



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS IZTACALA

Distribución y abundancia de las fases larvales de
Macrobrachium spp. (Decapoda: Palaemonidae) y
Atya margaritacea (Decapoda: Atyidae) en la
Laguna Coyuca, Guerrero, México.

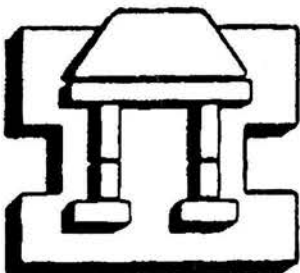
TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A

JOSE LUIS MIRELES FLORES





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.

A ti Lolita

A mi campeón Luis Armando y a la princesa Stephanie

A mi Mamá

A mis hermanas Ana Bertha y Maribel

A mis abuelitos Cuca y Ernesto †

Deseo expresar mi agradecimiento total a los profesores que dedicaron su tiempo para realizar valiosas mejoras a este documento y en especial al Dr. Ramiro Román Contreras por su guía en la elaboración de esta tesis y por brindarme su amistad.

M. en C. Arturo Rocha Ramírez.
Dr. Sergio Chazaro Olvera.
Biól. Sergio Stanford Camargo.
M. en C. Ma. del Pilar Villeda Callejas.

Otra vez gracias a mis amigos:

M. en C. María del Carmen Espinosa Pérez.
Irma Elena Sánchez Bonilla.
Biól. Miguel Angel Molina Ruiz.

También gracias a los Directivos e Investigadores del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por el soporte para la realización de este trabajo de investigación.

Gracias por la valiosa ayuda de Maribel Manriquez Barrera y de M. en C. Alejandro Ortiz Pérez.

CONTENIDO

RESUMEN

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. ANTECEDENTES..... | 2 |
| 3. OBJETIVOS..... | 7 |
| 4. AREA DE ESTUDIO..... | 8 |
| 5. METODOLOGÍA..... | 12 |
| 5.1. CAPTURA DE LARVAS..... | 12 |
| 5.2. REGISTRO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS..... | 14 |
| 5.3. CAPTURA DE HEMBRAS OVADAS..... | 16 |
| 5.4. TRANSPORTE DE HEMBRAS OVADAS..... | 17 |
| 5.5. TRABAJO DE LABORATORIO..... | 17 |
| 5.6. TRABAJO DE GABINETE..... | 21 |
| 6. RESULTADOS..... | 24 |
| 6.1. CULTIVO EN EL LABORATORIO..... | 24 |
| 6.2. CAPTURA DE LARVAS..... | 24 |
| 6.3. COMPORTAMIENTO BIMENSUAL DE LARVAS DE LA LAGUNA COYUCA..... | 26 |
| 6.4. FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO..... | 30 |
| 6.5. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS..... | 31 |
| 7. DISCUSIÓN..... | 39 |
| 7.1. DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE <i>Atya margaritacea</i> | 39 |
| 7.2. DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE <i>Macrobrachium</i> spp..... | 42 |
| 7.3. FAUNA ACOMPAÑANTE..... | 45 |
| 7.4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS..... | 46 |
| 7.5. RELACIÓN ABUNDANCIA – PARÁMETROS..... | 51 |
| 8. CONCLUSIONES..... | 53 |
| 9. LITERATURA CITADA..... | 55 |

RESUMEN

Con la finalidad de conocer la distribución espacial y temporal de las larvas de *Atya margaritacea* y *Macrobrachium* spp. y determinar si existe algún factor que la determine, se realizaron seis muestreos con frecuencia bimensual de abril de 1988 a febrero de 1989 en siete estaciones localizadas en la Laguna Coyuca, Guerrero. Las larvas fueron capturadas mediante arrastres con red de plancton de 500 μm a niveles de superficie y de fondo y se registraron la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, transparencia y profundidad. De un total de 2,174 larvas reportadas durante abril de 1988 a junio de 1989, 1,813 fueron de *Atya margaritacea* y 361 de *Macrobrachium* spp. El 78 % del total de los organismos se registraron en el nivel de superficie y la mayoría de ellos en las estaciones 5 y 6 que se ubicaron próximas a la desembocadura del Río Coyuca. La aportación de larvas de *Atya* y *Macrobrachium* al sistema fue continuo; sin embargo, para ambos grupos el período de máxima producción de larvas se presentó en los meses de lluvias. Se obtuvieron los modelos predictivos $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$ para relacionar la abundancia de las larvas con los parámetros fisicoquímicos de la Laguna Coyuca. Para *Atya margaritacea*, la abundancia fue relacionada con los parámetros en estudio y en el caso de *Macrobrachium* spp. no se observó este comportamiento.

1. INTRODUCCION

Uno de los crustáceos que en mayor proporción están presentes en la Laguna Coyuca, Guerrero, es el palemónido *Macrobrachium tenellum* Smith que cuenta con importancia económica en poblaciones naturales de la costa mexicana del Océano Pacífico (Cabrera – Jiménez, *et al.*, 1979 y Román – Contreras, 1979).

Aunque en los muestreos realizados en la laguna en la década de los 80's, se han registrado escasos juveniles de *M. americanum* Bate y ningún otro adulto de otra especie de langostino que no sea *M. tenellum*, también es sabido que la mayoría de los autores que estudian estos palemónidos se enfocan a aspectos inherentes a estados adultos de aquellos que debido a su tamaño, tienen importancia económica, dejando en segundo término al resto de las especies que también representan valor biológico.

Entre los decápodos que comparten el hábitat con *Macrobrachium tenellum* en la Laguna Coyuca están *Macrobrachium americanum*, *Penaeus vannamei* Boone, *Penaeus brevirostris* Kingsley, *Penaeus californiensis* Holmes, *Callinectes arcuatus* Ordway, *Sesarma sulcatum* Smith, *Glyptograpsus impressus* Smith, *Potimirim glabra* Kingsley y larvas de *Atya margaritacea* A. Milne – Edwards; y en el Río Coyuca, *Macrobrachium acanthochirus* Villalobos, *Macrobrachium occidentale* Holthuis, *Macrobrachium americanum*, *Macrobrachium digueti* Bouvier, *Atya margaritacea* y *Potimirim glabra* (Román - Contreras, 1991).

En el caso particular de los langostinos, Holtschmit (1988) estableció que México tiene una posición ideal para los cultivos de éstos porque cuenta con dos litorales muy extensos, muchos ríos, la temperatura ideal y en general, las condiciones propicias para que esta actividad resulte exitosa.

Tal y como menciona Pérez – Chi (1991), se sabe que la biotecnología para el cultivo de las principales especies de langostinos aún tiene mucho por recorrer para que, amén de ser manejadas tradicionalmente por el sector social principalmente, se transformen en un recurso renovable importante que genere empleos y arraigue a la gente en el campo a través de un mejor nivel de vida.

Considerando que las existencias naturales de langostinos nativos se encuentran sobreexplotadas, resulta urgente tratar de implementar su cultivo en condiciones controladas.

No obstante la basta literatura inherente a juveniles y adultos, la referente a la distribución y abundancia de las fases larvales es escasa, y de acuerdo con Cortés - Guzmán y Martínez - Guerrero (1979), uno de los aspectos más importantes para la investigación de una especie biológica, es el conocimiento de su desarrollo larvario.

Se sabe que las hembras de átididos y langostinos llevan sus huevos retenidos entre los pleópodos y pleón desarrollándose día a día hasta que con el tiempo ocurre la eclosión y las larvas se enfrentan a su vida independiente.

Para el caso de los átidos nada es conocido de los hábitos de la larva, pero presumiblemente los juveniles regresan a los ríos, haciendo su viaje río arriba Hobbs y Hart (1982).

Si bien una de las alternativas para el aumento potencial pesquero es la repoblación de los cuerpos de agua basada en la captura de hembras ovadas y el cultivo de larvas, es necesario conocer las épocas y lugares donde es factible esta última operación; luego entonces los logros en el cultivo y explotación serán más satisfactorios.

2. ANTECEDENTES

Bate (1868) describió el género *Macrobrachium* y a la especie *M. americanum*.

Choudhury (1970) realizó una descripción morfológica detallada de diez fases larvales de *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann mantenidos en laboratorio.

Con el propósito de aportar información suplementaria al trabajo realizado por Choudhury en el año de 1970, Dobkin (1971) presentó los dibujos completos del cuerpo de las cuatro primeras fases larvales de *M. acanthurus*.

Choudhury (1971) ofreció la descripción morfológica de las 12 fases larvales de *Macrobrachium carcinus* L.

Larvas de *Macrobrachium americanum* fueron cultivadas con éxito por primera vez bajo condiciones de laboratorio y son 11 las fases larvales que Mónaco (1975) registró durante su estudio.

Hunte (1975) describió la primera fase larval de *Atya lanipes* Holthuis en laboratorio e incluyó notas taxonómicas sobre hembras capturadas en Jamaica.

Hunte (1977) presentó los efectos de la dieta, salinidad y temperatura en larvas de *Atya innocous* Herbst y *Micratya poeyi* Guérin – Ménéville mantenidos en cautiverio.

Hunte (1979) demostró en laboratorio que las condiciones óptimas para el desarrollo larval completo de *Atya innocous* ocurrió en agua con salinidad de 30 ‰ y fueron 12 las fases larvales observadas.

Cabrera – Jiménez, *et al.*, (1979) obtuvieron las etapas del desarrollo larvario, metamorfosis y desarrollo de juveniles en *Macrobrachium tenellum* en condiciones de laboratorio sin incluir ilustraciones de ninguna larva.

Figuroa (1985) describió el desarrollo larval completo de *Atya margaritacea* en cultivos de laboratorio. Considera un total de 12 fases larvales antes de llegar a juveniles, y el tiempo en que esto ocurrió fue de 40 a 49 días. Algunos años después, Figuroa, *et al.*, en 1997, abordó aspectos de la alimentación y las principales variables ambientales que influyen sobre la reproducción y el desarrollo larval de esta especie.

Respecto a *Atya scabra* Leach, en el año de 1988 Araújo y Gomes describen e ilustran, por medio de sus observaciones realizadas en el laboratorio, el desarrollo completo de larvas de este átido, incluyendo el primera fase de juvenil.

Luna (1988) realizó estudios sobre aspectos biológicos de *Potimirim mexicana* en el estuario del Río la Antigua. Uno de sus resultados indicó que la temperatura y el oxígeno disuelto son factores que parecen influir de alguna manera en el desencadenamiento de los mecanismos reproductivos de esta especie.

Román - Contreras (1991) en su publicación sobre ecología de *Macrobrachium tenellum* en la Laguna Coyuca incluyó a las larvas de *A. margaritacea* y adultos de *M. americanum* como fauna acompañante.

A partir de organismos de *M. americanum* capturados en Michoacán y Guerrero y mantenidos en laboratorio, Pérez - Chi (1991) aportó información sobre la biología de este langostino.

García - Pérez y Chávez - Alarcón (1991) utilizaron con éxito la función lineal discriminante para distinguir larvas de *Atya scabra* y *Potimirim mexicana* De Saussure que fueron capturadas en el campo.

Capistrán (1992) realizó un estudio de la distribución y ocurrencia de larvas del estado zoea I de *Potimirim mexicana* y *Atya scabra* en el Río La Antigua en el Estado de Veracruz.

Con el propósito de proveer información para el posible cultivo de larvas y juveniles, en 1992 Cruz - Soltero y Alston describieron el desarrollo larval completo de *A. scabra* y *A. lanipes*. Las condiciones ambientales fueron a temperatura de 28 °C y salinidad de 30 ‰.

Aspectos de la biología y ecología de *Atya margaritacea* en el Río Coyuca fueron proporcionados por Martínez en 1994. Este documento es el mas directamente relacionado con el presente estudio por coincidir en la situación geográfica, y permitió establecer patrones de comportamiento.

3. OBJETIVOS

La realización de este estudio tiene como propósito aumentar el conocimiento de la biología de las larvas de *Macrobrachium* spp. y de *Atya margaritacea* en su ambiente natural (Laguna Coyuca, Guerrero) mediante:

Delimitar la temporada y lugar de máxima producción larval.

Determinar la relación entre la temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, transparencia y profundidad con la presencia de larvas en las estaciones de muestreo.

