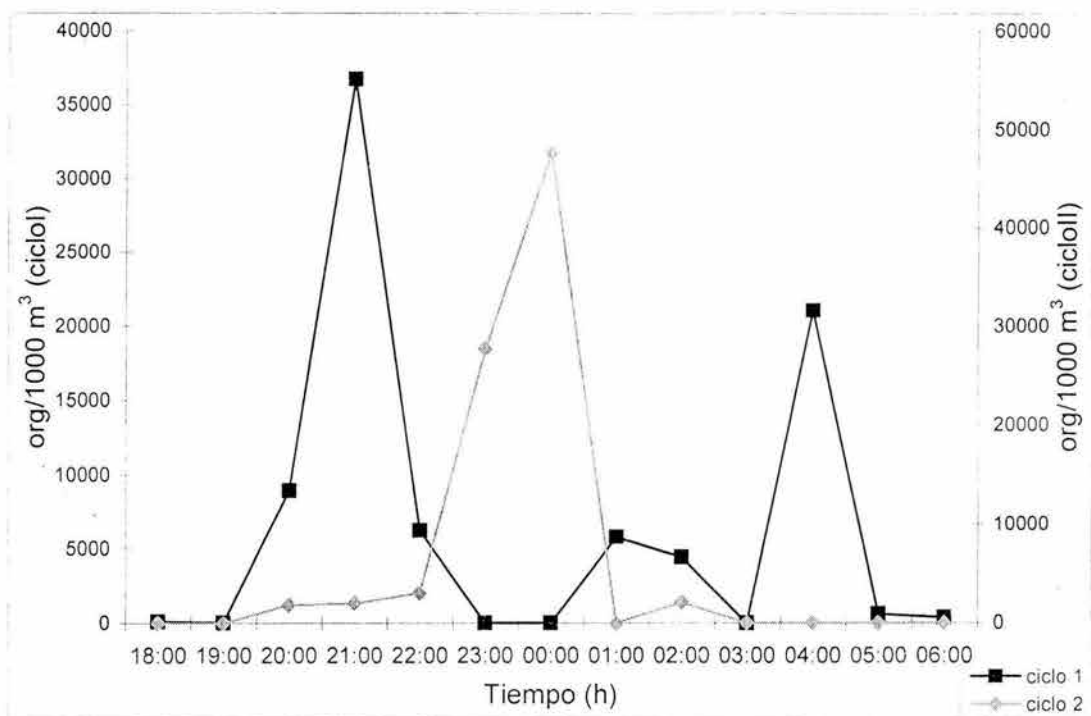


Fig. 20 Reclutamiento de megalopas de *C. rathbunae* en la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas.

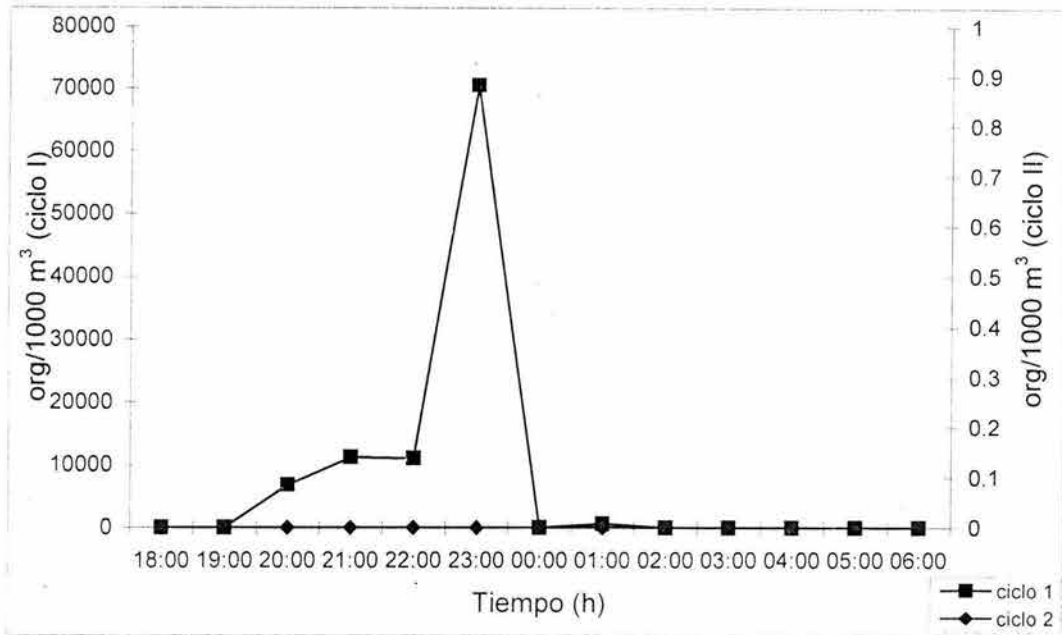


Fig. 21 Reclutamiento de megalopas de *C. sapidus* en la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas

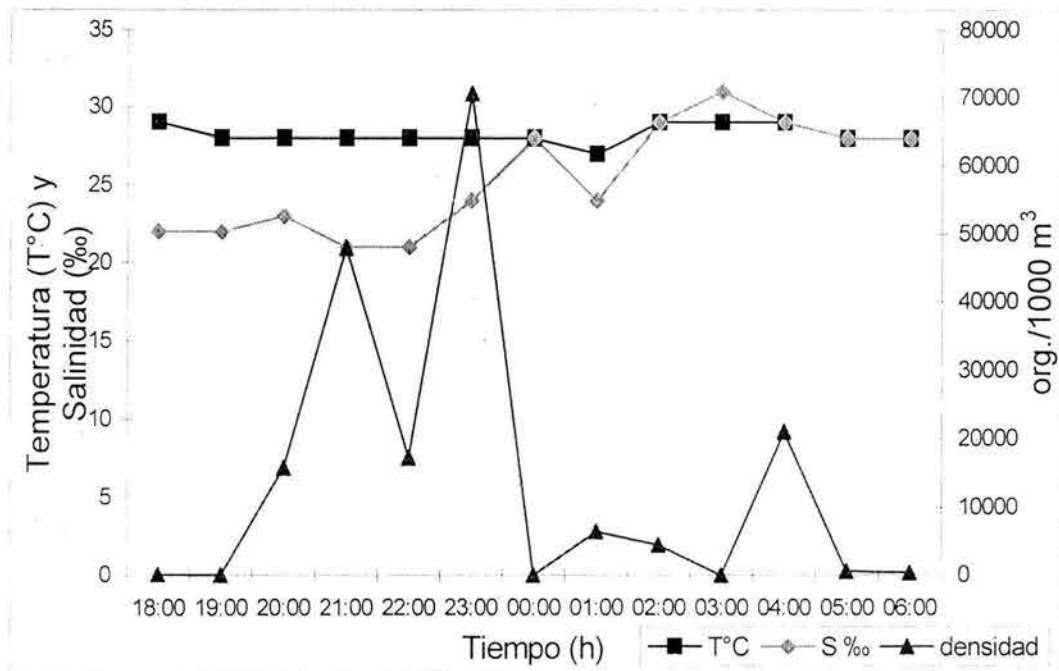


Fig. 22 Reclutamiento de megalopas del género *Callinectes* y su relación con la temperatura y la salinidad, durante el ciclo I en la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas.



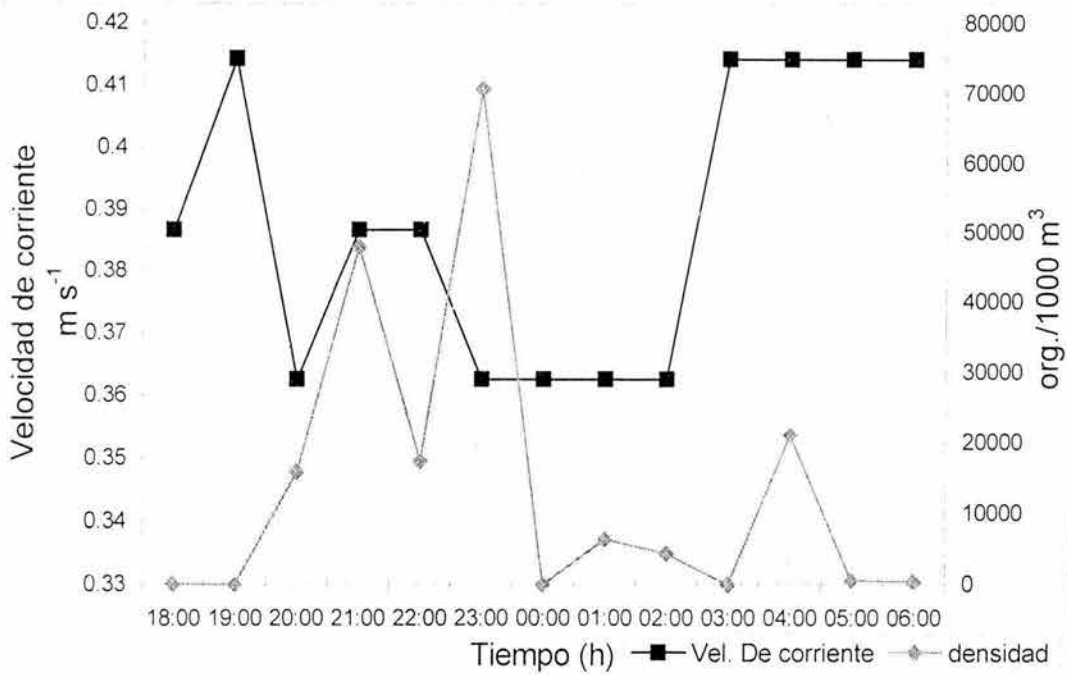


Fig. 23 Reclutamiento de magalopas del género *Callinectes* y su relación con la velocidad de corriente, durante el ciclo I en la boca del río Soto la Marina Tamaulipas.

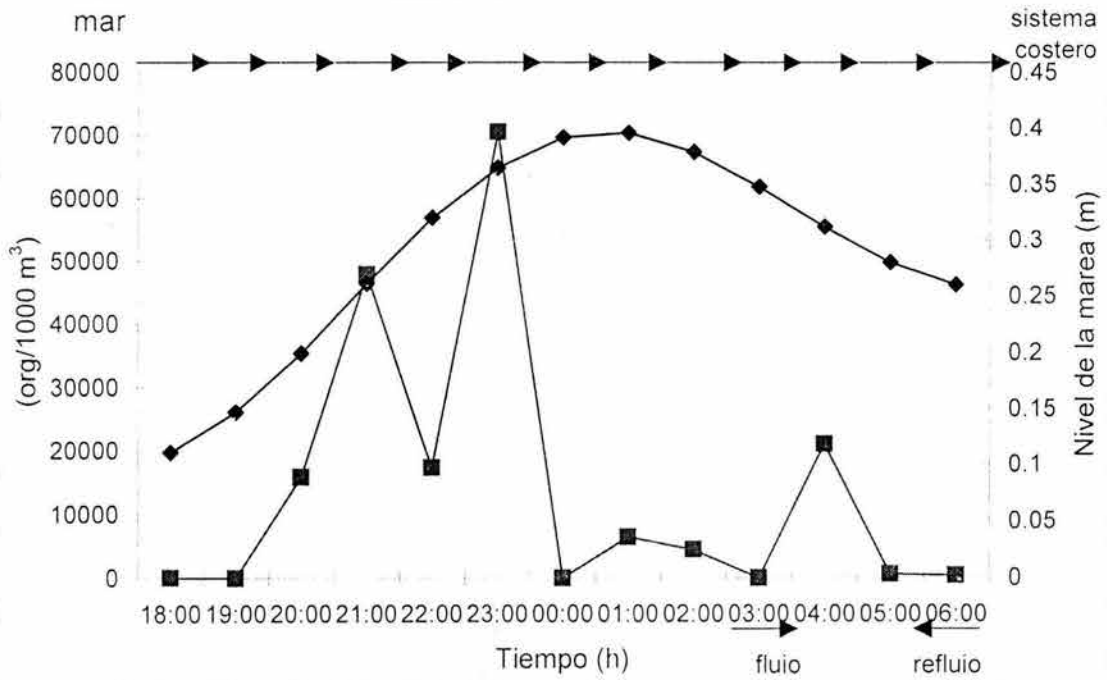


Fig. 24 Reclutamiento de las megalopas del género *Callinectes* y su relación con la dirección de la corriente y el nivel de la marea para el ciclo I de la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas.

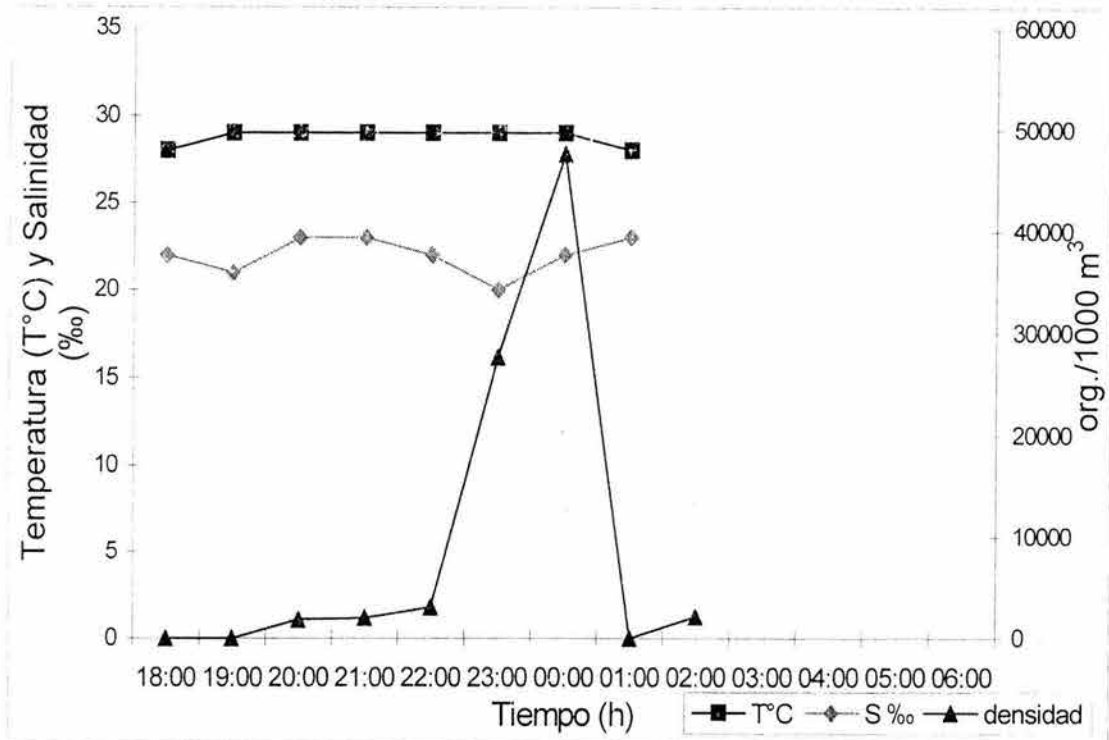


Fig. 25 Reclutamiento de magalopas del género *Callinectes* y su relación con la temperatura y la salinidad, durante el ciclo II en la boca del río Soto la Marina Tamaulipas.

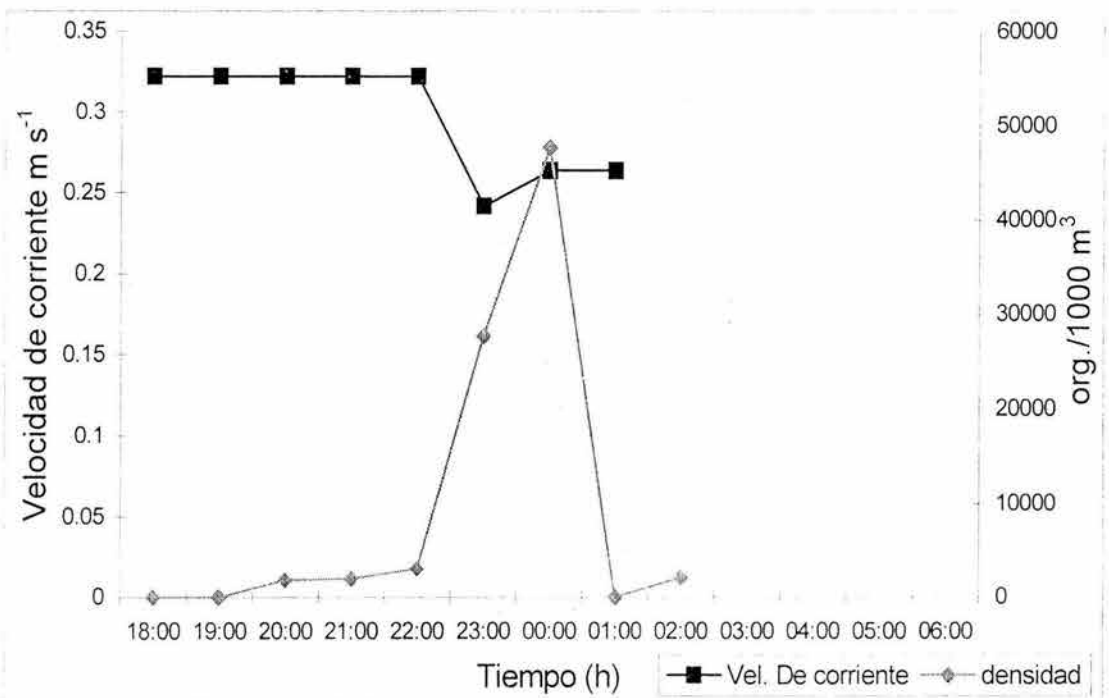


Fig. 26 Reclutamiento de magalopas del género *Callinectes* y su relación con la velocidad de corriente, durante el Ciclo II en la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas.

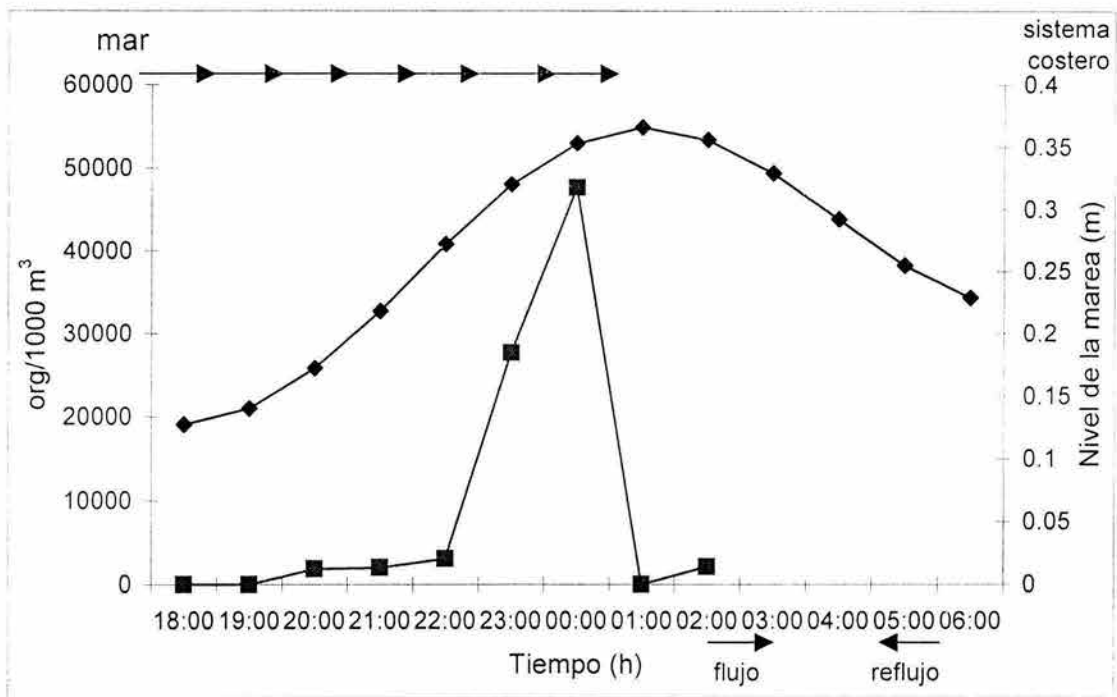


Fig. 27 Reclutamiento de magalopas del género *Callinectes* y su relación con la velocidad de corriente, durante el ciclo II en la boca del río Soto la Marina Tamaulipas.

