



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DE  
Atya margaritacea A. MILNE EDWARDS  
(DECAPODA, ATYIDAE) EN EL RÍO COYUCA,  
GUERRERO.**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**B I O L O G O**

**P R E S E N T A :**  
**MARIO MARTINEZ MAYEN**



**LOS REYES IZTACALA**

**1994**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la memoria de mis padres y mi abuelita:

LOURDES MAYEN ARGUETA  
MARIO MARTINEZ YANEZ  
ISABEL ARGUETA MERCADO

A mi abuelito:

JUAN MAYEN ROMERO, por ser como un padre para mí.

A mis tías:

ISABEL, ROSA, DOLORES y ROCIO; con todo el cariño del mundo y porque les debo mucho.

A mis tíos:

JOSE, ADOLFO, JUAN Y EDUARDO

A mi hermano ARTURO y mi prima ALMA ISABEL

Con afecto y cariño a los amigos y compañeros de la FES-CUAUTITLAN

A mis amigos Elena, Pedro, Gilberto, Lucía, Juan Carlos, Jesús, Verónica, Lulú, Irma y Magda, así como a todos los demás compañeros de la ENEP-Iztacala.

A mis compañeros y amigos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.

De manera muy especial a mis amigos Guillermo, Felipe, Luis Alberto, Sergio, José Gabriel, Jesús, Jorge, Gabriel y Marcos, por la amistad brindada en todo momento.

A Susana por ser como es...

#### AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ramiro Román Contreras por la asesoría y facilidades brindadas en la realización de este trabajo, así como al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por el apoyo otorgado.

A los integrantes del jurado: M. en C. Jonathan Franco López, Biól. Ma. de los Angeles Sanabria Espinosa, M. en C. Arturo Rocha Ramírez y Biól. Sergio Cházaro Olvera por sus atinados consejos y observaciones.

A las siguientes personas:

M. en C. Zoila Castillo R., por la determinación de los moluscos.

Biól. Elizabeth Mejorada y al Dr. Enrique González S. por la determinación de la entomofauna acuática.

Biól. Daniel Ocaña N. por la determinación de algunas plantas.

Una parte importante de la literatura fué proporcionada por mi buen amigo el Biól. Ascención Capistrán Barradas. También deseo agradecer sinceramente al Dr. H. Hobbs Jr. y al Dr. L. B. Holthuis el envío de algunos artículos.

Al Sr. Gorgonio y Familia por su valiosa colaboración en la colecta de los organismos, así como por su amable hospitalidad en Coyuca de Benítez.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVOS.....	7
AREA DE ESTUDIO.....	8
GENERALIDADES.....	11
METODOLOGIA.....	14
RESULTADOS.....	19
CARACTERES SEXUALES.....	19
COMPOSICION SEXUAL.....	19
MADUREZ SEXUAL.....	19
PERIODO REPRODUCTIVO.....	20
FECUNDIDAD.....	20
DESCRIPCION DEL HABITAT.....	22
FAUNA ACOMPAÑANTE.....	24
ESTRUCTURA POBLACIONAL.....	26
CRECIMIENTO.....	29
DISCUSION.....	31
CONCLUSIONES.....	45
RECOMENDACIONES.....	47
LITERATURA CITADA.....	48

## RESUMEN

*Atya margaritacea* es una especie que tiene una amplia distribución en las costas del Pacífico Americano, a pesar de ello, no se han realizado trabajos que contribuyan al conocimiento de su biología y estructura poblacional, por lo cual el presente estudio se avoca a la revisión de tales aspectos, así como a la descripción del hábitat. Se realizaron 11 muestreos comprendidos entre febrero de 1991 y enero de 1992, en dos estaciones ubicadas en la parte baja del Río Coyuca, colectándose un total de 3067 especímenes. El hábitat preferencial de *A. margaritacea* ocurre en zonas de corriente rápida donde predomina el sustrato rocoso, los juveniles de menos de 30 mm de L. T. se establecen en las raíces de la vegetación riparia y en las plantas acuáticas. Entre la fauna que coexiste con la especie estudiada, se encuentran desde insectos hasta peces, siendo el crustáceo del género *Macrobrachium* el más abundante. La proporción de sexos favoreció a los machos en una razón de 1.2 por cada hembra. En base a la presencia de hembras ovadas durante todo el año se considera que la reproducción es continua dándose el máximo período reproductivo en la temporada de lluvias. Por otra parte, la talla mínima de madurez sexual en la población se registra a los 32 mm de L.T. encontrando que el número de huevos producidos por hembra varía entre 1500 y 18,300, por lo que la ecuación:  $F = 4.9125 \times 10^{-3} L^{3.6522}$  define el comportamiento de la fecundidad con respecto al tamaño de las hembras. El principal período de reclutamiento se extiende de octubre a diciembre, al parecer favorecido por la disminución en el volumen del río. Mediante el modelo de von Bertalanffy se obtuvo una longitud máxima teórica de 112.4593 mm y un peso máximo de 48.3574 g. El valor de la pendiente obtenido en la ecuación longitud total-peso (3.4467), sugiere que *A. margaritacea* presenta crecimiento alométrico.

## INTRODUCCION

Los rios son importantes sistemas epicontinentales que juegan un papel destacado en las actividades sociales y económicas de las poblaciones donde se encuentran; comúnmente se les define como cuerpos acuáticos en los cuales los factores físicos, químicos y biológicos cambian desde su nacimiento hasta su desembocadura (Petts, 1984).

Ecológicamente revisten gran importancia porque actúan como áreas de alimentación, reproducción y refugio para algunas poblaciones de peces, insectos y un apreciable número de macroinvertebrados que son aprovechados como recurso alimenticio a nivel regional (Walker y Ferreira, 1985).

Entre estos últimos se encuentran los palemónidos, que han sido objeto de numerosos estudios encaminados principalmente a tratar aspectos biológicos, ecológicos y acuaculturales, dejando a un lado a otros grupos de crustáceos dulceacuicolas que también son importantes en las diferentes cuencas hidrográficas del país y que aún no han sido bien evaluados a pesar de los estudios que se han llevado a cabo en los últimos años (Villalobos y Nates, 1990).

Un ejemplo lo constituyen los organismos de la familia Atyidae, la cual está representada en el país por los géneros *Atya*, *Potimirim* y *Typhlatya* (Villalobos, 1982). En particular, el género *Atya* se distribuye en ambas vertientes de México y hasta la fecha se han reportado las siguientes especies: *Atya scabra* para ambos litorales, mientras que en la vertiente del Pacífico se distribuyen *Atya crassa*, *Atya ortmannioides* y *Atya margaritacea*, de la cual se ocupa el presente trabajo.

A estos organismos se les conoce con distinto nombre según la región donde habitan; en Veracruz se les denomina "chacales" (Villalobos, 1943) y camarón camacuto (Morales et al, 1987); "congas" y "burritas" en Oaxaca (Figueroa, 1985), mientras que en Guerrero se les llama "pichotas", "burritas" y "camarón cascarudo".

*Atya margaritacea* es un componente faunístico muy abundante en el Río Coyuca y no se vislumbran riesgos que pongan en peligro su existencia en la zona (Román, 1991). En su forma adulta viven debajo de las rocas donde se resguardan de la fuerza de la corriente; en sus fases juveniles buscan la protección de las raíces y plantas que se desarrollan en el río; parte de su desarrollo embrionario tiene lugar cerca de la costa para migrar posteriormente río arriba como en el caso de algunos langostinos. Alcanza los 98.5 mm de longitud total,

por lo que es aprovechado regionalmente para el consumo humano.

Al igual que otros átyidos, desempeña un papel de considerable importancia ecológica ya que es altamente capaz de filtrar una amplia cantidad de detritus orgánico derivado principalmente de las hojas y raíces de las plantas tanto del río como de su entorno, transformando de esta forma la energía del detritus en energía aprovechable por niveles tróficos superiores (Covich, 1988), además de ser considerados como indicadores de la calidad y capacidad biogénica de las aguas lóaticas (Figueroa, 1985).

A pesar de lo anterior, la información que existe sobre esta especie es muy escasa, principalmente en lo que concierne a su biología y ecología, tal información es necesaria para un más completo entendimiento y su posible aprovechamiento. Es por ello que en la presente contribución se han desarrollado algunos aspectos básicos sobre la biología y dinámica poblacional de *A. margaritacea* de material procedente del Río Coyuca, Guerrero.

Este estudio puede ser de interés para posibles comparaciones entre los diferentes núcleos de población que presenta la distribución de esta especie. Por otra parte podrá servir para realizar comparaciones con resultados que se obtengan cuando se recurra a condiciones experimentales, con el fin de reforzar los criterios sobre la validez de los mismos. De igual manera se pretende con este trabajo, fomentar el interés por la diversa carcinofauna dulceacuicola del país que aún no ha sido del todo estudiada.

## ANTECEDENTES

Los primeros reportes de la existencia de especies pertenecientes al género *Atya* son las de Marcgrave (1648), quién presentó una breve descripción de un camarón denominado "Guaricuru", en Brasil, y que después sería identificado como *A. scabra*.

Leach (1815) establece el género *Atya* que posteriormente da nombre a la familia, a los ejemplares colectados los denomina como *Atya scaber* pero no hace mención de la localidad exacta donde los colectó; posteriormente (1816) Wiegmann propuso el nombre de *A. mexicana* a un espécimen procedente de México, y A. Milne-Edwards, en 1864, realiza por vez primera una revisión de la familia Atyidae en la cual describe a *A. margaritacea* como una nueva especie. Bouvier (1904) publica una revisión general de los átyidos e incluye la descripción de dos especies africanas: *A. africana* y *A. intermedia* y coloca a *A. margaritacea* en sinonimia con *A. scabra* y *A. rivalis*; en 1909 describe los átyidos de Cuba, y en 1913 desarrolla una publicación acerca de la clasificación de la familia Atyidae (citados en Hobbs y Hart, 1982 y Villalobos, 1982). El mismo autor (1925) realiza una monografía donde describe las variaciones y la distribución geográfica de la familia.

Chace y Hobbs (1969) se refieren a los decápodos terrestres y dulceacuícolas de las Indias Occidentales con especial referencia a los de la República Dominicana, donde dedican un capítulo a los átyidos aportando información completa de los géneros y especies de esa isla, además de presentar una clave para géneros y especies.

Hunte (1975) describe el primer estadio larval de *A. lanipes* en Jamaica e incluye notas taxonómicas de la especie, y en 1977 y 1979 describe el desarrollo de *A. innocous* en laboratorio, obteniendo el desarrollo larval a salinidades de 30 ‰, mencionándola como una especie susceptible de emplearse con fines acuaculturales.

Fryer (1977) estudió la morfología funcional y ecología de los átyidos en la República Dominicana, poniendo especial énfasis en los mecanismos de alimentación y la adaptación de los organismos a los medios lóticos.

Felgenhauer y Abele (1982) estudiaron el apareamiento de *A. innocous* en acuarios reportando que todo el proceso se desarrolla en 40 minutos aproximadamente; en este mismo año Hobbs y Hart publican una monografía del género *Atya* donde abordan aspectos descriptivos, distribución, ecología, ciclo de vida y notas sobre los aspectos importantes de su biología en general. En el mismo trabajo los autores

hacen mención de *A. margaritacea* y observan que existe proporcionalidad entre la longitud y la fecundidad.

Las investigaciones de Felgenhauer y Martin (1983) sobre la fauna carcinológica de Panamá los llevan a describir una nueva especie que denominan *A. abeleti*, y en 1985 el primer autor realiza un estudio sobre las estructuras alimentarias de *A. innocuus* y *Potimirim glabra* en el cual discute la filogenia de estos organismos.

Por su parte, Holthuis (1986) presenta una revisión de los átyidos de Colombia con breves notas taxonómicas y su distribución, donde menciona a *A. margaritacea* y describe una nueva especie que denomina *A. limnetes*.

Con respecto a las publicaciones y trabajos realizados en nuestro país, fué el Dr. Villalobos el pionero en la investigación con los organismos de esta familia; en 1943 lleva a cabo el estudio morfológico de *A. scabra* y posteriormente (1955) describe a *A. ortmannioides* de ejemplares procedentes de Michoacán. En 1959 estudia algunas especies del género *Potimirim* y describe una nueva especie con material proveniente del Río Ariró, Brasil, la cual denomina *P. brasiliana* y que tiempo después quedaría como sinónima de *P. glabra*. Finalmente en 1982, al llevar a cabo un estudio sobre la biota acuática de México y América Central, dedica un capítulo a los decápodos dulceacuicolas, recabando vasta información de cada uno de los géneros que comprenden la familia Atyidae.

Es hasta 1956 cuando aparece el primer trabajo de ecología poblacional sobre *A. scabra*, realizado en México por Darnell en el Río Sabinas, Tamaulipas, que viene a ser una de las contribuciones más importantes a la biología del género.

Más recientemente Figueroa (1985) desarrolla un estudio sobre algunos aspectos básicos de la biología de *A. margaritacea* y pone mayor atención al desarrollo larval obtenido en el laboratorio, así como a la elaboración de dietas para el mantenimiento de reproductores y sus larvas. Morales et al. (1987) realizan un trabajo donde discuten aspectos biológicos y la distribución actual de *A. scabra* en diversas localidades de la zona costera del Golfo de México y Puebla.

Cubillas et al. (1989) llevaron a cabo un estudio de dinámica poblacional sobre *A. scabra* en el Río La Antigua, Veracruz, e incluyen aspectos de crecimiento y relaciones morfométricas. Luna (1989) estudia la biología de *Potimirim mexicana* en la zona estuarina del mismo río, donde aborda los aspectos reproductivos y su relación con algunos parámetros fisicoquímicos. García y Chávez (1991) obtienen un

criterio de decisión matemática para distinguir larvas colectadas en el campo de *A. scabra* y *P. mexicana*, mediante la realización de un análisis multivariado aplicado a caracteres morfométricos en larvas zoea 1 obtenidas en el laboratorio.

Román (1991) al llevar a cabo estudios ecológicos en poblaciones de *Macrobrachium tenellum* en la Laguna de Coyoaca, menciona a *A. margaritacea* como un componente importante de la carcinofauna del Río Coyoaca y del área en general.

Finalmente, Capistrán (1992) trata de elucidar la distribución y ocurrencia larval de *P. mexicana* y *A. scabra* en el estuario del Río La Antigua, Veracruz, observando que la presencia larvaria ocurre en cantidad considerable durante casi todo el año, suponiendo que el período reproductivo es continuo.

## OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son determinar el comportamiento de una población de *A. margaritacea* en el Río Coyuca, Guerrero, a través del período comprendido entre febrero de 1991 y enero de 1992, así como llevar a cabo una descripción del hábitat de la especie, para lo cual se plantean los siguientes objetivos particulares:

- 1.- Describir y proporcionar información ecológica del hábitat de *A. margaritacea*, así como de la fauna de acompañamiento colectada.
- 2.- Obtener información sobre los principales aspectos reproductivos y sexuales que incluyen:
  - Proporción sexual
  - Estimación de las épocas de reproducción
  - Fecundidad
- 3.- Elaborar un modelo que describa y permita determinar el tipo de crecimiento de la especie a partir de la longitud total (l.t.), longitud del cefalotórax (l.c.) y peso (g).
- 4.- Analizar la estructura poblacional y la abundancia mensual.

## AREA DE ESTUDIO

El Estado de Guerrero se localiza en la parte sur de la República Mexicana y se caracteriza por presentar un sistema lagunar costero conformado por una franja alargada, estrecha y paralela a la costa del Océano Pacífico que se extiende desde el parteaguas de la Sierra Madre del Sur hasta el mar, y desde el Río Balsas en el límite noroeste con el Estado de Michoacán hasta Punta Maldonado en el límite suroeste con el Estado de Oaxaca. Dentro de esta zona litoral se destaca la presencia de varias lagunas que de norte a sur son las siguientes: Potosí, Salinas del Cuajo, Nuxco, El Tular, Mitla, Coyuca, Tres Palos, Tecomate, Chautengo y Salinas de Apozahualco (Román, 1991).

El flanco costero se encuentra delimitado por la Sierra Madre del Sur de la cual se derivan otras sierras y eminencias notables como las sierras de Coalcoman, Cuchilla, Malinaltepec y Mihuatlán; las Cumbres de la Tentación, el Cerro de Teotepec y el Macizo de Tlacotepec (Nañón, 1985). En las tierras bajas de la serranía se encuentran establecidas varias poblaciones de importancia, una de las cuales es Coyuca de Benítez, este municipio se localiza al suroeste de Chilpancingo, formando parte de la región denominada como Costa Grande, que tiene su inicio en el delta aluvial del Balsas hasta la bahía rocosa de Acapulco.

Se presentan tres tipos de relieve en este municipio: el 80% de zonas accidentadas, el 10% de zonas semiplanas y el restante 10% de zonas planas; cuenta con elevaciones montañosas entre las que destacan el Cerro de la Cieneguita y Pueblo Viejo, además de las "Tres Tetas" las cuales corresponden al Cerro de los Alzados, el Cerro del Veladero y el Cerro Teta del Panochero (Secretaría de Gobernación del Estado de Guerrero, 1988).

Los suelos se clasifican como chernozem o negros y estepa-pradera con descalcificación, los primeros se consideran aptos para el desarrollo de la agricultura y los segundos son propicios para la explotación ganadera y forestal (Secretaría de Gobernación del Estado de Guerrero, 1988).

Delgadillo (1986) señala que de acuerdo a Thornwaite, la región de Coyuca presenta un clima de tipo B(i)p) A(a) donde:

B = húmedo

A(a) = caliente sin invierno

i = invierno seco

p = primavera seca

De lo anterior se puede decir que no se presentan estaciones anuales bien marcadas, pero si una época de lluvias y otra de secas, siendo la temperatura relativamente constante durante todo el año con promedio de 26.3 °c .

En octubre comienza el decremento de las lluvias escaseando en febrero, marzo y abril e incrementándose desde junio hasta agosto durante la persistencia de los vientos marinos del sureste. En septiembre, debido al efecto de los ciclones, se produce la mayor precipitación (Delgadillo, 1986).

La vegetación circundante hasta el momento reportada en la literatura indica que ésta se encuentra representada por bosque tropical caducifolio y el denominado bosque tropical subcaducifolio, de los cuales algunas especies son las siguientes: *Bursera coyucensis*, *Lysiloma acapulcensis*, *Orbignya guayacule*, *Brosimum alicastrum*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Licania arborea*, entre otras (Granados, 1980).

Por otro lado, los rasgos hidrográficos principales de la región lo conforman el Río Coyuca y la laguna del mismo nombre, así como la Laguna de Mitla en la zona cercana.

El Río Coyuca, sistema de estudio del presente trabajo, se origina en la serranía en una zona de superficie muy accidentada conocida con el nombre de Arroyo Pintada, a unos 2800 m sobre el nivel del mar; recibe las aportaciones del Río Santiago, Arroyo Camotal y de varios afluentes secundarios (SARH, 1970). El área de su cuenca es de 1303 km<sup>2</sup> y su desarrollo longitudinal alcanza los 68 km; el hecho de que la planicie costera sea muy angosta origina que su pendiente media sea de 0.0412, siendo muy acentuada en su nacimiento, lo que indica que se trata de una corriente muy impetuosa, con un volumen de descarga anual de  $975.6 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Mañón, 1985).