4. AREA DE ESTUDIO

La laguna litoral de Coyuca se encuentra situada en la Costa Grande del Estado de Guerrero, entre los $99^{\circ} 58'$ a $100^{\circ} 08'$ de longitud Oeste y $16^{\circ} 54'$ a $16^{\circ} 58'$ de latitud Norte, aproximadamente a 10 kilómetros al Noroeste del Puerto de Acapulco (Yáñez - Arancibia, 1978 y Román - Contreras 1991).

Esta laguna está orientada en sentido Oeste a Este y cuenta con una superficie aproximada de 34 km^2 (Stuardo y Martínez, 1975). Hacia su parte Oeste se localizan dos islas de aproximadamente 800 y 200 m en su longitud máxima; la primera de ellas Montosa o Isla Grande, se encuentra habitada por familias que practican la comercialización directa de los recursos pesqueros que brinda la laguna, al proporcionar al turista nacional o extranjero que visitan el área, el servicio de restaurant. Por su parte, la Isla Pelona, que antiguamente funcionó como presidio, hoy en día es recinto de aves.

Más al Oeste, la laguna presenta un canal de unos 50 metros de ancho, el cual se comunica con el Río Coyuca. Este río cuenta con una cuenca de drenaje de $1,303 \text{ km}^2$ y un volumen de escurrimiento de $975.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Lankford, 1974), cuyo aporte fluvial constituye la principal fuente de agua continental. El enlace con aguas marinas sucede cuando aumenta el volumen de descarga del Río Coyuca o por interferencia del hombre al romperse la barra de arena que separa a las aguas del Pacífico con las aguas de la laguna, brindando así una comunicación durante muy poco tiempo al año, lo cual mantiene la laguna en condiciones preferentemente dulceacuícolas.

En el área de estudio impera un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1973), con temperatura media anual mayor de 22 °C, siendo la temperatura del mes más frío mayor de 18 °C; la precipitación del mes más seco es menor de 60 mm y un porcentaje de lluvia invernal menor de 5 (S.P.P., 1981).

El mayor volumen de precipitación pluvial ocurre entre los meses de mayo y octubre durante la persistencia de los vientos del SE, mientras que en la época de secas los vientos dominantes provienen del NE (Lankford, 1974).

En Coyuca de Benítez se encuentra la estación meteorológica clave 12 - 014 que reporta los siguientes datos:

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Temperatura media anual (°C) | 26.2 |
| Precipitación promedio anual (mm) | 1,141.5 |

En la zona de estudio, la isoterma media anual es de 26.0 °C y una isoyeta media anual de 1,200 mm (INEGI, 1998).

El tipo de suelo que circunda el cuerpo lagunar Coyuca está compuesto predominantemente por Feozem haplico (Hh) y un suelo secundario Cambisol eutrico (Be) de donde se tiene la parte superficial (30 cm) partículas limosas (S.P.P., *op. cit.*).

La vegetación circundante alrededor de la laguna está representada por carrizos (*Arundo* sp.) tules (*Typha* sp.) y manglares de los géneros *Rhizophora*, *Laguncularia*, *Avicenia* y *Conocarpus*; mientras que en la

vegetación acuática hay miembros de distintas familias que se mencionan en Ramírez, 1952.

Entre los crustáceos que habitan en el área se pueden contar a los cladóceros, copépodos, ostrácodos, isópodos, anfípodos, decápodos de las familias Penaeidae (*Penaeus vannamei*), Palaemonidae (*Macrobrachium tenellum* y *M. americanum*), Grapsidae y Portunidae (*Callinectes toxotes* y *C. arcuatus*). Mas recientemente, Román – Contreras (1991) mencionó la fauna de mamíferos, quelonios, peces, moluscos dulceacuícolas, insectos, crustáceos decápodos, isópodos y anfípodos de la laguna.

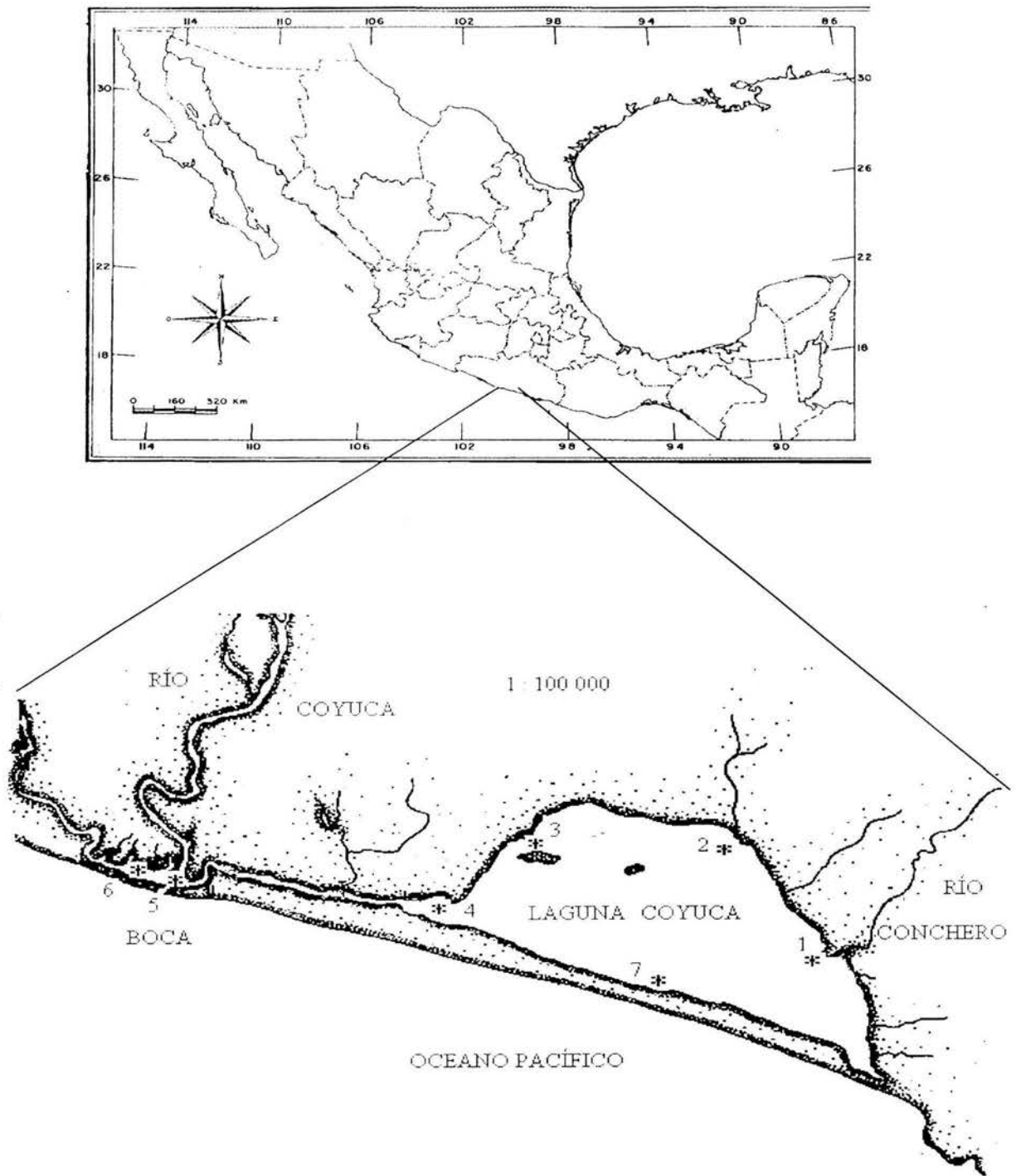


Figura 1. Area de estudio y estaciones de colecta (*) Laguna de Coyuca, Guerrero, México.

5. METODOLOGÍA

El primer viaje realizado a la Laguna Coyuca para propósitos de este estudio fue con la intención de establecer las que serían las estaciones de muestreo. Con la información generada, tanto en el tiempo como en el laboratorio, se establecieron las siete zonas definitivas para el presente estudio (Fig. 1). La estación uno se ubicó cerca del embarcadero, la zona dos frente al afluente del Río Conchero que es un pequeño aporte de agua en una área de tules abundantes, junto a la Isla Montosa se estableció la estación tres, en la boca del canal, que comunica la laguna con el agua del Río Coyuca, se localizó la cuarta zona de muestreo; junto a la desembocadura del Río Coyuca se decidió posicionar la 5, en el afluente del Río Carrizal estuvo otra más de las zonas de estudio y la última de ellas fue la siete que estaba alejada de todo afluente y paralela a barra de arena.

5.1 CAPTURA DE LARVAS

Para la captura de las fases larvales de *Macrobrachium* spp. y *Atya margaritacea* de la Laguna Coyuca, se realizaron seis muestreos con una frecuencia bimensual entre abril de 1988 y febrero de 1989 en las estaciones establecidas, así como un muestreo adicional durante el mes de junio de 1989 únicamente en la estación cinco al nivel de superficie del agua.

Las larvas fueron capturadas simultáneamente al nivel de superficie del agua así como del fondo. Para el primer caso se empleó una red de plancton de 500

µm de abertura de malla arrastrada por una lancha con motor fuera de borda, a una velocidad de 2 nudos durante un tiempo de 5 minutos (Fig. 2A).

En cuanto a las capturas próximas al fondo, se realizaron con una red de fondo soportada por un patín deslizador de acero similar a la utilizada por Stubblefield, *et al.*, (1984) (Fig. 2B).

Cuando así se requirió, la muestra de fondo se tamizó en repetidas ocasiones a fin de obtener un volumen no mayor a 500 ml. Para tal efecto el último tamiz empleado correspondió a la misma abertura de malla que la perteneciente a la red de plancton.

Las muestras se colocaron en frascos de vidrio con una solución fijadora de formol al 4 % con 1 gramo de borato de sodio y se transportaron al laboratorio.

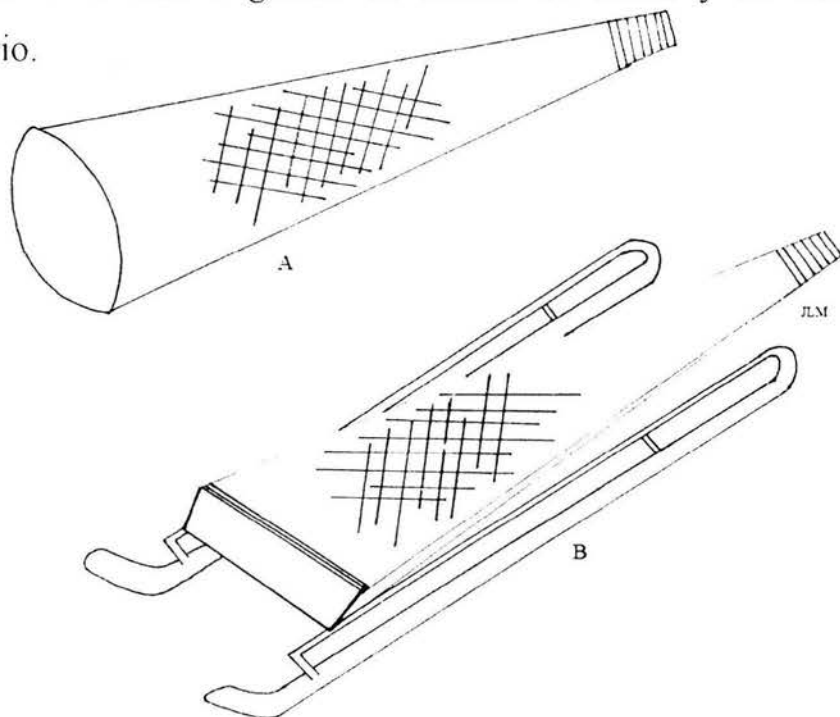


Figura 2. Redes empleadas para realizar la captura de larvas.

A. En el nivel de superficie del agua y B. Próximo al fondo.

5.2. REGISTRO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

En cada una de las estaciones, simultáneamente a la captura de larvas, se llevó a cabo el registro de parámetros tales como temperatura (°C), salinidad (‰), pH, oxígeno disuelto (mg/l), transparencia (cm) y profundidad (cm).

TEMPERATURA

Para medir este parámetro se utilizó un termómetro de cubeta convencional. En primer lugar se registró la temperatura del aire, a continuación la lectura del agua en el nivel de superficie y al final el valor del agua del fondo. Para obtener esta última muestra se utilizó una botella de Van - Dorn con capacidad de 3 litros.