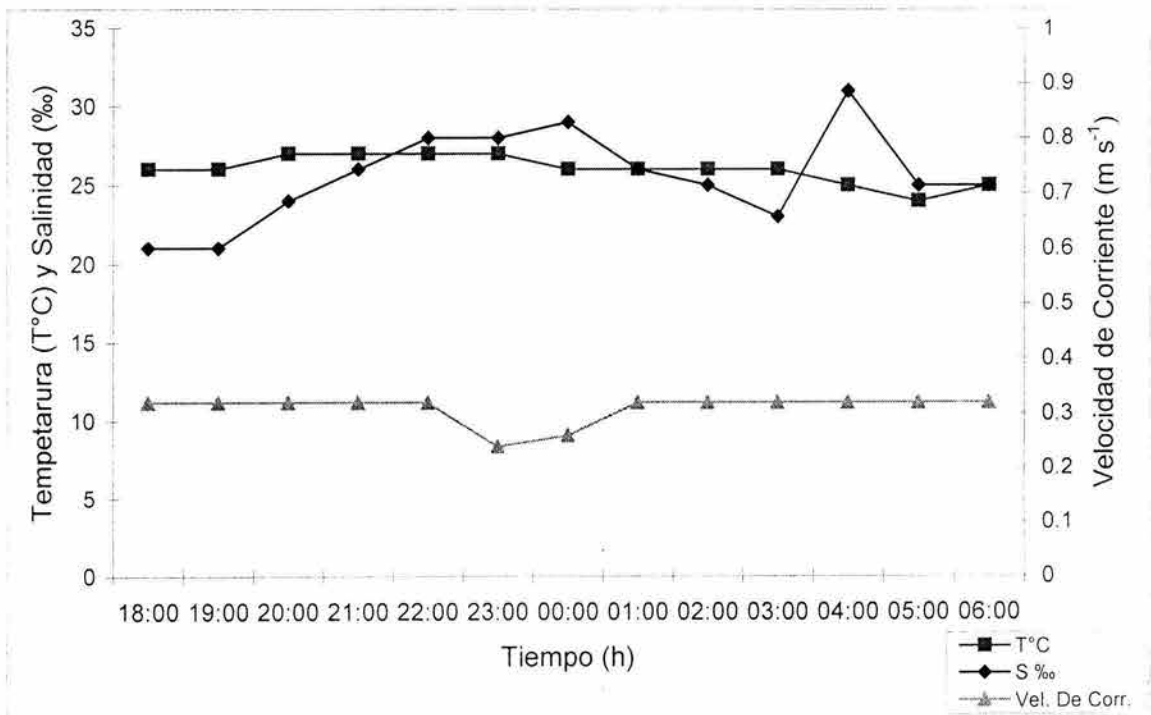


Fig. 28 Comportamiento de la temperatura, salinidad y velocidad de corriente en la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, Campeche.

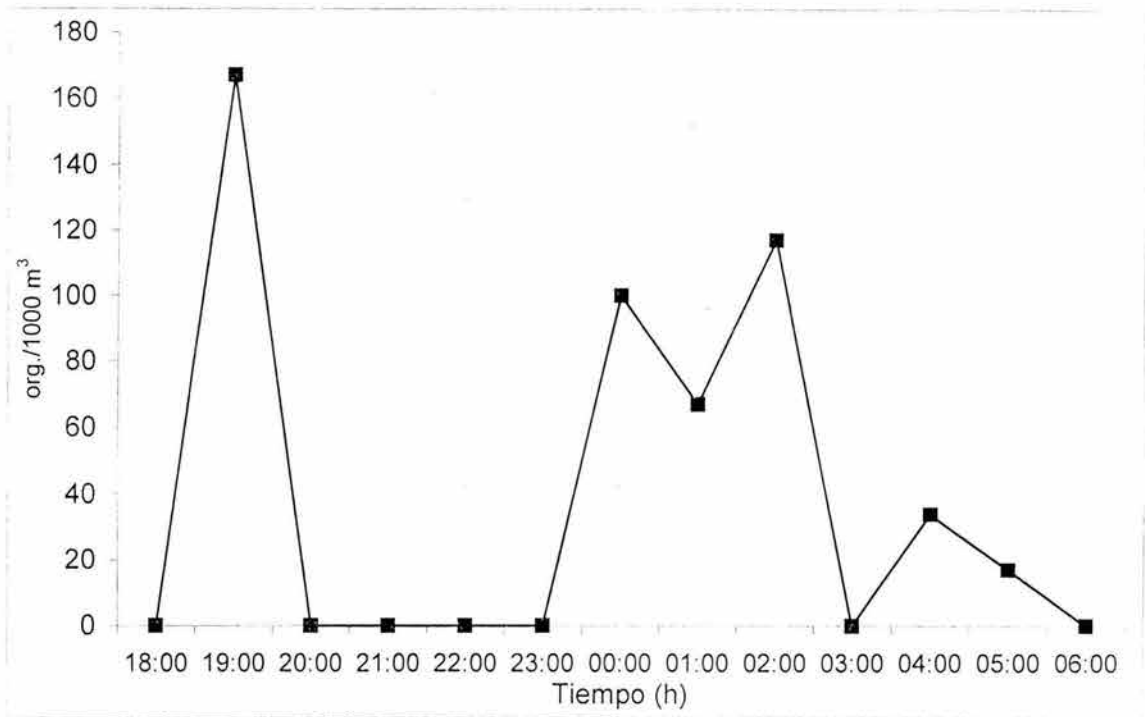


Fig. 29 Reclutamiento de megalopas de *C. rathbunae* en la boca de Puerto Real en la Laguna de Términos, Campeche.

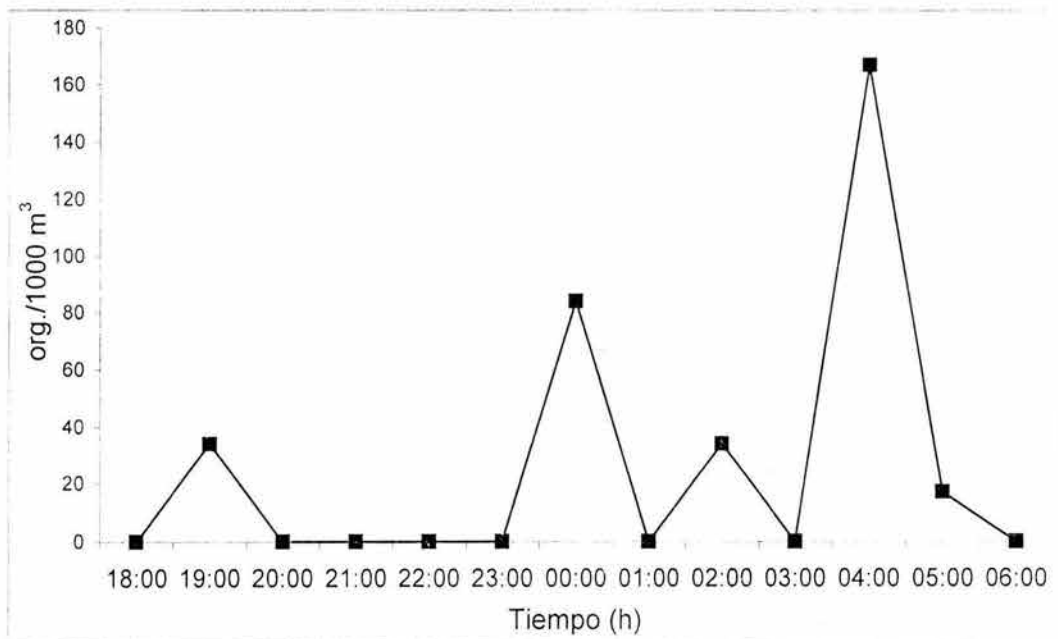


Fig. 30 Reclutamiento de megalopas de *C. sapidus* en la boca de Puerto Real en la Laguna de Términos, Campeche.

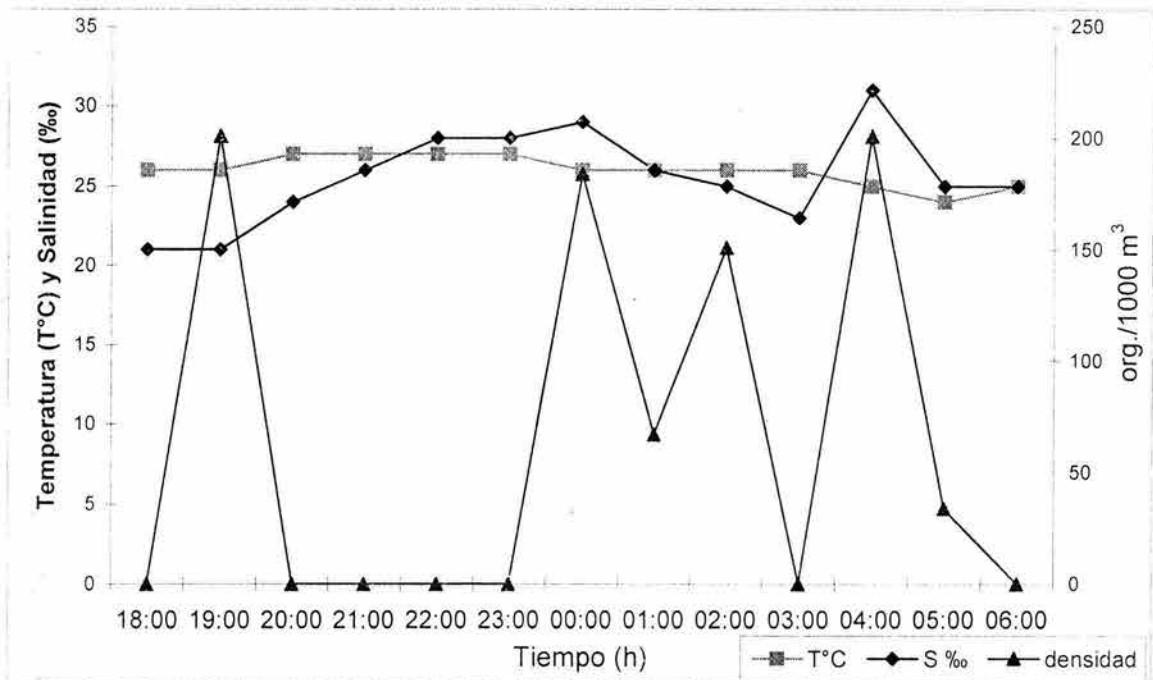


Fig. 31 Reclutamiento de magalopas del género *Callinectes* y su relación con la temperatura y salinidad, en la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, Campeche.

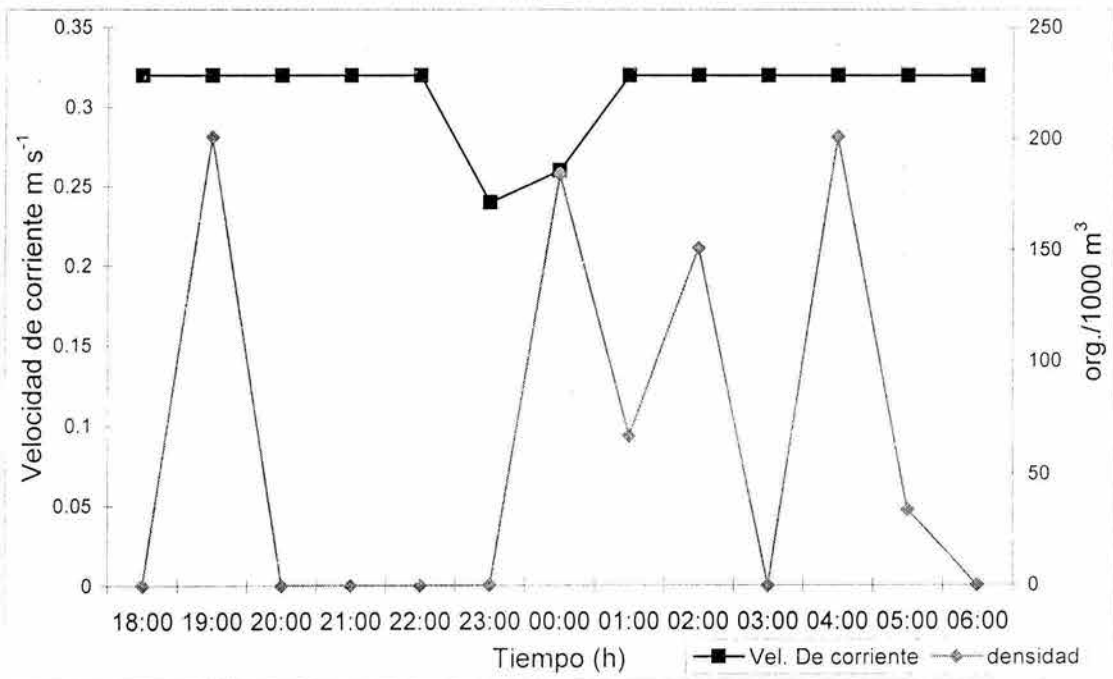


Fig. 32 Reclutamiento de magalopas del género *Callinectes* y su relación con la velocidad de corriente en la boca de Puerto Real en la Laguna de Términos

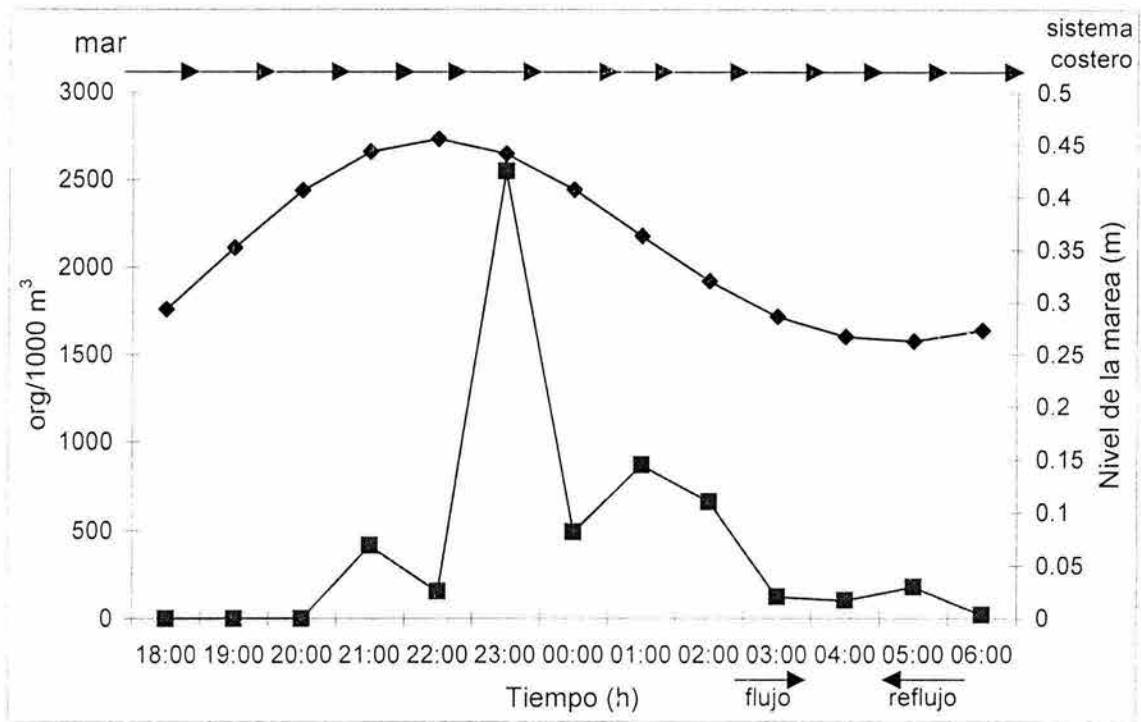


Fig. 33 Reclutamiento de megalopas del género *Callinectes* y su relación con la dirección de la corriente y nivel de la marea para el ciclo I en la boca Puerto Real de la Laguna de Términos, Campeche.

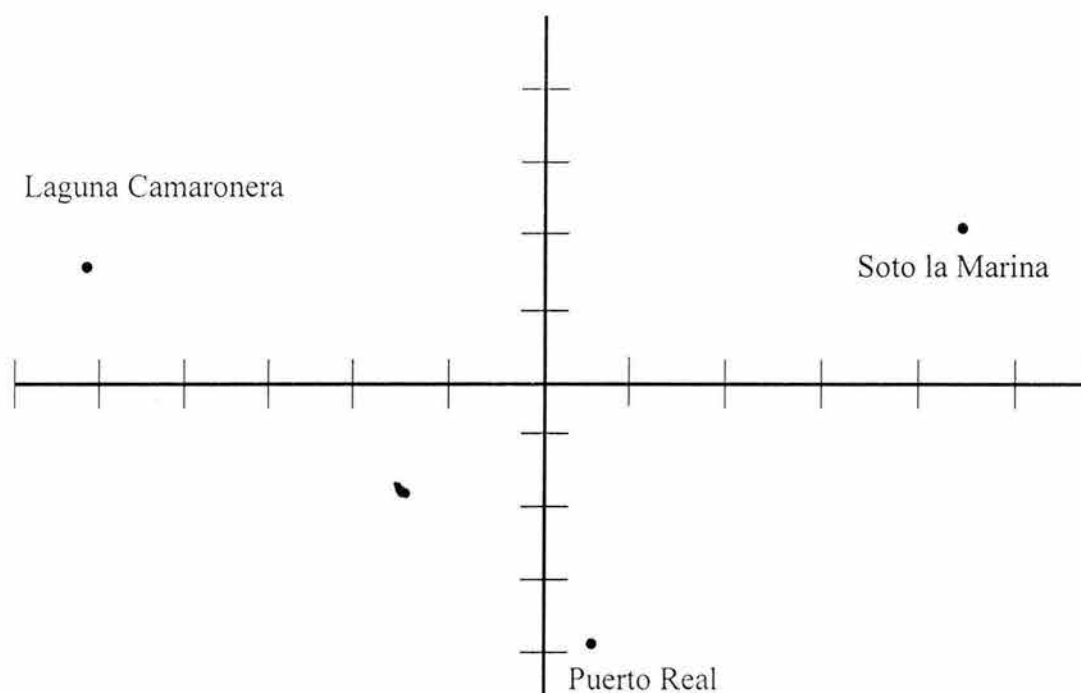


Fig. 34 Agrupamiento de los sistemas costeros para *C. rathbunae* utilizando el análisis de componentes principales.

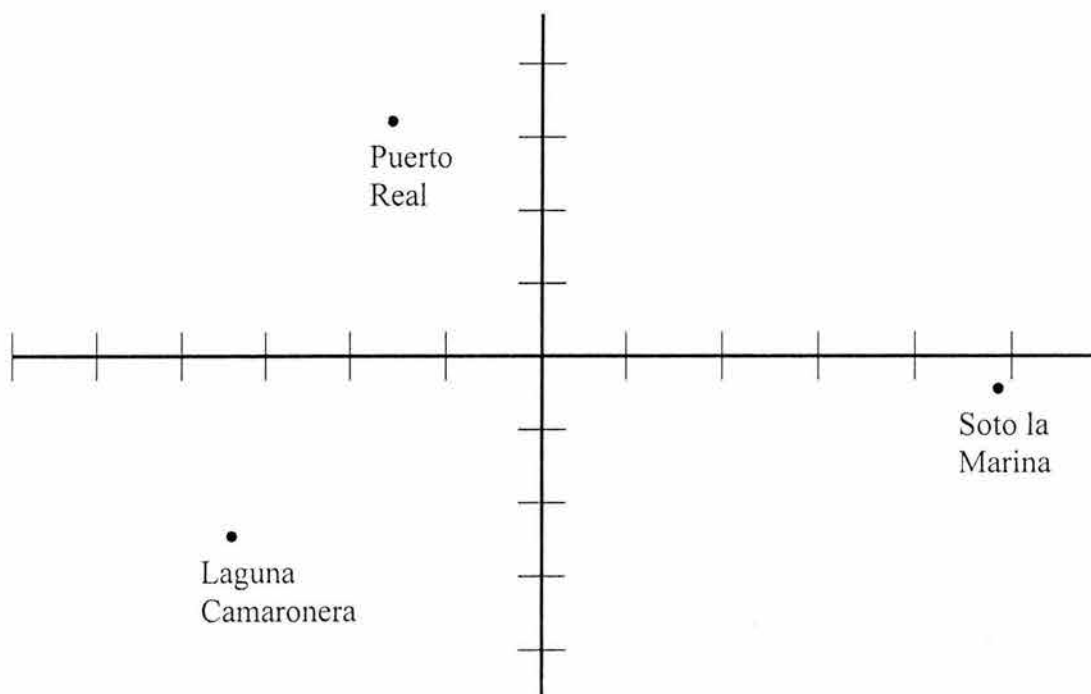


Fig. 35 Agrupamiento de los sistemas costeros para *C. sapidus* utilizando el análisis de componentes principales.

**BOCA ARTIFICIAL DE LA LAGUNA CAMARONERA, VERACRUZ**

18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00 24:00 01:00 02:00 03:00 04:00 05:00 06:00

CICLO I	R	R	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
CICLO II	R	R	R	R	R	F	F	F	F	-	-	-	-

**BOCA DEL RÍO SOTO LA MARINA EN LA LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS**

CICLO I	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
CICLO II	F	F	F	F	F	F	F	F					

**BOCA DE PUERTO REAL EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE**

CICLO I	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 1. Registro de la dirección de corriente del agua durante los ciclos de muestreo en las bocas de los tres sistemas costeros del Golfo de México. (F) flujo (R) reflujó (-) sin movimiento.

ESPECIE	CICLO I			CICLO II		
	R <sup>2</sup>	F	F <sub>α</sub>	R <sup>2</sup>	F	F <sub>α</sub>
<i>C. rathbunae</i>	0.387	0.531	0.672	0.360	0.448	0.724
<i>C. sapidus</i>	0.445	0.744	0.552	0.343	0.402	0.755
<i>C. similis</i>	0.235	0.176	0.909	-	-	-
*	0.956	14.976	0.0012	0.907	9.342	0.0041

Tabla 2. Coeficiente de correlación múltiple obtenidos para cada una de las especies registradas en la boca artificial de la Laguna Camaronera, Veracruz; así como para las especies del género *Callinectes* (\*). F = valor calculado, F<sub>α</sub> = 0.05 de significancia. (-) especies no registradas.