En su recorrido destacan las localidades de Huapanguillo, Las Hamacas, Las Compuertas y Aguas Blancas. Atraviesa la población de Coyuca de Benítez y 8 km aguas abajo se une con el Arroyo de las Cruces formando un estero denominado Canal del Carrizal que se presenta hacia el borde de sotavento de la barra arenosa denominada Mitla, la cual se abre dos veces al año (Lankford, 1975). Este canal meándrico tiene una longitud de 17 km, disponiéndose a ambos lados del río; hacia el occidente funciona como enlace de la Laguna de Mitla al nivel del poblado, llamado El Carrizal, mientras que al oriente permite la comunicación con la Laguna de Coyuca (Fig. 1)

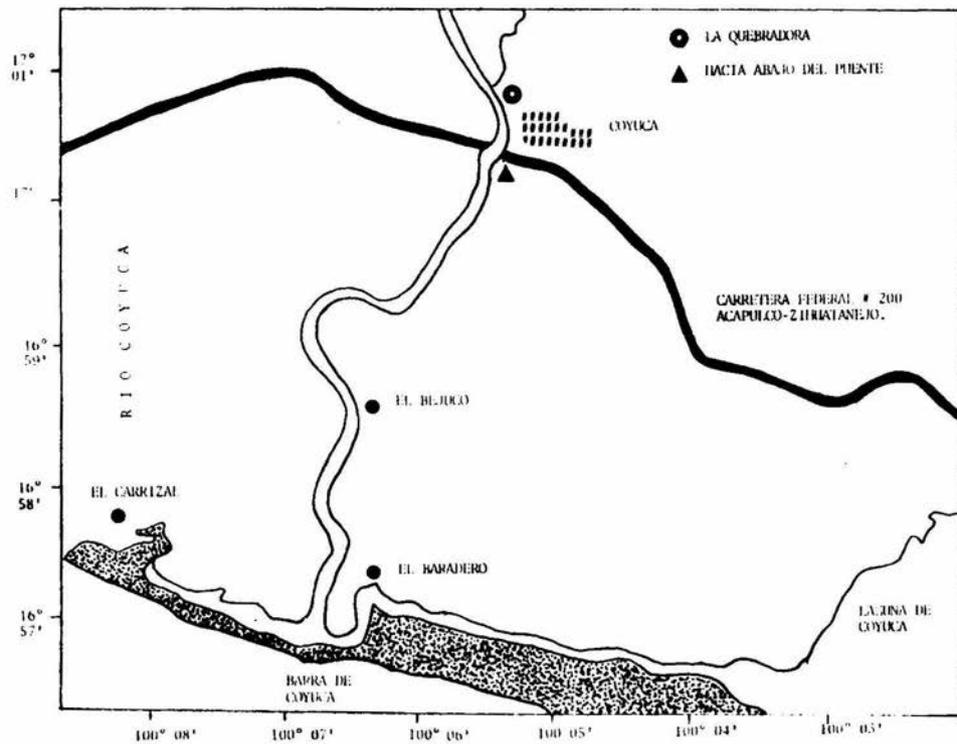


FIG. 1.- Area de estudio.

#### ESTACIONES DE COLECTA

Para el presente estudio se establecieron dos estaciones de muestreo, la primera ubicada desde los 100 metros hasta 300 metros al sur del puente construido sobre la corriente en las proximidades del poblado de Coyuca de Benítez; sus coordenadas geográficas son  $17^{\circ}00'22''$  latitud norte y  $100^{\circ}05'32''$  longitud oeste, a este sitio se le denominó por conveniencia "Abajo del puente".

La segunda estación se situó aproximadamente a dos km hacia el norte de este puente, rumbo a la sierra, en una localidad conocida como "La Quebradora", la cual se encuentra en los  $17^{\circ}00'55''$  latitud norte y  $100^{\circ}05'29''$  longitud oeste.

## GENERALIDADES

Los representantes de la familia Atyidae se distinguen fácilmente porque los dedos de las cuatro quelas terminan en largos mechones de cerdas. Las mandíbulas no tienen palpo. El carpo del segundo pereiópodo no está subdividido y los exópodos pueden ó no presentarse en todos los pereiópodos.

La familia comprende más de 20 géneros en los ríos, lagos y aguas subterráneas de los trópicos, entre los que destacan: *Atya*, *Micratya*, *Archaeatya*, *Atyoida*, *Typhlatya*, *Paratya*, *Atyaephyra*, *Caridina*, *Neocaridina*, *Limnocaridina*, *Dugastella*, *Troglocaris*, *Syncaris*, *Xyphocaris*, *Palaemonias*, *Potimirim* y *Jonga* (Bouvier, 1925; Villalobos, 1982), siendo el género *Atya* el que tipifica a la familia.

### DIAGNOSIS DESCRIPTIVO DEL GENERO *Atya*

El cuerpo es pigmentado y los ojos bien desarrollados. Rostro corto, no comprimido lateralmente. Carina dorsal media con o sin espinas y quilla ventral con uno o varios dientes. Margen anterior del cefalotórax con espina antenal y pterigostomiana, careciendo de espina orbital. Parte ventral de la segunda a la quinta pleura abdominal con o sin espinulas esclerotizadas. Telson ancho con el ápice redondeado e hileras pareadas de 5 a 9 espinulas en adultos. Segmento basal de las antenas con o sin espinulas córneas bordeando el margen distal. Pereiópodos sin exópodos. Primero y segundo par con quelas completamente divididas careciendo de palma, los dedos son de igual tamaño y terminan en largos mechones de cerdas; carpo de ambos ápices excavados distalmente, mucho más cortos que anchos. El complemento branquial consiste de 5 pleurobranquias, 3 mastigobranquias, 1 podobranquia, 5 epipoditos y 5 mastigobranquias (Hobbs y Hart, 1982).

### CLASIFICACION

La clasificación de *A. margaritacea*, según Smith y Williams (1982), es como sigue:

Phyllum	Arthropoda
Subphyllum	Euarthropoda
Superclase	Mandibulata
Clase	Crustacea
Subclase	Malacostraca
Superorden	Eucarida
Orden	Decapoda

Supersección	Natantia
Sección	Caridea
Super familia	Oplophoroida
Familia	Atyidae
Género	Atya

#### DIAGNOSIS DESCRIPTIVO DE LA ESPECIE

Cefalotórax sin ornamentaciones; espina antenal y pterigostomiana moderadamente grande. Rostro con márgenes contraídos que forman un ángulo anterior a la órbita; superficie dorsal sin espinas. Margen ventral de la tercera a la quinta pleura abdominal con hileras de denticulos córneos, nunca presentes en la segunda. El esternum del quinto segmento abdominal presenta un tubérculo medio. Carina preanal con espina corta y comprimida, dirigida caudoventralmente. Telson de 1.6 a 1.8 veces tan largo como ancho con dos hileras de 5 a 7 espinas. Pedúnculo antenal desprovisto de espínulas en la región del artejo proximal; penúltimo artejo 1.4 a 1.6 veces tan largo como ancho y la superficie dorsal con espínulas. Coxas del tercer y cuarto pereiópodo careciendo de espina anterolateral. Tercer pereiópodo con mero redondeado ventralmente de 2.1 a 2.4 veces tan largo como alto, la superficie lateral con espínulas y tubérculos córneos arreglados en series lineales. El dactilopodio es libre no fusionado al protopodio y presenta una hilera de denticulos en la superficie ventral (Figs 2a y 2b).

La especie fué descrita originalmente por A Milne-Edwards en 1864 de ejemplares procedentes de Nueva Caledonia, sin embargo (Holthuis, 1966) puntualiza que existe un error de registro en los datos originales pues las colectas de átyidos realizadas en esa localidad han demostrado que el género no se distribuye en Oceanía.

Al llevar a cabo una revisión de la sinonimia de *A. margaritacea*, Hobbs y Hart (1982) mencionan que Smith (1871), Kingsley (1878), Pocok (1889), Oliveira (1945), Holthuis (1966), Chace y Hobbs (1969), Abele y Blum (1977), Méndez (1981) y Rodríguez (1981) sitúan a esta especie como *A. rivalis*; por su parte Ortmann (1895), Rathbun (1900), Bouvier (1904 y 1925), De Man (1925), Roux (1926), Monod (1933), Schmitt (1935), Holthuis (1951) y Monod (1967) la colocan como sinónimo de *A. scabra*.

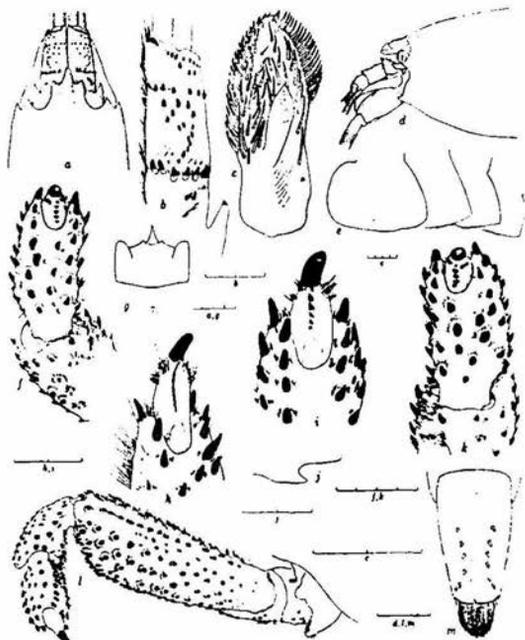


Fig. 2a. - *Atya margaritacea* : a, vista dorsal de la región cefálica, b, pedúnculo antenular en vista dorsal; c, apéndices masculino e interno; d, región cefálica en vista lateral; e, vista lateral de la segunda, tercera, cuarta y quinta pleuras abdominales; f, superficie flexora de la parte distal del tercer pereiópodo derecho; g, carina preanal, esternum del sexto segmento abdominal y tubérculo medio del quinto; h,i, superficie flexora de la parte distal del quinto y cuarto pereiópodo, respectivamente; j, vista lateral de la carina preanal; k, superficie flexora de la parte distal del tercer pereiópodo izquierdo; l, vista lateral del tercer pereiópodo, m, vista dorsal del telson. (Tomado de Hobbs y Hart, 1982).

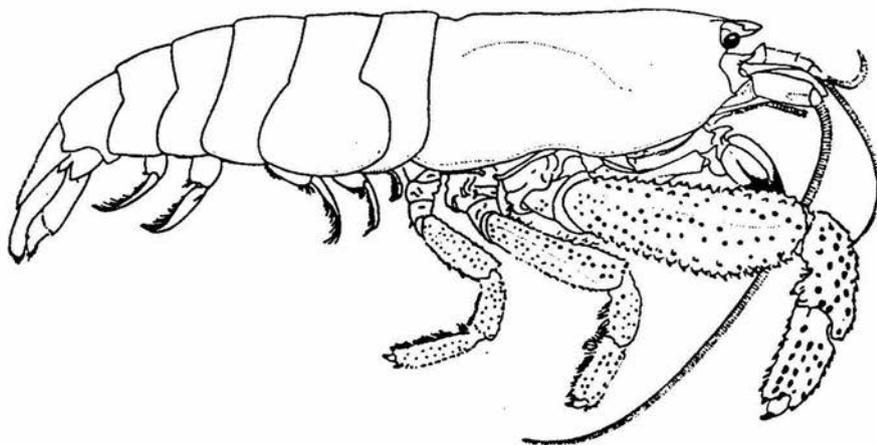


Fig. 2b. - Vista lateral de un macho adulto de *A. margaritacea* (tomado de Hobbs y Hart, 1982).

*Aiya margaritacea* se distribuye en la costa del Pacífico Americano, desde La Paz, Baja California Sur (23°6' latitud norte) hasta los ríos Supe y Huara en el Perú (entre los 3°47' y 11°04' latitud sur). En México se ha reportado de las localidades de La Paz, San José y San Ramón, Baja California Sur. En el Río San Nicolás, entre Chamela y Tomatlán, Jalisco. En el Río Machiro, tributario del Río Grande, cerca de San Mateo, Oaxaca (citados por Hobbs y Hart, 1982). Putla de Guerrero y Río Copalita, Oaxaca (Figueroa, 1985) y en el Río Coyuca, Coyuca de Benítez, Guerrero (Román, 1981).

Los organismos de este género son especies riparias que como adultos permanecen en los ríos de las planicies y estribaciones de sierras costeras donde llevan a cabo su reproducción. Una vez que los machos fertilizan a las hembras, éstas comienzan a migrar río abajo hasta encontrar condiciones estuarinas en donde ocurre la eclosión y desarrollo de las larvas zoea; posteriormente los organismos se convierten en juveniles y adoptan hábitos bentónicos para iniciar su reingreso a los medios dulceacuícolas a través de las desembocaduras de los ríos por las zonas marginales, hasta llegar a los sitios de reclutamiento (Villalobos, 1982) que se encuentran en las partes altas y medias, llegándose a encontrar a grandes distancias de la costa en altitudes sobre el nivel del mar no mayores a los 950 metros.

## METODOLOGIA

Para la realización de este trabajo se llevaron a cabo colectas de *A. margaritacea* durante un ciclo anual, que comprendió de febrero de 1991 a enero de 1992 en el Río Coyuca, Guerrero. El trabajo realizado consistió de 3 fases:

- trabajo de campo
- trabajo de laboratorio
- trabajo de gabinete

### TRABAJO DE CAMPO

Se registró únicamente la temperatura del agua con un termómetro de cubeta, la profundidad no se midió debido a que son zonas muy someras (0.20 a 0.70 m aproximadamente), anotándose las observaciones pertinentes en las hojas de campo correspondientes a cada colecta con la finalidad de describir el hábitat.

El método de muestreo empleado para la captura de los organismos fué de tipo azaroso efectuándose en la zona de sustrato rocoso y vegetación circundante; el tiempo para cada una de las colectas fué de tres a cuatro horas aproximadamente.

La colecta de los organismos juveniles y adultos se hizo de forma manual utilizando visor y esnorquel para localizarlos debajo de las piedras, mientras que los individuos más pequeños se colectaron mediante una red de aro metálico de 50 cm de diámetro y abertura de malla de 1 mm con un mango de 90 cm de largo; así mismo se utilizaron cernidores de plástico de similar abertura los cuales se pasaban varias veces ejerciendo presión sobre las raíces de las plantas flotantes del río y de la vegetación emergente y semisumergida circundante al área.

Por otra parte, en cada una de las estaciones muestreadas se obtuvieron ejemplares representativos de la flora y fauna para su posterior determinación.

El material biológico colectado se separó y colocó en frascos de vidrio que fueron etiquetados, agregándoles formol al 10 % para su fijación.

#### TRABAJO DE LABORATORIO

En el laboratorio las muestras se lavaron con agua corriente durante cinco minutos para eliminar el exceso de formol y se guardaron en frascos con alcohol al 70% para proceder posteriormente a su determinación con las claves de Hobbs y Hart (1982).

La fauna acompañante se determinó utilizando los trabajos de Holthuis (1952), Chace y Hobbs (1969), Yáñez-Arancibia (1978), Jordan y Everman (1896), Pilsbry y Bequaert (1927), Villalobos (1966), y Villalobos y Nates (1990). Por su parte la identificación de vegetales se llevó a cabo con las claves de Prescott (1980) y Correl y Correl (1972). Las determinaciones en ambos casos se hicieron hasta el nivel de género o especie.

Sobre los especímenes de *A. margaritacea* se registraron las siguientes mediciones, utilizando un vernier con precisión de 1 mm y balanza granataria de triple brazo con 0.1 g de exactitud, según el caso:

- longitud total (l.t.), comprendida desde la parte apical del rostro hasta el extremo distal del telson.
- longitud del cefalotórax (l.c.), desde la parte apical del rostro hasta la parte distal del cefalotórax.
- peso en gramos.

Para conocer la proporción de sexos, se contaron el número de machos y hembras, así mismo se aplicó la distribución teórica de "Z" como prueba estadística para ensayo de una cola con un nivel de significancia alfa de 0.10 (Guzmán *et al.*, 1982) con el propósito de saber si dicha proporción alcanza la relación 1:1. La inferencia de las épocas probables de reproducción y la madurez sexual se determinaron tomando en consideración el total de hembras ovígeras colectadas.

La fecundidad se determinó separando la masa ovígera de 26 hembras grávidas de distintas tallas utilizando pinzas y aguja de disección; una vez separada de los pleópodos se extendieron los huevecillos en una caja de petri con alcohol y se contaron directamente utilizando un microscopio estereoscópico. Con el auxilio de un microscopio óptico "Carl Zeiss", con objetivo 10x y reglilla graduada se midió el eje mayor y menor de los huevecillos,

observándose también su estado de desarrollo.

#### TRABAJO DE GABINETE

Para la elaboración del modelo de crecimiento se emplearon únicamente los datos biométricos de los organismos colectados en el mes de noviembre, tomando en consideración que resultó representativo en cuanto al número y presencia de casi todas las tallas colectadas en el ciclo de muestreo.

La relación peso-longitud fué determinada tanto en hembras como en machos, así como de forma global (hembras + machos) de acuerdo a la siguiente ecuación, propuesta por Le Green (Cházaro, 1989):

$$P = aL^b$$

en donde:

P = peso calculado en gramos

L = longitud total en mm

a y b = constantes de la ecuación cuyos valores se obtienen de una regresión entre P y L; a representa la ordenada al origen y b la pendiente.

El valor de b nos permite conocer si el peso y la forma del cuerpo permanecen constantes através del tiempo a medida que aumenta la talla del organismo.

También se efectuaron análisis de correlación para hembras y machos entre su longitud cefalotorácica y la longitud total, tratando de elucidar posibles diferencias entre ambos sexos. Posteriormente se ordenaron los datos de longitud total en intervalos de 7 mm desde el individuo más pequeño al de mayor tamaño. De esta manera se establecieron clases de talla y su frecuencia acumulada las cuales se agruparon en papel probabilidad, según el método de Cassie (1954). Al graficar el porcentaje de frecuencias acumulativas a cada talla la resultante es una serie de puntos que se separan por intervalos de mayor pendiente; los puntos medios de estos intervalos son llamados puntos de inflexión, cada uno representando la separación de los grupos de edad, al primero le corresponde la edad 1, y así sucesivamente. Una vez obtenidas las clases de edad, se procede a estimar el crecimiento en longitud de los organismos mediante la ecuación de von Bertalanffy, cuya expresión es la siguiente:

$$L_t = L_a (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

en donde:

$L_t$  = longitud total a la edad  $t$

$L_a$  = longitud máxima teórica

$k$  = constante de crecimiento o tasa metabólica

$t_0$  = edad teórica a la cual el organismo inicia su crecimiento

$t$  = edad a la cual se quiere conocer la talla del organismo

El problema de determinar esta ecuación se reduce al cálculo de los parámetros  $L_a$ ,  $k$  y  $t_0$ , el procedimiento en detalle para su obtención es como sigue: una vez obtenidas las clases de edad se determina la longitud máxima promedio utilizando la expresión:

$$L_{t+1} = a + b(L_t)$$

la cual relaciona la talla del organismo ( $L_t$ ) con la talla del período siguiente ( $L_{t+1}$ ), por lo que es necesario realizar una regresión simple entre esos dos factores para obtener el valor de  $a$  y  $b$ , que representan el intercepto y la pendiente. A partir de esas constantes se calcula la longitud máxima ( $L_a$ ) alcanzada por la especie mediante la siguiente relación algebraica:

$$L_a = \frac{a}{(1-b)}$$

Para el cálculo de  $t_0$  se realiza la regresión entre tiempos sucesivos y el logaritmo natural de la expresión  $(L_a - L_t / L_a)$  que es un ajuste de la ecuación de Bertalanffy; la pendiente obtenida es igual a  $(-k)$  donde  $a$  es el intercepto, por lo tanto:

$$t_0 = \frac{a}{k}$$

A partir de la relación peso-longitud se obtiene la transformación de la ecuación de von Bertalanffy a una expresión que permite determinar el crecimiento en peso, considerando que las constantes  $k$  y  $t_0$  no cambian, por lo que esta relación queda expresada como:

$$P_t = P_a (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

en donde:

$P_t$  = peso al tiempo  $t$

$P_\alpha$  = peso asintótico

$b$  = pendiente obtenida de la relación peso-longitud

## RESULTADOS

### CARACTERES SEXUALES

Se observó que los especímenes de *A. margaritacea* muestran un dimorfismo sexual muy marcado que caracteriza a ambos sexos. Los machos son más grandes que las hembras; el tercer par de pereiópodos es muy robusto; la superficie del cefalotórax presenta un aspecto rugoso con algunas pilosidades que son muy visibles en individuos recién mudados. El abdomen es grueso y compacto; el primero y segundo par de pleópodos están modificados para la función reproductora presentando un apéndice masculino de forma oval en el endopodio del segundo par de pleópodos, las aberturas genitales se sitúan en la base del quinto par de pereiópodos.

Las hembras son más pequeñas que los machos siendo el tercer par de pereiópodos más delgados y frágiles; el cefalotórax es ligeramente menor al de los machos y casi completamente liso. El abdomen es más robusto y la segunda pleura es muy ancha, lo que hace que posean un espacio muy amplio para la incubación de los huevecillos. Los gonóporos se localizan en la base del tercer par de pereiópodos, en general su exoesqueleto es más delgado que el de los machos.

### COMPOSICION SEXUAL

En lo referente a la composición sexual de *A. margaritacea*, ésta fue de 55.8% favorable a los machos, es decir, 1.2 machos por cada hembra, manifestándose así la proporción real de la población. Para la distribución teórica de "Z", se comprobó que estadísticamente la población no alcanza la relación 1:1 (Fig. 3); a excepción de abril, mayo y septiembre el porcentaje de hembras es mayor al de los machos; la tabla 1 resume la proporción sexual para cada uno de los meses muestreados.