SALINIDAD

Fue medida en la superficie y cercana al fondo de la columna de agua con un refractómetro portátil (American Optical).

pH

Este parámetro fue registrado con un potenciómetro portátil (Conductronic 10) en el nivel de superficie del agua y próximo al fondo, teniendo la precaución de lavar el electrodo entre una y otra lectura.

OXÍGENO DISUELTO

Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto se utilizó el método de Winkler (Strickland y Parsons, 1972). Las muestras de agua, tomadas en ambos niveles, se almacenaron en botellas D.B.O. donde se les fijó la concentración de oxígeno *in situ* y ese mismo día se realizó la determinación en la zona de estudio.

TRANSPARENCIA

Para su registro se empleó un disco de Secchi de 25 cm de diámetro con cuerda graduada en decímetros.

PROFUNDIDAD

En este caso se usó una sondaleza de 3 kilos de peso la cual tiene una cuerda graduada en centímetros.

OBSERVACIONES

Durante la realización de los muestreos se registró la hora de inicio y fin de la estación y de los arrastres, y las condiciones de nubosidad y de la vegetación circundante.

5.3. CAPTURA DE HEMBRAS OVADAS

Para tener individuos de referencia y con el propósito de emplearlos en el proceso de determinación de los organismos de campo, se capturaron hembras ovadas *Macrobrachium*, *Atya* y *Potimirim* en la Laguna Coyuca, en el Río Coyuca, y en el Río Conchero, particularmente en los sitios en los que se observó previamente la presencia de organismos adultos.

Los organismos del género *Macrobrachium* fueron colectados durante el día en la Laguna Coyuca, utilizando una atarraya de 2.0 m de diámetro y abertura de malla de 2.5 cm entre nudo y nudo.

También fueron colectados en los Ríos Conchero y Coyuca utilizando un cernidor plástico haciendo varios lances sobre la base de la vegetación circundante al cuerpo de agua.

La captura de las hembras ovadas del género *Atya* se realizó durante el día en el Río Coyuca y la técnica de captura fue la de buceo libre auxiliándonos de un visor y una red tipo acuario de 10 cm de ancho.

Para capturar las hembras ovigeras del género *Potimirim* se utilizó la misma técnica que para las del género *Macrobrachium* en los ríos. Esta actividad se realizó durante el día.

5.4. TRANSPORTE DE HEMBRAS OVADAS

Las hembras ovadas de las especies en estudio fueron transportadas al laboratorio utilizando dos técnicas diferentes:

Para los *Macrobrachium* se utilizaron bolsas de plástico de 40 X 20 cm con agua a $\frac{1}{4}$ de la capacidad y con una cámara de aire del resto del tamaño del envase, para evitar que el aire se fugara se hizo un nudo fuerte, de manera similar a la técnica de transportación empleada por Pérez – Chi (1991).

En el caso de los *Atya* y organismos del género *Potimirim*, éstos se transportaron en cubetas de plástico de 4 litros con agua al 50% de su capacidad y durante el viaje se suministró aereación, mediante una bomba portátil.

El agua empleada para el transporte y cautiverio de las hembras fue obtenida en el mismo sitio de captura de los organismos y para evitar el transporte de algunas larvas acarreadas por el agua al momento de la toma del líquido, éste se filtró mediante un cedazo fino de tela.

El agua se transportó al laboratorio con aereación.

5.5. TRABAJO DE LABORATORIO

CULTIVO

Las hembras ovadas de *Macrobrachium tenellum*, *M. occidentale*, *M. acanthochirus*, *Atya margaritacea* y *Potimirim mexicana* fueron colocadas

en acuarios con la misma agua que fue obtenida en el lugar de captura de los organismos.

Las hembras se mantuvieron en los acuarios y se cambiaron de sitio cuando ocurrió la eclosión.

En todo momento los cultivos se realizaron en períodos de tiempo por separado, para tener identificada la procedencia de cada larva.

Las larvas fueron transferidas y mantenidas en acuarios aislados de menor dimensión. Los ejemplares muertos fueron colocados en frasco de vidrio con una solución fijadora de formol al 4 % y borato de sodio, y más tarde preservados en alcohol al 70 %. Estos organismos se utilizaron como auxiliares al momento de la separación por grupos, de aquellos capturados en el campo.

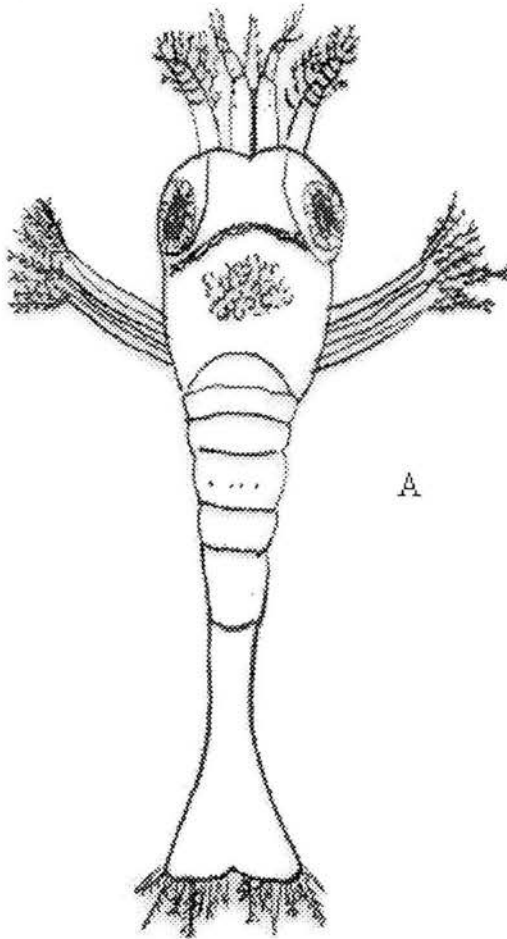
SEPARACIÓN DE MUESTRAS DE CAMPO

Una vez en el laboratorio se procedió a la revisión de la muestra con el microscopio estereoscópico colocando por separado a las larvas de langostino, átidos, cangrejos y camarones; y a las poslarvas de langostino y camarones, en frascos de vidrio con la solución preservadora.

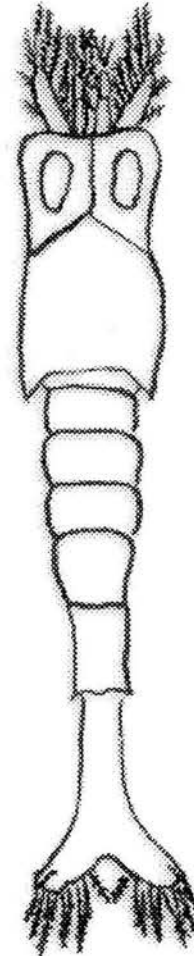
IZT.



U.N.A.M. CAMPUS



A



B

Figura 3. Vista dorsal completa de larvas de la primera fase de *Atya lanipes* (A. Tomado de Hunte, 1975) y *Macrobrachium acanthurus* (B. Tomado de Choudhury, 1970).

Esta fue una primera separación por grupos y en la posterior selección se utilizaron como apoyo las publicaciones de Dobkin (1971), Hunte (1975, 1979) y Choudhury (1970, 1971) (Fig. 3); así como las larvas que provenían de los cultivos de *Macrobrachium tenellum*, *M. occidentale*, *M. acanthochirus*, *Atya margaritacea* y *Potimirim mexicana* realizados en el laboratorio.

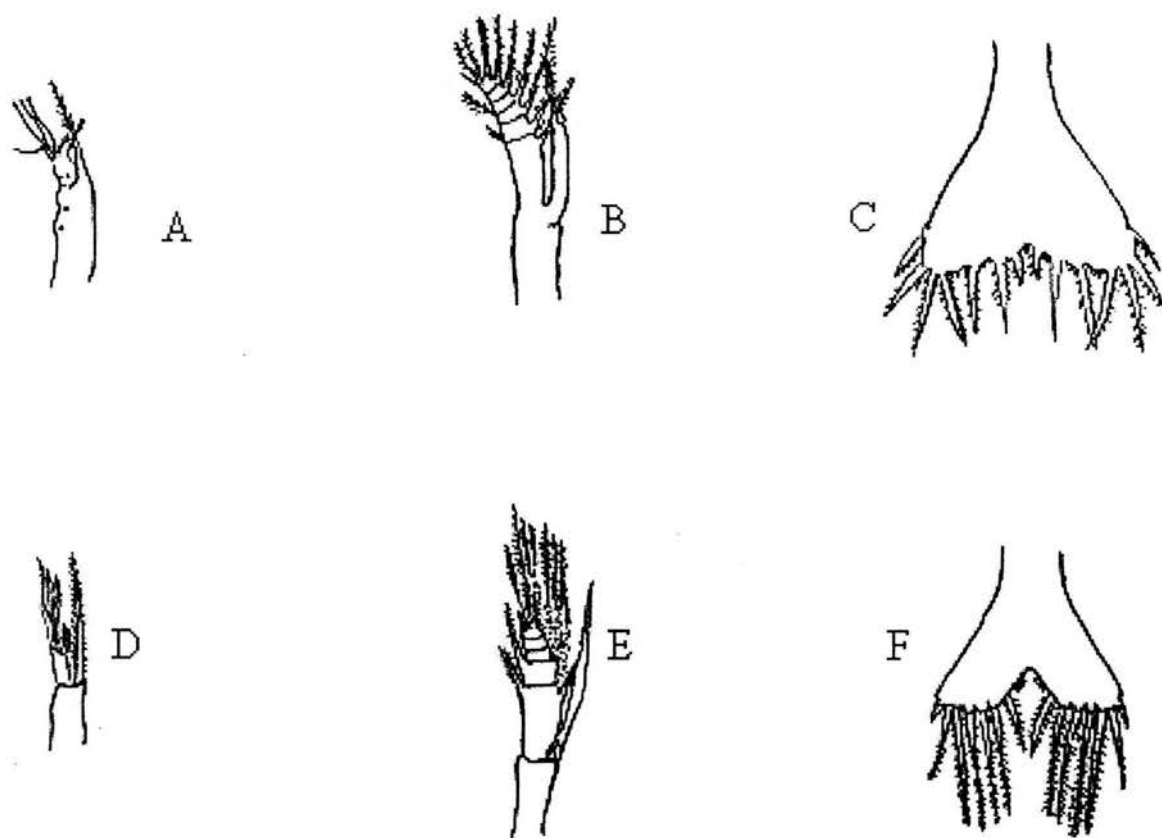


Figura 4. Apéndices de larvas de primera fase. A. anténula, B. antena y C. telson de *Macrobrachium acanthurus*; D. anténula, E. antena y F. telson de *Atya lanipes* (A - C tomado de Choudhury, 1970; D -F tomado de Hunte, 1975).

Tal como lo establece Choudhury (1971), un estudio morfológico entre las larvas de *M. acanthurus* y *M. carcinus* es muy difícil de realizar, pero entre más estudios de desarrollo larval se realicen mucho más elementos habrá para tener una clave de identificación. Para lograr la separación entre los grupos de *Macrobrachium* y *Atya* se utilizó la observación de los apéndices (Fig. 4). Esta misma situación, de carencia de estudios sobre larvas, fue experimentada durante este trabajo de tesis debido a que no se contó con las herramientas suficientes para realizar una identificación hasta el nivel de especie, de todos aquellos organismos que corresponden al género *Macrobrachium* que habitan en el cuerpo de agua de la Laguna y Río Coyuca.

Así entonces, en el presente estudio se ha considerado que las larvas a las que se hará referencia como *Macrobrachium* spp. serán de las mismas especies de adultos y juveniles que Román – Contreras (1991) reportó en el Río y Laguna Coyuca.

Mientras que a las larvas del género *Atya* de ahora en adelante serán referidas como *Atya margaritacea*, única especie de *Atya* registrada por Román – Contreras, *op. cit.*, y Martínez (1994) en el Río Coyuca.

5.6. TRABAJO DE GABINETE

Con el propósito de averiguar si existían diferencias significativas entre los valores de los parámetros de temperatura, pH, salinidad y oxígeno disuelto al nivel de la superficie y fondo del agua en las estaciones de muestreo, se practicó el estadístico de t.