ESPECIE	CICLO I			CICLO II		
	R <sup>2</sup>	F	F $\alpha$	R <sup>2</sup>	F	F $\alpha$
<i>C. rathbunae</i>	0.303	0.303	0.821	0.796	5.201	0.023
<i>C. sapidus</i>	0.395	0.555	0.657	-	-	-
<i>C. similis</i>	-	-	-	-	-	-
*	0.298	0.195	0.934	0.796	5.201	0.023

Tabla 3. Coeficiente de correlación múltiple obtenidos para cada una de las especies registradas en la boca del río Soto la Marina, Tamaulipas; así como para las especies del género *Callinectes* (\*). F = valor calculado, F $\alpha$  = 0.05 de significancia. (-) especies no registradas.

ESPECIE	CICLO I			CICLO II		
	R <sup>2</sup>	F	F $\alpha$	R <sup>2</sup>	F	F $\alpha$
<i>C. rathbunae</i>	0.222	0.156	0.923	-	-	-
<i>C. sapidus</i>	0.698	2.855	0.097	-	-	-
<i>C. similis</i>	-	-	-	-	-	-
*	0.574	0.986	0.466	-	-	-

Tabla 4. Coeficiente de correlación múltiple obtenidos para cada una de las especies registradas en la boca de Puerto Real de la Laguna de Términos, Campeche; así como para las especies del género *Callinectes* (\*). F = valor calculado, F $\alpha$  = 0.05 de significancia. (-) especies no registradas.

TABLA 5. CARACTERISTICAS DE LAS MEGALOPAS DEL GÉNERO *Callinectes* EN LA BOCA ARTIFICIAL DE LA LAGUNA CAMARONERA EN ALVARADO, VER. (est, estetes; s, setas; s m, setas marginales; s sbm, setas submarginales; s g, setas en forma de gancho).

ESPECIE	<i>C. similis</i>	<i>C. sapidus</i>	<i>C. rathbunae</i>	ESPECIE	<i>C. similis</i>	<i>C. sapidus</i>	<i>C. rathbunae</i>
<b>ANTENULA</b>				<b>MAXILIPEDO 1</b>			
Segmento basal	1 s m 3 s sbm	1 s m	4 s m 4 s sbm	Endopodito	6 s	5 s	5 s
Segundo segmento		5 s	4 s	Exopodito (dos segmentos)			
Tercer segmento (dos ramas)				primer	1 s	1 s	
Rama interna	2 s sbm 3 s m	2 s sbm 3 s m	1 s sbm 4 s m	segundo	5 s	5 s	5 s
Rama externa (cinco segmentos)				Endito basal	23 s m 5 s sbm	22 s m 3 s sbm	22 s m 5 s sbm
primer	2 s			Endito coxal	10 s m 4 s sbm	12 s m 5 s sbm	11 s m 5 s sbm
segundo	8 a 10 est	9 est	9 a 10 est	Epipodito			
tercer	6 a 8 est	8 est 1 s	8 est 1 s	Región proximal	4 s sbm	5 s	5 s
cuarto	7 est 1 s	7 est 1 s	7 est 1 s	Región distal	13 s	14 s	13 s
quinto	4 est 1 s sbm 2 s m	4 est 1 s sbm 1 s m	4 est 1 s sbm 2 s m	<b>MAXILIPEDO 2</b>			
				Endopodito (cinco segmentos)			
				primer	3 s	4 s	3 s
				segundo	5 s	3 s	5 s
				tercer	2 s	3 s	3 s
				cuarto	8 s	8 s	8 s
				quinto	10 s	10 s	10 s

continuación.

**ANTENA**

(once segmentos)

primer	3 s	3 s	2 s
segundo	1 s	1 s	2 s
tercer	4 s	4 s	3 s
sexto	2 s	3 s	3 s
séptimo	3 s	1 s	2 s
octavo	2 s	2 s	4 s
noveno	1 s	1 s	1 s
décimo	3 s	3 s	4 s
onceavo	5 s	4 s	4 s

**MAXILULA**

Endopodito	6 s	6 s	4 s
Endito basal	21 s m	19 s m	19 s m
	5 s sbm	5 s sbm	3 s sbm
Endito coxal	14 s	17 s	14 s

**MAXILA**

Escafognatito	68 s m	63 s m	63 s m
	10 s sbm	8 s sbm	10 s sbm
Endopodito	3 s	4 s	2 s
Endito basal	15 s	18 s	22 s
Endito coxal	8 s	10 s	11 s

**Exopodito**  
(dos segmentos)

primer	1 s	1 s	1 s
segundo	5 s	4 s	5 s

**MAXILIPEDO 3**

**Endopodito**  
(cinco segmentos)

primer	25 s	27 s	27 s
segundo	14 s	16 s	9 s
tercer	10 s m	10 s	11 s
cuarto	16 s	14 s	17 s
quinto	9 s	10 s	9 s

**Exopodito**  
(dos segmentos)

primer	2 s		2 s
segundo	5 s	5 s	5 s

Epipodito	20 a 21 s	14 s	17 a 18 s
-----------	-----------	------	-----------

**PLEOPODOS**

<b>Exopodos</b> (primero al quinto)	23,22,21,19,12 s g	24,22,21,19,12 s	23,22,22,19,12 s
--	-----------------------	---------------------	---------------------

<b>Endopodos</b> (primero al cuarto)	4,4,4,3 s g	4,3,3,3, sg	4,4,3,3 sg
---	-------------	-------------	------------

TABLA 6. CARACTERISTICAS DE LAS MEGALOPAS DEL GÉNERO *Callinectes* EN LA BOCA DEL RÍO SOTO LA MARINA, AMAULIPAS. (est, estetes; s, setas; s m, setas marginales; s sbm, setas submarginales; s g, setas en forma de gancho).

ESPECIE	<i>C. similis</i>	<i>C. sapidus</i>	<i>C. rathbunae</i>	ESPECIE	<i>C. similis</i>	<i>C. sapidus</i>	<i>C. rathbunae</i>
<b>ANTENULA</b>				<b>MAXILIPEDO 1</b>			
Segmento basal	1 a 2 s m	4 s m		Endopodito	5 a 6 s	6 s	
	5 a 6 s	5 s sbm		Exopodito			
	sbm			(dos segmentos)			
Segundo segmento	5 s	4 s		primer	1 s	2 s	
Tercer segmento				segundo	5 a 6 s	5 s	
(dos ramas)				Endito basal	26 a 27 s m	24 a 25 s m	
Rama interna	2 s sbm	1 s sbm			3 s sbm	4 a 5 s sbm	
	3 s m	4 s m		Endito coxal	12 s m	13 a 15 s m	
Rama externa					5 s sbm	4 a 5 s sbm	
(cinco segmentos)				Epipodito			
primer				Región proximal	5 s	5 a 7 s	
segundo	9 est	10 est		Región distal	14 s	13 s	
tercer	8 est	8 est		<b>MAXILIPEDO 2</b>			
	1 s	1 s		Endopodito			
cuarto	7 est	7 est		(cinco segmentos)			
	1 s	1 s		primer	4 s	3 s	
quinto	4 est	4 est		segundo	6 a 8 s	5 a 6 s	
	1 s sbm	1 s sbm		tercer	3 s	3 s	
	1 s m	2 s m		cuarto	9 s	9 a 10 s	
				quinto	10 s	10 s	

continuación.

**ANTENA**

(once segmentos)

primer	5 a 6 s	8 s	Exopodito		
segundo	2 s	2 s	(dos segmentos)		
tercer	5 s	5 s	primer	1 a 2 s	1 s
sexto	4 s	4 s	segundo	5 s	5 s
séptimo	2 s	2 s	<b>MAXILIPEDO 3</b>		
octavo	5 s	4 a 5 s	Endopodito		
noveno	2 s	2 s	(cinco segmentos)		
décimo	4 s	3 a 4 s	primer	29 a 30 s	28 a 30 s
onceavo	4 s	4 s	segundo	16 s	18 s
<b>MAXILULA</b>			tercer	11 a 12 s	13 s
Endopodito	6 s	4 s	cuarto	16 s	17 s
Endito basal	19 s m	19 s m	quinto	10 s	11 s
	5 s sbm	3 s sbm	Exopodito		
Endito coxal	17 s	14 s	(dos segmentos)		
<b>MAXILA</b>			primer	3 s	3 s
Escafognatito	63 s m	63 s m	segundo	5 s	5 a 6 s
	8 s sbm	10 s sbm	Epipodito	14 s	17 a 18 s
Endopodito	4 s	3 s	<b>PLEOPODOS</b>		
Endito basal	19 s	22 s	Exopodos		
Endito coxal	10 a 11 s	11 a 12 s	(primero al quinto)	24,22,21,19,12 s	23,23,23,21,12 s
			Endopodos		
			(primero al cuarto)	4,3,3,3, sg	4,4,4,4 sg

TABLA 7. CARACTERISTICAS DE LAS MEGALOPAS DEL GÉNERO *Callinectes* EN LA BOCA DE PUERTO REAL DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE. (est, estetes; s, setas; s m, setas marginales; s sbm, setas submarginales; s g, setas en forma de gancho).

ESPECIE	<i>C. similis</i>	<i>C. sapidus</i>	<i>C. rathbunae</i>	ESPECIE	<i>C. similis</i>	<i>C. sapidus</i>	<i>C. rathbunae</i>
<b>ANTENULA</b>				<b>MAXILIPEDO 1</b>			
Segmento basal	1 a 2 s m	4 s m		Endopodito	5 s		5 s
	3 s sbm	4 s sbm		Exopodito			
Segundo segmento	4 s	4 a 5 s		(dos segmentos)			
Tercer segmento				primer	1 s		
(dos ramas)				segundo	5 s		5 s
Rama interna	2 s sbm	1 s sbm		Endito basal	22 s m		20 a 22 s m
	3 s m	4 s m			3 s sbm		3 a 4 s sbm
Rama externa				Endito coxal	12 s m		11 a 12 s m
(cinco segmentos)					5 s sbm		5 s sbm
primer				Epipodito			
segundo	9 est	9 est		Región proximal	5 s		5 s
tercer	8 est	8 est		Región distal	14 s		13 s
	1 s	1 s		<b>MAXILIPEDO 2</b>			
cuarto	7 est	7 est		Endopodito			
	1 s	1 s		(cinco segmentos)			
quinto	3 a 4 est	4 est		primer	4 s		3 s
	1 s sbm	1 s sbm		segundo	3 a 4 s		5 s
	1 s m	1 s m		tercer	3 s		3 a 4 s
				cuarto	8 s		8 s
				quinto	10 s		10 s

continuación.

<b>ANTENA</b>					
(once segmentos)					
primer	5 s	3 a 5 s	Exopodito		
segundo	2 s	1 s	(dos segmentos)		
tercer	4 s	3 s	primer	1 s	1 s
sexto	3 a 4 s	2 a 4 s	segundo	4 s	5 s
séptimo	2 s	2 s	<b>MAXILIPEDO 3</b>		
octavo	4 s	5 s	Endopodito		
noveno	2 s	2 s	(cinco segmentos)		
décimo	4 s	3 a 4 s	primer	28 a 29 s	28 a 29 s
onceavo	3 a 4 s	4 s	segundo	17 s	17 s
<b>MAXILULA</b>			tercer	10 s	12 s
Endopodito	6 s	4 a 5 s	cuarto	14 s	17 s
Endito basal	21 a 22 s m	23 sm	quinto	10 s	9 s
	4 s sbm	3 s sbm	Exopodito		
Endito coxal	16 a 17 s	14 s	(dos segmentos)		
<b>MAXILA</b>			primer		3 s
Escafognatito	63 s m	63 s m	segundo	4 a 5 s	4 s
	8 s sbm	10 s sbm	Epipodito	14 s	17 a 18 s
Endopodito	3 a 4 s	3 s	<b>PLEOPODOS</b>		
Endito basal	16 s	17 a 19 s	Exopodos		
Endito coxal	10 s	11 s	(primero al quinto)	24,22,21,19,12	22,21,21,19,12
				s	s
			Endopodos		
			(primero al cuarto)	4,3,3,3, sg	3,3,3,3 sg

TABLA 8. CARACTERES Y EIGENVECTORES OBTENIDOS CON EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA *C. rathbunae*.

CARACTERES	VECTORES PROPIOS	
	C.P. 1	C.P. 2
Número de setas del primer segmento de la antena.	<b>0.433</b>	0.068
Número de setas marginales del endito basal de la maxílula.	0.035	<b>-0.496</b>
Número de setas del endito basal de la maxila.	-0.027	<b>0.372</b>
Número de setas marginales del endito basal del primer maxilípedo.	0.203	<b>0.220</b>
Número de setas marginales del endito coxal del primer maxilípedo.	<b>0.280</b>	0.170
Número de setas del primer segmento del endopodito del tercer maxilípedo.	0.221	-0.028
Número de setas del segundo segmento del endopodito del tercer maxilípedo.	<b>0.680</b>	-0.331
Número de setas del tercer segmento del endopodito del tercer maxilípedo.	0.144	0.023
Número de setas del segundo segmento del exopodito del tercer maxilípedo.	0.059	0.197
Número de setas en el exopodito del segundo pleópodo.	0.059	0.197
Número de setas en el exopodito del tercer pleópodo	0.059	0.197



TABLA 9. CARACTERES Y EIGENVECTORES OBTENIDOS CON EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES PARA *C. sapidus*.

CARACTERES	VECTORES PROPIOS	
	C.P. I	C.P. 2
Número de setas marginales del segmento basal de la anténula.	-0.056	<b>0.653</b>
Número de setas submarginales del segmento basal de la anténula.	<b>0.460</b>	0.237
Número de setas del segundo segmento de la anténula.	-0.136	0.030
Número de setas del primer segmento de la antena.	0.215	0.187
Número de setas del octavo segmento de la antena.	0.215	0.187
Número de setas marginales del endito basal de la maxílula.	-0.089	<b>0.409</b>
Número de setas submarginales del endito basal de la maxílula.	0.030	-0.136
Número de setas del endito basal de la maxila.	0.151	-0.302
Número de setas marginales del endito basal del primer maxilípodo.	<b>0.458</b>	-0.144
Número de setas del segundo segmento del endopodito del segundo maxilípodo.	<b>0.428</b>	-.007
Número de setas del primer segmento del endopodito del tercer maxilípodo.	0.215	0.187
Número de setas del segundo segmento del endopodito del tercer maxilípodo.	-0.030	0.136
Número de setas del tercer segmento del endopodito del tercer maxilípodo.	0.183	-0.058
Número de setas del primer segmento del exopodito del tercer maxilípodo.	<b>0.275</b>	-0.058

Tabla 10. Comparación de los caracteres de *C. sapidus*. (s, setas; sm, setas marginales; s sbm, setas submarginales).

CARACTERES	Costlow y Bookhout (1959)	Escamilla (1996)	Cházaro (1996)	Este trabajo		
				Puerto Real	Laguna Camaronera	Soto la Marina
<b>ANTÉNULA</b>						
Segmento basal		4 sm 5 s sbm	1 sm 0 s sbm	2 sm 3 s sbm	1 sm 0 s sbm	2 sm 6 s sbm
<b>MAXÍLULA</b>						
Endito basal	23 s	14 s	19 s	22 s	19 s	19 s
<b>MAXILÍPEDO 1</b>						
Endito basal	27 sm	14 sm	19 sm	22 sm	19 sm	19 sm
<b>MAXILÍPEDO 2</b>						
Segundo segmento del endopodito	3 s	3 s	3 s	4 s	3 s	8 s
<b>MAXILÍPEDO 3</b>						
Primer segmento del exopodito	0	0	0	0	0	3 s

Tabla 11. Comparación de los caracteres de *C. rathbunae*. (s, setas; sm, setas marginales).

CARACTERES	Escamilla (1996)	Cházaro (1996)	Este trabajo		
			Puerto Real	Laguna Camaronera	Soto la Marina
<b>ANTENA</b>					
Primer Segmento	2 s	3 s	5 s	2 s	8 s
<b>MAXÍLULA</b>					
Endito basal	13 sm	19 sm	23 sm	19 sm	19 sm
<b>MAXÍLA</b>					
Endito basal	22 s	18 s	19 s	22 s	22 s
<b>MAXILÍPEDO 1</b>					
Endito basal	22 sm	22 sm	22 sm	22 sm	25 sm
Endito coxal	11 sm	12 sm	12 sm	11 sm	15 sm
<b>MAXILÍPEDO 3</b>					
Primer segmento del endopodito	25 s	27 s	29 s	27 s	30 s

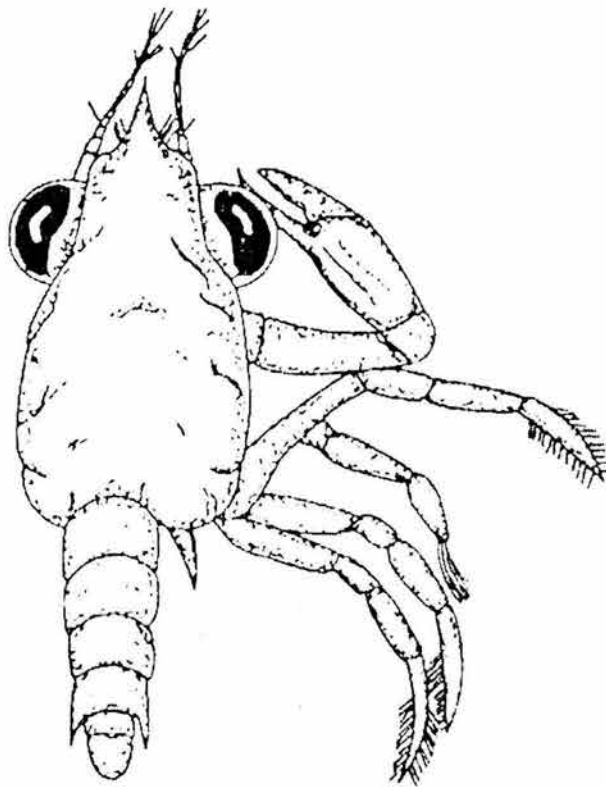
Tabla 12. Comparación de los caracteres de *C. similis*. (s, setas; sm, setas marginales; s sbm, setas submarginales; est, estetes).

CARACTERES	Bookhout y Costlow (1959)	Escamilla (1996)	Cházaro (1996)	Este trabajo: Laguna Camaronera
<b>ANTÉNULA</b>				
Segmento basal		0 sm 3 s sbm	1 sm 3 s sbm	1 sm 3 s sbm
Rama interna	0 sm	0 sm 3 s sbm	1 s 3 s sbm	1 s 3 s sbm
Rama externa (cinco segmentos)	3 sm	4 sm	4 sm	4 sm
primer	0 est	2 est	2 est	2
segundo	11 est	5 est	8 est	10
tercero	10 est	6 est	6 est	8
cuarto	8 est	5 est	7 est	7
quinto	6 est	6 est	4 est	4
<b>MAXÍLULA</b>				
Endito basal	29 s	10 s	26 s	26 s
Endito coxal	18 s	13 s	14 s	14 s
<b>MAXÍLA</b>				
Endito basal	15 s	15 s	15 s	15 s
Endito coxal	20 s	14 s	14 s	14 s
<b>MAXILÍPEDO 3</b>				
Endopodito (cinco segmentos)				
primer	28 s	20 s	25 s	25 s
segundo	14 s	14 s	14 s	14 s
tercero	11 s	10 s	10 s	10 s
cuarto	18 s	17 s	16 s	16 s
quinto	12 s	12 s	9 s	9 s

# ANEXO II



A



B

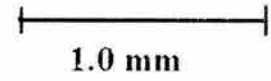


Fig. 36 Megalopa de *Callinectes similis*. A) Vista lateral, B) Vista dorsal (Tomado de Cházaro, 1996).



0.1 mm

Fig. 37 Megalopa de *Callinectes similis*. Anténula.  
(Tomado de Cházaro, 1996).

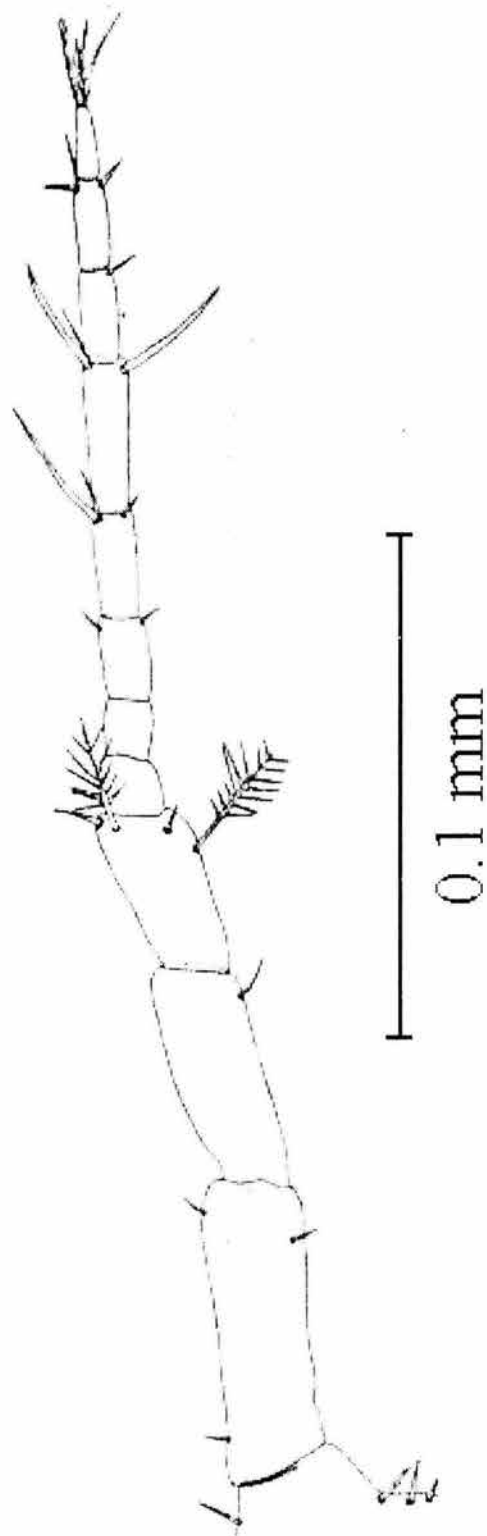


Fig. 38 *Megalopa* de *Callinectes similis*. Antena.  
(Tomado de Cházaro, 1996).