Así mismo, el número de organismos sexualmente indeterminados fue muy alto (1938), principalmente en julio y entre octubre-diciembre, mientras que en los otros meses fueron muy escasos o no se presentaron.

### MADUREZ SEXUAL

En el presente trabajo se considera la madurez sexual como aquella en que las hembras de *A. margaritacea* presentan huevecillos, encontrándose que la talla mínima a la cual ya participan en la

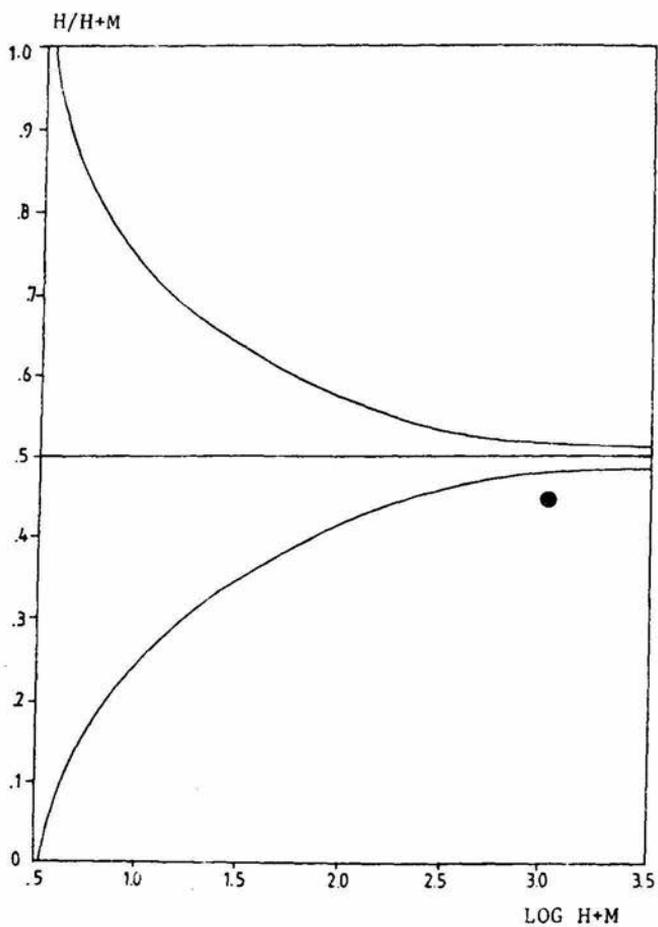


Fig. 3.- Proporción global de sexos en A. margaritacea.

Mes	Machos (%)	Hembras (%)
Feb. 91	76.47	23.52
Mar. 91	83.33	16.16
Abr. 91	48.57	51.42
May. 91	41.37	58.62
Jun. 91	60.00	40.00
Jul. 91	55.17	44.82
Sep. 91	45.45	54.54
Oct. 91	58.00	42.00
Nov. 91	59.36	40.63
Dic. 91	57.19	42.80
Ene. 92	61.15	38.84

Tabla 1. - Proporción sexual de *A. margaritacea*.

Mes	Hembras colectadas	Hembras ovígeras	% de hembras ovígeras
Feb. 91	8	5	62.50
Mar. 91	2	2	100
Abr. 91	72	16	22.22
May. 91	85	45	52.94
Jun. 91	10	7	70.00
Jul. 91	26	22	84.61
Sep. 91	6	5	83.33
Oct. 91	21	12	57.14
Nov. 91	102	56	54.90
Dic. 91	113	55	48.67
Ene. 92	54	34	62.96

Tabla 2. - Porcentaje mensual de hembras ovígeras.

reproducción es de 32 mm de longitud total, mientras que la talla máxima registrada es de 66 mm, siendo la longitud promedio de 49.56 mm de longitud total.

Las hembras recién desovadas, a diferencia de las otras, presentan el abdomen más grande y ancho.

Los machos se consideran sexualmente maduros a partir de las mismas tallas que las hembras suponiendo que en ambos sexos ocurren eventos biológicos y fisiológicos similares que los conllevan a la reproducción.

#### PERIODO REPRODUCTIVO

*Alya margaritacea* tiene un período de reproducción máximo en el verano, específicamente en julio y septiembre (84.6 y 83.3 % , respectivamente). Sin embargo, de octubre a febrero se mantiene una proporción muy similar de hembras ovígeras presentándose en marzo y abril un aparente período de reposo, para después incrementarse en mayo; por lo tanto, se considera que los organismos se reproducen durante todo el año variando únicamente su intensidad (Fig. 8).

El valor correspondiente al mes de marzo no se considera como el más alto debido a que solo se colectaron dos hembras, por lo tanto, este dato debe tomarse con cautela (Tabla 2).

#### FECUNDIDAD

En *A. margaritacea* el número de huevos varía de acuerdo con la talla del organismo; así, la hembra ovígera más pequeña tuvo una longitud total de 32 mm y porta en su abdomen 1504 huevos, mientras que la más grande, con 66 mm de longitud total, desova un total de 16,200. Sin embargo se encontró que este aumento no siempre es gradual debido a que hembras de menor tamaño pueden desovar una cantidad mayor, existiendo además en individuos de las mismas tallas variaciones en cuanto al número de éstos (Tabla 3), encontrándose que la ecuación que rige este comportamiento es:

$$F = 4.9125 \times 10^{-3} L^{3.6522}$$

Longitud total (mm)	Longitud cefalotorácica (mm)	No. de huevos producidos
32	12	1504
34	12.4	2450
34	12	2665
35	11.5	1400
36	12	3015
38	14	2369
40	15	3100
40	15	2520
43	16	2691
44	16	4835
47	17	5245
48	18	9395
49	18	8766
51	19	12,009
52	18.3	7754
53	18	10,369
54	22	12,459
55	20	14,851
56	22	11,491
58	21.5	16,908
59	22	14,429
60	22	15,405
61.5	23	18,301
64	24	16,306
65	25	16,781
66	24.5	16,200

Tabla 3. - Fecundidad de *A. margaritacea*.

en donde:

F = fecundidad expresada en número de huevos

L = longitud en mm

$4.9128 \times 10^{-3}$  = intercepto (ordenada al origen)

3.6522 = pendiente (Fig. 4)

Los huevecillos son de forma oval, y miden aproximadamente 0.43 X 0.28 mm después de desove y 0.49 X 0.30 mm antes de eclosionar. Se encuentran implantados en la región abdominal desde el primer par de pleópodos hasta el cuarto, quedando adheridos por medio de vellosidades de los pleópodos y secreciones glandulares. Su color varía conforme la madurez del embrión y va desde el anaranjado hasta castaño claro. A continuación se muestran las características observadas en los huevecillos de *A. margaritacea* en diversas fases de desarrollo:

Fase 1.- Huevecillos con contenido homogéneo de vitelo, color naranja brillante; medida de su eje mayor y menor de 0.43309 x 0.2861 mm.

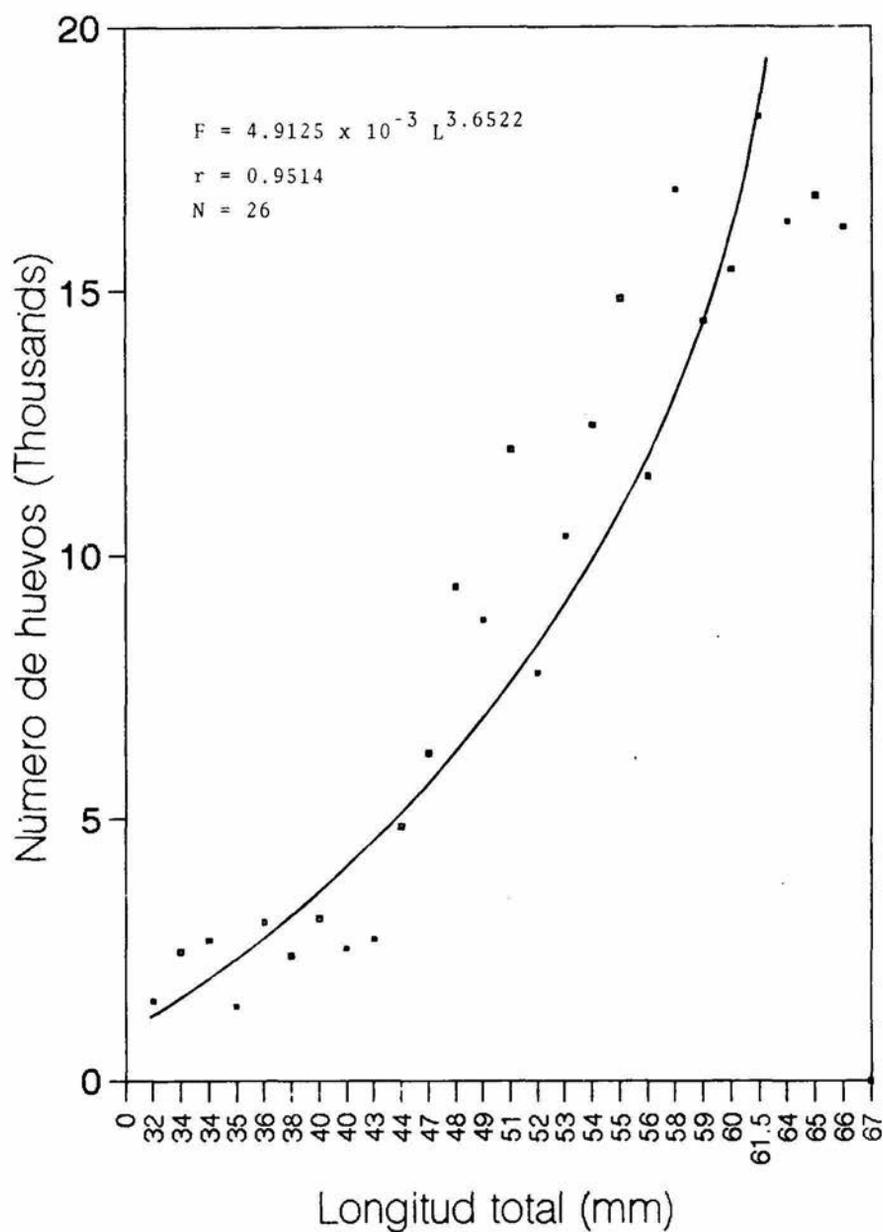
Fase 2.- Huevecillo completamente granulado, se observa una interfase de color naranja-amarillo, y su medida es 0.4540 X 0.2866 mm.

Fase 3.- Se observa la formación de manchas oculares en forma de raya oscura, miden 0.4872 X 0.2868 mm, su color es amarillo.

Fase 4.- Embrión oculado, larva totalmente desarrollada, color castaño claro, midiendo 0.4949 X 0.3031 mm en su eje mayor y menor respectivamente.

En algunas hembras se presentan hasta dos fases diferentes de desarrollo en los huevecillos.

Fig. 4 Fecundidad-longitud total



#### DESCRIPCION DEL HABITAT

El Río Coyuca tiene un flujo constante durante todo el año, aportando volúmenes importantes de agua y detritus a la Laguna de Coyuca; en este sistema se encuentra una zonación horizontal que está determinada por factores físicos y biológicos que cambian desde su nacimiento hasta la desembocadura en un gradiente definido, existiendo una sucesión espacial del hábitat en la misma dirección de la corriente, observándose conforme avanza el río diferentes biotopos característicos. En las zonas altas es más estrecho y con fuerte pendiente, grandes rocas y pequeñas caídas que forman pozas. El agua es clara, muy oxigenada y más fría que en las partes medias y bajas.

En la localidad conocida como La Quebradora el río tiene una anchura aproximada de 30 m y profundidades que van de 0.10 a 0.70 m, nunca sobrepasando un metro. La corriente fluye rápidamente sobre sustrato rocoso, aunque en algunas partes predomina un fondo arenoso y blando donde se forman algunas depresiones. En las orillas se encuentran algunas rocas de tamaño considerable propiciando la acumulación de troncos, ramas y hojas que originan pequeños remansos; en la parte media la abundancia de rocas crea hábitats muy heterogéneos por los espacios que se forman.

El volumen disminuye considerablemente de febrero a mayo con profundidades muy someras de hasta 0.15 m, y es en junio durante las primeras lluvias cuando comienza a crecer el río, y para agosto y septiembre alcanza el mayor volumen de agua, inundando en ocasiones parte de los terrenos aledaños.

El agua es transparente; su temperatura fluctuó desde 25°C hasta 31.5°C en mayo, con un promedio de 28.4°C (Tabla 4). La temperatura se mantuvo por encima de la ambiental en el período de febrero a julio, mientras que de septiembre a enero ambos valores fueron similares.

La concentración de oxígeno al parecer es alta debido al constante movimiento y golpeteo del agua con las rocas. Según Figueroa (1980) la mayoría de los ríos de Guerrero se clasifican como de agua dura por la gran disolución de calizas que se presentan en su curso.

En las rocas que se encuentran en el seno del río se establecen algunas plantas de hoja microfila como *Marathrum affinis elegans* y *Marathrum* sp.. Otro tipo de vegetación que se encuentra es la flotante, de la cual *Eichhornia crassipes* es la más abundante, sobre todo en mayo y junio cuando los niveles del agua son mínimos y la corriente es más lenta.

Mes	Hacia abajo Temp. (°C)	La Quebradora Temp. (°C)	Temperatura ambiente (°C)	Precipitación (mm)
Feb. 91	30	30	25.5	-
Mar. 91	31	29	25.2	-
Abr. 91	29.7	29.7	25.2	-
May. 91	30.5	31.5	27.8	16.5
Jun. 91	34	30	27.2	381
Jul. 91	31	31	28.2	93
Sep. 91	25	25	26.5	243.5
Oct. 91	25	26	26.6	112
Nov. 91	27	26	26	20.5
Dic. 91	27.7	25	25.5	21.5
Ene. 92	27	26	25.1	55
-	x = 28.9	x = 28.4	x = 26.3	-

Tabla 4.- Datos de temperatura obtenidos en ambas estaciones de colecta por mes. Los valores de precipitación y temperatura ambiental fueron proporcionados por la estación meteorológica de Coyuca de Benítez, Guerrero, de la SARH.

En el cauce del río y su entorno inmediato donde se aprecia mayor índice de humedad se encuentra vegetación riparia representada por comunidades arbustivas de las familias Oraceae, Piperaceae, Leguminosae y Graminae destacando por su abundancia durante todo el año *Mimosa pigra*, además de algunos ejemplares de *Salix chilensis*.

En la ribera se encuentran grandes extensiones de terreno plano donde se cultiva el cocotero *Cocus nucifera*, maíz y sandía, así como pastizales y otras gramíneas que son utilizadas como forraje.

En la estación denominada "Abajo del Puente", la corriente se alterna y bifurca siendo en partes rápida y en partes lenta, el agua en ocasiones es turbia y la temperatura es similar a la estación de La Quebradora, registrando un valor promedio de 28.9°C. El lecho alcanza una anchura de 150 m aproximadamente con profundidades de 0.10 a 1 m; por largos períodos grandes extensiones permanecen secas, principalmente en la parte media, originando que el agua circule por los extremos. En sí, el lugar tiene mayor heterogeneidad de hábitats que la estación anterior, distinguiéndose tres biotopos principales que pueden clasificarse de la siguiente manera:

#### Zona Arenosa

Se caracteriza por la ausencia de vegetación en el seno del río, el fondo es blando y en ciertas áreas inestable y profundo con corriente moderada. En la orilla es común la presencia de pastizal de 1 a 3 m de alto que cubren una extensión considerable, así como troncos enclavados en la arena donde se estancan ramas, hojarazca y lirios.

#### Zona Fango-arenosa

No es muy común y se sitúa a los costados de las partes arenosas, con profundidades muy someras que forman remansos y pequeñas áreas inundadas donde se desarrollan comunidades caracterizadas por fanerógamas arraigadas al sustrato que se mantienen por debajo del agua donde la corriente es más lenta, destacando *Potamogeton crispus* y *Najas guadalupensis*, además de *Marathrum affinis elegans* y otras podostemáceas. La vegetación flotante rosetifolia está representada por *Eichhornia crassipes* formando en ocasiones grandes masas que dan al río un aspecto de pradera, sobre todo en los meses de mayo a julio.

### Zona Rocosa

Este sustrato abarca lugares de poca extensión que se localizan en las riberas en áreas alledañas a las zonas fango-arenosas. Las rocas son de tamaño pequeño y están cubiertas de arena, el fondo es blando y no existen plantas en este lugar; en las orillas se encuentran abundantes matorrales de *Mimosa pigra* que arraigan sus raíces y hojas en el agua; así mismo, es posible visualizar algunos ejemplares del sauce *Salix chilensis*, de la palmera *Orbignya cohune* y otros vegetales no identificados. Las tierras alledañas se encuentra cultivadas de cocoteros, pastizales y maíz.

Por otra parte la abundante vegetación, el acarreo de materia orgánica en suspensión, la cantidad de hojas y semillas acumuladas en el fondo, la diversidad de espacios que se presentan en las rocas, las galerías que se forman entre las raíces de los árboles y pequeñas plantas, y entre el fango y la arena de las riberas, hacen de éste un ambiente óptimo para el establecimiento de diversos organismos acuáticos.

### FAUNA ACOMPAÑANTE

Entre la fauna que comparte el hábitat con *A. margaritacea* en ambas estaciones se encuentran crustáceos, peces, insectos y moluscos.

Entre los crustáceos predominan las especies del género *Macrobrachium* tales como *M. acanthochirus* Villalobos, *M. occidentale* Holthuis, *M. digueti* Bouvier, *M. michoacanus* Villalobos y Nates, *M. americanum* Bate y *M. tenellum* Smith, además de otro átyido interesante: *Potimirim glabra* Kingsley.

Los peces están representados por *Dormitator latifrons* Richardson, *Eleotris pictus* Kner y Steindachner, *Gobiomorus maculatus* Gunter, *Poeciliopsis porosus* De Buen, *Pseudophallus starksi* Jordan y Culver, y *Cichlasoma trimaculatum* Gunter.

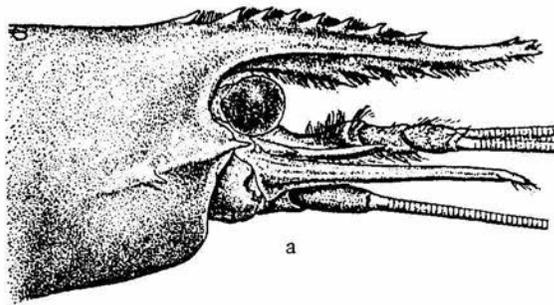
Otro grupo muy conspicuo es el de los insectos acuáticos de los cuales se colectaron los órdenes Hemiptera, Coleoptera, Odonata, Plecoptera, Ephemeroptera y Trichoptera.

Conjuntamente con los organismos mencionados fué evidente la presencia continua del gastrópodo *Thiara tuberculata* Muller en la arena y raíces de la vegetación acuática.

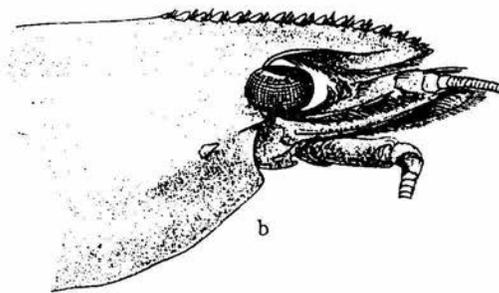
En las tablas 5 y 6 se presenta una sinopsis de la entomofauna y vegetación colectadas durante el ciclo; las figs 5a, 5b y 5c muestran algunos de los ejemplares representativos de la fauna acompañante, así como de la vegetación acuática.

ORDEN	GENEROS
Hemiptera	<i>Pelocoris</i> sp. <i>Femoyatus</i> sp. Fam. Veliidae
Coleoptera	<i>Gyretes</i> sp. <i>Psephenus</i> sp. <i>Cybister</i> sp. Fam. Hydrophilidae
Odonata	<i>Hetaerina</i> sp. <i>Argia</i> sp. <i>Progomphus</i> sp. <i>Herpetogomphus</i> sp.
Plecoptera	Fam. Perlidae
Ephemeroptera	<i>Traverella</i> sp. <i>Thraulodes</i> sp. <i>Tricorythodes</i> sp. <i>Leptohyphes</i> sp.
Trichoptera	<i>Smicridia</i> sp.