Estadístico de prueba

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Donde:

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

\bar{X}_1 = media aritmética de la muestra 1

\bar{X}_2 = media aritmética de la muestra 2

n_1 = número de observaciones de la muestra 1

n_2 = número de observaciones de la muestra 2

S_1^2 = varianza de la muestra 1

S_2^2 = varianza de la muestra 2

Este estadístico se aproxima a una t con grados de libertad $g. l. = n_1 + n_2 - 2$ y un nivel de significancia para este estudio, de $\alpha = 0.05$. Lo anterior se expresa de la siguiente manera:

$$g. l. = n_1 + n_2 - 2$$

$$t_0 = \alpha 0.05$$

Regla de decisión:

$$\text{Si } t_0 > + t_0 \alpha \quad \text{Si } t_0 < - t_0 \alpha$$

$$g. l. \quad \quad \quad g. l.$$

Entonces rechazar la Ho. (Durán, *et al.*, 1986)

Para tratar de describir la relación que tiene la abundancia de larvas de *Atya margaritacea* y *Macrobrachium* spp. con la temperatura, pH y oxígeno disuelto registrados durante el período de muestreo, se obtuvo un modelo que predice la variación de la abundancia de las larvas capturadas en función de tres parámetros estudiados (Walpole, *et al.*, 1999).

Los otros parámetros, salinidad, temperatura ambiente, temperatura de fondo, profundidad y transparencia no los consideramos para este estudio.

El modelo obtenido se comporta de esta manera

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3$$

Donde

X_1 = temperatura (°C)

X_2 = pH

X_3 = oxígeno disuelto (mg/l)

6. RESULTADOS

6.1. CULTIVO EN EL LABORATORIO

Toda vez que el cultivo de larvas en laboratorio se realizó para tener otro punto de apoyo en la diferenciación entre organismos de un género y otro, sólo se mencionará que las larvas sobrevivieron hasta la fase larval I, presentan ojos sesiles y se desplazan en sentido vertical.

6.2. CAPTURA DE LARVAS

De un total de 2,174 larvas obtenidas durante abril de 1988 a junio de 1989, 1,813 fueron de *Atya margaritacea* y 361 de *Macrobrachium* spp. El 78 % del total de los organismos se capturaron al nivel de superficie y la mayoría de ellos en las estaciones 5 y 6.

Las larvas de *Atya margaritacea* se capturaron en diferentes cantidades bimensualmente pero durante el mes de octubre se registró el máximo valor.

La máxima abundancia de larvas de *Macrobrachium* ocurrió en el mes de diciembre con 172 organismos y su valor mínimo de captura se registró en octubre con tan sólo 8 organismos (Fig. 5).

Larvas de *Potimirin mexicana* no fueron capturadas.

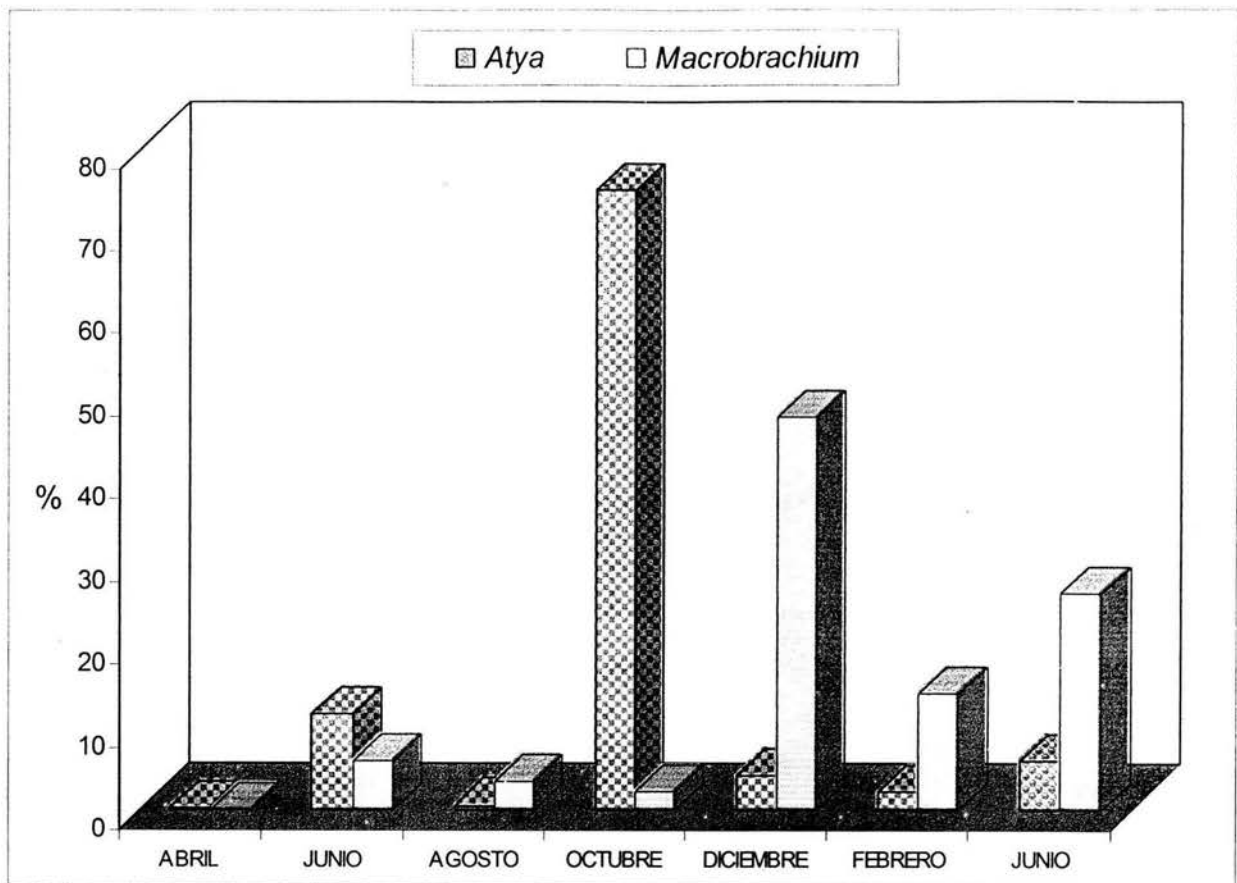


Figura 5. Abundancia de larvas en la Laguna Coyuca, Guerrero.

Todas las larvas capturadas en el presente estudio tuvieron los ojos sésiles y por lo tanto, corresponden todas ellas a la primera fase de acuerdo a los criterios de Choudhury (1970, 1971), Mónaco (1975) y Hunte (1975, 1977, 1979). Del total de organismos el 84.40 % fue capturado en la estación cinco ubicada frente a la desembocadura del Río Coyuca (Tabla 1). En las estaciones uno y dos no se registró la existencia de larvas de *Atya* y *Macrobrachium* durante el período de estudio.

Tabla 1. Número de larvas capturadas por estación de muestreo. Abril 1988 – Junio 1989.

| ESTACIÓN DE MUESTREO | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | TOTAL |
|---------------------------|---|----|-------|-----|----|-------|
| <i>Atya margaritacea</i> | 0 | 46 | 1,666 | 99 | 2 | 1,813 |
| <i>Macrobrachium spp.</i> | 1 | 19 | 169 | 133 | 39 | 361 |
| TOTAL | 1 | 65 | 1,835 | 232 | 41 | 2,174 |

6.3. COMPORTAMIENTO BIMENSUAL DE LARVAS DE LA LAGUNA COYUCA, GRO.

ABRIL

Primer mes que incluyó el muestreo con toma de datos de siete estaciones y en el que únicamente se colectaron cuatro larvas de *Atya margaritacea* en la estación 4 en el nivel de superficie, considerándose como el mes con menor número de larvas capturadas durante todo el muestreo.

JUNIO

Para esta ocasión, se capturó un total 213 larvas de *Atya margaritacea* y 22 individuos de *Macrobrachium spp.* en el nivel de superficie, no encontrando

ninguno en el fondo. La Tabla 1 muestra que la estación cinco presenta el máximo de organismos capturados este mes de *Atya margaritacea*, con un total 161; mientras que sólo 5 individuos de *Macrobrachium* spp. fueron registrados en ese lugar. Las otras estaciones donde hubo larvas de *Atya margaritacea* fueron la cuatro y la seis con 27 y 25 organismos respectivamente; también se capturaron 17 *Macrobrachium* en la estación cuatro.

AGOSTO

Con mayor número de organismos estuvo la estación cinco con 12 *Atya margaritacea* y 11 *Macrobrachium* spp. Cada uno de estos grupos registró 10 individuos al nivel de superficie y los restantes en el fondo. En tanto que en las estaciones tres y cuatro se capturó un *Macrobrachium* spp. en cada una de ellas.

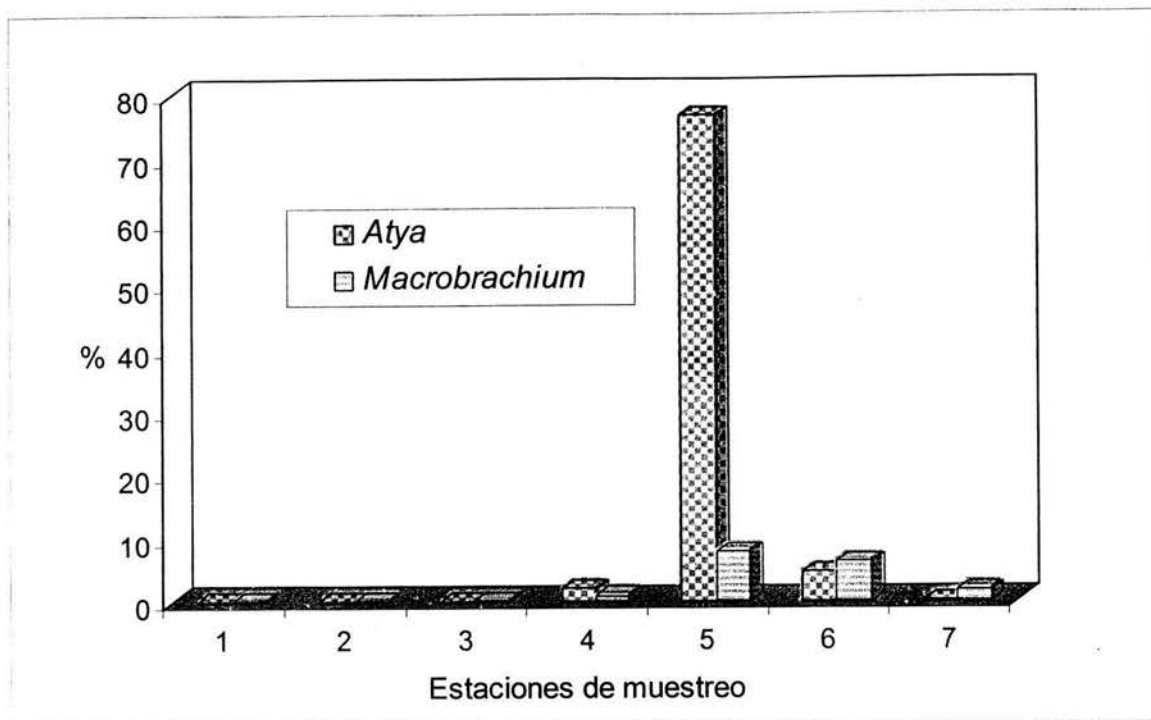


Figura 6. Distribución de larvas capturadas en las estaciones de muestreo de la Laguna Coyuca.

OCTUBRE

Se cubrieron todas las estaciones y fue el mes durante el cual se tuvo registro de larvas en cuatro de los siete lugares muestreados, dato nunca igualado en el período de estudio. Octubre fue el mes con mayor número de organismos capturados en todo el muestreo con un total de 1,368 y representó, por mucho, la fecha con mayor abundancia de larvas de *Atya margaritacea* en la Laguna Coyuca.

Atya margaritacea presentó su máximo valor de captura en la estación cinco al nivel de superficie. Otra de las estaciones donde se obtuvo registro de este grupo fue la cuatro con datos muy parecidos entre si en los dos niveles

estudiados. Por su parte y por primera vez, se registró un individuo en el nivel de fondo del área siete.

De *Macrobrachium* spp. sólo se capturaron 8 organismos; 5 de ellos en la estación cinco y dos mas en la seis al nivel de superficie, y 1 individuo en el nivel de fondo de la zona cuatro.