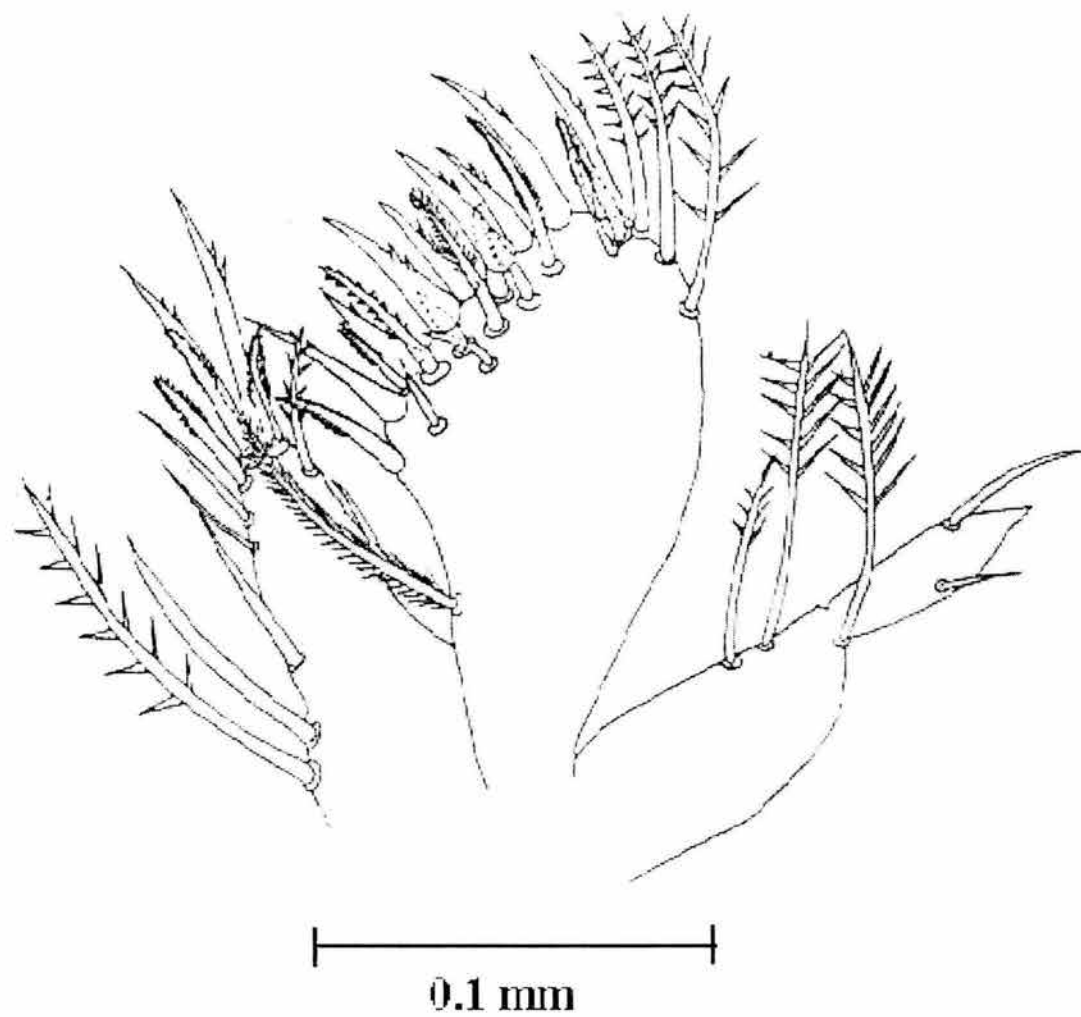


Fig. 39 *Megalopa* de *Callinectes similis*. Maxílula.  
(Tomado de Cházaro, 1996).



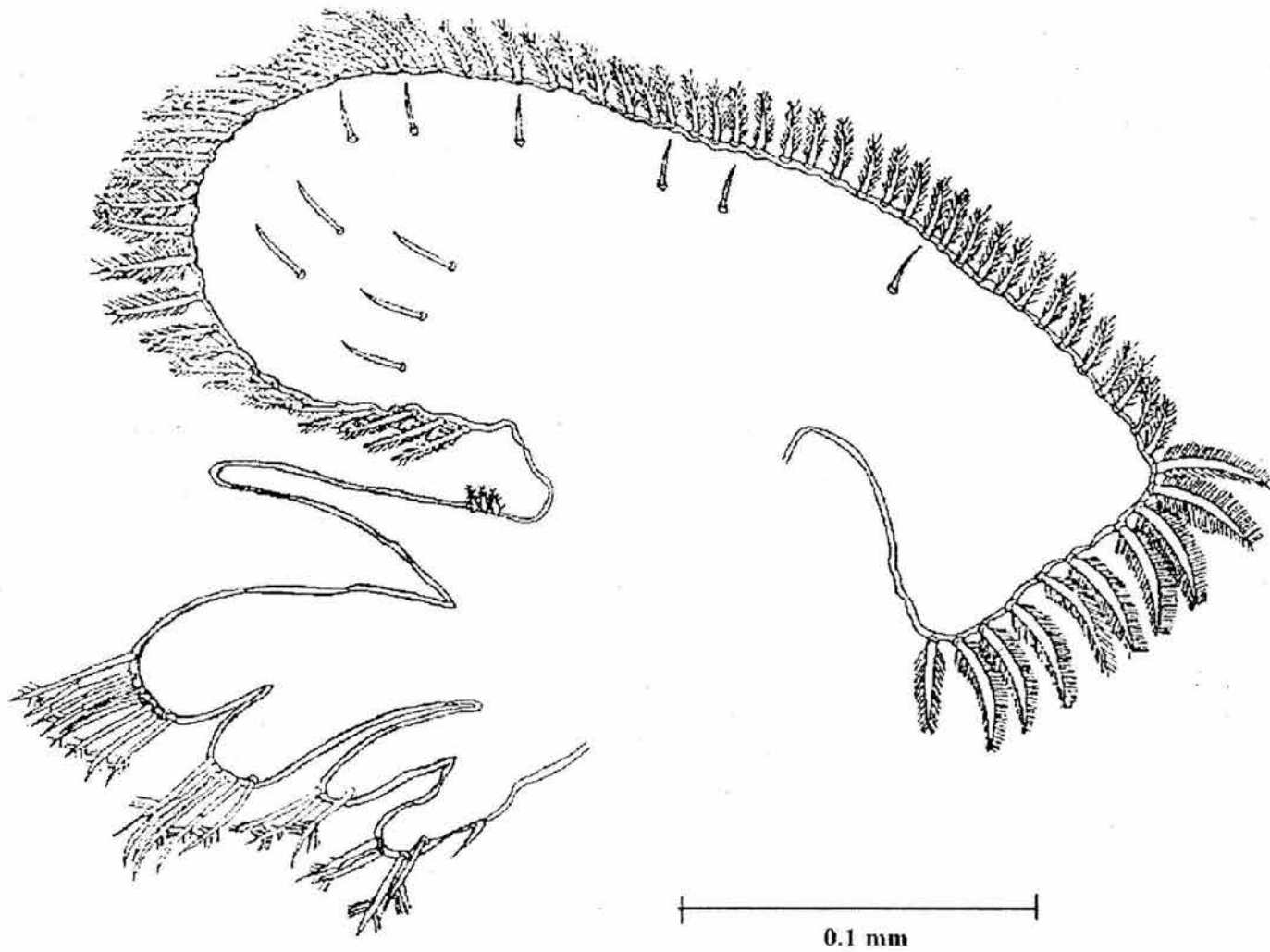


Fig. 40 Megalopa de *Callinectes similis*. Maxíla. (Tomado de Cházaro, 1996).

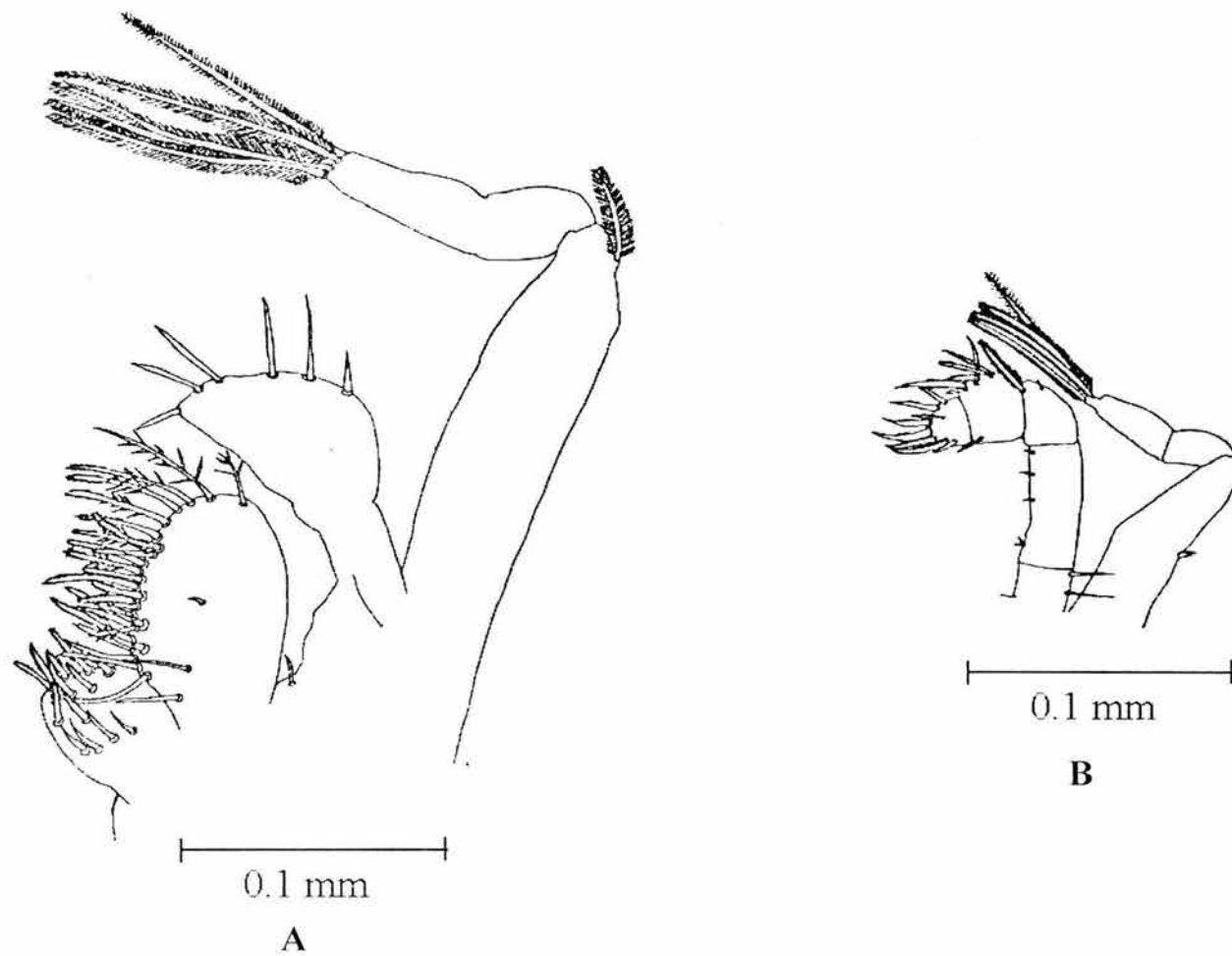


Fig. 41 Megalopa de *Callinectes similis*. A) Primer maxilípido B) Segundo maxilípido.  
(Tomado de Cházaro, 1996).

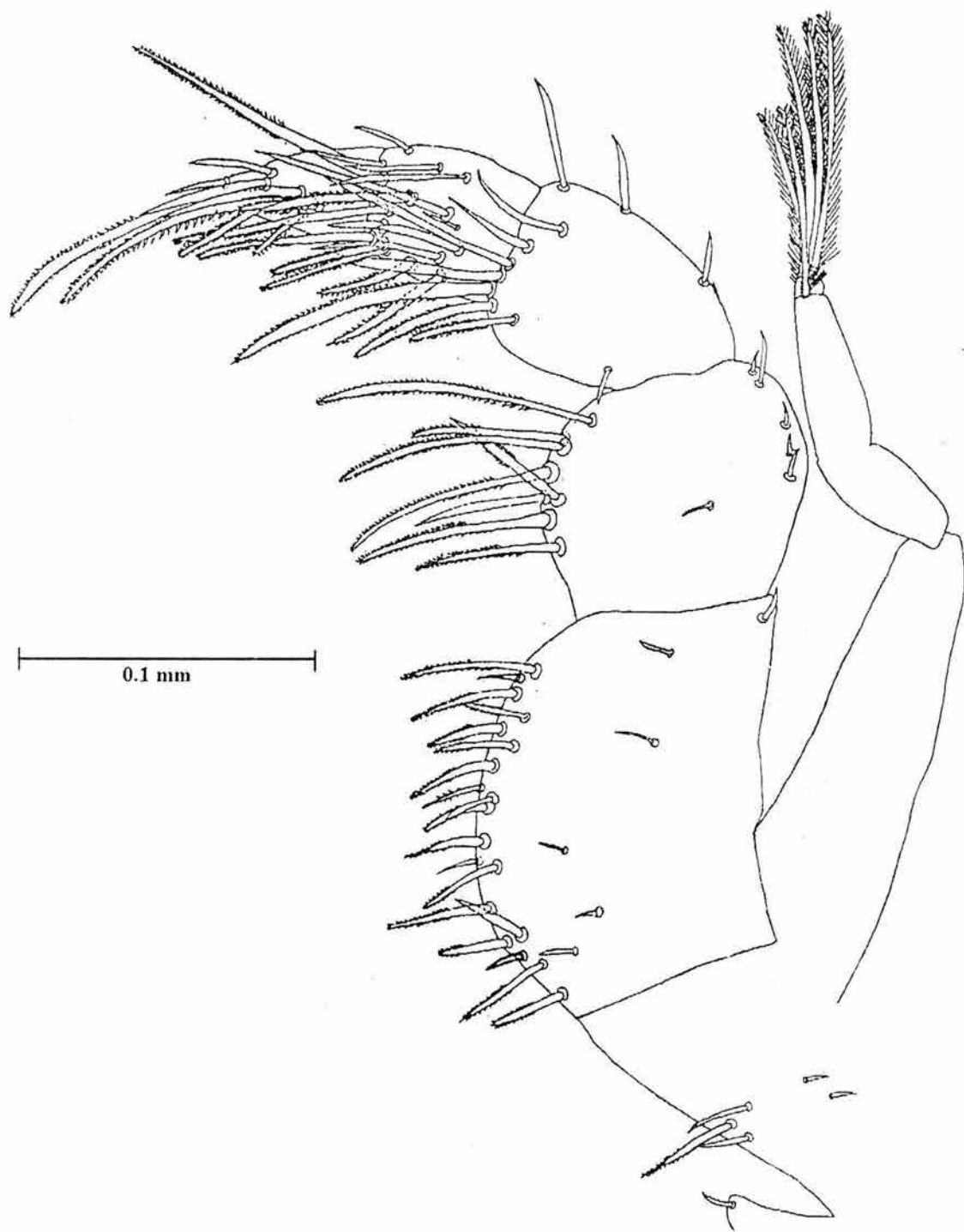


Fig. 42 Megalopa de *Callinectes similis*. Tercer maxilípedo.  
(Tomado de Cházaro, 1996).

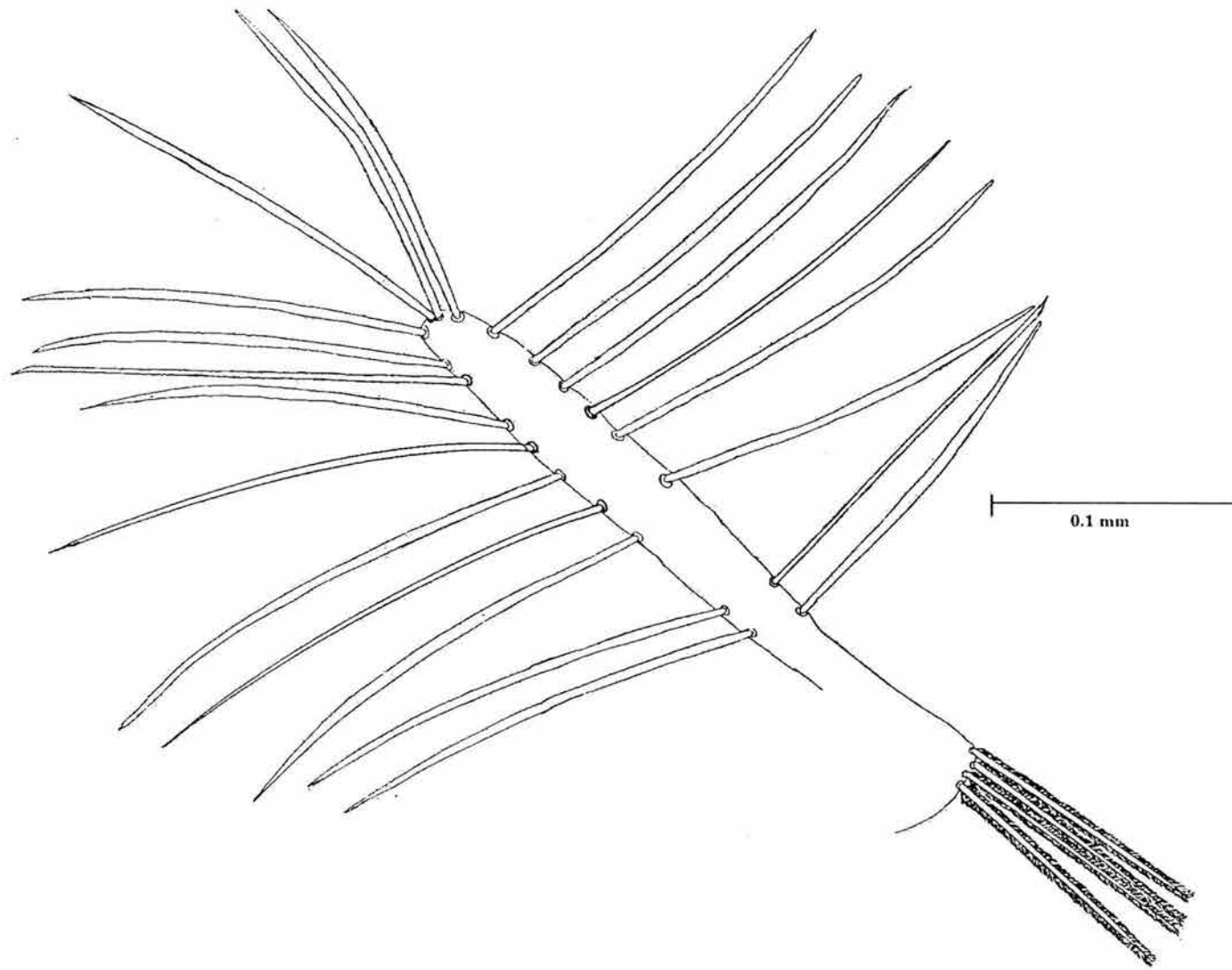


Fig. 43 Megalopa de *Callinectes similis*. Epipodito del Tercer maxilípedo. (Tomado de Cházaro, 1996).