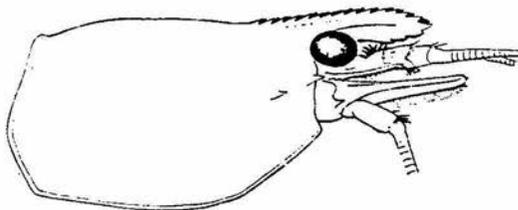
Tabla 5. - Entomofauna acuática en el Río Coyuca.



a



b



c

Fig. 5a.- Fauna acompañante. a) *Macrobrachium tenellum*, b) *M. acanthochirus*, c) *M. michoacanus*. (Tomados de Holthuis, 1952; Villalobos, 1966 y Villalobos y Nates, 1990).

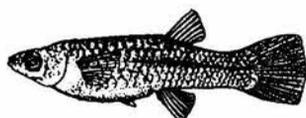
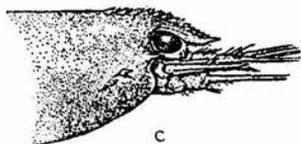
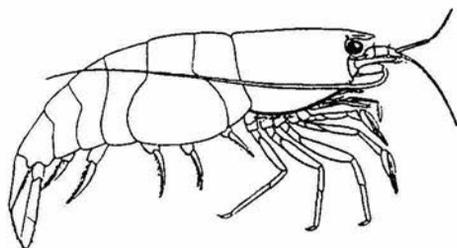
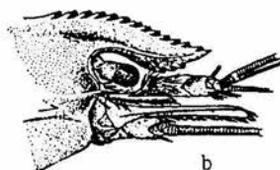
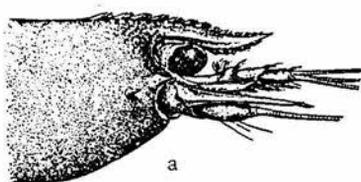


Fig. 5b.- Fauna acompañante. a) *Macrobrachium digueti*, b) *M. americanum*, c) *M. occidentale* (tomados de Holthuis, 1952), d) *Potimirim glabra* (según Fryer, 1977), e) *Poeciliopsis porosus* (De Buen, 1943), y, f) *Thiara tuberculata* (según Pilsbry y Bequaert, 1927).



Fig. 5c.- Vegetación acuática. a y b) *Najas guadalupensis*, c) *Podostemum ceratophyllum*, d) *Eichhornia crassipes*, e) *Potamogeton crispus*. Tomados de Correl y Correl, 1972.

FAMILIA	ESPECIE	V E G E T A C I O N	A C U A T I C A		
Podostemaceae	<i>Podostemum ceratophyllum</i>			V E G E T A C I O N	R I B E R E Ñ A
	<i>Marathrum</i> sp.				
	<i>M. affinis elegans</i>				
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton crispus</i>				
	<i>Potamogeton</i> sp.				
Najadaceae	<i>Najas guadalupensis</i>				
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>				
Leguminosae	<i>Mimosa pigra</i>	V E G E T A C I O N	R I B E R E Ñ A		
	<i>Erythrina</i> sp.				
Gramineae	<i>Pennisetum purpureum</i>				
Piperaceae	<i>Piper</i> sp.				
Oraceae	<i>Syngonium podophyllum</i>				
Salicaceae	<i>Salix chilensis</i>				
Palmae	<i>Cocus nucifera</i>				
	<i>Orbignya cohune</i>				

Tabla 6. - Vegetación acuática y circundante del área de estudio.

Por otro lado, los organismos adultos de *A. margaritacea* fueron más abundantes en zonas de corriente rápida sobre sustrato rocoso, principalmente en la parte media del río, resguardándose en grandes cantidades dentro de cavidades formadas por las rocas apiñadas donde la fuerza de la corriente originaba un gran golpeteo con las piedras. Los juveniles menores a 20 mm de longitud total difieren significativamente en la distribución de microhábitats, ocurriendo en forma muy abundante entre la vegetación marginal del río, especialmente en densos crecimientos de *Potamogeton crispus*, *Najas guadalupensis* y en menor grado sobre *Eichhornia crassipes*; en estos vegetales se adhiere una gran cantidad de perifiton, detritus y delgadas películas de bacterias que son aprovechadas como la principal fuente de alimento por los individuos. Una vez que han alcanzado los 20 mm de longitud total se incorporan a la población adulta, mostrando un comportamiento gregario.

En cuanto a la coloración de los especímenes, en vivo tienen un patrón cromático muy amplio, los pequeños son transparentes con puntos rojos, los ojos son de tono verde-limón al igual que gran parte del cuerpo; algunos presentan bandas amarillas y blancas en la parte dorsal; conforme crecen la coloración se va tornando uniformemente café oscuro pudiendo llegar a presentar bandas blancas ó amarillas desde el ápice del rostro hasta el telson. Otros son blanquecinos con manchas negras, sin embargo esta coloración es muy rara. Las hembras tienen una coloración muy llamativa en combinaciones amarillas, café y negro. Recién han mudado el exoesqueleto es muy blando con gran cantidad de pelillos y de color naranja brillante.

Entre los competidores por alimento de *A. margaritacea* se encuentran principalmente los peces, los cuales se alimentan casi exclusivamente de detritus, sin embargo con los langostinos del género *Macrobrachium* esta competencia se da más por refugios que por alimento debido a que ambos géneros difieren en cuanto a sus hábitos alimenticios.

#### ESTRUCTURA POBLACIONAL

Se colectaron un total de 3067 organismos de los cuales 630 (20.54 %) fueron machos, 499 (16.26 %) hembras (incluyendo las ovígeras), y 1938 juveniles (63.18%), es decir, ejemplares menores de 20 mm de longitud total (Tabla 7). En virtud de que las muestras se obtuvieron periódicamente, se ha representado la longitud total de los organismos en histogramas lo que permite seguir el desplazamiento mensual de las clases modales através del ciclo comprendido entre febrero de 1991 y enero de 1992 (Fig 6). A continuación se describe el comportamiento poblacional de la especie.

En febrero la colecta estuvo comprendida por individuos que se distribuyeron en un intervalo de longitud total entre 20 y 85 mm, la moda la determinan especímenes de la clase 65-80 mm y representa el 37.5 % de la muestra. Puede observarse una amplia variación de tallas que van desde juveniles sexualmente indeterminados hasta tallas adultas que predominan.

Aunque en marzo unicamente se colectaron 14 ejemplares se denota una disminución en el intervalo de tamaños respecto del mes anterior, que van desde 45 a 85 mm, la moda la conforman organismos de la clase 70-75 mm y comprende un 21.42 % de la colecta; es importante mencionar la presencia de organismos menores a 10 mm.

Durante abril ocurre un desplazamiento del valor modal hacia las clases más pequeñas, comprendido entre los 45-50 mm, lo que representa el 15.71 % de la muestra, nuevamente se constata una mayor heterogeneidad de tallas que se ubican en un intervalo comprendido entre 20 y 80 mm, así mismo se incrementa notablemente la abundancia.

La gráfica correspondiente a mayo es muy similar, inclusive en el número de organismos colectados (Tabla 7); la moda se mantiene en la misma clase pero representa una mayor frecuencia respecto a la anterior. El intervalo de longitud total se ubica entre 20 y 80 mm.

En junio se colectaron unicamente 25 organismos cuya longitud total quedó comprendida entre 35 y 85 mm; es decir, hubo una reducción en el intervalo de tallas pero la moda es idéntica a la de abril y mayo, aunque la frecuencia es la más alta de este período (32 %).

Durante estos tres meses la heterogeneidad de tallas no varía notablemente y a pesar de que predominan individuos de tamaño medio, se siguieron presentando ejemplares adultos.

El mes de julio tiene como característica primordial un aumento en el número de organismos colectados, merced a la

Mes	Machos	Hembras	Juveniles	
			indeterminados	Total
Feb. 91	26	8	6	40
Mar. 91	10	2	2	14
Abr. 91	68	72	-	140
May. 91	60	85	-	145
Jun. 91	15	10	-	25
Jul. 91	32	26	131	189
Sep. 91	5	6	-	11
Oct. 91	29	21	335	385
Nov. 91	149	102	1218	1469
Dic. 91	151	113	246	510
Ene. 92	85	54	-	139
<b>Total</b>	<b>630</b>	<b>499</b>	<b>1938</b>	<b>3067</b>

Tabla 7. - Número de organismos colectados por sesión de muestreo.

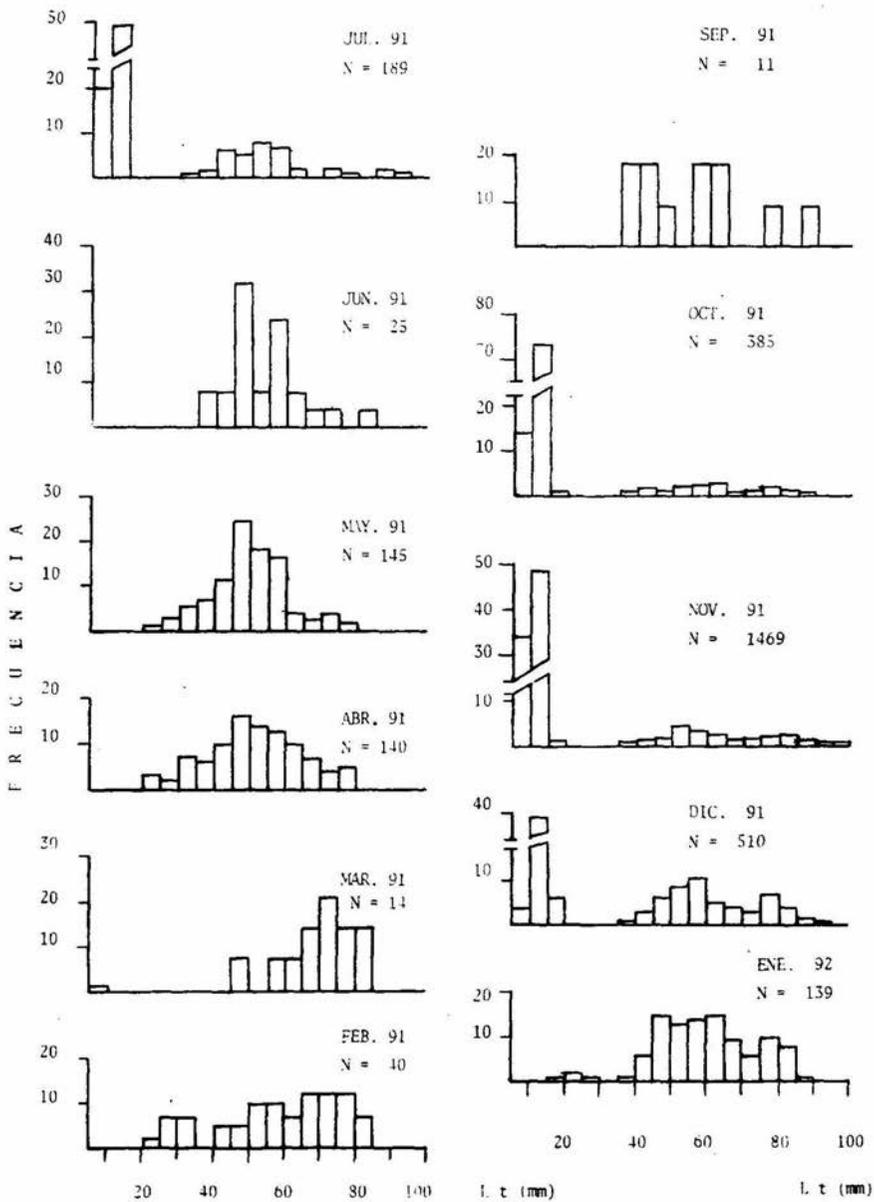


Fig. 6.- Histogramas de frecuencia de la longitud total en *A. margaritacea*.

incorporación de juveniles, por lo que la moda se ve desplazada hacia tallas pequeñas que comprende la clase 11-15 mm, la cual representa el 49.20 % del total. Es interesante hacer notar que también se capturaron gran cantidad de ejemplares de tamaño aún más pequeño (6-10 mm) y que las clases de mayor tamaño disminuyen considerablemente, aún cuando en esta ocasión se capturaron por primera vez individuos mayores de 90 mm.

Septiembre representó el período de la más baja abundancia, esto se vió reflejado en el número tan pobre de organismos colectados que sólo fué de 11, a pesar de esto se nota una tendencia bimodal desplazada a las tallas medias (35-45 mm y 55-65mm), ambas modas tienen una frecuencia de 18.18 % . Así mismo el intervalo de longitud total se redujo considerablemente desde 35 hasta 90 mm.

Durante octubre se observa nuevamente un reclutamiento de juveniles mucho más acentuado que en otros meses, lo que viene a ser, junto con noviembre y diciembre, el principal período de reclutamiento, por lo que la moda vuelve a desplazarse hacia valores más pequeños que comprenden la clase de 11-15 mm, representando el 72.46 % de la muestra, si bien el intervalo de longitud total estuvo entre 6 y 90 mm.

En noviembre se presenta la máxima abundancia con un intervalo de tallas muy similar al mes anterior que va desde 6 a 98.5 mm, esta última medida no volvió a registrarse en subsecuentes muestres por lo cual es considerada la talla máxima que alcanza *A. margaritacea* en su medio natural. Si bien la mayor parte de la colecta está dada por individuos muy pequeños, los organismos adultos también son muy numerosos, ello ocasiona una amplia heterogeneidad de cohortes. Como puede constatarse, el ingreso de especímenes de 6 a 11 mm representa más del doble que el mes anterior, pero la moda continúa en la misma clase (11-15 mm) con una frecuencia de 48.46 % .

La figura correspondiente a diciembre denota una disminución del valor modal (39 %) aunque se mantiene en la misma clase; esto origina un aumento en las tallas posteriores, por lo que aquí se definen más claramente los organismos de tamaño medio y grande, estando comprendido el intervalo de longitud total entre 6 y 90 mm.

En enero prácticamente han desaparecido los juveniles quedando únicamente un remanente de los del mes anterior con tallas entre 40 y 85 mm de longitud total.

En la figura 7 se muestra la distribución de tallas para los machos, donde puede apreciarse que existen intervalos de tamaños que van desde 20 hasta 95 mm de longitud total en el período comprendido de abril a julio, mientras que en febrero y marzo se colectaron organismos de tamaño muy similares; por lo que toca a septiembre prevalecieron tallas medianas y grandes. En cambio de octubre a enero se encontró que las tallas de la población de machos eran más uniformes, abarcando desde organismos de 40 mm hasta 98.5 mm de longitud total, mientras que en enero nuevamente aparecen individuos menores de 30 mm pero sigue observándose una similitud de tallas.

La mayor abundancia se registra en el período de noviembre a enero y la menor durante septiembre, con solo 5 individuos colectados.

Por lo que toca a la distribución de tallas en las hembras (Fig 8) ésta es muy uniforme; a excepción de abril y mayo no se volvieron a presentar ejemplares menores de 30 mm de longitud total, así mismo en estos meses se encontraron la mayoría de las tallas colectadas durante el ciclo. También puede notarse que las hembras ovadas aparecen todo el año y en casi todas las clases de edad mayores a 30 mm de longitud total.

En cuanto a la abundancia, sigue un patrón muy similar al de los machos, obteniéndose gran cantidad de especímenes entre abril y mayo y de noviembre a enero.

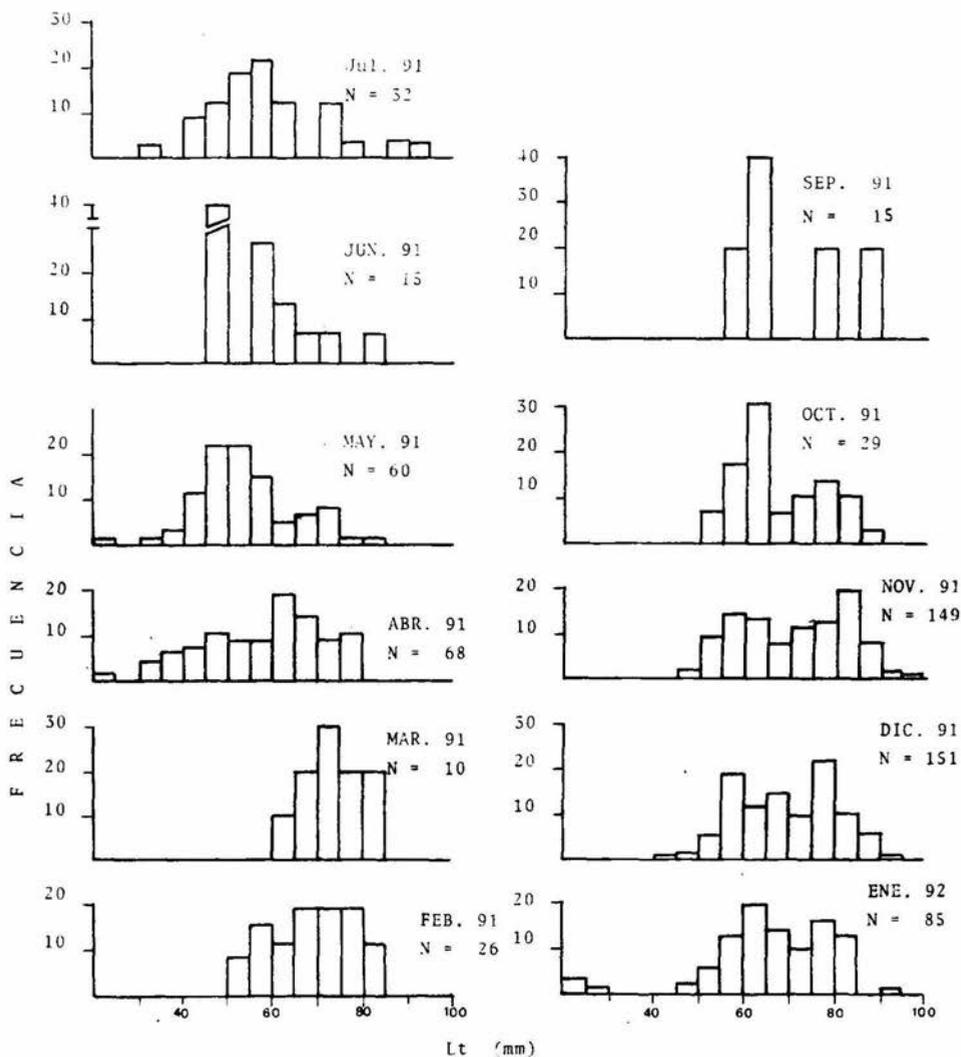


Fig. 7.-Histogramas de frecuencia de la longitud total en machos de A. margaritacea.

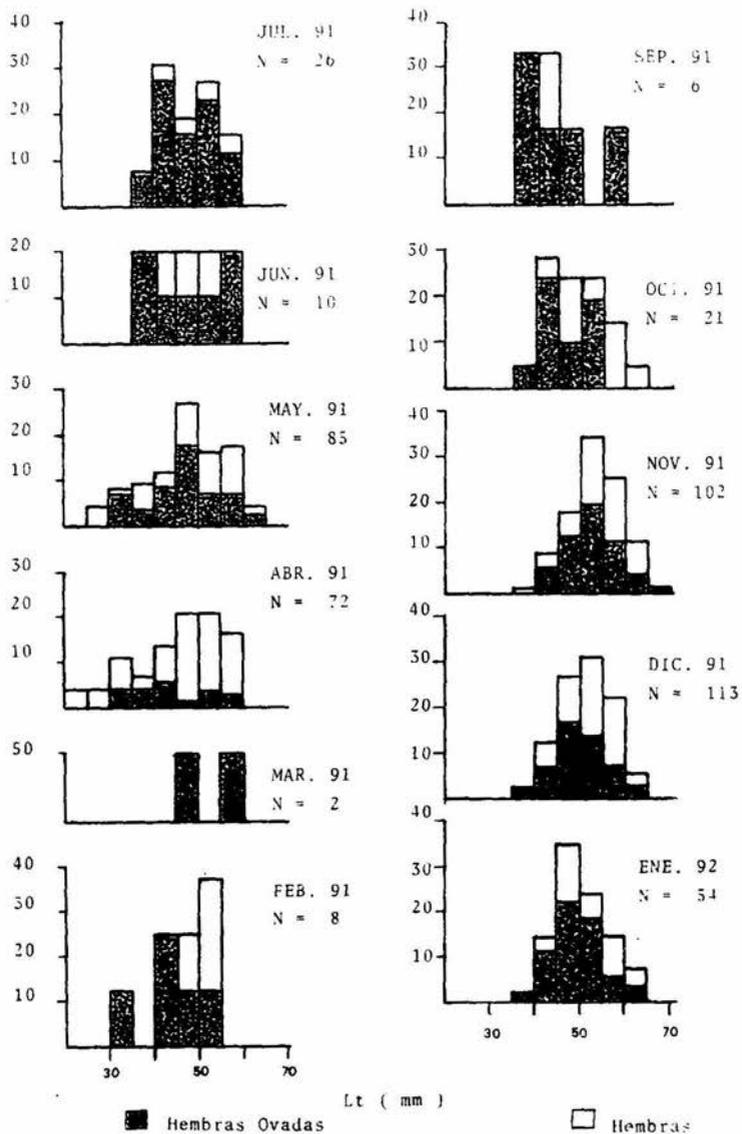


Fig. 8.- Histogramas de frecuencia de la longitud total en hembras. de A. margaritacea.