DICIEMBRE

Diciembre fue el mes en que las larvas de *Macrobrachium* spp. fueron más abundantes con un total de 172 individuos, distribuidos en mayor proporción hacia la parte del fondo de la columna de agua en las estaciones seis y siete, principalmente en la primera de ellas (Fig. 6). Al nivel de superficie fueron registrados 5 organismos en la estación cinco, 17 en la seis y 23 en la siete.

Del otro grupo de estudio se capturaron larvas en las estaciones cinco, seis y siete denotando una clara mayoría hacia la segunda de éstas, en la que se presentó un total de 71 larvas de las que 18 estuvieron en la superficie y las restantes en el fondo.

FEBRERO

En tan sólo dos de las siete estaciones muestreadas hubo captura de los crustáceos en estudio. En lo referente a *Macrobrachium* spp. 45 larvas fueron registradas en el nivel del fondo y tres mas en el nivel superior de la estación cinco. Durante este mes se registró un total de 51 larvas de este género.

Atya margaritacea fue numéricamente mas abundante en la estación cinco con 22 organismos al nivel de superficie, siete individuos mas que los que se colectaron con la red de fondo en esa misma zona; y por último, 3 individuos en la estación seis, de los cuales uno se presentó en el nivel cercano a la superficie del agua.

JUNIO

En este último mes, que comprendió el muestreo de la laguna se capturó únicamente la estación cinco por ser la que en otras ocasiones había registrado los mas altos valores de individuos. Así, se tiene que hubo 108 larvas de *Atya margaritacea* y 95 de *Macrobrachium* spp. al nivel de superficie, no se registró organismo alguno al nivel inferior porque no se practicó dicho arrastre.

6.4. FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO

Aunque la Laguna Coyuca mantuvo contacto con el mar durante el muestreo de agosto, lo cual pudo constatarse por observaciones propias y por la información proporcionada por el personal que habita en la zona y que brindó su apoyo durante el estudio, se notó un mayor número de ejemplares capturados a partir de este mes, cuando se abrió la barra de arena. Solamente se registraron individuos durante febrero, agosto y diciembre.

El grupo más abundante de crustáceos decápodos de acompañamiento fue el de los peneidos, con un total de 137 organismos que representó el 90.13 % de las larvas de decápodos capturados junto, con las larvas de *Atya margaritacea*

y *Macrobrachium* spp. La mayoría de ellas durante diciembre y la menor cantidad en febrero. La Tabla 2 presenta el total de la captura.

Tabla 2. Número de larvas de otros crustáceos decápodos capturados como fauna acompañante por estación de muestreo. Abril 1988 – Junio 1989.

| ESTACIÓN DE MUESTREO | 1 | 5 | 6 | 7 | TOTAL |
|----------------------|---|----|----|----|-------|
| <i>Penaeus</i> spp. | 1 | 9 | 91 | 36 | 137 |
| Brachiuros | 5 | 1 | 2 | 7 | 15 |
| TOTAL | 6 | 10 | 93 | 43 | 152 |

6.5. PARÁMETROS FISICOQUIMICOS

El estadístico de prueba de t fue aplicado para los niveles de superficie y fondo en los parámetros de temperatura, pH, salinidad y oxígeno disuelto y en todos los casos no se rechazó la hipótesis nula, por lo que se considera que las medias de los parámetros obtenidos en superficie y próximos al fondo no tienen diferencias significativas a un nivel de probabilidad de 0.05.

TEMPERATURA

La temperatura en ambos niveles presentó un comportamiento anual muy semejante entre sí con variaciones promedio menor a 1 °C, siendo la temperatura de la superficie del agua ligeramente más cálida que la registrada en el fondo (Fig. 7). Fue durante el mes de agosto cuando se presentó la temperatura máxima de 34 °C en la estación dos y durante el mes de junio la mas baja, con 26 °C en la boca del Río Coyuca, lo cual coincide con los meses en que las temperaturas son las máximas y mínimas, respectivamente.

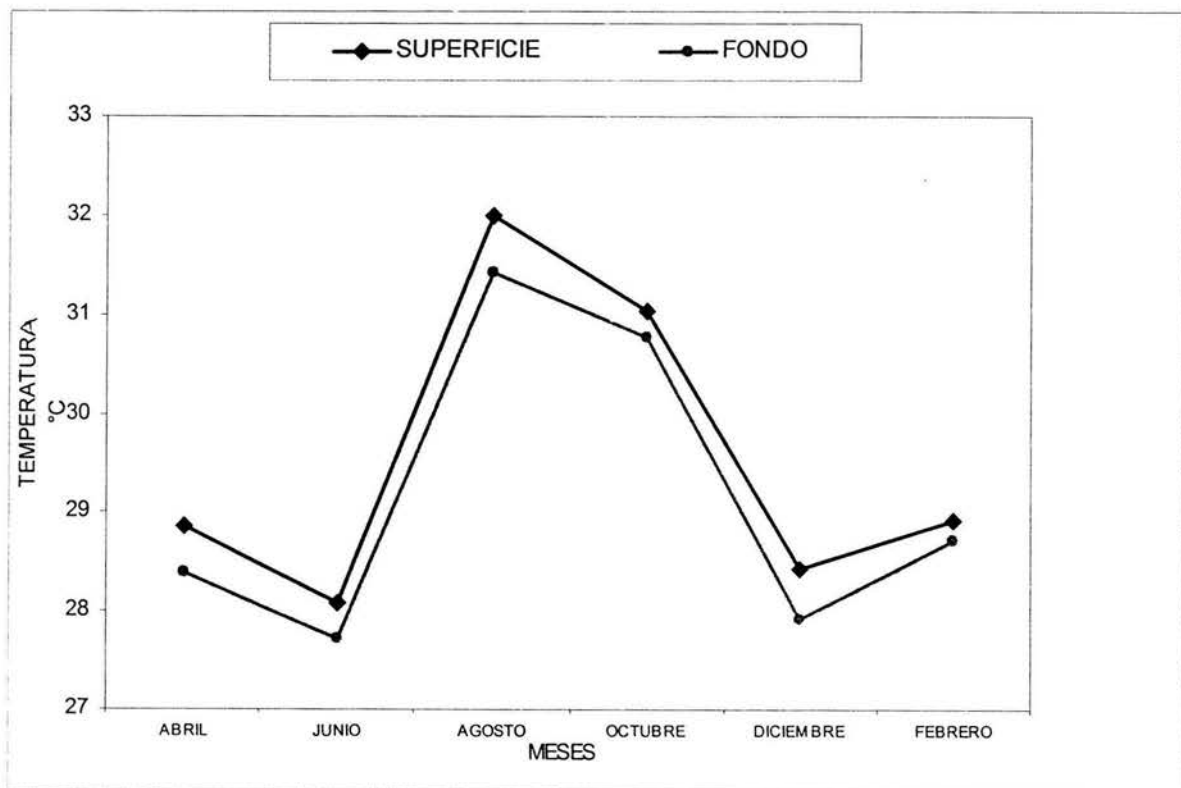


Figura 7. Temperatura registrada en los meses de muestreo en la Laguna Coyuca, Guerrero.

SALINIDAD

En las estaciones de muestreo localizadas en esta Laguna Coyuca se registraron datos de salinidad menores a 1 ‰ durante todo el período (Tabla 3).

pH

El pH varió 7.53 y 8.79 (Tabla 3). En cuanto a las diferencias entre el nivel de la superficie y próximas al fondo, éstas nunca son mayores a 1.5 valores, por lo que este parámetro se comportó de manera similar en ambos niveles.

OXÍGENO DISUELTO

La Tabla 3 muestra la concentración de oxígeno disuelto en el agua de la Laguna Coyuca a través del período de muestreos, los registros fueron similares entre los dos niveles de interés en este estudio, siendo los máximos durante los meses de agosto a octubre y el mas bajo se presentó en junio con 4 mg/l.

Tabla 3. Valores promedio de la temperatura (°C), salinidad (‰), pH y oxígeno disuelto (mg/l) registrados en los meses de muestreo en la Laguna Coyuca, Guerrero.

| Mes | Temperatura (°C) | | Salinidad (‰) | | pH | | Oxígeno (mg/l) | |
|------------------|------------------|-------|---------------|-------|------------|-------|----------------|-------|
| | Superficie | Fondo | Superficie | Fondo | Superficie | Fondo | Superficie | Fondo |
| Abril | 28.86 | 28.39 | 0.08 | 0.1 | 8.79 | 8.35 | 8.19 | 7.92 |
| Junio | 28.08 | 27.72 | 0 | 0 | 7.53 | 7.46 | 3.96 | 4.09 |
| Agosto | 32.0 | 31.42 | 0 | 0 | 8.67 | 8.65 | 9.3 | 8.99 |
| Octubre | 31.04 | 30.76 | 0.01 | 0.04 | 8.14 | 8.35 | 9.24 | 9.34 |
| Diciembre | 28.43 | 27.93 | 0 | 0 | 8.3 | 8.26 | 6.5 | 6.11 |
| Febrero | 28.93 | 28.71 | 0 | 0.06 | 8.29 | 7.57 | 6.36 | 5.89 |

PROFUNDIDAD

Los registros máximos medios de profundidad se presentaron en los meses de junio y diciembre, siendo alrededor de 1.50 m, que durante todo el año no sobrepasó de 2.00 m en las estaciones, aún durante los meses lluviosos.

TRANSPARENCIA

Durante el tiempo de muestreos se observó la incidencia de luz solar hasta 1.34 m en la columna de agua durante diciembre en la estación próxima a la boca del Río Coyuca, lo cual influyó directamente para que durante este mes se registrara un valor de transparencia promedio de 0.72 m (Fig. 8). Por otro lado, la fluctuación observada en este tiempo llegó hasta 2 cm en junio cuando el arrastre de material río arriba fue abundante.

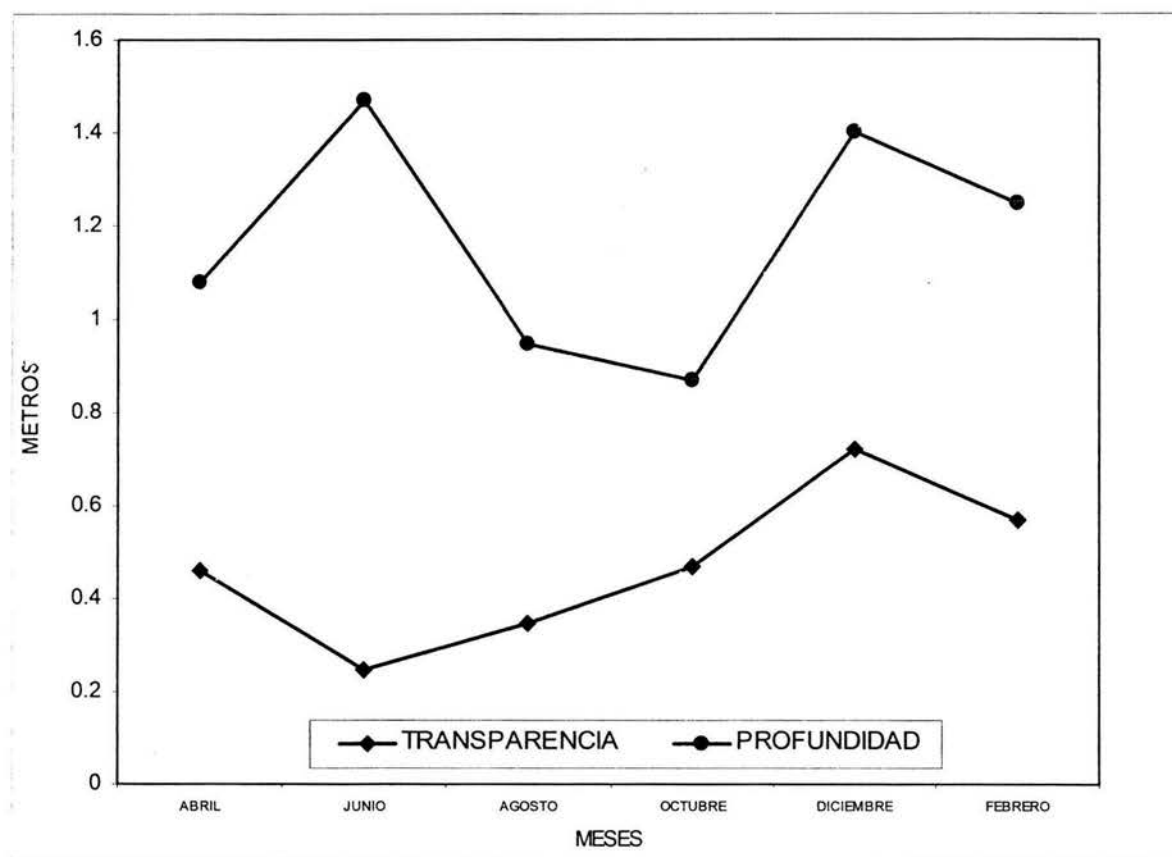


Figura 8. Profundidad y transparencia registradas en las estaciones de muestreo de la Laguna Coyuca.