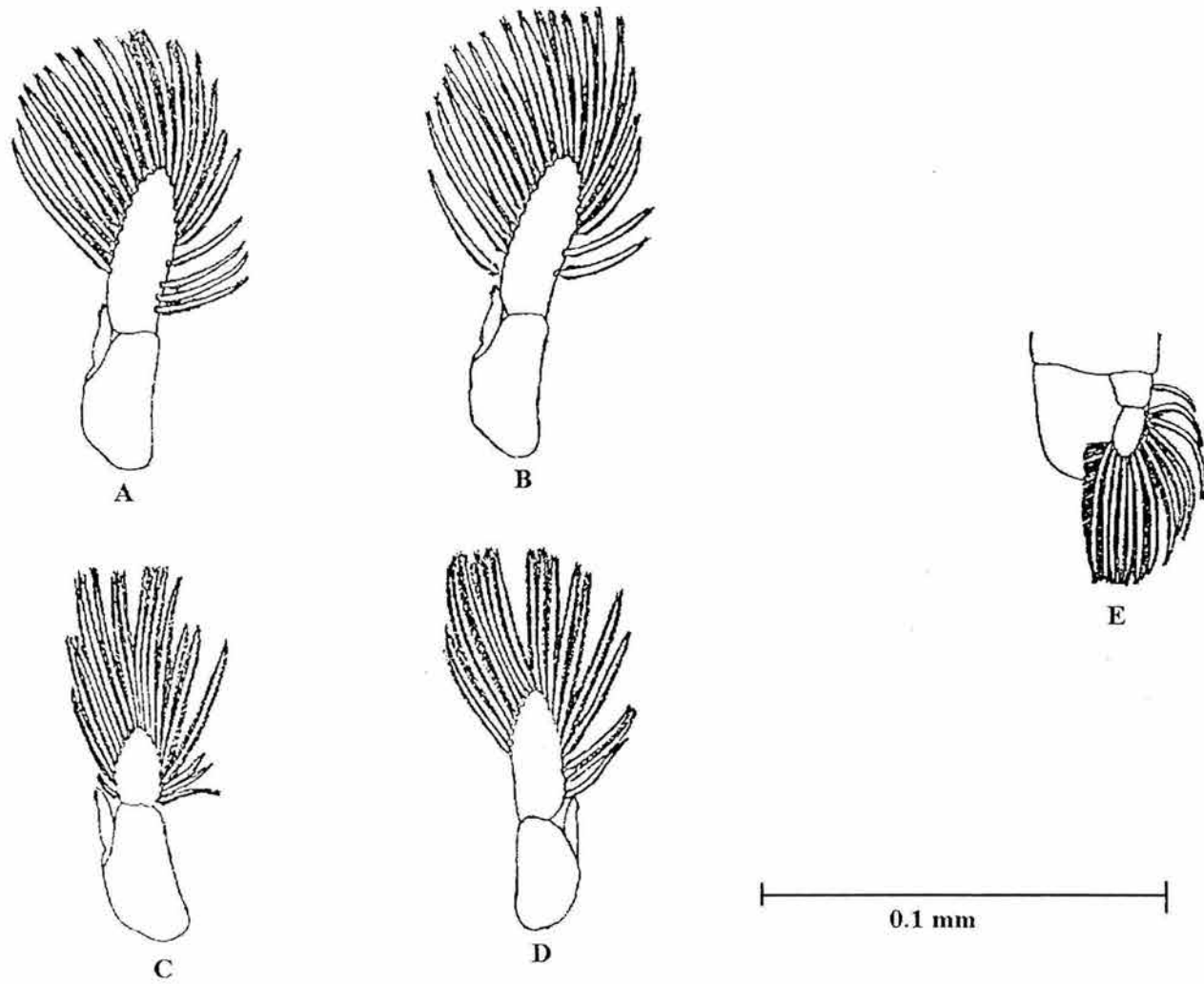


Fig. 44 Megalopa de *Callinectes similis*. Exopodos. (Tomado de Cházaro, 1996).

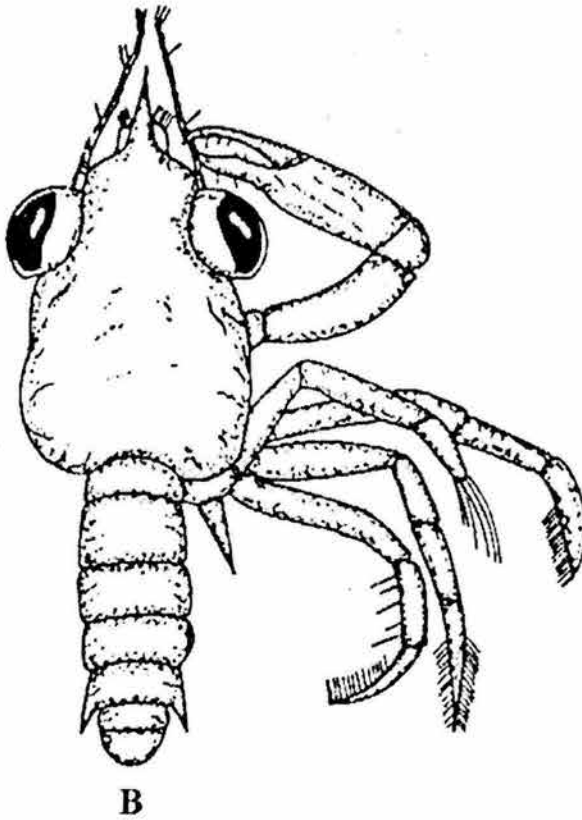
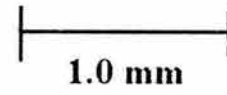
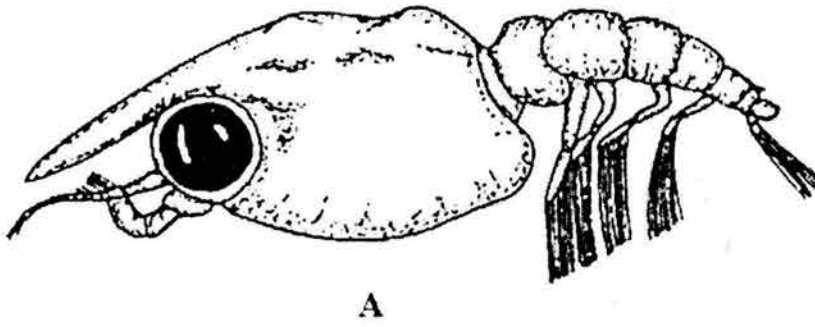


Fig. 45 *Megalopa* de *Callinectes sapidus*. A) Vista lateral, B) Vista dorsal.  
(Tomado de Cházaro, 1996).

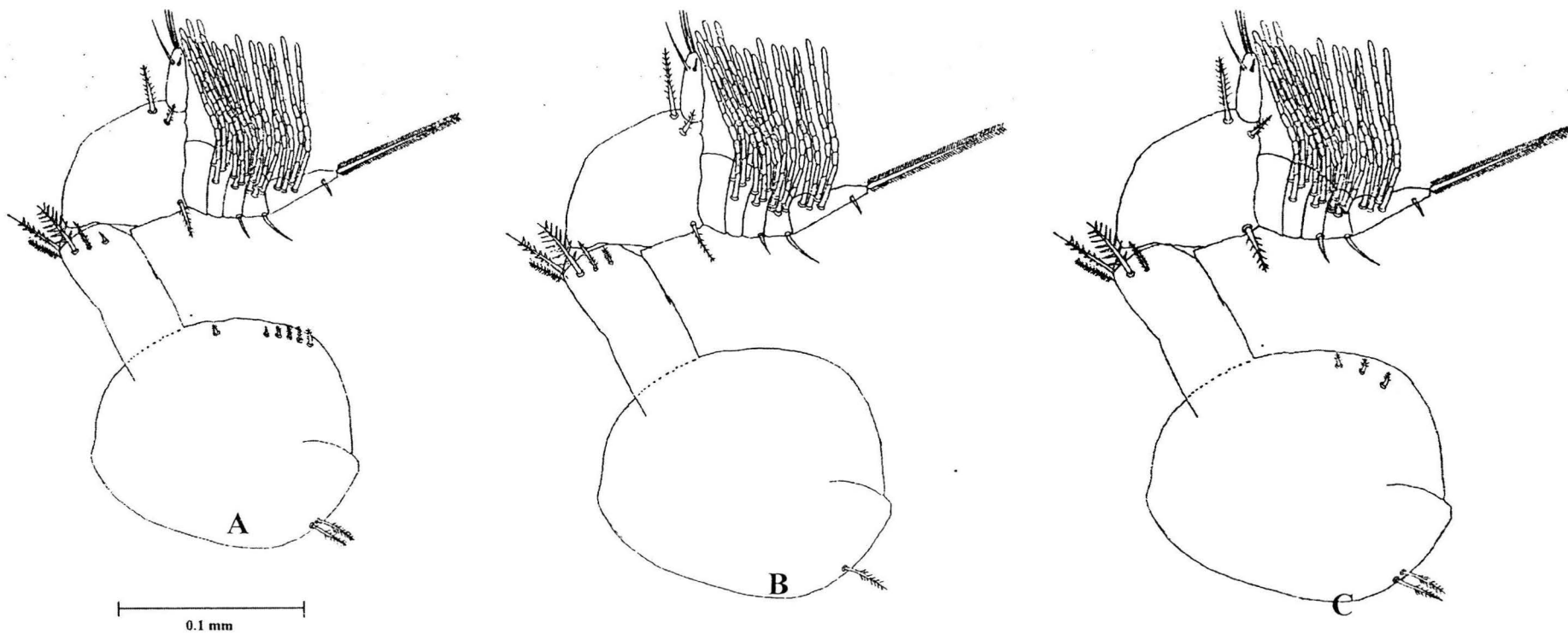


Fig. 46 Megalopa de *Callinectes sapidus*. Anténula  
A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real.  
(Modificado de Cházaro, 1996).

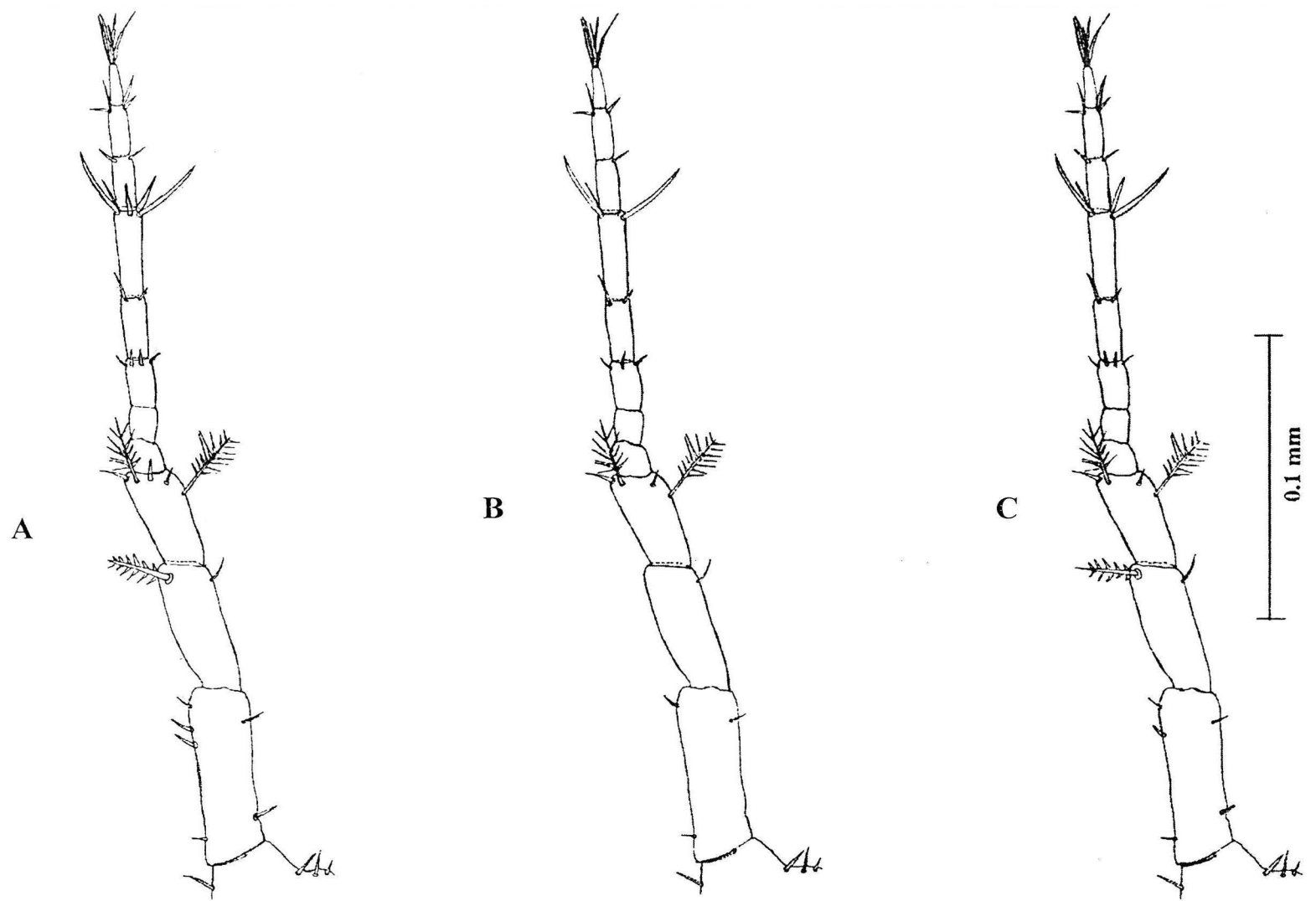


Fig. 47 Megalopa de *Callinectes sapidus*. Antena A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996).



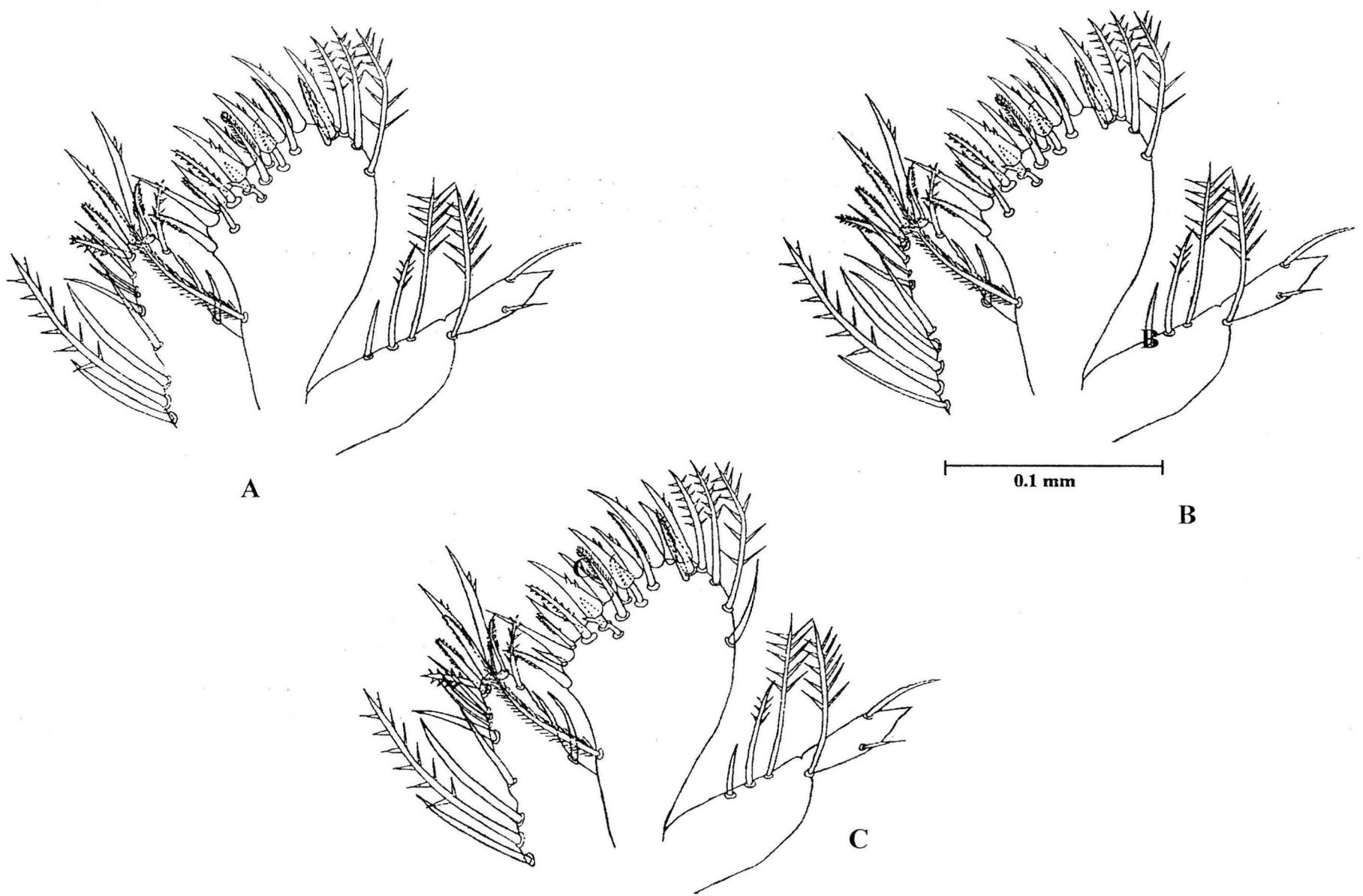


Fig. 48 *Megalopa de Callinectes sapidus*. Maxíla

A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996).

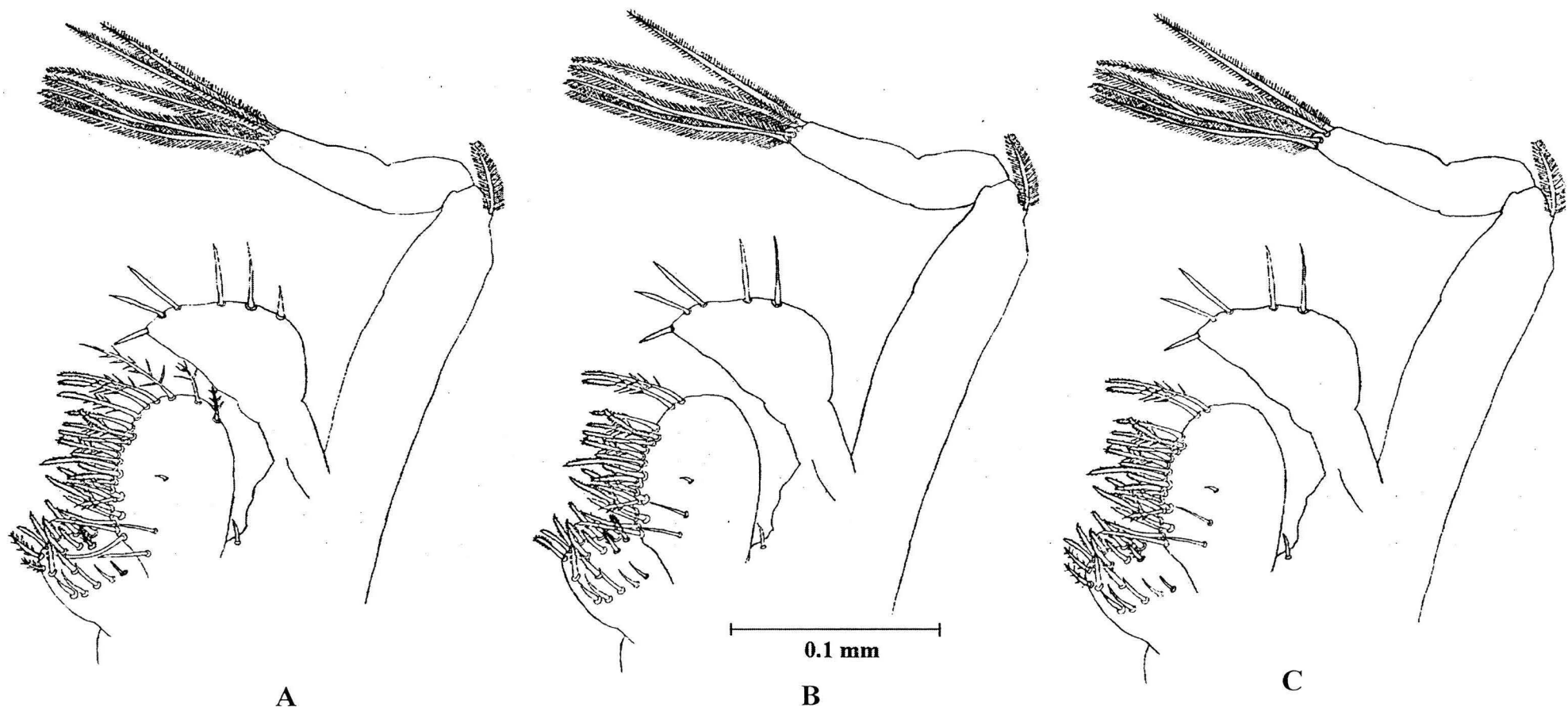


Fig. 49 Megalopa de *Callinectes sapidus*. Primer maxilípedo.

A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996).