#### CRECIMIENTO

##### Relación longitud total - peso

Con los datos de longitud total y peso de 251 organismos mayores de 30 mm (que comprende el mes de noviembre) se determinó que la relación existente entre los valores observados por sexo, y de manera global, corresponden a una relación de tipo potencial (Figs. 9, 10 y 11), dadas por las siguientes ecuaciones:

$$\text{Hembras y machos} \quad P = 4.1238 \times 10^{-6} L^{3.4467}$$

$$\text{Machos} \quad P = 7.4026 \times 10^{-6} L^{3.3128}$$

$$\text{Hembras} \quad P = 4.8251 \times 10^{-6} L^{3.4016}$$

Como se observa el valor de  $b$  para las tres ecuaciones es muy parecido, además de ser mayor a 3, esto indica que *A. margaritacea* presenta una clara alometría siendo más evidente en las hembras.

Por otra parte, las longitudes que las hembras alcanzan es de 66 mm y 7.3 g de peso, mientras que en los machos se apreciaron especímenes de 98.5 mm y 29 g como valores máximos.

##### Longitud total-longitud del cefalotórax

Al llevar a cabo la regresión entre la longitud del cefalotórax y la longitud total para ambos sexos se observa una marcada tendencia lineal. Obteniéndose la ecuación  $L_c = -1.8827 + 0.4296 L_t$  para el caso de los machos, con un coeficiente de correlación de 0.9840; en las hembras la recta correspondiente esta representada por la siguiente ecuación:  $L_c = -1.2870 + 0.8870 L_t$  (Figs. 12 y 13).

Alicando el método de Cassie se detectaron 4 clases de edad (Fig. 14), cuya longitud promedio es la siguiente:

clase de edad	longitud promedio (mm)
I	30
II	68.5
III	89.5
IV	100

Fig. 9 Longitud total-peso  
(machos y hembras)

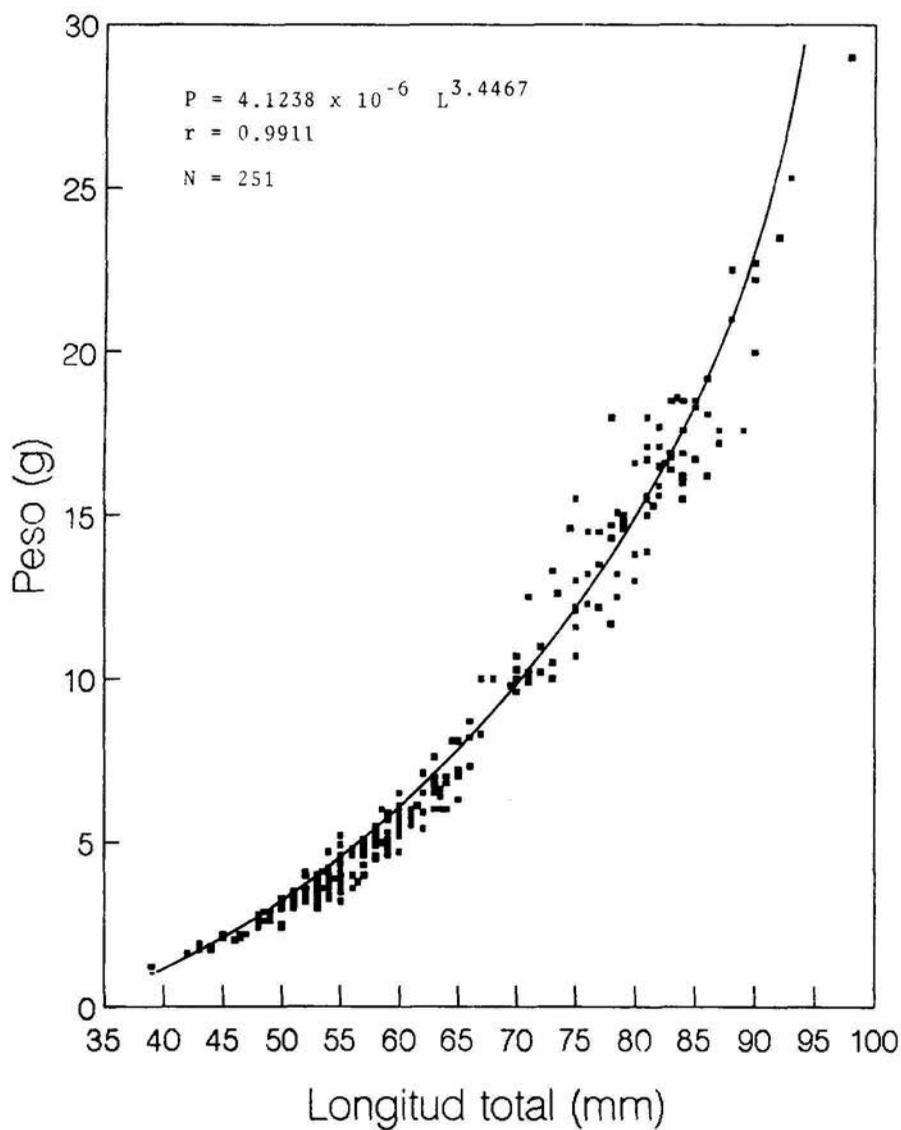


Fig. 10 Longitud total-peso  
(machos)

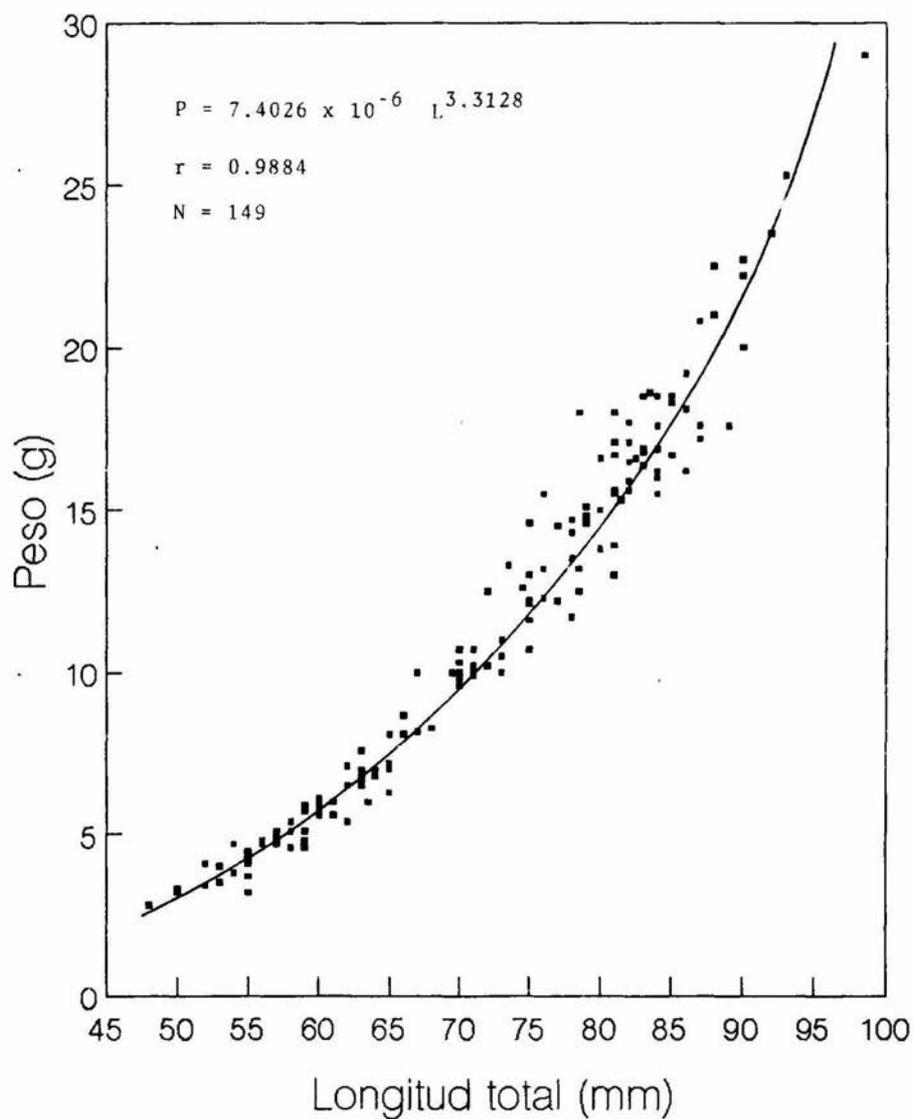


Fig. 11 Longitud total-peso  
(hembras)

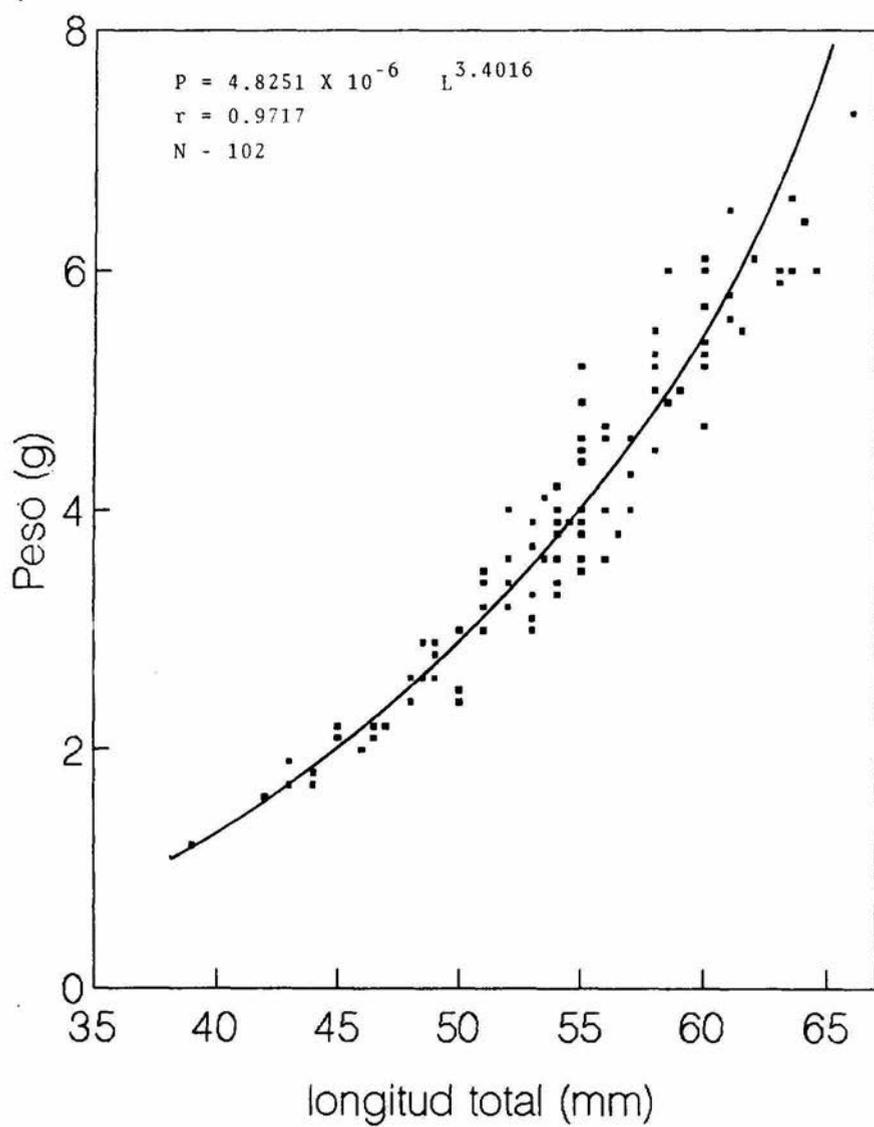


Fig.12 Long. total-long. cefalotorácica machos (mm)

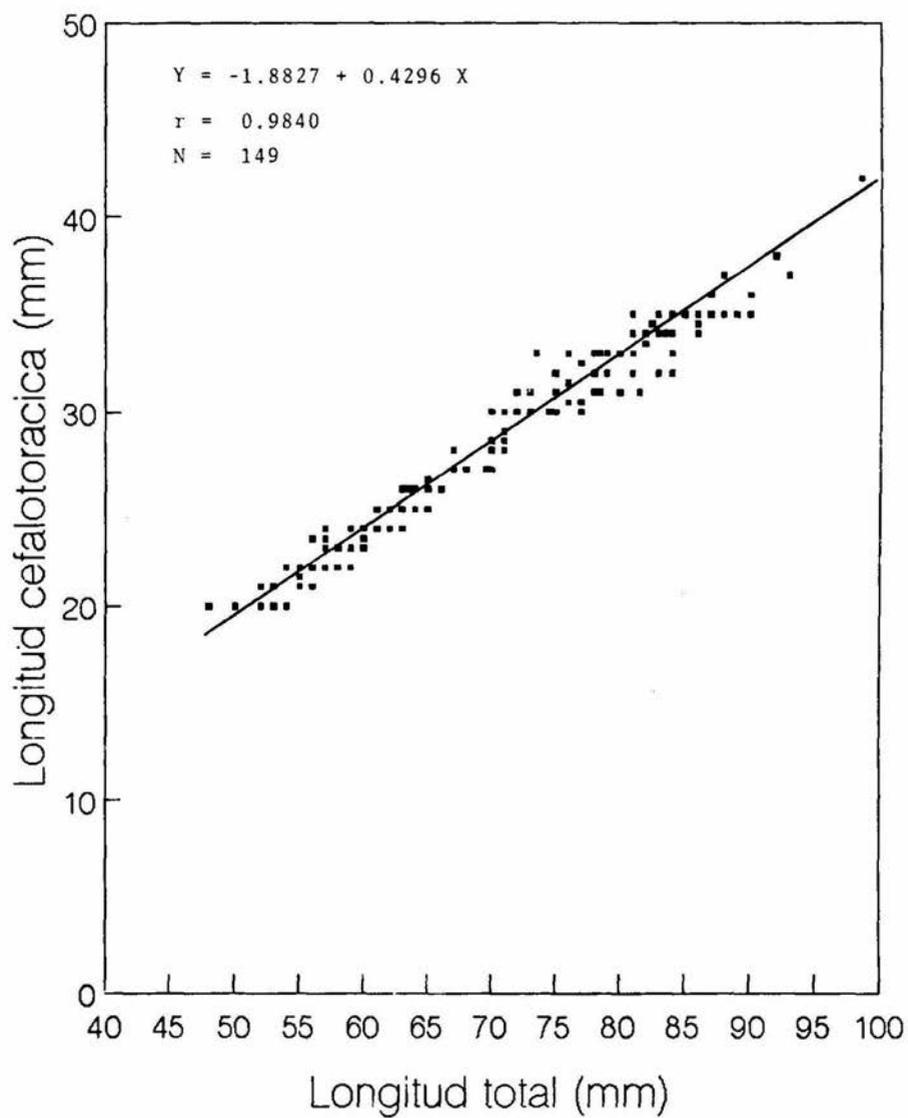
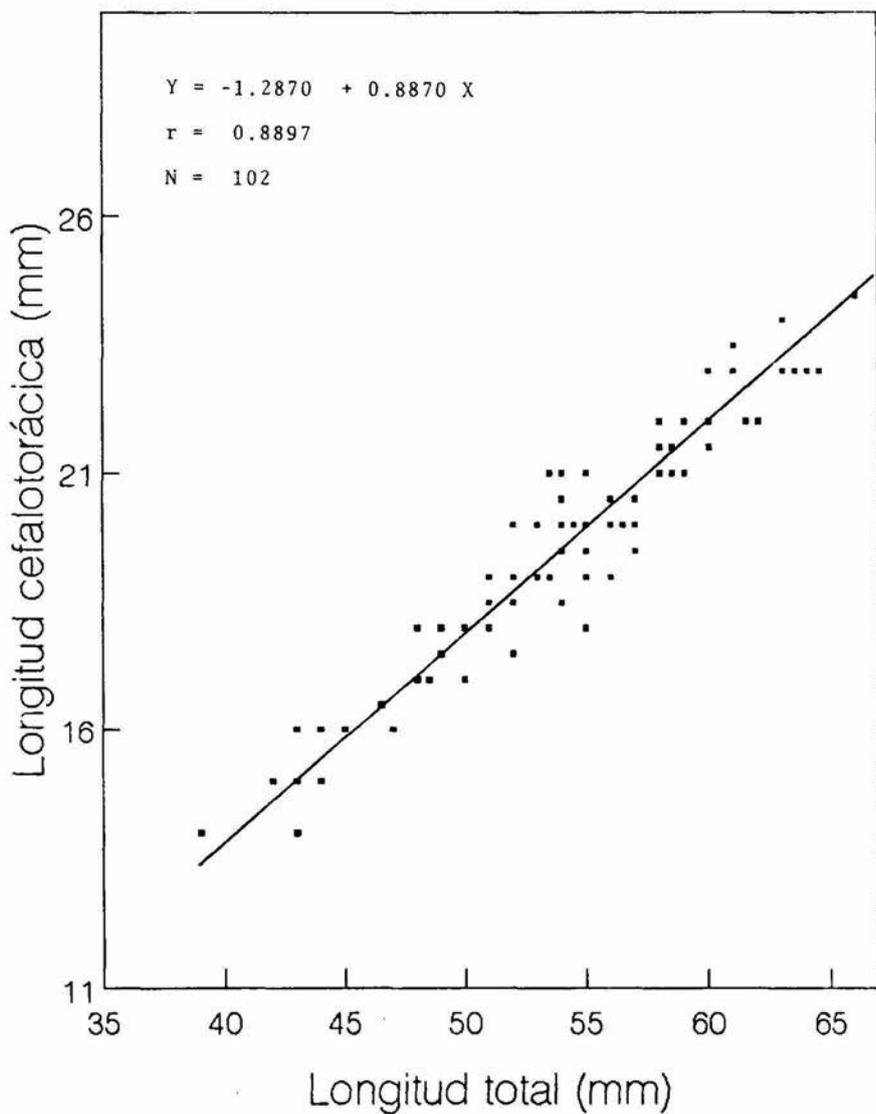
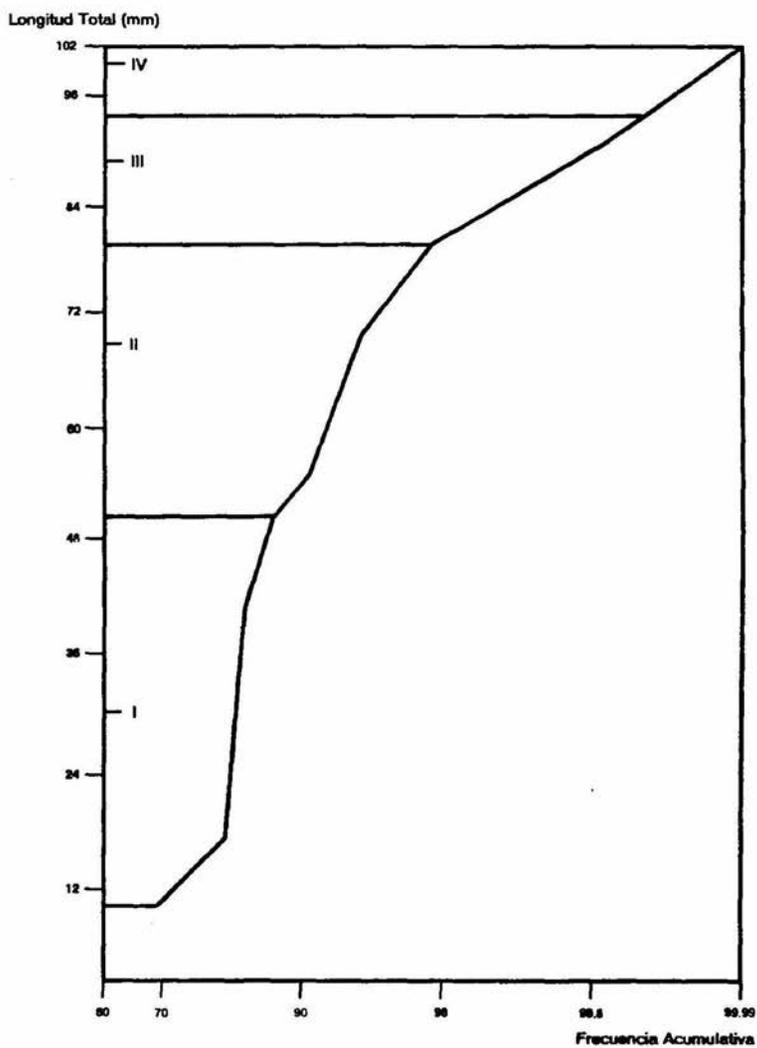