Para tratar de describir la relación entre la abundancia de larvas de *Atya margaritacea* y *Macrobrachium* spp. con la temperatura, pH y oxígeno disuelto se usó el modelo que predice la variación de la abundancia de las larvas capturadas (Y) en función de la temperatura, pH y oxígeno disuelto y se obtuvo:

$$Y = 15048.38852 - 100.7534952 X_1 - 1783.066329 X_2 + 445.4854363 X_3$$

Donde:

Y = Larvas de *Atya margaritacea*

X_1 = temperatura (°C)

X_2 = pH

X_3 = oxígeno disuelto (mg/l)

El coeficiente de correlación de larvas de *Atya margaritacea* fue igual a 0.955955162

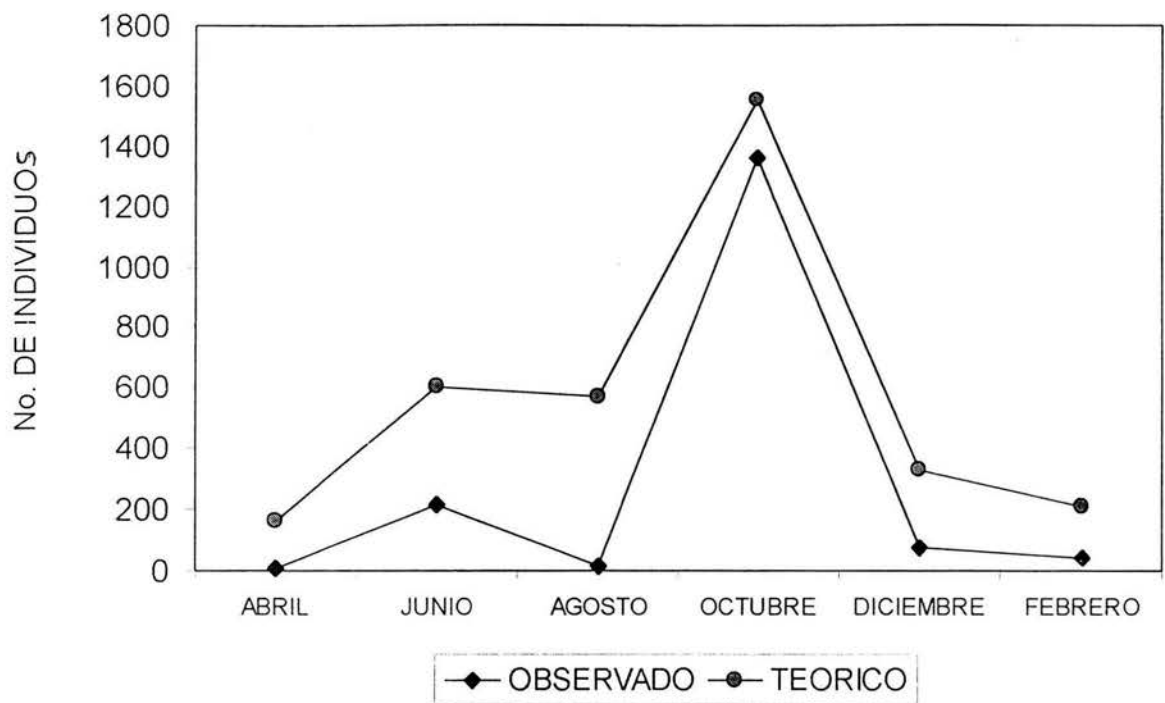


Figura 9. Variación observada y variación teórica de la abundancia de larvas de *Atya margaritacea* durante el período de muestreo en la Laguna Coyuca.

$$Y = -409.6910143 + 7.046490617 X_1 + 54.9783448 X_2 - 22.47743046 X_3$$

Donde:

Y = Larvas de *Macrobrachium* spp.

X_1 = temperatura (°C)

X_2 = pH

X_3 = oxígeno disuelto (mg/l)

Coefficiente de correlación de larvas de *Macrobrachium* spp. igual a 0.29752052

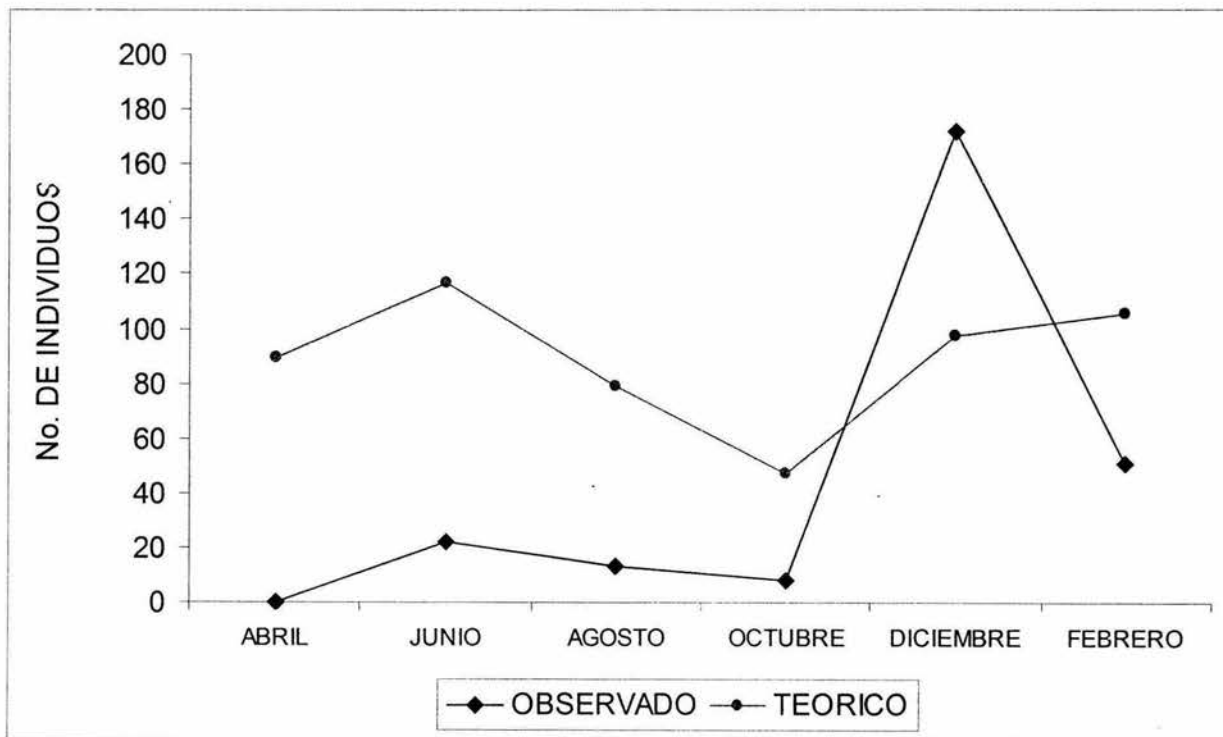


Figura 10. Variación observada y variación teórica de la abundancia de larvas de *Macrobrachium* spp. durante el período de muestreo en la Laguna Coyuca.

7. DISCUSIÓN

7.1. DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE *Atya margaritacea*

Junio y octubre fueron los meses de máxima captura de larvas, lo cual está altamente relacionado con los períodos de reclutamiento de juveniles que recibe la población de esta fase en el Río Coyuca. De acuerdo a Martínez (1994), existen dos períodos de reclutamiento, el primero de ellos, por importancia de individuos, se presenta entre octubre y diciembre; y el segundo tiene lugar en julio; para ambos casos es un mes después en que se registró la presencia de larvas en el presente estudio.

Todo ello justo en el período de mayor volumen de precipitación pluvial que en esta zona del Pacífico Mexicano, ocurre entre mayo y octubre (Lankford, 1974, INEGI, 1998).

Las larvas de *Atya scabra* del Río La Antigua presentaron un comportamiento similar en el sentido de que hubo presencia de larvas durante todo el año, y picos máximos durante la época de lluvia en aquella región del Estado de Veracruz (Capistrán, 1992).

Si se considera que estos organismos alcanzan su etapa de postlarva a los 42 días a temperatura de 28 °C en condiciones de laboratorio (Figuroa, 1997), y que el ritmo de crecimiento es 0.04 mm por día, entonces las larvas colectadas en este estudio, luego de 50 días de haber eclosionado, podrían formar parte de la población distribuida en el intervalo de 20 mm de longitud

total que Martínez (1994) establece como individuos indeterminados, y se cumple con la propuesta de dicho autor, de que cada clase de edad obtenida podría corresponder a dos meses a partir del momento de la metamorfosis de la primera fase juvenil.

De los 1,938 juveniles indeterminados, organismos menores a 20 mm de longitud que Martínez, *op. cit.*, capturó de febrero 91 a enero del 92, el 63 % de ellos fueron registrados en noviembre; es decir, un mes después; al que se ha considerado en este estudio como el mes de máxima producción larval.

Debido a que no estaba programado no se realizó el muestreo en el mes de noviembre, lo que permitiría mayor precisión para explicar la inclusión de que aquellas larvas que eclosionaron en junio y que lograron sobrevivir, podrían ser las que se incluyen como organismos indeterminados; para apoyar aún más la idea se mencionará que durante el mes de julio, Martínez, *op. cit.*, reportó la captura de gran cantidad de ejemplares pequeños que van de 6 mm a 10 mm de longitud total.

La gran mayoría de larvas de *Atya margaritacea* se localizó hacia la parte occidental de la laguna, y en específico en las estaciones próximas a la desembocadura del Río Coyuca, no es por el hecho de que ahí se presentaran las mejores condiciones ambientales sino por que eran individuos que habían sido arrastrados por la corriente del río, evento que no difiere con lo expresado por Román - Contreras (1991) para el caso de *M. americanum* que nunca ha sido reportado como adulto en el ambiente de la laguna pero sí en el sistema fluvial. Esta es una suposición basada en que nunca se ha registrado la captura

de adultos de *Atya margaritacea* en la laguna pero es habitante común del Río Coyuca.

En los meses de octubre y diciembre, hubo dos eventos importantes de mencionar. En la estación siete (Fig. 1), que se ubicó alejada a la desembocadura del Río Coyuca, se registraron a nivel de fondo dos organismos de *Atya margaritacea*, uno por mes. Si bien las larvas zoea I no son capaces de transportarse por su propia locomoción, aparentemente si les es posible alcanzar otras zonas mediante el arrastre de corrientes de agua. Sólo así se puede explicar su presencia en esta estación, que se caracterizó por ser la que presentó la menor abundancia de larvas capturadas durante todo el período.

El número de larvas capturadas por estación se presenta en la Tabla 1 y sigue un patrón de comportamiento muy peculiar. Como se puede observar, la estación cinco es la que presentó mayor cantidad de organismos, y con el menor número de ellos se ubicó la siete; y así, entre mas cerca a la desembocadura del río se encuentren las estaciones mayor será la captura, es decir, existe una relación directamente proporcional entre la cercanía a la desembocadura del río y el número de larvas.

Al igual que las larvas de *Macrobrachium*, éstas se presentaron en todo el período (Fig. 5); lo que significa que se comportan como la mayoría de las especies que habitan en climas tropicales, realizando un aporte constante de larvas aunque no todas superan la etapa zoea I.

7.2. DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE *Macrobrachium* spp.

El 87 % de organismos se capturó en el nivel superior de la columna de agua, incluidas las larvas de *Atya*, y un escaso número de individuos próximos al fondo; este hecho es una marcada diferencia respecto a los resultados obtenidos por Stubblefield, *et al.*, (1984) que registraron el mayor número de poslarvas de camarones y larvas de decápodo en el nivel de fondo, en su estudio realizado en el Lago Calcasieu, en el Estado de Louisiana, utilizando un equipo colector muy similar al empleado en la Laguna de Coyuca. La razón de la diferencia podría ser que en varios de los arrastres se observó el copo de la red con abundante detrito. Esta también podría ser la causa de que se registraron menos larvas en el fondo.