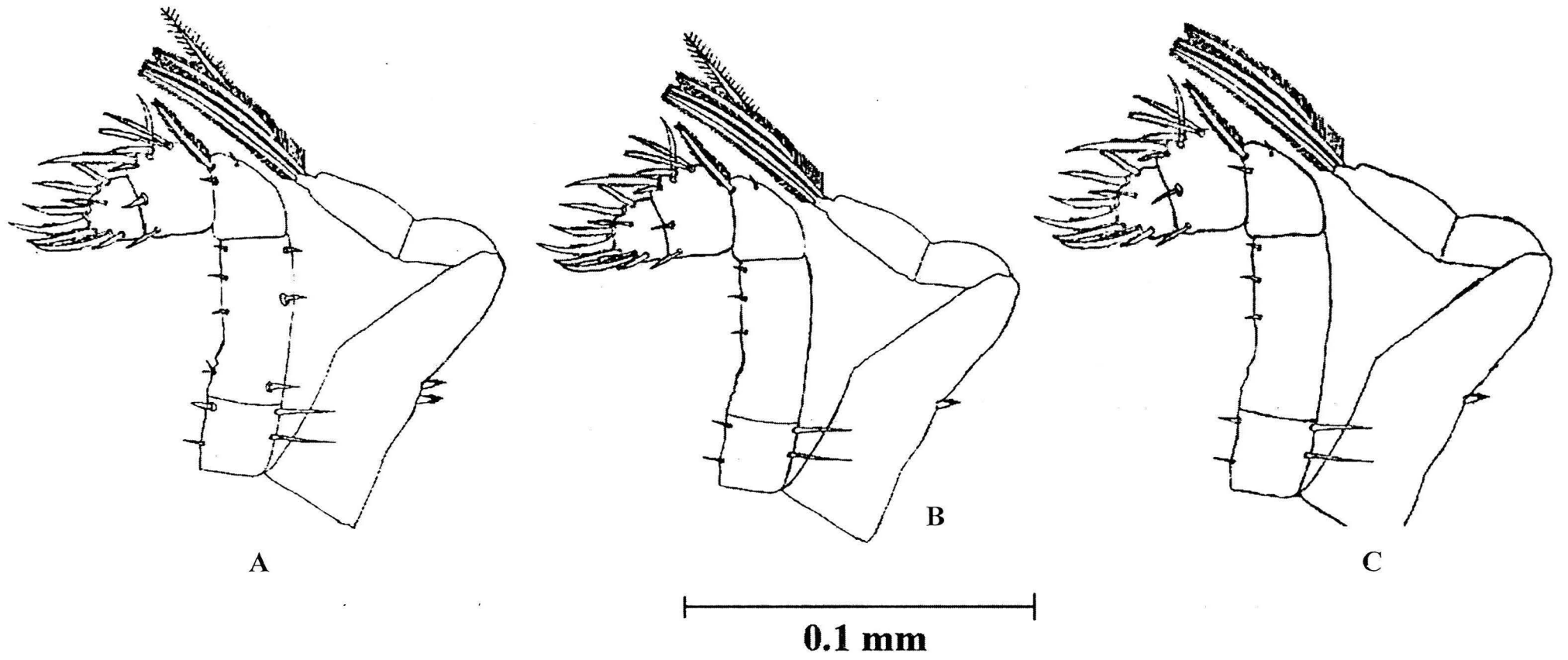


Fig. 50 Megalopa de *Callinectes sapidus*. Segundo maxilípedo.  
A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996)

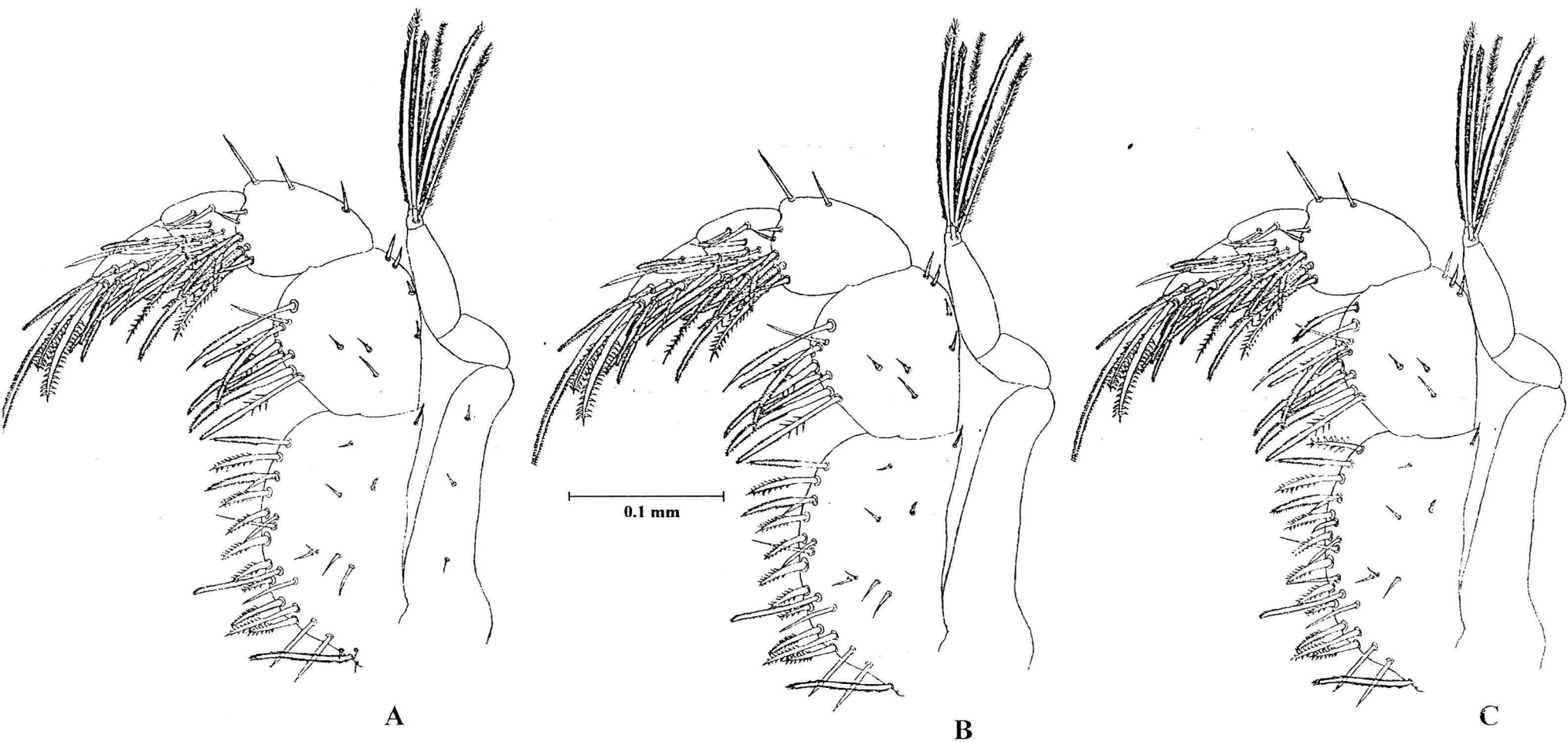
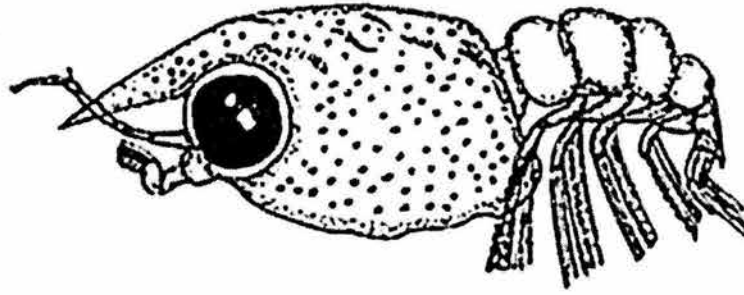
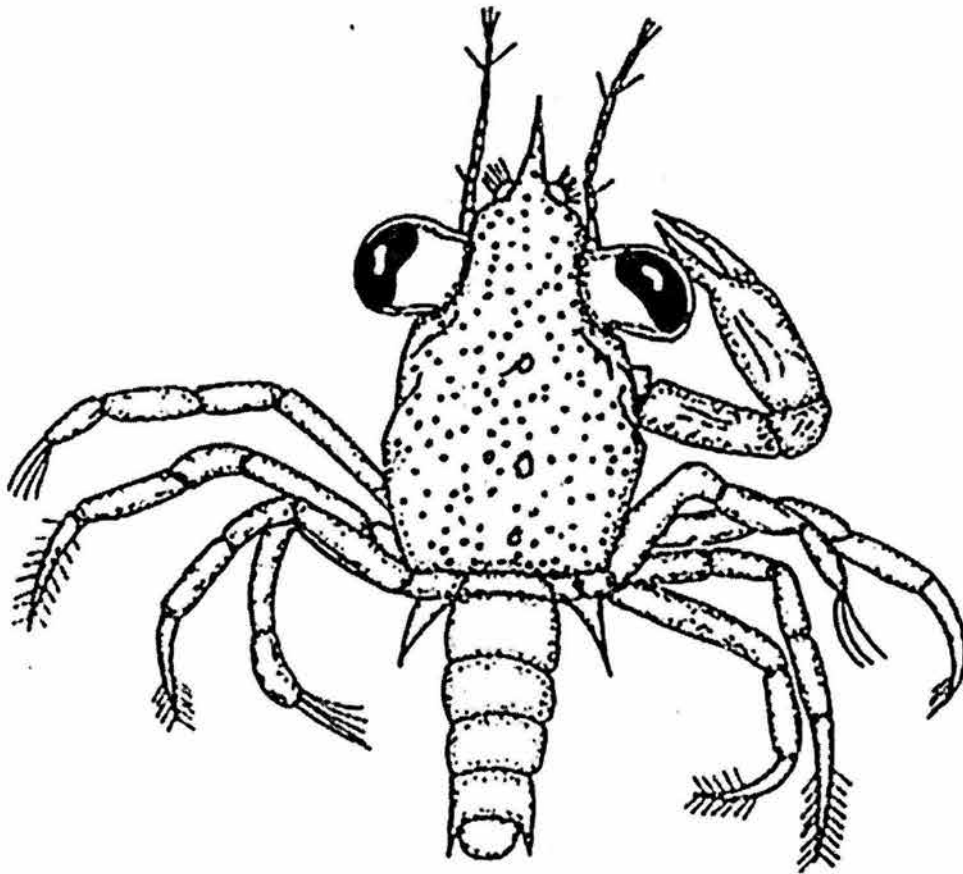


Fig. 51 Megalopa de *Callinectes sapidus*. Segundo maxilípedo.

A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. Modificado de Cházaro, 1996).



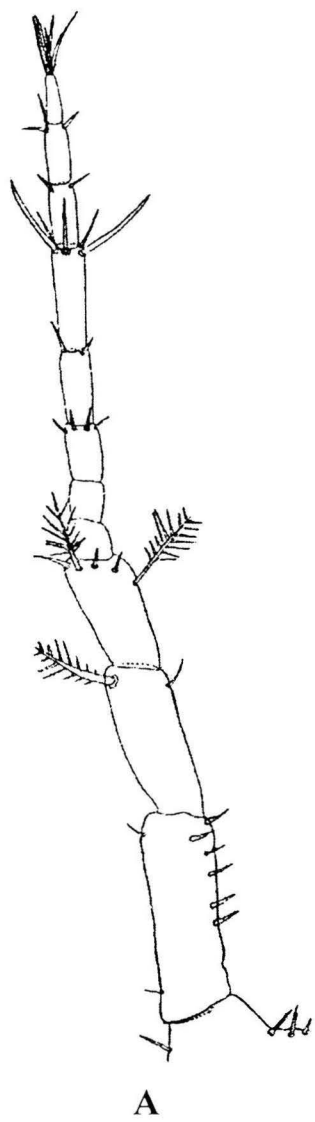
A



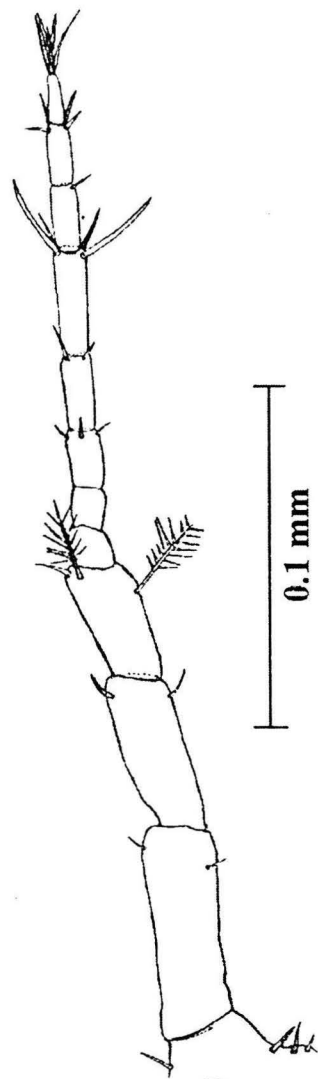
1.0 mm

B

Fig. 52 Megalopa de *Callinectes rathbunae*. A) Vista lateral, B) Vista dorsal. (Tomado de Cházaro, 1996).

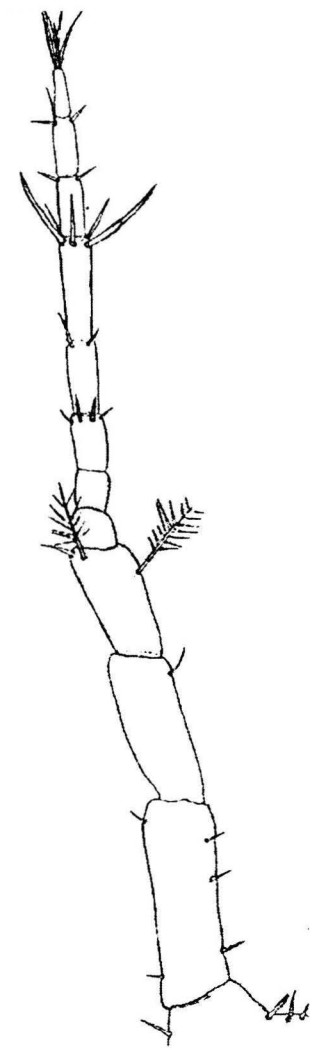


A



B

0.1 mm



C

Fig. 53 *Megalopa* de *Callinectes rathbunae*. Antena. A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996).

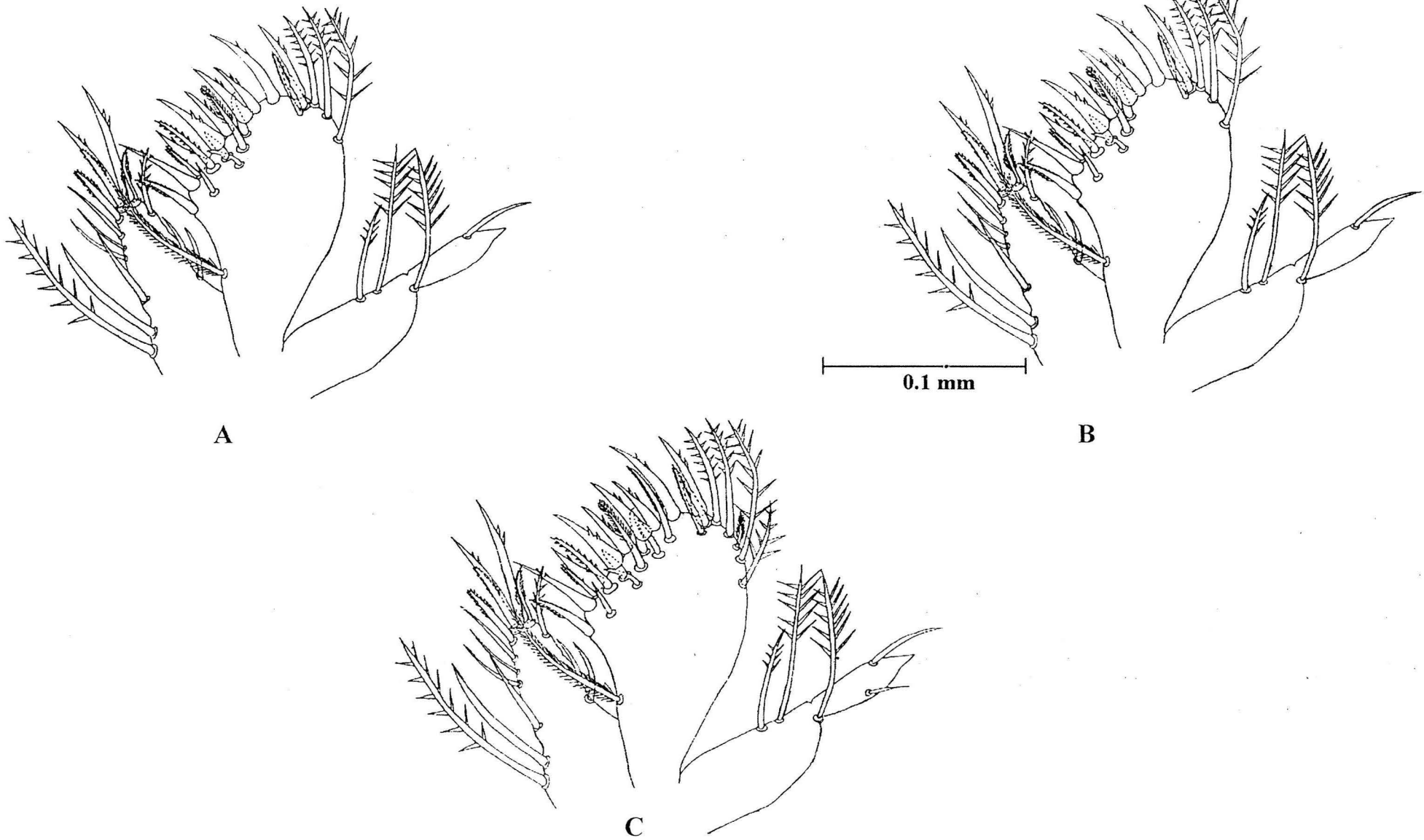


Fig. 54 *Megalopa* de *Callinectes rathbunae*. Maxílula.  
A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996).

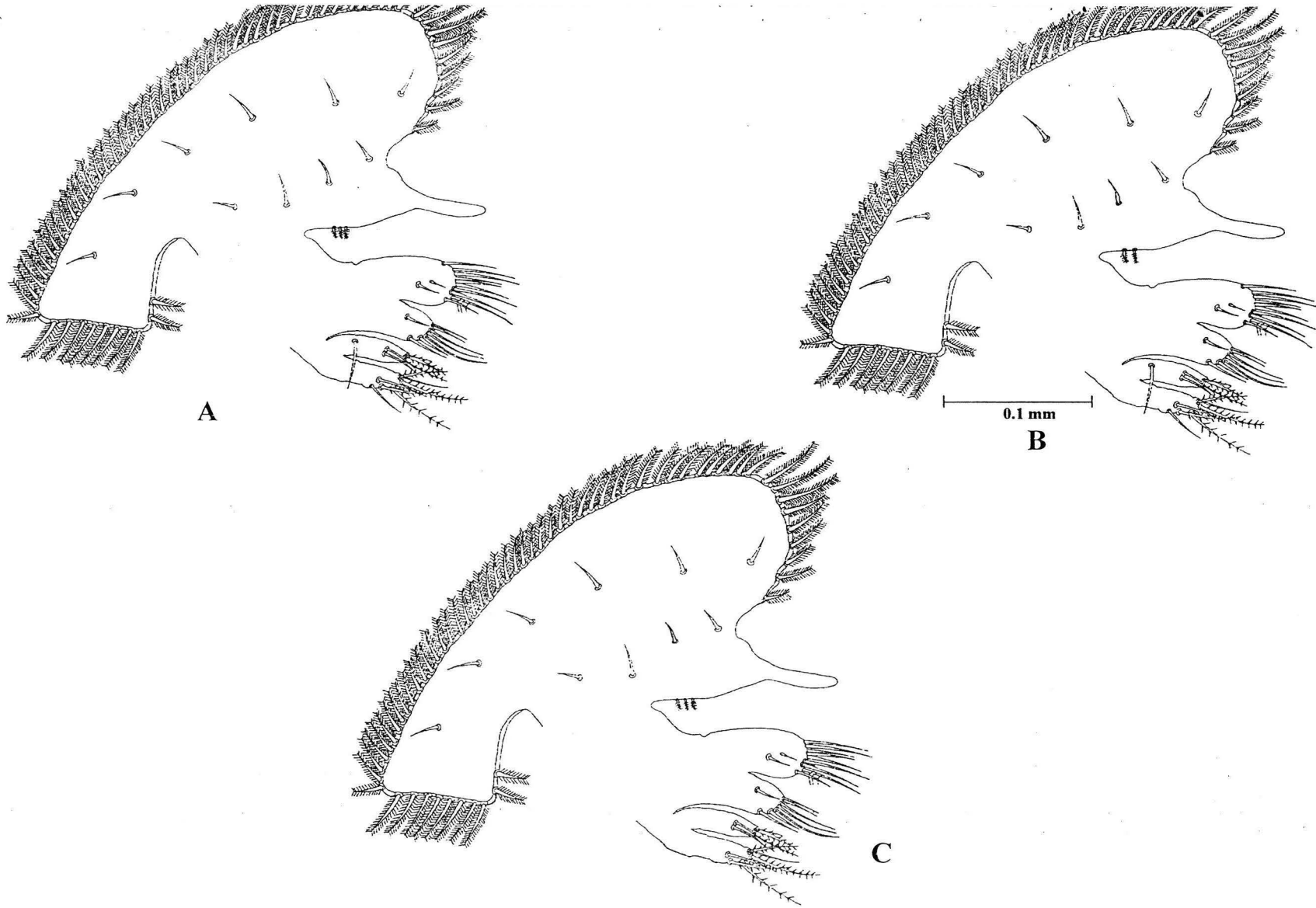


Fig. 55 *Megalopa de Callinectes rathbunae*. Maxila.

A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996).