Fig.13 Long. total-longitud cefalotorácica  
(hembras)



**Fig. 14. Clases de Edad.**



Mientras que los valores de los parámetros que satisfacen la ecuación de von Bertalanffy son:

Constante de crecimiento (k) = 0.6319

Edad a la cual el organismo inicia su crecimiento (t<sub>0</sub>) = 0.5066

Longitud máxima teórica (L<sub>∞</sub>) = 112.4593 mm

Peso asintótico (P<sub>∞</sub>) = 48.3574 g

Pendiente obtenida de la relación longitud total-peso de machos y hembras (b) = 3.4467

De esta manera, se tiene que la longitud y peso máximo al que teóricamente puede llegar *A. margaritacea* es de 112.4593 mm y 48.3574 g, por lo tanto, las ecuaciones que describen tal comportamiento son:

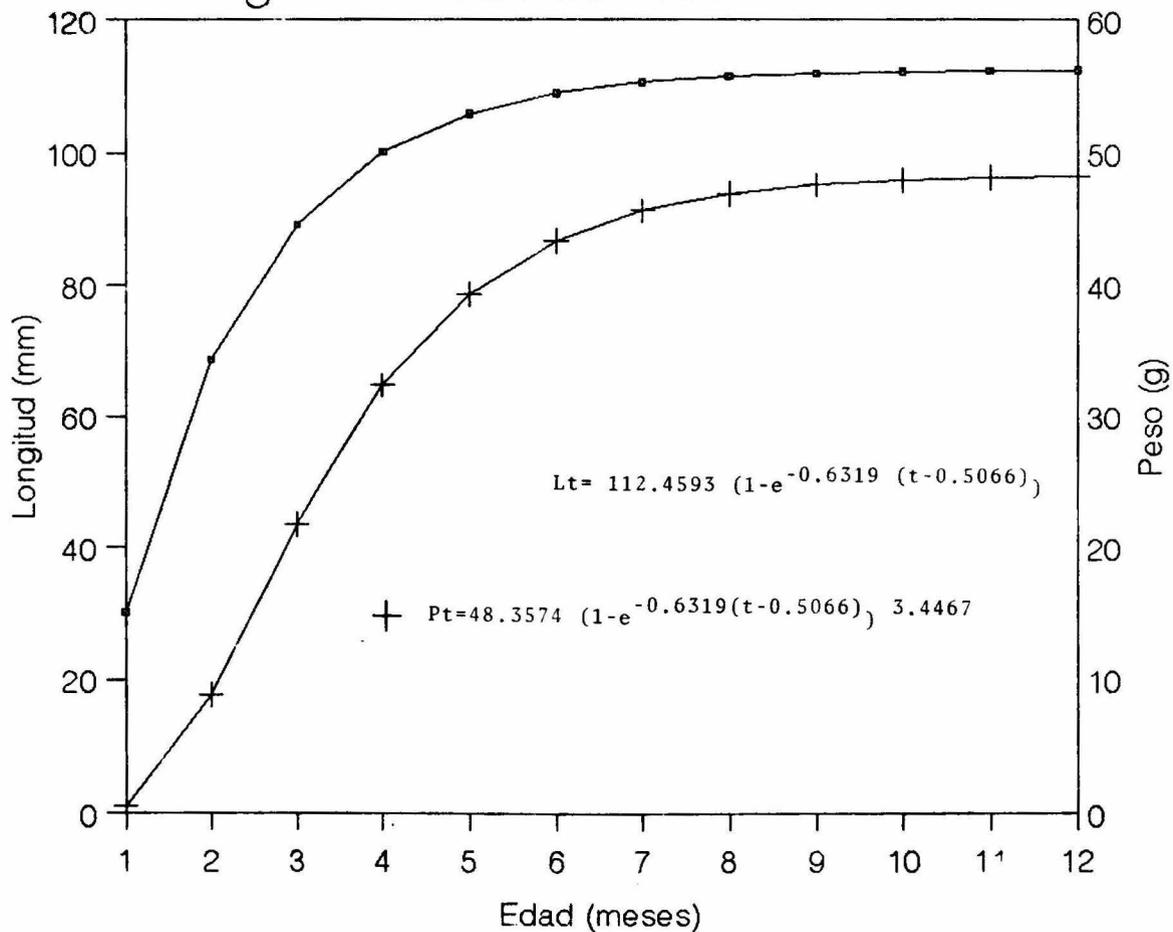
$$L_t = 112.4593 (1 - e^{-0.6319 (t - 0.5066)})$$

$$P_t = 48.3574 (1 - e^{-0.6319 (t - 0.5066)})^{3.4467}$$

Con estas ecuaciones se calcularon los valores para el crecimiento en longitud y peso. La figura 15 representa las curvas obtenidas donde se aprecia un incremento de ambas variables muy rápido al inicio, y gradualmente conforme se desarrollan los organismos este incremento es mínimo hasta volverse asintótico.



Fig.15 Curvas de crecimiento



## DISCUSION

Aparentemente los únicos organismos acuáticos que pueden depredar a *A. margaritacea* en el sistema, especialmente a los individuos menores de 30 mm de longitud total son los peces *Cichlasoma trimaculatum* y *Poeciliopsis porosus*, que a pesar de ser omnívoros tienen tendencia a alimentarse de algunos crustáceos, peces, moluscos e insectos (Yáñez-Arancibia, 1978); los otros peces presentes en el área de estudio por sus hábitos alimenticios, no presentan un peligro potencial para los átyidos, por lo tanto, puede pensarse que sus principales depredadores sean animales terrestres tales como pequeños mamíferos y aves que incursionan en el río (Covich, 1982).

Los átyidos, por sus hábitos alimenticios, son considerados como organismos filtradores lo cual realizan de dos maneras dependiendo del tipo de cerdas que presenten en sus pereiópodos. La primera es por filtración pasiva extendiendo sus pereiópodos a contracorriente, donde las cerdas se abren en forma de abanico extrayendo del medio pequeñas partículas que son ingeridas; en contraparte, otras especies tienen en sus cerdas pequeños denticulos que les permiten no solo filtrar sino también coleccionar el alimento raspándolo de la superficie de plantas y rocas. Este aspecto es de considerable importancia ecológica porque la presencia o ausencia de tales denticulos determinan el microhábitat que ocupan los organismos en el río; así, los individuos que unicamente son capaces de filtrar pasivamente se encontrarán en zonas de corriente rápida y los más especializados tenderán a distribuirse en las zonas remansadas (Fryer, 1977; Felgenhauer y Abele, 1983).

En este trabajo no se realizó análisis del contenido estomacal de la especie, pero Darnell (1958) encontró en *A. scabra*, que el 91.3 % del alimento ingerido consistió básicamente de detritus y en menor proporción de fragmentos de plantas, de insectos, algas filamentosas como *Spyrogyra* sp., *Oscillatoria* sp. y algunas diatomeas como *Navicula* sp. y *Pinnularia* sp.; así como la ingestión del protozoario *Euglypha* sp..

Fryer (1977) menciona para *A. innocuus* una alimentación consistente en detritus particulado, además de fragmentos de plantas de tamaño considerable y otras partículas que al parecer eran ingeridas accidentalmente.

Lo anterior pone de manifiesto que los átyidos son de fundamental importancia ecológica, ya que transforman la energía potencial del detritus en energía utilizable por niveles tróficos superiores como pueden ser peces, aves acuáticas, mamíferos y el mismo hombre.

Un estudio realizado por Bright (1982) sobre la fauna dulceacuícola en ríos de islas tropicales, reveló que la mayoría de la materia y el flujo de energía es llevado a cabo por los crustáceos decápodos y en especial por *Atya pilipes*, confirmando lo mencionado anteriormente.

Por otra parte, la mayoría de los especímenes de la fauna de acompañamiento son representantes de ambientes dulceacuícolas, colectándose desde larvas de insectos hasta peces adultos; en relación con otros invertebrados, los langostinos del género *Macrobrachium* fueron los más abundantes.

Aún cuando *Eleotris pictus* y *Gobiomorus maculatus* son de origen marino, su colecta resultó frecuente aunque escasa, durante el muestreo. Yáñez-Arancibia (1978) ha reportado su presencia en el sistema lagunar de Guerrero mencionando su penetración ocasional a los diferentes ríos del Pacífico, y los considera como componentes dulceacuícolas de tipo detritívoro.

*Dormitator latifrons* es muy abundante en aguas salobres y costeras; se trata de una especie de origen marino que se ha adaptado a vivir en ambientes salobres; su alimentación consiste fundamentalmente de detritus y restos vegetales cayendo en la categoría de consumidor primario de tipo detritívoro, pero dependiendo de la cantidad de alimento y la época del año puede comportarse como un consumidor primario omnívoro incorporando a su dieta anélidos y copépodos. Por su abundancia en diferentes períodos, se le podría considerar como un indicador biológico (Yáñez-Arancibia, 1978). En el mes de septiembre se presentó un fenómeno muy interesante en la estación "Abajo del puente": la abundancia de esta especie fue tal, que el fondo estaba cubierto literalmente de individuos adultos, al parecer como un indicio de la época reproductiva los organismos migraron de la zona estuarina a las partes más altas del río donde las condiciones son propicias para llevar a cabo el apareamiento por la abundancia de vegetación y fondo arenoso.

Por su parte, *Cichlasoma trimaculatum* es una especie indígena que caracteriza por su abundancia a la ictiofauna del área, representa

un recurso pesquero muy importante a nivel local. Se le cataloga como un consumidor primario omnívoro, consumiendo peces, moluscos, insectos, detritus y vegetales. Cuando son adultos ingieren crustáceos, indicando que puede comportarse como un consumidor secundario (Yáñez-Arancibia, 1978).

De Buen (1943), al describir a *Poeciliposis porosus* lo menciona como una especie dulceacuícola, esta especie ha sido reportada en algunas de las lagunas de Guerrero y no se conoce mucho de su biología; los hábitos alimenticios de la especie son omnívoros, consume desde algas hasta pequeños crustáceos e insectos, por su tamaño no tienen importancia económica pero son de gran ayuda para el control de insectos acuáticos, especialmente de hematófagos que en su forma adulta transmiten enfermedades (Velasco, 1976).

*Pseudophallus starksi* se conoce en las regiones estuarinas y desembocaduras de los ríos del noroeste y sur de México, pero aparentemente no existe un registro de su presencia en los ríos costeros de Guerrero, por tanto el presente estudio corrobora la idea de Castro (1978) en cuanto a su posible distribución en localidades de esta zona. Su abundancia resultó baja en comparación con los otros peces colectados, distribuyéndose sobre todo entre las raíces y vegetación acuática, su alimentación se basa fundamentalmente en pequeños organismos zooplanctónicos.

Respecto a los moluscos, *Thiara tuberculata* es una especie introducida; anteriormente estaba restringida a África y Asia (Pilsbry v Bequaert, 1927). Presenta gran capacidad adaptativa a ambientes lóticos y lénticos de zonas tropicales. Algunos tremátodos pasan parte de su ciclo vital en moluscos convirtiéndose en fuente de transmisión de enfermedades parasitarias al ser ingeridos por crustáceos, peces e indirectamente por el hombre. Perera et al. (1990) observaron que *T. tuberculata* es un efectivo agente de control biológico contra algunos caracoles intermediarios, además de ser ovovivíparo y partenogenético. Este hecho es de gran importancia debido a que en el área se ha reportado la presencia de *Biomphalaria* sp., un molusco que actúa como hospedero intermediario potencial de varios platelmintos que producen enfermedades muy severas como la esquistosomiasis y la fasciolosis, entre otras. La presencia de *T. tuberculata* resultó continua y abundante todo el año entre plantas acuáticas, raíces de la vegetación riparia y la arena.

En general, la vegetación marginal puede clasificarse como de hidrófitas enraizadas emergentes, que según Ocaña (1992), son plantas herbáceas de tamaño variable que viven enraizadas al sustrato y tienen la mayor parte de su cuerpo vegetativo y sus órganos reproductores por arriba de la superficie del agua colonizando las orillas someras inundadas de los ríos; a esta vegetación también se le denomina asociación tular-carrizal representada por gramíneas y tules, mientras el matorral espinoso inundable lo conforma *Mimosa pigra*, especie que crece preferentemente en sitios perturbados propiciados por las actividades humanas que se efectúan en el área tal como la agricultura en pequeñas parcelas y la ganadería de vacunos.

El número de huevos producidos por las especies es una característica distintiva y tiene significado biológico y ecológico importante en la dinámica poblacional (Edmonson, en Sastry, 1983), es por esto que debe estudiarse de la manera más completa posible para predecir y explicar los cambios que se suscitan en las poblaciones de estos organismos. Como se mencionó en los resultados, la especie en estudio produce un número alto de huevecillos, que se explica en base a que los átyidos desarrollan por lo menos tres estrategias reproductivas (De Silva, 1988), siendo el género *Atya* el que presenta los índices más elevados de fecundidad en la familia.

Las estrategias parecen ser comunes en organismos que requieren agua salobre para su desarrollo larval y *A. margaritacea* no es la excepción, debido a que parte de su ciclo vital tiene lugar en estuarios; así mismo, esta estrategia asegura que un alto porcentaje de huevecillos sean viables por el hecho de que las hembras los portan en su abdomen hasta su eclosión.

Por otra parte, el número de huevecillos llevados por las hembras se correlaciona positivamente con la longitud total ( $r = 0.85$ ) existiendo una relación de tipo potencial entre esas variables; es decir, a medida que el organismo aumenta de talla la producción de huevos es mayor; sin embargo, hembras de menor tamaño producen una cantidad más elevada presentándose variaciones aún en individuos de la misma longitud, lo que sugiere un incremento desigual entre las variables no descartando que en el momento de la captura los especímenes suelten parte de los huevos; así mismo, esta variabilidad puede estar dada por la condición del animal y la de algunos huevecillos. Si analizamos los resultados de la tabla 3 se advierte que la cantidad máxima y mínima de huevos producidos fué de 18,301 y

1504 respectivamente para hembras de 61.5 y 32 mm de longitud total. Las tallas en las que se observó la mayor fecundidad corresponden a hembras entre 55-66 mm de longitud, obteniéndose un promedio para estas tallas de 15,630.7 huevos por hembra.

Hobbs y Hart (1982) reportan que la hembra ovígera de *A. margaritacea* más pequeña y más grande tienen una longitud cefalotorácica de 7.3 y 20.8 mm respectivamente, siendo el promedio de 12.7 mm de longitud cefalotorácica; y que el número de huevos producidos por hembras entre 9.3 y 11.4 mm de longitud cefalotorácica cae en un intervalo de 1770 a 3010 unidades.

Figueroa (1985) reportó para la misma especie, que las hembras de mayor talla y peso portan un número mayor de huevecillos y viceversa. Así un organismo de 13 mm de longitud cefalotorácica desova 4067 unidades mientras que uno de 16.50 mm produce 12,752, lo cual no concuerda con los resultados de este trabajo debido a que hembras ovígeras de esas longitudes cefalotorácicas presentaron 2450 y 4855 huevos, respectivamente. Estas discrepancias pueden estar dadas en primer lugar por el número de organismos utilizados en la estimación de la fecundidad, por las diferencias en la metodología utilizada, así como por las variaciones geográficas de los hábitats examinados y el período del año en el cual fueron colectados los organismos.

Los autores no hacen referencia a la relación que guarda la fecundidad y la longitud total, pero considerando los resultados de este estudio probablemente existe la misma relación potencial en ambas poblaciones, sin descartar que hembras de una misma talla lleguen a producir cantidades variables de huevecillos.

Darnell (1956) menciona que existe una correlación logarítmica entre el número de huevos y el tamaño total de las hembras de *A. scabra*, pero no especifica qué tan alta o baja es ésta, estimando 8000 huevos para una hembra de 57.5 mm y contabilizando 1111, 1965 y 476 huevos en hembras de 50.5, 47.5 y 43 mm de longitud total.

Para *Pottimirin mexicana*, Luna (1989), al llevar a cabo la relación entre la longitud total y el número de huevos obtuvo una correlación muy baja (0.52) indicando que no existe proporcionalidad entre la talla de los individuos y el número de huevos; también observó que hembras de menor tamaño pueden ser más fecundas que las de mayor talla, encontrando que los huevecillos varían desde 60 hasta 476 unidades, lo que corrobora los resultados aquí obtenidos.

En cuanto al tamaño de los huevecillos de *A. margaritacea*, es típico de las especies que tienen un desarrollo larval planctotrófico (huevos y larvas pequeñas) se caracterizan por un desove numeroso y por un desarrollo larval prolongado (Sastry, 1983).

El primer reporte de la medición hecha a los huevos de *A. margaritacea* fue realizado por Bouvier (1925) observando tallas de 0.51 X 0.31 mm en su eje mayor y menor, mientras que Figueroa (1985) obtuvo una talla promedio de 0.55 X 0.34 mm.

Hobbs y Hart (1982) reportan que en *A. africana* su tamaño varía de una localidad a otra; así, organismos colectados en Zaire producen huevos con un tamaño que va de 0.58 a 0.62 mm de longitud por 0.32 mm de ancho, mientras que hembras procedentes de Camerún tienen huevecillos de 0.6 a 0.7 mm de largo por 0.3 a 0.4 mm de ancho; para *A. gabonensis* registran huevecillos de 0.4 a 0.7 mm en especímenes colectados en el Río Volta, en Ghana, y en *A. lanipes* mencionan huevos de forma oval con tamaños de 0.4 a 0.7 mm. Abele y Blum (1977) reportan para *A. innocous* un tamaño de 0.6 a 0.7 mm de diámetro mayor. Darnell (1956) registró una longitud promedio de 0.84 mm en huevos de *A. scabra* en especímenes procedentes del Río Sabinas, Tamaulipas; por su parte Araújo y Gomes (1988) mencionan para la misma especie, tamaños aproximados de 0.42 X 0.32 mm.

Comparando estos resultados con los aquí obtenidos (0.48 X 0.30 mm) se observa que existen diferencias con los datos reportados anteriormente, esto puede deberse a que el diámetro de los huevecillos difiere significativamente aún en organismos de la misma especie y de localidades diferentes, estando su tamaño determinado por factores genéticos y fenotípicos (Raven, en Sastry, 1983). Así mismo el tamaño de los huevos en los decápodos dulceacuícolas se relaciona con el número de éstos y la duración de los estadios larvales.

Los organismos con huevos grandes usualmente presentan una fecundidad baja y tienen un desarrollo larval abreviado o un desarrollo directo, eclosionando las larvas con las características morfológicas de un juvenil mientras que las especies con huevos pequeños tienen alta fecundidad y un desarrollo larval prolongado.

Basado en estas observaciones, Shokita (1981) hace una clasificación de los átyidos de acuerdo al tamaño y número de huevos producidos, en:

1.- Organismos que producen gran cantidad de huevos de tamaño pequeño.

2.- Aquellos en la cual la masa ovígera y sus huevecillos son de tamaño medio; y

3.- Organismos que portan una pequeña cantidad de huevecillos de tallas grandes.

*Atya margaritacea* se ubica en el primer grupo por presentar estadios larvales complejos y largo desarrollo, los cuales requieren de salinidades medias para su desenvolvimiento (15-18 ‰), por lo que es de suponer que estas características las comparten todas las especies del género.

Los grupos restantes están representados por especies del género *Caridina* y *Neocaridina*, los cuales están asociados a cuerpos de agua lénticos donde las condiciones ecológicas no varían tanto como en ríos y lagunas costeras.