El grupo de *Macrobrachium* está constituido por mas de una especie y debe de tratarse de larvas de *M. americanum*, *M. acanthochirus*, *M. occidentale* y *M. digueti*, especies que han sido reportadas como adultos habituales en el ambiente fluvial (Román - Contreras, 1991).

A pesar de los ensayos de utilizar a las larvas obtenidas en laboratorio para lograr la diferenciación hasta el nivel de especie de todos los organismos capturados en el campo, ha de considerarse que la mayoría de las ellos no pertenecen a *M. tenellum*.

Así como Román – Contreras, *op. cit.*, mencionó la probabilidad de que las larvas de *M. americanum* del Río Coyuca sean arrastradas río abajo hasta la laguna y los juveniles, una vez transcurrida esa etapa remonten aguas arriba

para continuar con su ciclo de vida; en el presente estudio fue justo en la desembocadura del Río Coyuca donde se registró el 80 % de las capturas y probablemente la mayoría de esas larvas de *Macrobrachium* correspondan a las especies registradas en el sistema fluvial, y no precisamente a *M. tenellum*, que es el habitante permanente de la Laguna Coyuca.

La idea de que las larvas son arrastradas por la corriente hasta llegar a las desembocaduras de los ríos es una declaración de varios autores, entre ellos Holtschmit (1988) y Román - Contreras (1991).

Para el caso particular de *Atya margaritacea*, los picos de máxima captura de larvas están relacionados en tiempo con los eventos de reclutamiento observados por Martínez (1994); no así para los langostinos del género *Macrobrachium*. Uno de los hechos en que se ha basado la suposición de que la mayoría de las larvas de *Macrobrachium* capturadas durante este estudio no son de *M. tenellum*, es que los períodos de máxima captura de larvas no se relacionan con los períodos de reclutamiento de juveniles que esta misma especie ha presentado en la Laguna Coyuca.

Román – Contreras, *op. cit.*, obtuvo, para los meses de septiembre y octubre, un evidente reclutamiento de individuos menores de 20 mm capturados mediante red de cuchara; de los 330 organismos registrados por este autor en septiembre, el 73 % correspondió a individuos indeterminados menores a 20 mm de longitud total. Por lo tanto, se puede observar que no hay relación entre las fechas marcadas de máxima captura larval y las de reclutamiento de juveniles, por lo que se puede suponer que se trata de poblaciones distintas.

En este estudio el período de máxima captura fue en diciembre, no obstante que también se capturó un porcentaje importante de larvas en febrero, lo que difiere respecto a Román - Contreras (1979) quien mencionó para *M. tenellum*, que el tamaño mínimo de ingreso a la población fue de 20 mm de longitud total durante el mes de marzo en la Laguna de Tres Palos lo que, de acuerdo a sus observaciones, correspondió al período de reclutamiento de dicha especie. El mismo autor señaló que la frecuencia de captura de hembras ovadas correspondió al mes de octubre; aunque en 1991 él manifestó que el comportamiento de las poblaciones de *M. tenellum* en ambas lagunas es diferente.

Estas observaciones son otro soporte para manifestar que las larvas capturadas no corresponden exclusivamente a *M. tenellum*.

Existió menor cantidad de organismos capturados en la estación cuatro en comparación con la siete, por lo tanto, no hubo una relación directamente proporcional entre la cercanía a la desembocadura y el número de larvas de *Macrobrachium* spp.

Se podría considerar que las larvas registradas en la estación siete son parte de aquellas larvas que fueron arrastradas desde la zona cinco, debido a que su reporte coincide con el mes en que se registró el máximo valor de captura durante todo el período de muestreo (Fig. 5).

Será necesario contar con las descripciones morfológicas de las larvas de las diferentes especies de *Macrobrachium* que circundan el cuerpo lagunar Coyuca, para identificar hasta el nivel de especie las larvas capturadas en el

campo, aunque en el estudio de García (1989) el uso de ensayos multivariados para la determinación de larvas de *M. acanthurus* y *M. olfersii* Wiegmann, mencionó que el análisis de componentes principales tradicional y la función lineal discriminante mostraron su utilidad para la separación de estas dos especies pero en términos generales, para ambas técnicas, otros problemas se plantean cuando larvas de otras especies de *Macrobrachium* están presentes también en la muestra de organismos a determinar.

7.3. FAUNA ACOMPAÑANTE

En el presente estudio se capturó la máxima cantidad de larvas de *Penaeus* spp. en diciembre, el 66.42 % de ellas en la estación seis, que se localizó próxima a la barra de arena que divide la laguna de las aguas del Océano, no lejos de la desembocadura del río; los resultados obtenidos por Cortés - Guzmán y Martínez - Guerrero (1979) indican que noviembre y marzo son los meses con mayor abundancia de larvas de crustáceos decápodos en el Estero del Pozo en Nayarit, épocas en la que aparentemente ingresan las larvales de *Penaeus* spp. a las lagunas y esteros litorales del Pacífico Mexicano y aunque la Laguna Coyuca está ubicada mas hacia el sur, también forma parte de este litoral.

De igual manera, en estudios en las lagunas costeras del Estado de Chiapas, Secretaria de Pesca (1990) se indica que el repoblamiento de estas lagunas por nuevas generaciones de camarón es complejo. No obstante su llegada se encuentra bien definida a través de las bocas que comunican al Océano con los

sistemas estuarinos, detectándose como épocas de mayor incidencia los meses de marzo, mayo, junio, agosto y septiembre, con el 82 % del total anual.

De los 137 organismos capturados no se obtuvo la determinación de la especie, sin embargo muy probablemente podrían ser representantes de cualquiera de las especies de peneidos reportadas por Román - Contreras (1991); es decir, *Penaeus vannamei*, *Penaeus brevirostris* ó *Penaeus californiensis*, que de acuerdo a este autor, las larvas ingresan a la Laguna Coyuca cuando la boca se encuentra abierta y se adaptan a las condiciones de este cuerpo de agua para al cabo de seis a ocho meses, alcanzar un tamaño medio que es capturado por los pescadores.

Habría que recordar que durante el período de muestreos la barra de arena sólo se presentó abierta en el mes de agosto, lo que permitió el contacto de agua del mar con la laguna.

7.4. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

TEMPERATURA

Las lecturas de temperatura de la superficie del agua registrada durante el presente estudio fueron similares a los valores reportados Martínez (1994) en el Río Coyuca (25 °C a 34 °C).

En este trabajo de la Laguna Coyuca el registro de temperatura promedio mínima en el nivel del fondo fue 27.72 °C durante febrero a junio, similar al

valor obtenido en los estudios de laboratorio de Figueroa, *et al.*, (1997) que indican que un incremento en la temperatura indujo la maduración gonádica en las hembras de *Atya margaritacea* mantenidas en cautiverio, a excepción de aquellas que no se encontraban en la fase de intermuda, y que el tiempo de desarrollo embrionario a 28 °C es de 14.6 días mientras que a menor temperatura el tiempo aumenta casi 3 días.

Durante el mes de máxima captura de larvas de *Macrobrachium* spp. se registró una temperatura promedio de 28.43 °C; en un sistema de cultivo masivo de larvas de *M. tenellum* en condiciones de laboratorio, Cabrera, *et al.*, (1979) expresaron que la temperatura varió de 21.5 °C a 31 °C, con media de 28.65 °C y con una desviación estándar de 2.1 °C sin que tales condiciones térmicas puedan ser señaladas como óptimas. En los cultivos realizados en el laboratorio la eclosión de los huevos de *M. digueti* y *M. acanthochirus* ocurrió a 29.5 ± 0.5 °C. También en estudios de laboratorio, el desarrollo larval de *M. americanum* se realizó entre 29 °C y 30 °C (Mónaco, 1975). Así, los datos de la temperatura coinciden con los registros de varios autores para el desarrollo de larvas del género *Macrobrachium*.

SALINIDAD

Los registros de salinidad en las estaciones durante todo el período de muestreo indican que la Laguna Coyuca es un sistema oligohalino (Román - Contreras, 1991; Stuardo y Martínez, 1975). Este fenómeno se mantiene aún cuando la laguna presentó contacto con el mar durante el muestreo del mes de agosto.

Si bien algunos autores indican que la salinidad es un factor determinante para la sobrevivencia de las larvas, en condiciones de laboratorio Figueroa (1985), Araújo y Gomes (1988), Hunte (1979) y Cruz - Soltero y Alston (1992) señalan este parámetro como 15 ‰, 18 ‰, 30 ‰ y 30 ‰ para *Atya margaritacea*, *Atya scabra*, *Atya innocous* y *A. lanipes*, respectivamente; para los meses en que se realizaron los muestreos en la laguna el registro de salinidad fue cercano a 0 ‰ aún en el mes de agosto, cuando la barra de arena que separa la laguna del Océano Pacífico estaba abierta. Esta podría ser una de las razones del porqué sólo se registraron larvas zoea I, y habrá de considerarse que las larvas que habitan este cuerpo de agua mueren al no tener las concentraciones de sal requeridas para completar su desarrollo.

El estudio de correlación simple entre la salinidad y la abundancia de *A. scabra* realizado por Capistrán (1992) no muestra una relación significativa cuando los valores de salinidad oscilaron entre 0 ‰ y 35 ‰.

Es un hecho que la Laguna Coyuca no brinda las condiciones de salinidad óptimas para el desarrollo de las larvas del género *Atya*.

Los bioensayos para determinar los requerimientos de salinidad de las larvas de *M. carcinus* realizados por Graziani, *et al.*, (1995) indican que las preferencias de salinidad no son constantes a lo largo de los diferentes estados ontogenéticos, por lo que sugieren que la primera fase larval migra de agua dulce hacia agua salobre conforme mas tiempo de vida tienen.

No se ha registrado evidencia de los requerimientos de salinidad de las larvas de *M. tenellum*; sin embargo, los reportes de salinidad de la Tabla 3 indican que en las estaciones ubicadas en la Laguna Coyuca nunca se

presentaron valores mayores a 1 ‰. Si bien las larvas de otras especies del género *Macrobrachium* requieren de un aumento gradual de salinidad en su ambiente para desarrollarse, no es la misma situación para las larvas de *M. tenellum* que se desarrollan hasta el estado adulto en la Laguna Coyuca.

Sin olvidar que se trata de un estudio realizado con organismos adultos de *M. tenellum* han de mencionarse que los resultados de Signoret y Soto (1997), quienes de acuerdo a la presión osmótica interna en las diferentes salinidades que ellos analizaron, los organismos estudiados de esta especie se comportaron como un individuo hiperregulador en salinidades de 0 a 20 ‰, y cuando la salinidad osciló de 0 a 10 ‰, la concentración osmótica de la hemolinfa aumentó progresivamente a medida de que aumentó la concentración osmótica externa. **IZT.**

Este factor de regulación osmótica sugiere que podría ser determinante para que las larvas de *M. tenellum* se desarrollen con éxito dentro de la Laguna Coyuca aún con baja salinidad.

OXÍGENO DISUELTO



Este parámetro, aunado a la baja salinidad y a la temperatura del agua, que no llegó a ser mayor de 32 °C, permitió que las larvas tuvieran el oxígeno disuelto necesario. La Tabla 3 muestra que el valor mas bajo fue de 3.96 mg/l y el mayor fue de 9.34 mg/l.

El estudio de Gasca – Leyva, *et al.*, (1991) demostró que la tasa de consumo de oxígeno de juveniles de *M. acanthurus* presenta un incremento

proporcional con la temperatura, y que la tasa de respiración disminuye cuando la salinidad es mayor; este efecto es mas marcado a bajas temperaturas y virtualmente ausente a 35 °C. Uno de los estudios que dichos autores realizaron presentan condiciones similares a las de la Laguna Coyuca durante el período de muestreo, es decir, a 25 °C de temperatura y 0 ‰ de salinidad el resultado observado es que la tasa de respiración es alta cuando se presenta entre 6 a 8 mg/l de oxígeno disuelto y los organismos no hacen ningún intento por regular la cantidad de oxígeno que consumen.

Estudios referentes a larvas del género *Atya* no fueron consultados, pero Hobbs y Hart (1982) sugieren la posibilidad de que la concentración de oxígeno es el factor físico mas importante en el ambiente acuático que determina la presencia o ausencia de esta especie en México.