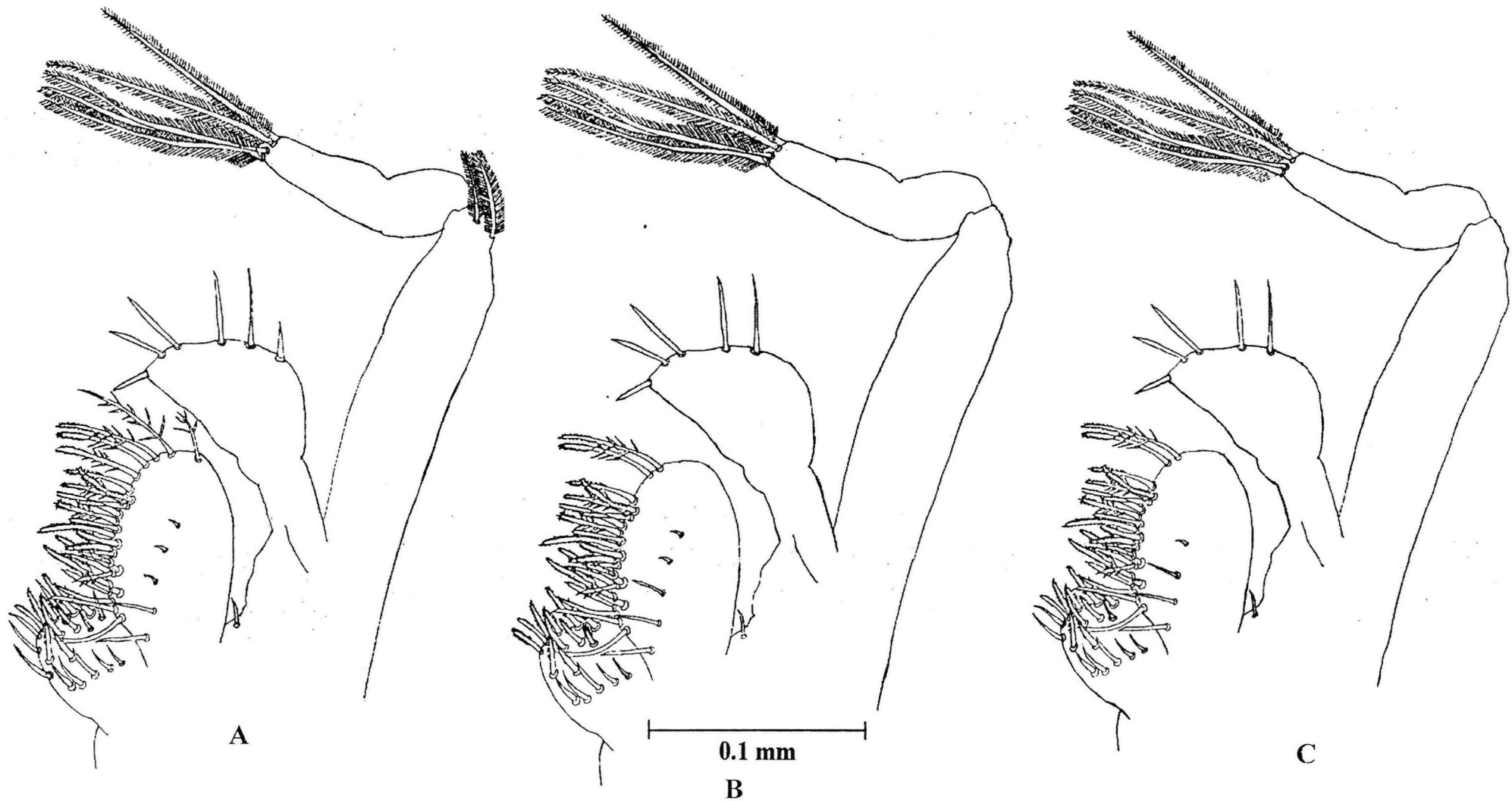


Fig. 56 Megalopa de *Callinectes rathbunae*. Primer maxilípedo.  
A) boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real.  
(Modificado de Cházaro, 1996).

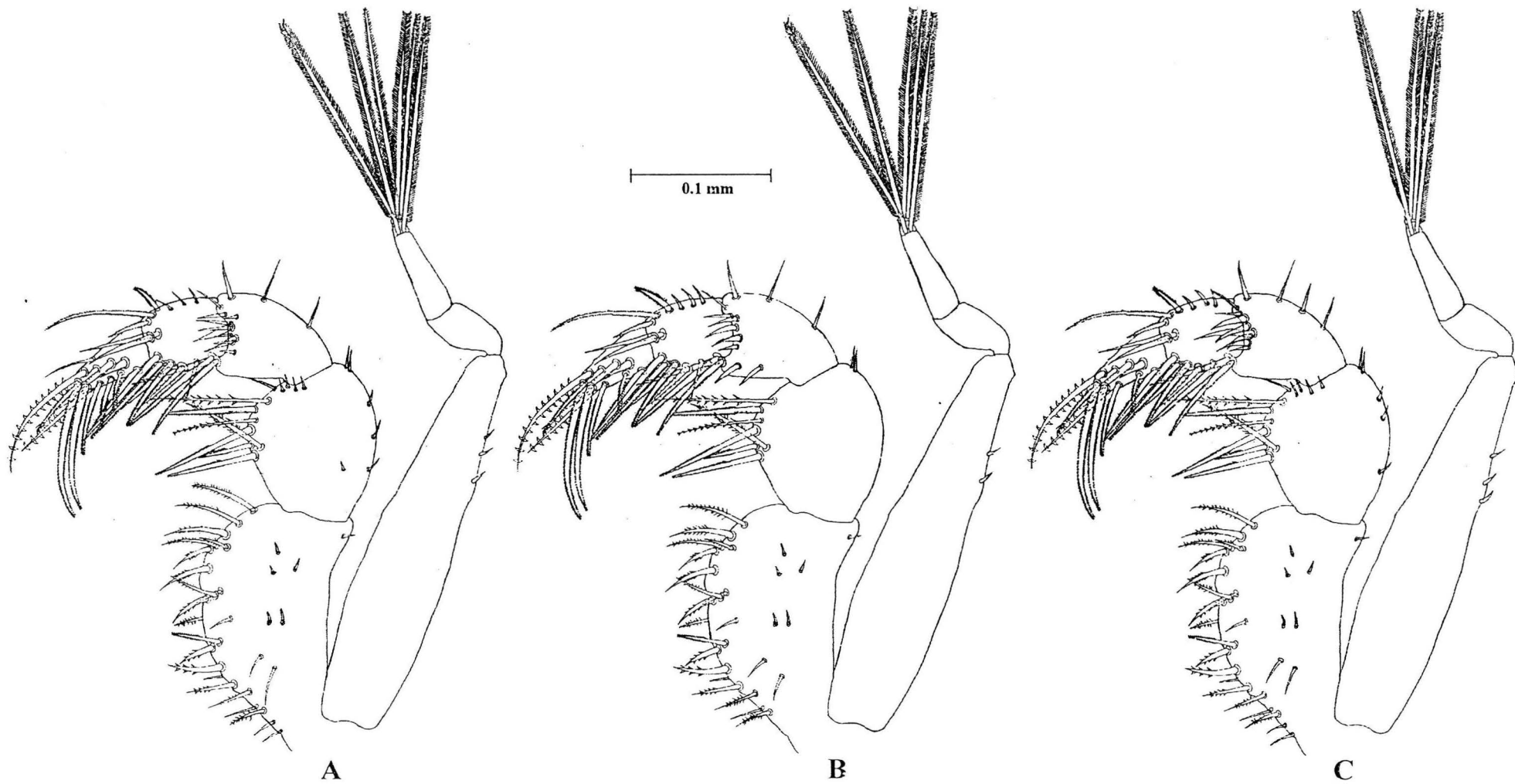


Fig. 57 *Megalopa* de *Callinectes rathbunae*. Tercer maxilípido. boca río Soto la Marina B) boca de Laguna Camaronera C) boca Puerto Real. (Modificado de Cházaro, 1996).

# ANEXO III

---

C I C E S E

Departamento de Oceanografía Física

Proyecto CANEK

Intercambio por el Estrecho de Yucatán

Pronóstico de Mareas (nivel del mar) para : Alvarado, Ver. (18 47 N, 095 46 )

Periodo: 00:00 19980830 - 23:0 19980901

Nivel de Referencia: Bajamar Media Inferior

Zona de Tiempo: -6 Alturas en milímetros

30 8 1998	262	304	343	377	404	422	431	433	431	426	420	410
30 8 1998	397	381	360	329	291	251	<u>211</u>	179	159	153	161	185
31 8 1998	<u>222</u>	<u>268</u>	<u>317</u>	<u>364</u>	<u>404</u>	<u>436</u>	<u>455</u>	463	464	458	448	435
31 8 1998	418	401	383	359	324	284	<u>239</u>	195	160	140	134	145
1 9 1998	<u>176</u>	<u>220</u>	<u>274</u>	<u>331</u>	<u>384</u>	<u>428</u>	<u>459</u>	476	482	480	469	453

Máximos y Mínimos:

1998/ 8/30 14:59 153

1998/ 8/31 1:37 464

1998/ 8/31 15:54 134

1998/ 9/ 1 2:14 481

1998/ 9/1 16:49 109

---

---

C I C E S E

Departamento de Oceanografía Física

Proyecto CANEK

Intercambio por el Estrecho de Yucatán

Pronóstico de Mareas (nivel del mar) para: Cd. Madero, Tams. (22 13 N, 97 51)

Periodo: 00:00 19981015 - 23:0 19981017

Nivel de Referencia: Bajamar Media Inferior

Zona de Tiempo: -6 Alturas en milímetros 30 8 1998 262 304 343 377

404 422 431 433 431 426 420 410

30 8 1998 397 381 360 329 291 251 211 179 159 153 161 185

31 8 1998 222 268 317 364 404 436 455 463 464 458 448 435

31 8 1998 418 401 383 359 324 284 239 195 160 140 134 145

1 9 1998 176 220 274 331 384 428 459 476 482 480 469 453

Máximos y Mínimos:

1998/ 8/30 14:59 153

1998/ 8/31 1:37 464

1998/ 8/31 15:54 134

1998/ 9/ 1 2:14 481

1998/ 9/ 1 16:49 109

---

---

C I C E S E

Departamento de Oceanografía Física

Proyecto CANEK

Intercambio por el Estrecho de Yucatán

Pronóstico de Mareas (nivel del mar) para : Cd. del Carmen, Camp.

(18 32 N,091 50 )

Periodo: 00:00 19981127 - 23:0 19981128

Nivel de Referencia: Bajamar Media Inferior

Zona de Tiempo: -6

Alturas en milímetros

27 11 1998	421	393	369	356	350	347	351	359	354	327	286	244
27 11 1998	207	179	164	166	192	238	<u>293</u>	352	406	443	455	441
28 11 1998	407	363	320	286	267	263	<u>273</u>	297	324	335	326	305
28 11 1998	278	248	221	204	204	229	273	324	376	422	449	444

Máximos y Mínimos

1998/11/27	7:21	360
1998/11/27	14:26	163
1998/11/27	21:57	455
1998/11/28	4:47	263
1998/11/28	9: 1	335
1998/11/28	15:31	202
1998/11/28	22:22	451

---

# AGOSTO 1998

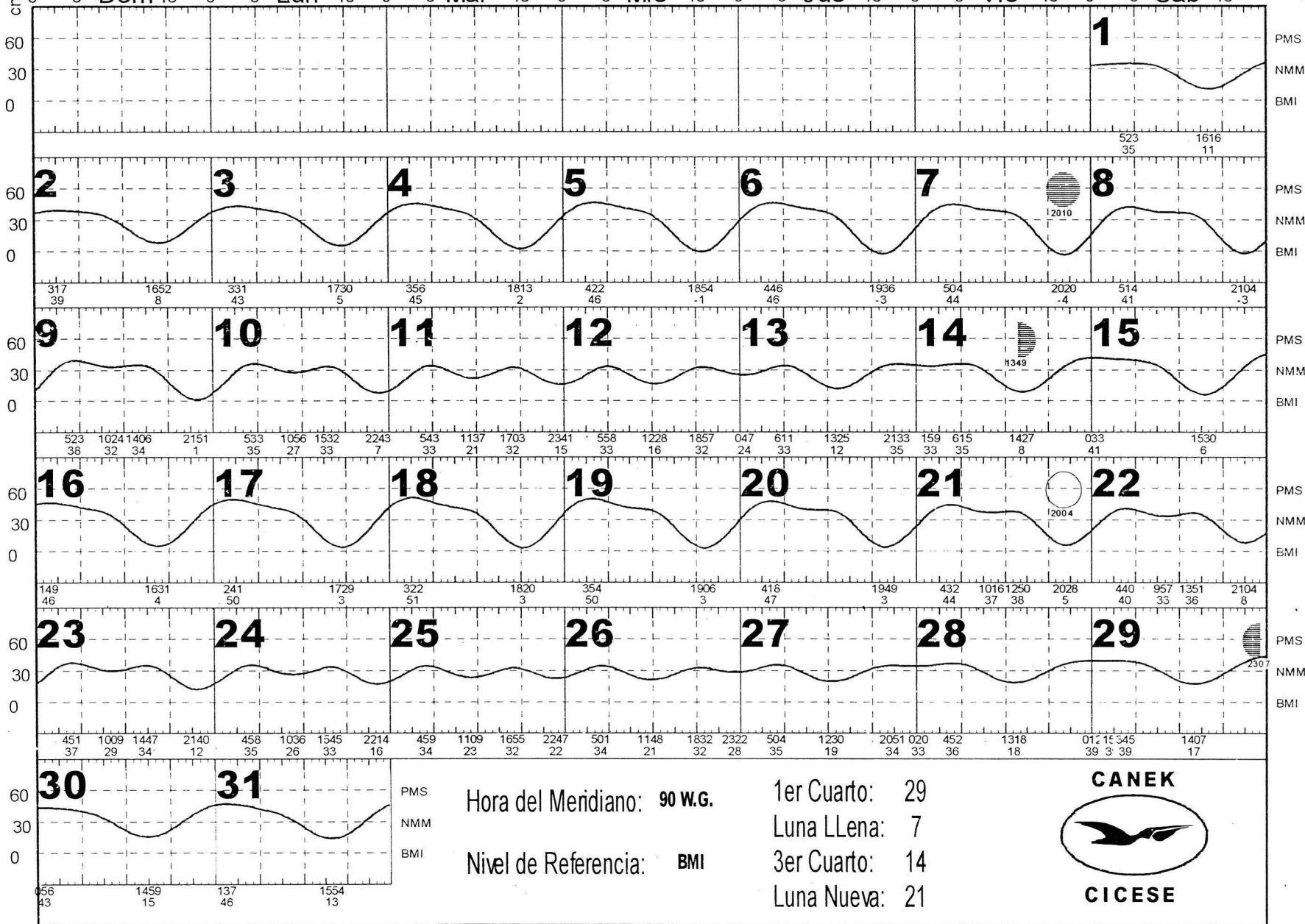
# CICESE

# Alvarado, Ver.

Depto. Oc. Física

(18 47 N, 095 46 )

0 6 Dom 18 0 6 Lun 18 0 6 Mar 18 0 6 Mie 18 0 6 Jun 18 0 6 Vie 18 0 6 Sab 18



Hora del Meridiano: 90 W.G.

1er Cuarto: 29

Nivel de Referencia: BMI

Luna Llena: 7

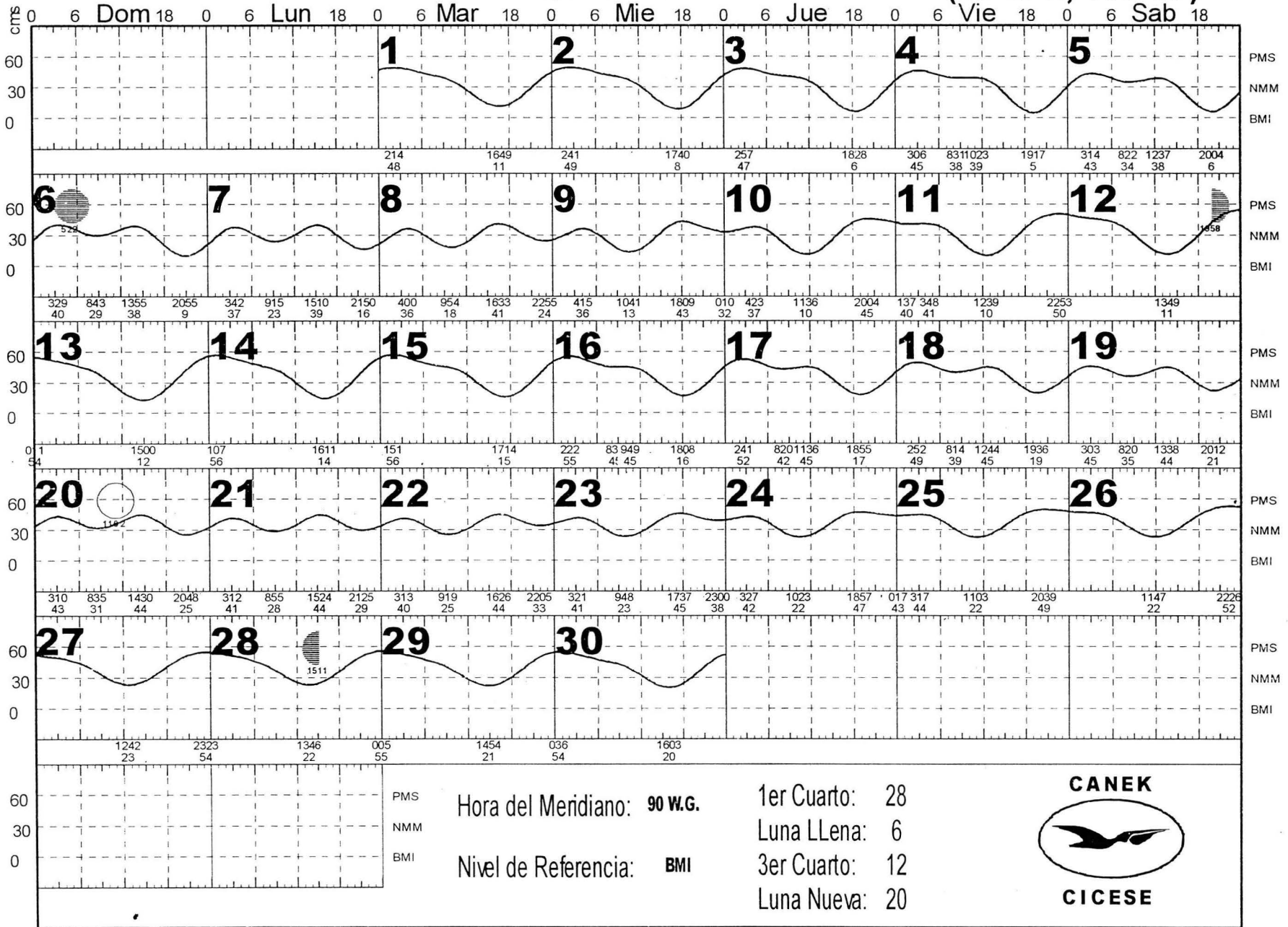
3er Cuarto: 14

Luna Nueva: 21



Depto. Oc. Física

(18 47 N, 095 46 )



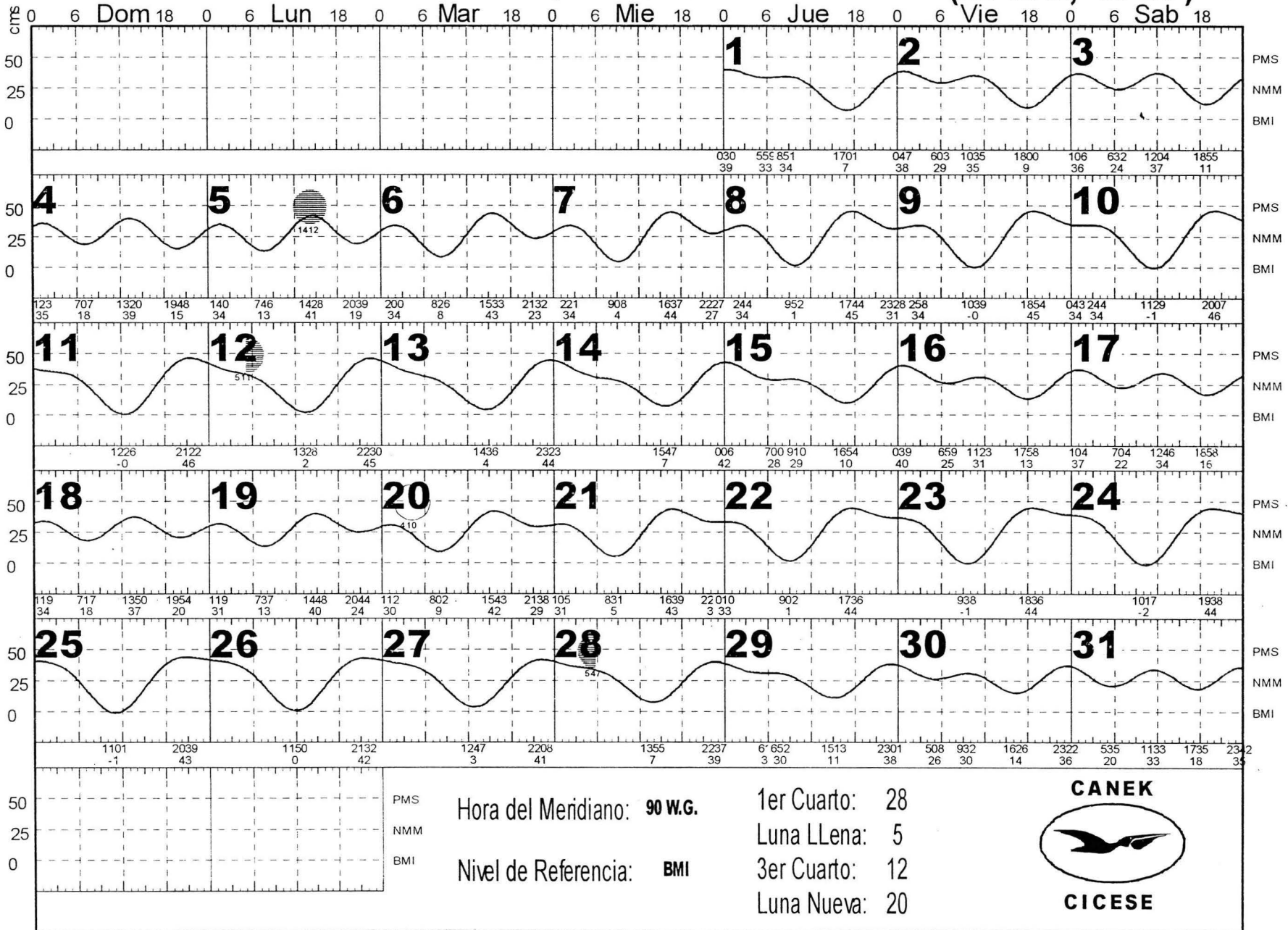
# OCTUBRE 1998

# CICESE

# Cd. Madero, Tams.

Depto. Oc. Física

(22 13 N, 97 51 )