Respecto a la incubación, eclosión y desarrollo larval de *A. margaritacea*, Figueroa (1985) reporta en organismos mantenidos en acuarios que el período de incubación dura de 12 a 14 días y el de eclosión 24 horas, presentándose 12 estadios larvales en un tiempo comprendido entre 40 y 49 días a 28°C y 15 ‰ de salinidad. El mismo autor hace referencia al cambio de color en los huevecillos conforme transcurre el desarrollo embrionario; así, los huevos recién fecundados son de color café y antes de eclosionar son ambarinos; en el presente trabajo el patrón observado varió considerablemente desde un tono anaranjado brillante hasta el castaño claro.

Ling (1969), al describir el desarrollo embrionario de *Macrobrachium rosenbergii*, menciona que cada una de las etapas observadas en los huevecillos son similares a la de otros decápodos, por lo tanto, si así sucede con *A. margaritacea*, cada uno de los estadios mencionados se correspondería con las siguientes fases:

- 1.- Primeras etapas de segmentación nuclear
- 2.- Segmentación completa
- 3.- Formación de estructuras caudales y vesículas ópticas
- 4.- Presencia de pigmentos ópticos y larva totalmente desarrollada.

El hecho de que algunas hembras porten en su abdomen huevos en diferentes etapas de maduración, indica que su desarrollo embrionario puede ser cronológicamente diferencial a partir del momento en que se lleva a cabo la fecundación (Guzmán, 1987).

Por lo que toca a la madurez sexual, ésta se considera como un aspecto importante biológicamente ya que es la etapa en que un organismo es capaz de producir nuevos individuos, siendo relevante que en algunas especies la talla mínima de madurez sexual se alcance muy rápido, principalmente en aquellas poblaciones que están sometidas a altas presiones de captura como son los crustáceos, que requieren producir un alto potencial biótico para mantener estables sus poblaciones. *A. margaritacea* alcanza su madurez sexual a los 32 mm de longitud total (12 mm de longitud cefalotorácica), pero las hembras de tallas entre 45-54 mm de longitud son las que participan más activamente en el proceso reproductivo, estando las tallas ligadas al tamaño promedio de la población ovígera (49.56 mm de longitud total), siendo además las mejores representadas (Fig. 16). De acuerdo a Guzmán et al. (1982), el tamaño en el cual las hembras alcanzan la madurez sexual está íntimamente ligado al tamaño medio de la población, observándose que éste puede variar dependiendo de las condiciones ambientales, es por esto que probablemente hembras de la misma especie alcancen su madurez sexual a tallas mucho menores que a las reportadas en este trabajo. Hobbs y Hart (1982) mencionan que *A. margaritacea* es capaz de reproducirse cuando alcanza una longitud de 21.87 mm aproximadamente y *A. innocuus* a partir de los 7.9 mm de longitud cefalotorácica, mientras que para Darnell (1956) *A. scabra* alcanza su madurez sexual a los 39 mm de longitud total.

Por lo que concierne al período de reproducción si analizamos los datos de la tabla 2 se observa que a partir de junio se incrementa el número de hembras ovadas coincidiendo con la máxima precipitación registrada en el ciclo (381 mm), para que en julio y septiembre se alcance el máximo período reproductivo (Fig. 17) y a partir de ahí el porcentaje de hembras grávidas se mantiene en valores muy similares hasta el mes de febrero, observándose que entre marzo y abril se presenta una aparente pausa en el ciclo reproductor. Figueroa (1985) supone el mes de agosto como el principal período reproductivo de la especie en base a una abundante colecta de hembras ovígeras en ese mes, lo cual apoya la idea de que la reproducción es más intensa

Fig.16 Distribución de tallas  
(Hembras ovadas)

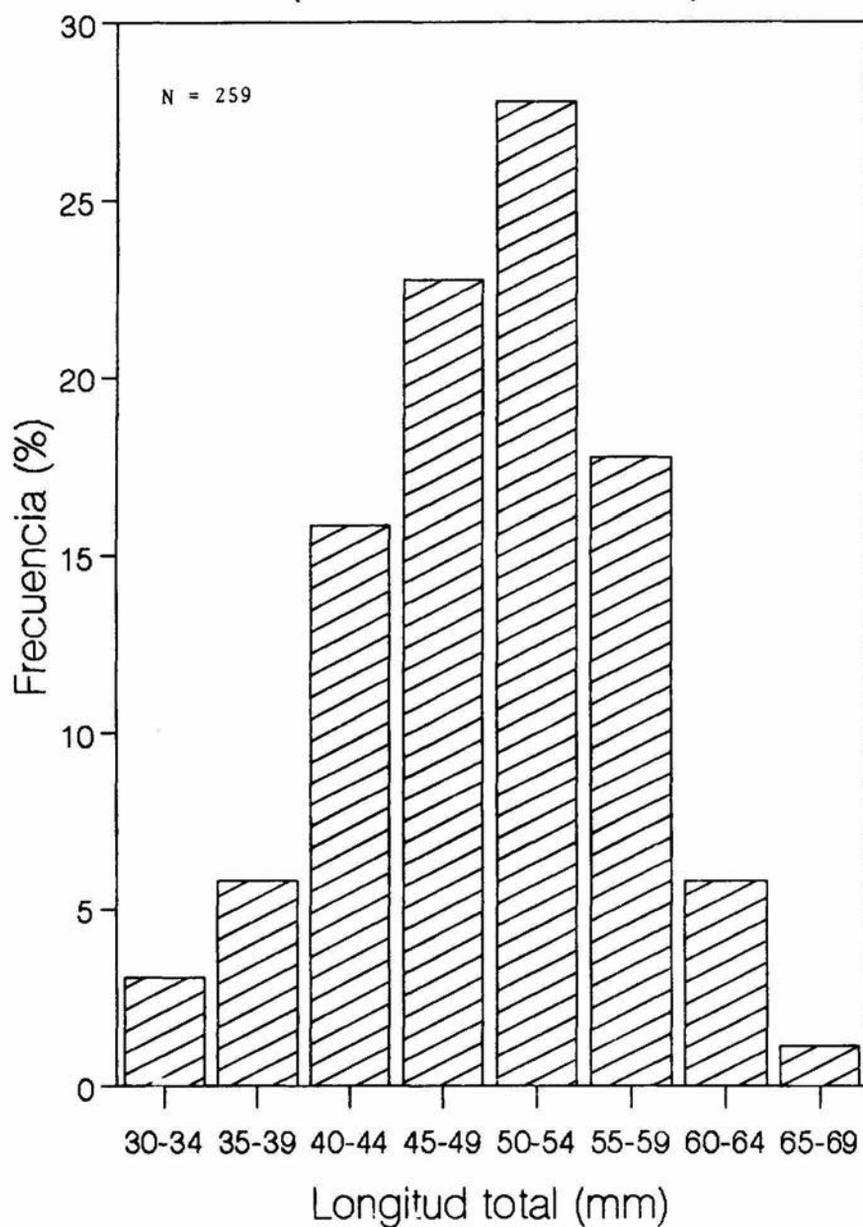
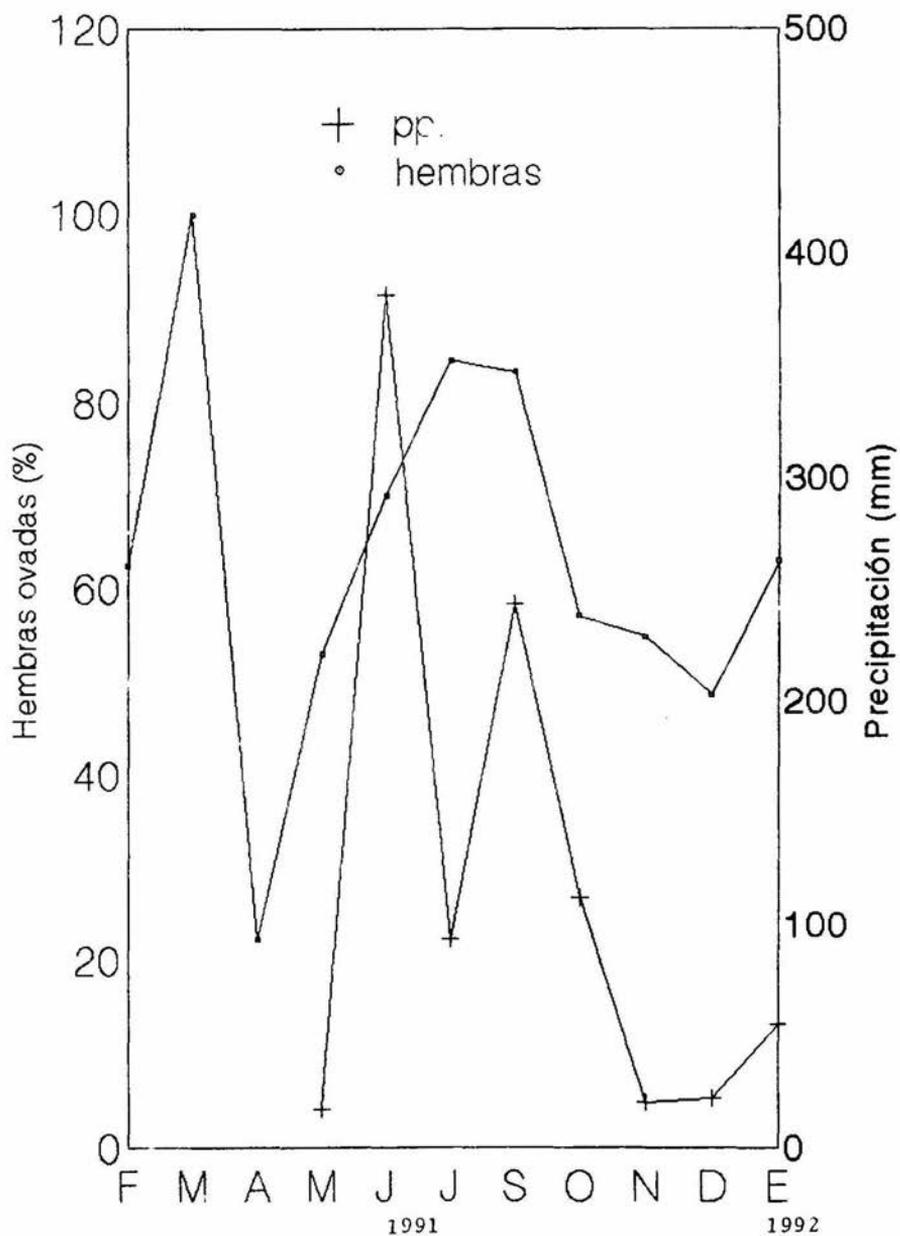


Fig.17 Hembras ovadas-precipitación



en la época de lluvias.

Coincidentemente, los valores elevados de hembras ovadas concuerdan con una captura pobre de organismos, esto se explica en base a que las condiciones de muestreo para esos meses fueron muy difíciles debido al acarreo fluvial de gran cantidad de arena y lodo, lo que dificultó la visibilidad y localización de los organismos.

Por lo que toca al comportamiento reproductivo se ha observado que es típico de diversas especies que habitan los ríos costeros, porque el desove tiene lugar cuando se incrementa el volumen del río provocado por las lluvias ayudando a incrementar la dispersión larvaria hacia los estuarios y zonas de crianza, esto aunado a que el sobreflujo incrementa la disponibilidad de alimento para los organismos. Según De Silva (1988), los átyidos que viven en zonas tropicales se reproducen todo el año, mientras que otras especies de regiones templadas se reproducen en el verano cuando la temperatura es más alta, lo que podría explicar en parte el comportamiento reproductivo de *A. margaritacea*, debido a que la temperatura se mantuvo en un promedio superior a los 28°C, no siendo un factor limitante para la reproducción.

En cuanto a la composición sexual de la población, Figueroa (1985) advierte en la misma especie que únicamente en agosto las hembras fueron numéricamente mayor a los machos, mientras en nuestro trabajo éstas los superan en abril, mayo y septiembre.

La razón por la cual pueden presentarse estas variaciones en la proporción de sexos, puede atribuirse a que siendo la reproducción continua, las hembras frecuentemente podrían realizar migraciones río abajo hacia zonas donde la corriente es más lenta y se presentan las condiciones adecuadas para asegurar una mayor sobrevivencia larval (Capistrán, 1992), esto se ve respaldado por su alta ocurrencia en el estuario (Mireles, comunicación personal) cuando es muy elevado el porcentaje de hembras ovadas, sobre todo en julio.

Por otro lado, el decremento en la proporción de machos está dado, probablemente por la captura selectiva de las gentes del lugar, esto porque son más grandes y se visualizan más fácilmente.

De lo anterior se deduce que la predominancia de los machos es una característica intrínseca de la población, y probablemente del género, esto lo demuestran los diferentes estudios llevados a cabo por otros autores.

Villalobos (1943) mencionó que la proporción de sexos en *A. scabra* siempre estuvo a favor de los machos y destacó este aspecto debido a que en otros grupos de crustáceos decápodos son las hembras las que predominan en la población. Por su parte, Darnell (1956) encontró que el 61 % de la colecta favoreció a los machos, mientras Cubillas *et al.* (1989) para la misma especie, menciona una proporción de 1.8 machos por cada hembra.

En función de los resultados mostrados en la figura 6, se puede apreciar que la mayor captura se registra durante octubre a diciembre, este período representó el 77.07 % de la muestra global, la cual se distribuyó en un intervalo de tallas muy homogéneo con un mismo valor modal.

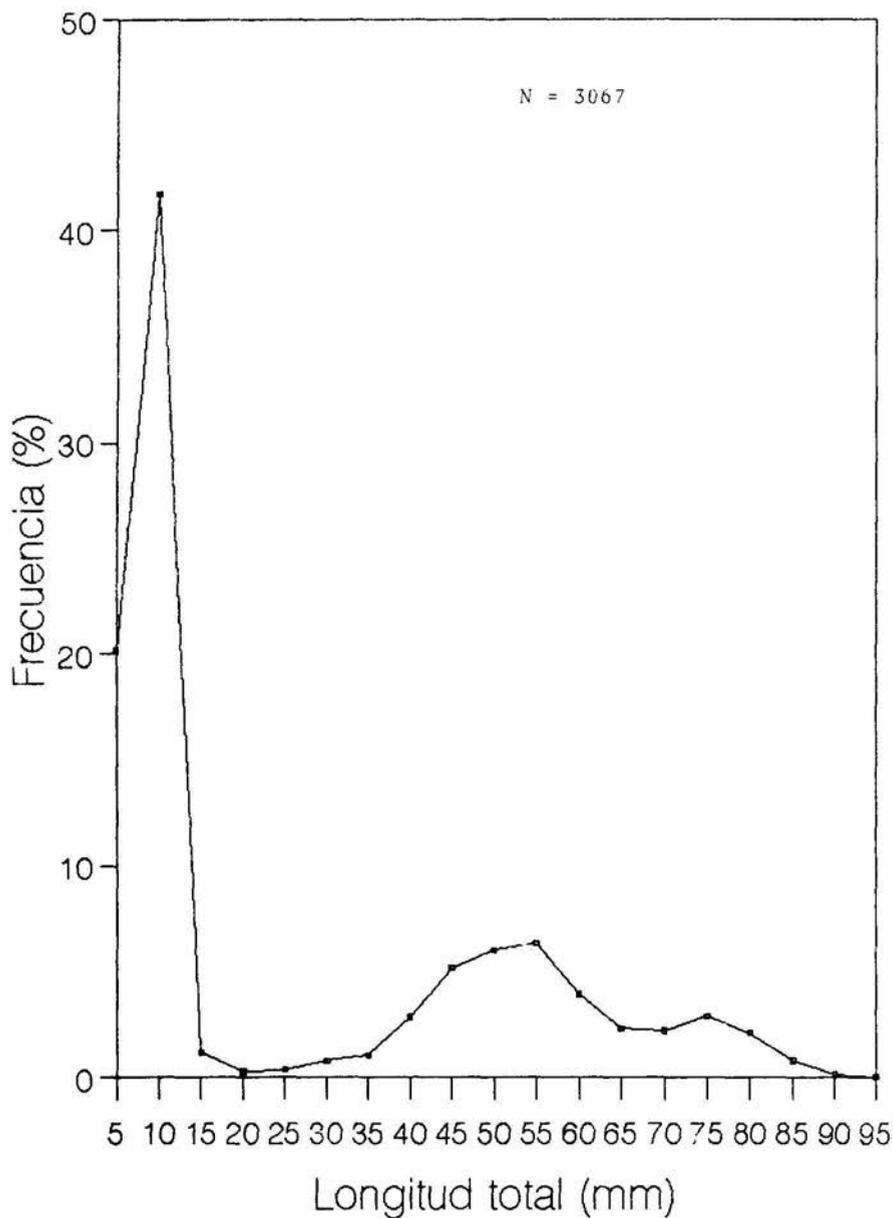
Por otra parte, no se aprecia una variación muy amplia de tallas en cada mes, esto porque probablemente al ser la reproducción continua permite que coexistan especímenes de casi todas las tallas durante la mayor parte del año. Cabrera *et al.* (1976) mencionan para una población de *M. acanthurus* que si la reproducción se diera a una misma intensidad todo el tiempo, habría grandes diferencias de tallas.

En cuanto a la distribución global de frecuencias de tallas, predominan las cohortes comprendidas entre 5 y 15 mm, pero se restringen de octubre a diciembre, y en menor cantidad en julio, no obstante, las tallas que se mantienen prácticamente de forma abundante durante todo el año son las clases de edad comprendidas entre 40 y 65 mm de longitud (Fig. 18), siendo los machos más frecuentes en las tallas superiores (Fig. 7).

En general, el patrón que muestra la abundancia temporal, aparentemente se relaciona con la disminución de las precipitaciones pluviales que, como se mencionó anteriormente, influyen directamente en la dinámica del río ocasionando con ello que la velocidad de la corriente disminuya y, en consecuencia, se dé la incorporación masiva de organismos prejuveniles y juveniles a la población; así mismo, es importante mencionar que la abundancia refleja las condiciones favorables prevalecientes en el río para el desarrollo de la especie. Ahora bien, la aparente ausencia de depredadores en el área y el tipo de alimentación de *A. margaritacea*, explica, en parte, la prosperidad de la especie durante todo el año.

El primer reclutamiento, aunque de menor intensidad, tiene lugar en julio y el segundo, que es de mayor importancia, ocurre durante octubre a diciembre; sin embargo, las observaciones realizadas

Fig.18 Distribución global de tallas



en el campo confirman que se incorporan nuevos individuos casi durante todo el año en densidades muy bajas que no figuran en los histogramas (Figs. 6, 7 y 8); lo anterior ratifica la idea de que la principal época reproductiva comienza con las lluvias; por lo tanto los especímenes colectados entre noviembre y diciembre son aquellos que probablemente nacieron entre mayo y julio.

En cuanto a la relación peso-longitud se demuestra que ambos parámetros están estrechamente relacionados, es decir, un aumento de talla corresponde a un incremento en peso del organismo. Al observar la fig. 9 se define claramente una tendencia potencial entre la longitud y peso totales. Por su parte, se puede apreciar que las hembras al parecer se desarrollan más rápido que los machos (Fig. 11), esta diferencia probablemente tenga relación con el desarrollo gonádico y la madurez sexual. Por su parte, los machos son más pesados que las hembras como consecuencia de la robustez y el desarrollo del tercer par de pereiópodos, sobre todo organismos de tallas mayores de 50 mm de longitud total.

El crecimiento de la especie se considera de tipo alométrico según lo establece Ricker (1975), quien menciona que un exponente de 3 en la relación peso-longitud se considera isométrico, sin embargo, en este caso tanto el valor global (machos + hembras) como para cada sexo por separado resultó ser mayor de 3, por lo que la especie presenta una clara alometría; esto es, las proporciones de su cuerpo varían de forma distinta al peso corporal de los organismos.

Contrariamente, la relación longitud total-longitud cefalotorácica se comporta como una línea recta en ambos sexos, lo que presupone un incremento proporcional entre sus partes corporales, pero en base a una revisión morfológica detallada, se observa que las hembras conforme son más grandes presentan un grado de alometría más evidente que los machos, debido a que poseen un abdomen más grande y robusto explicando con ello que los puntos graficados tengan una mayor dispersión respecto a la relación obtenida para los machos (Fig. 13).