Las observaciones realizadas en el presente no permitieron establecer puntos de referencia y hacer una discusión válida sobre el particular.

PROFUNDIDAD

Este parámetro mantuvo sus máximos valores en los meses en que la incidencia de lluvias y arrastres de agua fueron mayores; este hecho mantiene estrecha relación con la cantidad de larvas del género *Atya* registradas en las zonas próximas a la desembocadura del río.

Román – Contreras (1991) y Martínez (1994) mencionaron la presencia de este decápodo en el Río Coyuca, por lo que se presume que las larvas capturadas son aquellas que fueron transportadas por la corriente del río y depositadas en la laguna.

Entre la carcinofauna que Román - Contreras, *op. cit.* menciona como presente y que comparte el hábitat con *M. tenellum* en la Laguna Coyuca, se tienen adultos y juveniles de *Atya margaritacea*, pero éstos no son integrantes permanentes de la fauna de acompañamiento.

Las condiciones en el río durante estos últimos 11 años podría haberse modificado por sucesos tales como huracanes o tormentas que cambian los patrones de distribución de los organismos, como fue el caso de *Atya lanipes* en Puerto Rico, donde las poblaciones de las zonas altas del río se vieron mermadas después del paso de un huracán, y las poblaciones de las zonas medias del río pasaron a tener mayor abundancia luego de este fenómeno meteorológico. Este suceso fue reportado por Covich, *et al.*, en 1991.

En observaciones realizadas en el laboratorio las larvas zoea I de *Macrobrachium* y *Atya* no son capaces de trasladarse de un extremo a otro del acuario, y mucho menos ir en contra de la corriente que genera una pequeña bomba de aire portátil, sólo se desplazan en sentido vertical; así podría explicarse que el movimiento horizontal de las larvas en el campo está condicionado por el arrastre de agua.

7.5. RELACIÓN ABUNDANCIA - PARÁMETROS

Tal y como se mencionó en la metodología, para tratar de describir la relación que tiene la abundancia de larvas de *Atya margaritacea* y *Macrobrachium* spp. con la temperatura, pH y oxígeno disuelto se obtuvo un modelo que predice la variación de la abundancia de las larvas capturadas (Y) en función de la temperatura, pH y oxígeno disuelto.

$$Y = 15048.38852 - 100.7534952 X_1 - 1783.066329 X_2 + 445.4854363 X_3$$

Coeficiente de correlación de larvas de *Atya margaritacea* igual a 0.955955162

La abundancia teórica se ajusta muy bien a lo observado en el campo con un 95 % de certeza de que los parámetros analizados contribuyen a la distribución de larvas de *Atya margaritacea* en la Laguna Coyuca. La figura 9 muestra que el número de individuos observada se parecen mucho a la variación teórica. En todo momento los valores teóricos son mayores a los observados.

Referente a la relación de larvas de *Macrobrachium* spp. (Y) con la temperatura, pH y oxígeno disuelto se obtuvo:

$$Y = -409.6910143 + 7.046490617 X_1 + 54.9783448 X_2 - 22.47743046 X_3$$

Coeficiente de correlación de larvas de *Macrobrachium* spp. igual a 0.29752052

Para este caso la figura 10 muestra que el modelo multirregresivo resultó no ser tan predictivo para relacionar la influencia de estos parámetros con la abundancia, pues su valor de 29 % apenas podría indicar la asociación que hay entre la temperatura, pH y oxígeno disuelto con la abundancia observada, quedando sin explicación estadística más del 70 % del comportamiento de este grupo de organismos.

8. CONCLUSIONES

1. La aportación de larvas de *Atya margaritacea* al sistema fue continuo, teniendo valores máximos en los meses de junio y octubre.
2. La aportación de larvas de *Macrobrachium* al sistema fue continuo, teniendo valores máximos en los meses de diciembre y junio.
3. Para ambos géneros el período de máxima producción de larvas se presentó en los meses de lluvias.
4. Por su abundancia, las larvas de *Atya margaritacea* fue el grupo dominante con respecto a las larvas de *Macrobrachium* spp.
5. La mayor densidad de larvas en la laguna se localizó en la proximidad de la desembocadura del Río Coyuca.
6. Las larvas zoea I de *Atya margaritacea* y las larvas de *Macrobrachium* spp. en la Laguna Coyuca presentan la característica de ojos sésiles en su primera fase larval, al igual que las otras larvas conocidas del género.
7. No se encontró diferencia estadística significativa entre el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos estudiados a nivel de la superficie y próximo al fondo de la laguna.

8. La distribución de larvas de *Atya margaritacea* en la Laguna Coyuca estuvo relacionada significativamente con el comportamiento de la temperatura del agua, pH y oxígeno disuelto y estos tres, en su conjunto, pueden establecer con 95 % de probabilidad su distribución en la laguna.

9. La distribución de larvas de *Macrobrachium* spp. en la Laguna Coyuca no está estadísticamente relacionada con los parámetros fisicoquímicos evaluados.

10. Se registró la máxima presencia de larvas de *Penaeus* spp. en la estación 6 en el muestreo de diciembre, cuando la barra de arena estuvo cerrada.

9. LITERATURA CITADA

Araújo, A. F. y Gomes M. 1988. O completo desenvolvimento do camarão *Atya scabra* (Leach) (Crustaceana: Decapoda: Atyidae), cultivado em laboratório. Arq. Ciên. Mar, 27: 127 – 146.

Bate, C. S. 1868. On a new genus, with four new species, of freshwater prawns. Proc. Zool. Soc. Lond. 363 – 368. plates 30 & 31.

Cabrera - Jiménez, J. A., C. Chávez y C. Martínez. 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el laboratorio. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México 50, Ser. Zoología (1): 127 –152.

Capistran B., A. 1992. Ocurrencia larval de *Potimirim mexicana* (De Saussure) y *Atya scabra* (Leach) (Decapoda: Atyidae) en el estuario del Río la Antigua. Tesis Profesional. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 20 p.

Choudhury, P. C. 1970. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), reared in the laboratory. Crustaceana, 18 (2): 113 – 132.

Choudhury, P. C. 1971. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.), reared in the laboratory (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana, 20 (1): 51 – 69.

Cortés - Guzmán, A. S. y A. Martínez – Guerrero. 1979. Identificación y cuantificación de larvas pediveliger de *Crassostrea corteziensis* Hertlein y balánidos, en el plancton de dos esteros de San Blas, Nayarit, Pacífico de México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 6 (1): 37 – 52.

Covich, A. P., T.A. Crowl, S.H., Johnson, D., Varsa and D.L., Certain. 1991. Post – Hurricane Hugo increases in atyid shrimp abundances in a Puerto Rican montane stream. Biotropica 23 (4^a) : 448 – 454.

Cruz – Soltero, S. and D. E. Alston. 1992. Larval rearing of two decapod freshwater shrimp, *Atya scabra* (Leach) and *A. lanipes* (Holthuis) in the laboratory. Journal of Shellfish Research, Vol. 11 (1) : 193.

Dobkin, S. 1971. A contribution to knowledge of the larval development of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana, 21 (3): 294 – 297.

Durán, A., A. Cisneros, M. Fernández, J. Gersenowies, S. Meraz y A. Vargas. 1986. Manual de Técnicas Estadísticas. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. U.N.A.M. México. 140 p.

Figuroa L., G. 1985. Algunos aspectos de la biología de *Atya margaritacea* (Decapoda: Atyidae). Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México. 30 p.

Figuerola L., G., M. C. Hernández R. y R. Ramírez G. 1997. Reproducción y crecimiento larvario de *Atya margaritacea* (Milne - Edwards) (Decapoda: Atyidae) en condiciones de laboratorio. *Zoología Informa. I.P.N.* (36 - 37): 83 – 93.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda edición. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México. 246 p.

García P., J. A. 1989. Ensayos multivariados para la determinación de larvas de *Macrobrachium acanthurus* (Wieg. 1836) y *M. olfersii* (Wieg. 1836). Tesis Profesional. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 37 p.

García - Pérez, J. A. y Z. Chávez – Alarcón. 1991. Aplicación de la función lineal discriminante para la determinación de larvas de *Atya scabra* (Leach) y *Potimirim mexicana* (De Saussure) (Decapoda: Atyidae). Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología. Merida, Yucatán, México.

Gasca - Leyva, J.F. E., Martínez - Palacios, C.A. and Ross, L.G. 1991. The respiratory requirements of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann) at different temperatures and salinities. *Aquaculture*, 93 191- 197.

Graziani, C. A., M. de Donato y K. S. Chung. 1995. Salinidades óptimas en larvas y postlarvas de *Macrobrachium carcinus* (L.) Decapoda: Palaemonidae). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente*, 34 (1y 2): 33 – 40.

Hobbs, H.H., Jr. & C. W. Hart, Jr. 1982. The shrimps genus *Atya* (Decapoda: Atyidae). Smithsonian Contributions to Zoology, 364: 143 p.

Holtzman M., K.H. 1988. Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. Segunda edición. Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero. México. 132 p.

Hunte, W. 1975. *Atya lanipes* Holthuis, 1963, in Jamaica, including taxonomic notes and description of the first larval stage (Decapoda: Atyidae). Crustaceana 28 (1): 66 - 72.

Hunte, W. 1977. Laboratory rearing of the atyid shrimp *Atya innocous* Herbst and *Micratya poeyi* Guérin – Ménéville (Decapoda, Atyidae). Aquaculture, 11: 373 – 378.

Hunte, W. 1979. The complete larval development of the shrimp *Atya innocous* (HERBST) reared in the laboratory (Decapoda: Atyidae). Crustaceana, Suppl., 5, 231 – 242.

INEGI. 1998. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. México. 524 p.

Lankford R., R. 1974. Descripción general de la zona costera Guerrero y Michoacán. Subprograma de geología. Primera y segunda etapa del programa de uso de la zona costera en Michoacán y Guerrero. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 42 pp.

Luna M., M. de L. 1989. Aspectos biológicos de *Potimirim mexicana* (Saussure, 1857) bajo la influencia estuarina del Río la Antigua, Mpio. de la Antigua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. 23 p.

Martínez M., M. 1994. Aspectos biológicos y ecológicos de *Atya margaritacea* A. Milne Edwards (Decapoda, Atyidae) en el Río Coyuca, Guerrero. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. U.N.A.M. México. 55 p.

Mónaco, G. 1975. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium americanum* (Bate). *Aquaculture*, 6: 369 – 375.

Pérez – Chi, A. 1991. Observaciones sobre la biología del langostino *Macrobrachium americanum* en cautiverio. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 34: 123 –143.

Ramírez, G., R. 1952. Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras cercanas a Acapulco, Gro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 13 (1 - 4): 199 - 218.

Román – Contreras, R. 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 6 (2): 137 – 160.

Román – Contreras, R. 1991. Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda. Palaemonidae) en la Laguna Coyuca, Guerrero, Pacífico de México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 18 (1): 109 – 121.

Secretaría de Pesca. 1990. Bases para el ordenamiento costero – pesquero de Oaxaca y Chiapas (aspectos generales). 219 p.

Secretaría de Programación y Presupuesto (S.P.P.). 1981. Atlas nacional del medio físico. Primera edición. 224 pp.

Signoret P. Brailovsky, G. y G. E. Soto. 1997. Comportamiento osmorregulador de *Macrobrachium tenellum* y *Macrobrachium acanthurus* (Decapoda: Palaemonidae) en diferentes salinidades. Rev. Biol. Trop., 45 (3): 1085 – 1091.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Res. Bd. Can. 167.

Stuardo, J. y A. Martínez. 1975. Resultados generales de una prospección de los recursos biológicos y pesqueros del sistema lagunar costero de Guerrero, México. Acta Politécnica Mexicana, 16 (72): 92 – 115.

Stubblefield, C. L., C. M. Lascara and M. Vecchione. 1884. Vertical distribution of zooplankton in a shallow turbid estuary. Contributions in Marine Science. 27: 93 – 104.

Yáñez - Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas con bocas efímeras del Pacífico de México. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Publ. Esp. 2: 306 pp.

Walpole, R.E., R. H. Myers and S. L. Myers. 1999. Probabilidad y estadística para ingenieros. Sexta edición. Prentice – Hall Hispanoamericana, S.A. México. 752 p.