PMS  
 Hora del Meridiano: **90 W.G.**  
 NMM  
 Nivel de Referencia: **BMI**  
 BMI

1er Cuarto: 28  
 Luna LLena: 5  
 3er Cuarto: 12  
 Luna Nueva: 20





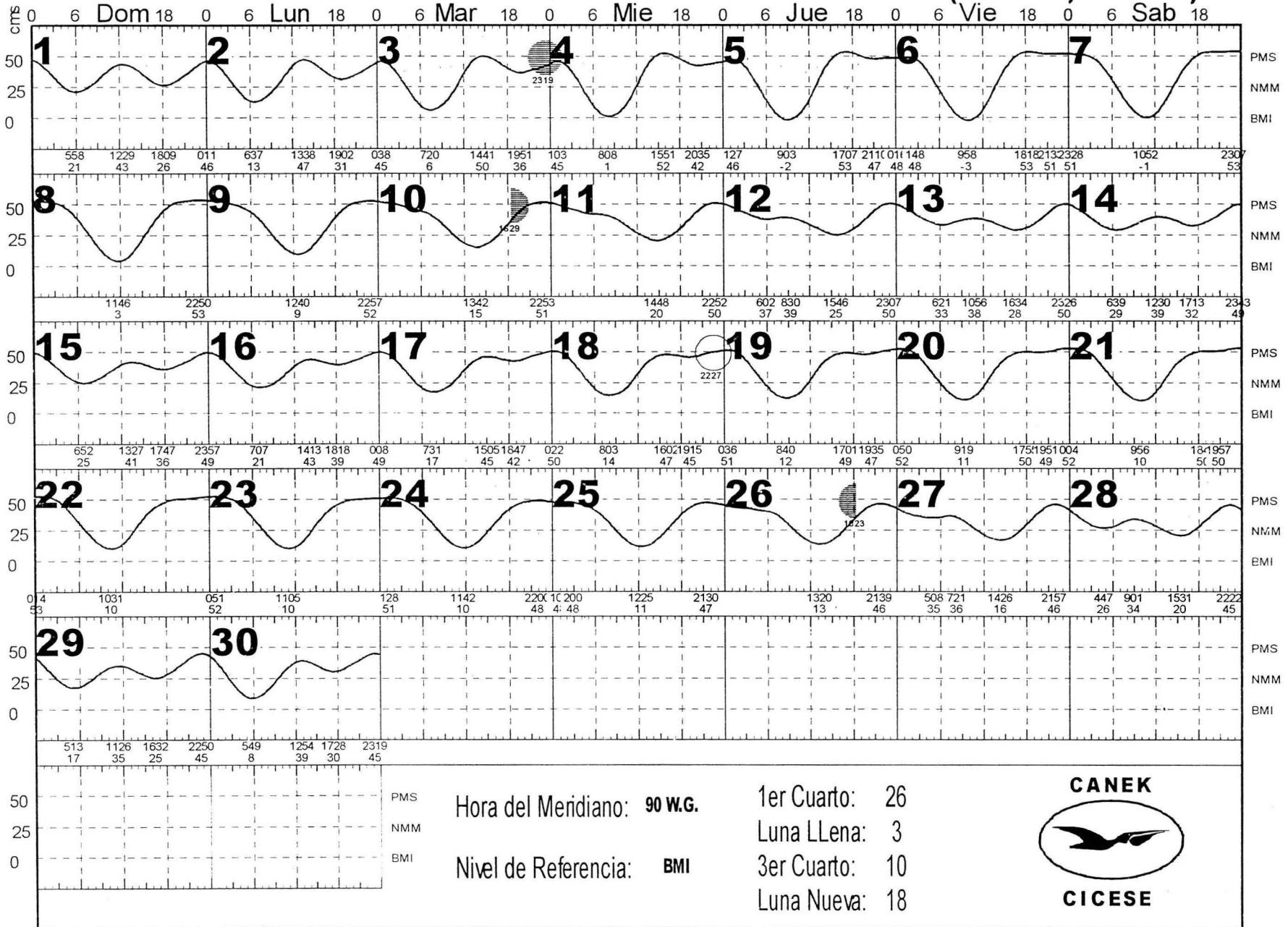
# NOVIEMBRE 1998

# CICESE

# Cd. del Carmen, Camp.

Depto. Oc. Física

(18 32 N, 091 50 )



**AGOSTO 1998****CICESE**

Depto. Oc. Física

**Alvarado, Ver.****(18 47 N, 095 46 )**

DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS
<b>1</b>	5:23 16:16	1.1 0.3	0.35 0.11	<b>11</b>	5:43 11:37 17:03 23:41	1.1 0.7 1.0 0.5	0.33 0.21 0.32 0.15	<b>21</b>	4:32 10:16 12:50 20:28	1.4 1.2 1.2 0.2	0.44 0.37 0.38 0.05
<b>2</b>	3:17 16:52	1.3 0.3	0.39 0.08	<b>12</b>	5:58 12:28 18:57	1.1 0.5 1.0	0.33 0.16 0.32	<b>22</b>	4:40 9:57 13:51 21:04	1.3 1.1 1.2 0.3	0.40 0.33 0.36 0.08
<b>3</b>	3:31 17:30	1.4 0.2	0.43 0.05	<b>13</b>	0:47 6:11 13:25 21:33	0.8 1.1 0.4 1.1	0.24 0.33 0.12 0.35	<b>23</b>	4:51 10:09 14:47 21:40	1.2 1.0 1.1 0.4	0.37 0.29 0.34 0.12
<b>4</b>	3:56 18:13	1.5 0.1	0.45 0.02	<b>14</b>	1:59 6:15 14:27	1.1 1.2 0.3	0.33 0.35 0.08	<b>24</b>	4:58 10:36 15:45 22:14	1.1 0.8 1.1 0.5	0.35 0.26 0.33 0.16
<b>5</b>	4:22 18:54	1.5 -0.0	0.46 -0.01	<b>15</b>	0:33 15:30	1.3 0.2	0.41 0.06	<b>25</b>	4:59 11:09 16:55 22:47	1.1 0.7 1.0 0.7	0.34 0.23 0.32 0.22
<b>6</b>	4:46 19:36	1.5 -0.1	0.46 -0.03	<b>16</b>	1:49 16:31	1.5 0.1	0.46 0.04	<b>26</b>	5:01 11:48 18:32 23:22	1.1 0.7 1.0 0.9	0.34 0.21 0.32 0.28
<b>7</b>	5:04 20:20	1.4 -0.1	0.44 -0.04	<b>17</b>	2:41 17:29	1.6 0.1	0.50 0.03	<b>27</b>	5:04 12:30 20:51	1.1 0.6 1.1	0.35 0.19 0.34
<b>8</b>	5:14 21:04	1.4 -0.1	0.41 -0.03	<b>18</b>	3:22 18:20	1.7 0.1	0.51 0.03	<b>28</b>	0:20 4:52 13:18	1.1 1.2 0.6	0.33 0.36 0.18
<b>9</b>	5:23 10:24 14:06 21:51	1.3 1.1 1.1 0.0	0.38 0.32 0.34 0.01	<b>19</b>	3:54 19:06	1.6 0.1	0.50 0.03	<b>29</b>	0:12 1:59 3:45 14:07	1.3 1.3 1.3 0.5	0.39 0.39 0.39 0.17
<b>10</b>	5:33 10:56 15:32 22:43	1.2 0.9 1.1 0.2	0.35 0.27 0.33 0.07	<b>20</b>	4:18 19:49	1.6 0.1	0.47 0.03	<b>30</b>	0:56 14:59	1.4 0.5	0.43 0.15
								<b>31</b>	1:37 15:54	1.5 0.4	0.46 0.13

CANEK

Hora del Meridiano: **90 W.G.**Nivel de Referencia: **BM**

CICESE

<http://oceanografia.cicese.mx/predmar> MAR v 0.4 2001 J.I. Gonzalez

**SEPTIEMBRE 1998****CICESE**

Depto. Oc. Física

**Alvarado, Ver.  
(18 47 N, 095 46 )**

DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS	
<b>1</b>	2:14	1.6	0.48	<b>11</b>	1:37	1.3	0.40	<b>21</b>	3:12	1.3	0.41	
	16:49	0.4	0.11		3:48	1.3	0.41		8:55	0.9	0.28	
<b>2</b>	2:41	1.6	0.49		12:39	0.3	0.10		15:24	1.4	0.44	
	17:40	0.3	0.08		22:53	1.6	0.50		21:25	0.9	0.29	
<b>3</b>	2:57	1.6	0.47	13:49	0.4	0.11	<b>22</b>	3:13	1.3	0.40		
	18:28	0.2	0.06	<b>12</b>	0:11	1.8		0.54	9:19	0.8	0.25	
<b>4</b>	3:06	1.5	0.45			15:00	0.4	0.12	<b>23</b>	16:26	1.4	0.44
	8:31	1.3	0.38	<b>13</b>	1:07	1.8	0.56	22:05		1.1	0.33	
	10:23	1.3	0.39			16:11	0.5	0.14		<b>24</b>	3:21	1.4
	19:17	0.1	0.05	<b>14</b>	1:51	1.8	0.56	9:48			0.8	0.23
<b>5</b>	3:14	1.4	0.43			17:14	0.5	0.15	<b>25</b>	17:37	1.5	0.45
	8:22	1.1	0.34	<b>15</b>	2:22	1.8	0.55	23:00		1.3	0.38	
12:37	1.2	0.38	8:37			1.5	0.45	<b>26</b>		3:27	1.4	0.42
20:04	0.2	0.06	9:49	1.5	0.45	10:23	0.7			0.22		
<b>6</b>	3:29	1.3	0.40	18:08	0.5	0.16	18:57	1.5	0.47			
	8:43	1.0	0.29	<b>16</b>	2:41	1.7	0.52	<b>27</b>	0:17	1.4	0.43	
	13:55	1.3	0.38			8:20	1.4		0.42	3:17	1.4	0.44
	20:55	0.3	0.09	11:36	1.5	0.45	11:03		0.7	0.22		
<b>7</b>	3:42	1.2	0.37	18:55	0.6	0.17	20:39		1.6	0.49		
	9:15	0.8	0.23	<b>17</b>	2:52	1.6	0.49	<b>28</b>	11:47	0.7	0.22	
	15:10	1.3	0.39			8:14	1.3		0.39	22:26	1.7	0.52
	21:50	0.5	0.16	12:44	1.5	0.45	<b>29</b>	12:42	0.7	0.23		
<b>8</b>	4:00	1.2	0.36	19:36	0.6	0.19		23:23	1.8	0.54		
	9:54	0.6	0.18	<b>18</b>	3:03	1.5		0.45	<b>30</b>	13:46	0.7	0.22
	16:33	1.3	0.41			8:20		1.2		0.35	0:05	1.8
	22:55	0.8	0.24	13:38	1.5	0.44	14:54	0.7		0.21		
<b>9</b>	4:15	1.2	0.36	20:12	0.7	0.21	<b>30</b>	0:36		1.8	0.54	
	10:41	0.4	0.13	<b>19</b>	3:10	1.4		0.43	16:03	0.6	0.20	
	18:09	1.4	0.43			8:35		1.0	0.31	<b>30</b>		
	<b>10</b>	0:10	1.1	0.32	14:30	1.4		0.44				
4:23		1.2	0.37	20:48	0.8	0.25						
11:36		0.3	0.10									
20:04		1.5	0.45									

CANEK

Hora del Meridiano: **90 W.G.**Nivel de Referencia: **BM**

CICESE

<http://oceanografia.cicese.mx/predmar> MAR v 0.4 2001 J.I. González

# OCTUBRE 1998

# CICESE

Depto. Oc. Fisica

# Cd. Madero, Tams.

(22 13 N, 97 51 )

DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS
<b>1</b>	0:30	1.3	0.39	<b>11</b>	12:26	-0.0	-0.00	<b>21</b>	1:05	1.0	0.31
	5:59	1.1	0.33		21:22	1.5	0.46		8:31	0.2	0.05
	8:51	1.1	0.34	<b>12</b>	13:28	0.1	0.02		16:39	1.4	0.43
	17:01	0.2	0.07		22:30	1.5	0.45		22:34	1.1	0.33
<b>2</b>	0:47	1.2	0.38	<b>13</b>	14:36	0.1	0.04	<b>22</b>	0:10	1.1	0.33
	6:03	0.9	0.29		23:23	1.5	0.44		9:02	0.0	0.01
	10:35	1.1	0.35	<b>14</b>	15:47	0.2	0.07		17:36	1.4	0.44
	18:00	0.3	0.09		<b>15</b>	0:06	1.4		0.42	<b>23</b>	9:38
1:06	1.2	0.36	7:00	0.9		0.28	18:36	1.5	0.44		
6:32	0.8	0.24	9:10	0.9		0.29	<b>24</b>	10:17	-0.1		-0.02
12:04	1.2	0.37	16:54	0.3		0.10		19:38	1.4		0.44
18:55	0.4	0.11	<b>16</b>	0:39	1.3	0.40		<b>25</b>	11:01	-0.0	-0.01
1:23	1.2	0.35		6:59	0.8	0.25			20:39	1.4	0.43
7:07	0.6	0.18		11:23	1.0	0.31	<b>26</b>		11:50	0.0	0.00
13:20	1.3	0.39		17:58	0.4	0.13			21:32	1.4	0.42
19:48	0.5	0.15	<b>17</b>	1:04	1.2	0.37		<b>27</b>	12:47	0.1	0.03
1:40	1.1	0.34		7:04	0.7	0.22			22:08	1.3	0.41
7:46	0.4	0.13		12:46	1.1	0.34	<b>28</b>		13:55	0.2	0.07
14:28	1.4	0.41		18:58	0.5	0.16			22:37	1.3	0.39
20:39	0.6	0.19	<b>18</b>	1:19	1.1	0.34		<b>29</b>	6:10	1.0	0.30
2:00	1.1	0.34		7:17	0.6	0.18			6:52	1.0	0.30
8:26	0.3	0.08		13:50	1.2	0.37	15:13		0.3	0.11	
15:33	1.4	0.43		19:54	0.7	0.20	23:01		1.2	0.38	
<b>6</b>	21:32	0.7	0.23	<b>19</b>	1:19	1.0	0.31	<b>30</b>	5:08	0.8	0.26
	2:21	1.1	0.34		7:37	0.4	0.13		9:32	1.0	0.30
	9:08	0.1	0.04		14:48	1.3	0.40		16:26	0.5	0.14
	16:37	1.5	0.44		20:44	0.8	0.24		23:22	1.2	0.36
<b>7</b>	22:27	0.9	0.27	<b>20</b>	1:12	1.0	0.30	<b>31</b>	5:35	0.7	0.20
	2:44	1.1	0.34		8:02	0.3	0.09		11:33	1.1	0.33
	9:52	0.0	0.01		15:43	1.4	0.42		17:35	0.6	0.18
	17:44	1.5	0.45		21:38	0.9	0.29		23:42	1.2	0.35
<b>8</b>	23:28	1.0	0.31	<b>9</b>	2:58	1.1	0.34	<b>10</b>	11:29	-0.0	-0.01
	2:58	1.1	0.34		10:39	-0.0	-0.00		20:07	1.5	0.46
	10:39	-0.0	-0.00		18:54	1.5	0.45		0:43	1.1	0.34
	18:54	1.5	0.45		0:43	1.1	0.34		2:44	1.1	0.34

CANEK

Hora del Meridiano: **90 W.G.**

Nivel de Referencia: **BM**



CICESE

<http://oceanografia.cicese.mx/predmar> MAR v 0.4 2001 J.I. González

# NOVIEMBRE 1998

# CICESE

Depto. Oc. Física

# Cd. del Carmen, Camp.

(18 32 N, 091 50 )

DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS	DIA	HORA	PIES	METROS
<b>1</b>	5:58	0.7	0.21	<b>11</b>	14:48	0.7	0.20	<b>21</b>	0:04	1.7	0.52
	12:29	1.4	0.43		22:52	1.7	0.50		9:56	0.3	0.10
	18:09	0.8	0.26	<b>12</b>	6:02	1.2	0.37		18:44	1.6	0.50
<b>2</b>	0:11	1.5	0.46		8:30	1.3	0.39		19:57	1.6	0.50
	6:37	0.4	0.13		15:46	0.8	0.25	<b>22</b>	0:14	1.7	0.53
	13:38	1.5	0.47		23:07	1.6	0.50		10:31	0.3	0.10
	19:02	1.0	0.31	<b>13</b>	6:21	1.1	0.33	<b>23</b>	0:51	1.7	0.52
<b>3</b>	0:38	1.5	0.45		10:56	1.2	0.38		11:05	0.3	0.10
	7:20	0.2	0.06		16:34	0.9	0.28	<b>24</b>	1:28	1.7	0.51
	14:41	1.6	0.50		23:26	1.6	0.50		11:42	0.3	0.10
	19:51	1.2	0.36	<b>14</b>	6:39	0.9	0.29		22:00	1.6	0.48
<b>4</b>	1:03	1.5	0.45		12:30	1.3	0.39		<b>25</b>	1:03	1.6
	8:08	0.0	0.01		17:13	1.1	0.32	2:00		1.6	0.48
	15:51	1.7	0.52		23:43	1.6	0.49	12:25		0.4	0.11
	20:35	1.4	0.42	<b>15</b>	6:52	0.8	0.25	21:30		1.5	0.47
<b>5</b>	1:27	1.5	0.46		13:27	1.4	0.41	<b>26</b>	13:20	0.4	0.13
	9:03	-0.1	-0.02		17:47	1.2	0.36		21:39	1.5	0.46
	17:07	1.7	0.53		23:57	1.6	0.49		<b>27</b>	5:08	1.1
	21:10	1.6	0.47	<b>16</b>	7:07	0.7	0.21			7:21	1.2
22:29	1.6	0.48	14:13		1.4	0.43	14:26	0.5		0.16	
0:16	1.6	0.48	18:18		1.3	0.39	21:57	1.5		0.46	
1:48	1.6	0.48	<b>17</b>		0:08	1.6	0.49	<b>28</b>	4:47	0.9	0.26
9:58	-0.1	-0.03		7:31	0.6	0.17	9:01		1.1	0.34	
18:18	1.7	0.53		15:05	1.5	0.45	15:31		0.7	0.20	
21:22	1.7	0.51		18:47	1.4	0.42	22:22		1.5	0.45	
<b>6</b>	10:52	-0.0	-0.01	<b>18</b>	0:22	1.6	0.50	<b>29</b>	5:13	0.6	0.17
	23:07	1.7	0.53		8:03	0.5	0.14		11:26	1.1	0.35
<b>7</b>	11:46	0.1	0.03		16:02	1.5	0.47		16:32	0.8	0.25
	22:50	1.7	0.53		19:15	1.5	0.45		22:50	1.5	0.45
<b>8</b>	12:40	0.3	0.09	<b>19</b>	0:36	1.7	0.51	<b>30</b>	5:49	0.3	0.08
	22:57	1.7	0.52		8:40	0.4	0.12		12:54	1.3	0.39
<b>9</b>	13:42	0.5	0.15		17:01	1.6	0.49		17:28	1.0	0.30
	22:53	1.7	0.51		19:35	1.6	0.47		23:19	1.5	0.45
<b>10</b>				<b>20</b>	0:50	1.7	0.52				
					9:19	0.4	0.11				
					17:55	1.6	0.50				
					19:51	1.6	0.49				

CANEK

Hora del Meridiano: **90 W.G.**

Nivel de Referencia: **BM**



CICESE

<http://oceanografia.cicese.mx/predmar> MAR v 0.4 2001 J.I. González