La razón por la cual la longitud del cefalotórax sea menor y el tamaño del abdomen sea más grande en las hembras que en los machos, puede tener una explicación en el sentido de que la hembra, cuando está en fase ovígera, aloja en su abdomen gran cantidad de huevecillos hasta que se desarrollan y eclosionan (Darnell, 1956); este autor, así como Cubillas *et al.* (1990), encontraron para *A. scabra* que los datos de longitudes totales y cefalotorácicas se

ajustaban a una relación lineal, observando que las rectas resultantes en ambos sexos también se separan al aumentar la talla de las hembras presentándose dispersión de los puntos graficados.

Esta relación también fue obtenida por Hobbs y Hart (1982) en *A. innocuus*, quienes mencionaron además, que las variaciones estadísticas para otras especies del género deben ser muy similares a las encontradas por ellos, confirmado por el índice correlativo que obtuvieron ( $r = 0.98$ ) que aunque fue aplicado de manera global, refleja la alta dependencia de ambas partes corpóreas. Por su parte Cubillas *et al.* (1990) obtuvieron coeficientes de correlación de 0.96 y 0.89 en machos y hembras respectivamente; los aquí calculados no varían en forma significativa, puesto que para los machos el coeficiente de correlación fue de 0.9840 y para las hembras de 0.8897.

Por otra parte, gracias al hecho de que se colectaron en abundancia organismos de casi todas las tallas, los resultados pueden considerarse más precisos en base a que no hubo gran diferencia entre los valores calculados y observados; la longitud máxima obtenida por medio del modelo de von Bertalanffy fue de 112.4593 mm.

De igual manera, el método de Cassie es confiable porque sólo requiere de una muestra representativa de la población, y es recomendable aplicarlo para períodos de tiempo cortos; así mismo, por ser práctico tiene la ventaja de que separa e indica la talla a la cual se reclutan los organismos de la población (González, 1993), que en el caso de *A. margaritacea* es de 30 mm de longitud total.

Según Chávez y Rodríguez de la Cruz (1971), los resultados que se obtienen para determinar el tamaño de las clases de edad con este método es más objetivo que utilizar solamente la distribución de frecuencias de tallas, debido a que es difícil detectar una secuencia que demuestre el desplazamiento de una clase modal, sobre todo cuando la reproducción es continua.

El crecimiento según Everhart y Youngs (en Jurado, 1993), puede definirse como el desarrollo progresivo de un organismo, siendo un proceso fisiológico complejo en el que la diferencia entre el catabolismo y el anabolismo se manifiestan en longitud y peso.

En los crustáceos es difícil determinar la edad porque no existen estructuras óseas permanentes que permitan reconocer marcas de crecimiento como ocurre en los peces; desafortunadamente no hay trabajos realizados con especies del género, donde se haga un

seguimiento completo desde su desarrollo larval hasta la fase adulta, lo que podría dar una base sobre su tasa de crecimiento y edad aproximadas; por tal motivo, tomando en consideración que el desarrollo larval de *A. margaritacea* en condiciones de laboratorio se lleva a cabo en 49 días (Figueroa, 1985), se propone que cada clase de edad obtenida podría corresponder a 2 meses a partir de la metamorfosis del primer estadio juvenil.

La velocidad de crecimiento de los organismos es muy rápida en las primeras cinco clases de edad (Fig. 15), pero posteriormente la tasa de incremento disminuye al aumentar la edad. Por su parte, el incremento en peso es un poco más lento, esto probablemente está dado por la condición de los organismos, pues un aumento en longitud no corresponde estrictamente a un valor determinado en peso para esa talla pudiendo encontrar organismos de un mismo tamaño pero de peso ligeramente diferentes.

De lo anterior se deduce que *A. margaritacea* es una especie de muy rápido desarrollo, de acuerdo al valor obtenido de su constante de crecimiento ( $k = 0.6319$ ), pues según Gulland (1971) a medida que  $k$  es mayor el crecimiento es más rápido; la alta tasa de crecimiento podría atribuirse a la temperatura ya que se ha observado que las variaciones de este factor pueden influir en la periodicidad de las mudas y el crecimiento (Hart, 1980), en este caso, el promedio de temperatura fue elevado ( $28.4^{\circ}\text{C}$ ) y ello podría explicar en parte el ritmo de crecimiento de la especie.

Otra observación es que las curvas tienden a volverse asintóticas a partir de la edad 8 (aproximadamente un año y cuatro meses), este fenómeno se explica en base a que en los organismos postlarvales y juveniles, las mudas se pueden producir una vez por semana, y a medida que crecen, los períodos de intermuda se prolongan pudiendo ocurrir en organismos adultos, mudas una o dos veces por año, particularmente en los crustáceos de exoesqueleto grueso (Boschi, 1989) como *A. margaritacea*; debe tomarse en cuenta también, que el crecimiento disminuye porque una vez adultos, los especímenes destinan la gran mayoría del material nutritivo en procesos como la reproducción y otros aspectos energéticos (Campos, 1988).

La longitud y el peso máximos a los que hipotéticamente puede llegar *A. margaritacea* calculados mediante el modelo de von Bertalanffy se consideran aceptables tomando en consideración que Cubillas *et al.* (1990) obtuvieron ejemplares de *A. scabra* hasta de 120

mm y 55 g, mencionando que la longitud máxima que puede alcanzar dicha especie es de 128 mm.

El peso obtenido en este trabajo (48.3574 g), podría considerarse como un valor sobrestimado pues entre éste y el valor esperado hay casi 20 g de diferencia; sin embargo, debe tomarse en consideración, que ese peso sería el máximo si los organismos llegasen a tener 112.4593 mm de longitud total, lo que indudablemente dependería de muchos factores pero el más importante podría ser el estado de desarrollo o factor de condición de los organismos.

Para que la especie alcance esa talla y peso, teóricamente debería vivir más de tres años, situación que no es exagerada, pues Fryer (1977) reportó que un espécimen de *A. innocous* mantenido en acuario vivió seis años y nueve meses, mientras que uno de *A. scabra* logró sobrevivir alrededor de dos años y medio; para *A. margaritacea* no existen datos de esta índole y se piensa que en su medio natural las poblaciones difícilmente sobrepasen esa edad por la extracción a la que son sometidas por los pescadores del lugar.

Las tallas reportadas por Hobbs y Hart (1982) y Figueroa (1985), para *A. margaritacea*, son menores a las obtenidas en el presente trabajo, sin embargo, los resultados ponen de manifiesto que esta especie es una de las más grandes del género junto con *A. scabra* y *A. innocous*, y sólo superadas por *A. gabonensis* que, a juicio de Bouvier (1925), es la más grande, llegando a medir hasta 140 mm de longitud total. Este aspecto es atractivo, pues además de su tamaño, los hábitos alimenticios del género hacen de ellos candidatos potenciales para la acuicultura particularmente en sistemas de corrientes rápidas (Hunte, 1977).

Finalmente, es importante mencionar que el modelo obtenido únicamente es válido para diagnosticar el comportamiento de la población, por lo que se hace necesario aplicarlo tanto en hembras como en machos para establecer si hay diferencias en el ritmo de crecimiento para cada sexo, esto con el fin de aplicarlo en posibles aspectos acuaculturales.

## CONCLUSIONES

- *A. margaritacea* habita en zonas de corriente rápida donde abunda el sustrato rocoso.
- Los juveniles menores de 20 mm de longitud total se distribuyen entre la vegetación marginal y semisumergida del río, preferentemente en densos crecimientos de *Potamogeton crispus* y *Najas guadalupensis*.
- Por la heterogeneidad del hábitat, es común encontrar en el área una basta cantidad de especies que van desde insectos hasta peces, con predominio de crustáceos decápodos en distintas fases de desarrollo.
- En este trabajo se confirma la presencia de *Pseudophallus starksi*, y el registro de la planta acuática *Marathrum affinis elegans* en la localidad.
- La proporción global de sexos favoreció a los machos en una razón de 1.2 por cada hembra.
- La talla mínima a la cual *A. margaritacea* participa en la reproducción es de 32 mm de longitud total, pero hembras con tallas entre 45 y 54 mm son las que se reproducen más activamente.
- La reproducción es continua con un período máximo reproductivo que se observa en los meses de julio y septiembre, coincidiendo con la temporada de lluvias.
- La relación que guarda la longitud total de las hembras y el número de huevos producidos es muy alta (0.95); sin embargo, hembras de menor tamaño pueden ser más fecundas que algunas de mayor talla, variando el número de huevos entre 1504 para una hembra de 32 mm y 18,301 en organismos de 65 mm de longitud total.
- El rango de tallas es muy amplio, colectándose organismos desde 6 hasta 98.5 mm de longitud total, registrándose las mayores tallas entre octubre y diciembre.
- En el área de estudio ocurren dos períodos de reclutamiento el primero en julio y el más importante entre octubre y diciembre.

- La abundancia es alta durante la mayor parte del año, debido a que la especie carece, prácticamente, de depredadores naturales efectivos.

- El peso y la longitud total se relacionan estrechamente de manera potencial, siendo definido este comportamiento mediante la siguiente ecuación:  $P = 4.1238 \times 10^{-6} L^{3.4467}$ .

- Se obtuvo una relación lineal entre la longitud total y la longitud cefalotorácica en ambos sexos.

- Las ecuaciones que definen el crecimiento en longitud y en peso son:

$$L_t = 112.4593 (1 - e^{-0.6319 (t-0.5066)})$$

$$P_t = 48.3574 (1 - e^{-0.6319 (t-0.5066)})^{3.4467}$$

Siendo la longitud máxima teórica de 112.4593 y el peso de 48.3574 g

- El crecimiento de *A. margaritacea* se considera alométrico en base al valor de la pendiente obtenido de la relación longitud total-peso (3.4467); así mismo, presenta una tasa metabólica alta ( $k = 0.6319$ ) que le permite un rápido desarrollo.

## RECOMENDACIONES

- Se propone llevar a cabo estudios relacionados con los aspectos biológicos de las diferentes especies de esta familia, debido a que en nuestro país son escasos.
  
- Comparar los resultados obtenidos en este estudio con otras especies del género en condiciones experimentales a fin de definir su posible cultivo y aprovechamiento.
  
- Es recomendable realizar trabajos que contemplen los siguientes aspectos:
  - Análisis de contenido estomacal
  - Conocimiento de las tasas de mortalidad natural
  
- Finalmente, debido a la gran escasez de estudios en los ríos, es necesario fomentar el interés por estos sistemas con el fin de evaluar y aprovechar los recursos que ahí subsisten.

#### LITERATURA CITADA

Abele, L.G. y N., Blum, 1977. Ecological aspects of the freshwater decapod crustaceans of the Perlas Archipelago, Panama. *Biotropica*, 9 (4): 239-252.

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

Boschi, E.E., 1989. Biología pesquera del langostino litoral patagónico de Argentina *Pleoticus muelleri*. Serie Contribuciones del INIDEP, Argentina, 646: 71 p.

Bouvier, E.L., 1925. Recherches sur la morphologie, les variations, la distribution géographique des crevettes de la famille des Atyides. *Encyclopedie Entomologique*, Serie A, 4: 370 p.

Bright, G.R., 1982. Secondary benthic production in a tropical island stream. *Limnol. Oceanogr.*, 27 (3): 472-480.

Cabrera C., G., L. Ortega G., y I. C. Aguirre, 1976. Contribución al estudio poblacional del camarón prieto o langostino "manos de carrizo" *Macrobrachium acanthurus*, en aguas del bajo Papaloapan. Memorias del Simposio sobre Pesquerías en Aguas Continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas: 133-159.

Campos, L.L.M., 1986. Aspectos morfológicos, ecológicos y de crecimiento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el sistema fuvio-lagunar Palizada-Boca Chica, Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM. 75 p.

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

Cassie, R.M., 1954. Some uses of probability paper in the analysis of the size frequency distributions. *Aust. Jour. Mar. Freshwater Res.*, 5 (3): 513-522.

Castro, A.J.L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca. Serie Científica, 19: 298 p.

Chace, F.A. y H. H. Hobbs, 1969. The freshwater and terrestrial decapod crustaceans of The West Indies with special reference to Dominica. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 292: 258 p.

Chávez, A.E. y M. C. Rodríguez de la Cruz, 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis* Holmes) del Golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 32: 111-127.

Cházaro, O. S., 1989. Estudio sobre algunos aspectos de la biología del charal *Chirostoma jordani* en el embalse Trinidad Fabela, Estado de México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. 46 p.

Correl, S.D. y Correl H.B. Correl, 1972. Acuatic and wetland plants of southwestern United States. U. S. Government Printing Office. Washington D. C. 1777 p.

Covich, P.A., 1988. Atyid shrimp in the headwaters of the Luquillo Mountains, Puerto Rico: filter feeding in natural and artificial streams. *Verh. Internat. Verein. Limnol*, 23: 2108-2113.

Cubillas, H.L., G. Benítez R. y Z. Chávez A., 1989. Aspectos de la población de *Atya scabra* (Leach) en el Río La Antigua, Veracruz, México. Resúmenes del X Congreso Nacional de Zoología. México, D.F.

Darnell, R.M., 1956. Analysis of a population of the tropical freshwater shrimp *Atya scabra* (Leach). *Am. Mid. Nat.*, 55 (1): 131-138.

De Buen, F., 1943. *Poecilopsis* en las cuencas de los ríos Lerma y Marqués, con descripción de dos nuevas especies. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Méx.*, 14 (1): 261-283.

De Silva, K.H., 1988. Studies on Atyidae (Decapoda, Caridea) of Sri Lanka III. Aspects of the population ecology of *Caridina simoni* Bouvier 1904. *Crustaceana*, 54 (1): 85-103.

Delgadillo, C. E., 1986. Evaluación de la materia orgánica particulada en la Laguna de Coyuca de Benítez, Estado de Guerrero, durante el ciclo de otoño 1983-verano 1984, y su relación con la percepción remota. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, 85 p.

Felgenhauer, E.B. y L. G. Abele, 1982. Aspects of mating behavior in the tropical freshwater *Atya innocens* (Herbst). *Biotropica*, 14 (4): 296-300.

Felgenhauer, E.B. y L.G. Abele, 1983. Ultrastructure and functional morphology of feeding and associated appendages in the tropical freshwater shrimp *Atya innocens* (Herbst) with notes on its ecology. *Jour. Crust. Biol.*, 3 (3): 336-363.

Felgenhauer, E.B. y L. G. Abele, 1985. Feeding structures of two atyid shrimps, with comments on caridean phylogeny. *Jour. Crust. Biol.*, 5 (3): 397-419.

Felgenhauer, E.B. y J. W. Martin, 1983. *Atya abelei*, a new atyid shrimp (Crustacea, Decapoda, Atyidae) from the Pacific slope of Panama. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 96 (2): 333-338.

Figueroa, E., 1980. Atlas geográfico e histórico de Guerrero. Gobierno del Estado. FONAPAS. 150 p.

Figueroa, L.G., 1985. Algunos aspectos de la biología de *Atya margaritacea* (Decapoda: Atyidae). Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. 30 p.

Fryer, G.F.R., 1977. Studies in the functional morphology and ecology of the atyid prawns of Dominica. *Phil. Trans. Royal Soc. London B*, 277 (952): 57-129.

García, P.J.A. y Z. Chávez A., 1991. Aplicación de la función lineal discriminante para la determinación de larvas zoea 1 de *Atya scabra* y *Potimirim mexicana*. Resúmenes del XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán, México.

González, R.O., 1993. Determinación de la edad y crecimiento del Peto *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), en las costas del Estado de Veracruz. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. 77 p.

Granados, B.A.A., 1980. Biología y aspectos poblacionales del langostino de río *Macrobrachium americanum* (Bate, 1868) (Decapoda, Palaemonidae) en algunas áreas de los Estados de Michoacán y Guerrero. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 82 p.

Gulland, J.A., 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 164 p.

Guzmán, A., M., J. L. Rojas G. y L. D. González, 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "chacal" *Macrobrachium tenellum* y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, México. (Decapoda: Palaemonidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 9 (1): 87-90.

Guzmán, A. M., 1987. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en lagunas costeras del Estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral UACP y P-CCH, UNAM.

Hart, R.C., 1980. Embryonic duration and post-embryonic growth rates of the tropical freshwater shrimp *Caridina nilotica* (Decapoda: Atyidae) under laboratory and experimental field conditions. Freshwater Biol., 10 (4): 297-315.

Hobbs, H.H. y Hart, C.W. Jr., 1982. The shrimps genus *Atya* (Decapoda: Atyidae). Smith. Contrib. Zool., 364: 143 p.

Holthuis, L.B., 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas II. The subfamily Palaemoninae. Allan Hancock Found. Pub. Occas. Pap., 12: 396 p.

Holthuis, L.B., 1986. Fresh-water shrimps of the family Atyidae (Crustacea:Decapoda) from western Colombia. Jour.Crust. Biol., 6 (3): 438-445.

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 shrimps *Atya innocous* Herbst and *Micratya poeyi* Guérin-Meneville (Decapoda, Atyidae). Aquaculture, 11 (4): 373-378.

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

Jordan, D.S. y B.W. Evermann, 1896. The fishes of North and Middle America. Bull. U.S. Nat. Mus., 47 (1-4): 3313 p.

Jurado, M.J., 1993. Solución de la ecuación diferencial de crecimiento en peso de Von Bertalanffy por el método de variables elegantes, algunos aspectos teóricos y prácticos. Tesis de Maestría. UACP y P-CCH. UNAM. 92 p.

Lankford, R.R., 1975. Descripción general de la zona costera de Guerrero y Michoacán. En: Informe Final de la Segunda Etapa del Programa de Uso de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero. Subprograma de Geología. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 42 p.

Ling, S.W., 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). FAO Fish. Rep., 57 (3): 589-606.

Luna, M.M.L., 1989. Aspectos biológicos de *Potimirim mexicana* bajo la influencia estuarina del Río La Antigua, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 23 p.

Mañón, O.S., 1985. Regionalización limnológica de la planicie costera de Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 94 p.

Morales, M.M.A., O. De los Reyes y M., Bozada 1987. Estudio comparativo de la biología de *Atya scabra* y su distribución actual (Decapoda: Atyidae). Resúmenes del IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco, México.

Ocaña, N.D., 1992. Estudio de la vegetación acuática vascular del sistema fluviolagunar-deltaico del Río Palizada, en el Estado de Campeche. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. 75 p.

Perera, G., M. Yong, J. R. Ferrer, C. Arrinda y O. Amador, 1990. Effectiveness of three biological control agents against intermediate host snail-mediated parasites in Cuba. *Malacological Rev.*, 23: 47-52.

Petts, G.E., 1984. Impounded rivers, perspectives for ecological management. John Wiley and Sons 326 p.

Pilsbry, A.H. y J. Bequaert, 1927. The aquatic mollusks of the Belgian Congo. With a geographical and ecological account of Congo malacology. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 53: 69-259.

Prescott, G.W., 1980. How to know the aquatic plants. Segunda edición. W.m. C. Brown Company. 158 p.

Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Board. Can. Bull.*, 191: 382 p.

Román, C.R., 1981. Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda: Palaemonidae) en la Laguna de Coyuca, Guerrero, Pacífico de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 18 (1): 109-121.

S.A.R.H., 1970. Boletín hidrológico número 31. Regiones hidrológicas 19 y 20. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Dir. Hidrol. Vol. I, II y III. México.

Sastry, A.N., 1983. Ecological aspects of reproduction. En: The Biology of Crustacea. Vol. 8. F.J. Vernberg y W.B. Vernberg, (ed). Academic Press. New York. 179-270 pp.

Secretaría de Gobierno y Gobernación del Estado de Guerrero, 1988. Los municipios de Guerrero. Colección Enciclopedia de los Municipios de México. 130-134 pp.

Shokita, S. 1961. Life-history of the family Atyidae (Decapoda, Caridea). Aquabiol., 12 (1): 15-23.

Smith, J.M. y Williams, W.D., 1982. Taxonomic revision of Australian species of *Atyoida* Randall (Crustacea: Decapoda: Atyidae), with remarks on the taxonomy of the genera *Atyoida* and *Atya* Leach. Aust. Jour. Mar. Freshwater Res., 33: 343-361.

Velasco, C.R., 1976. Los peces de agua dulce del Estado de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado de Chiapas. 143 p.

Villalobos F., A., 1943. Estudio morfológico de la *Atya scabra* (Crustacea, Decapoda). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 70 p.

Villalobos F., A., 1955. Contribución al conocimiento de los Atyidae de México I. Una nueva especie de *Atya* de las vertientes del Pacífico del Estado de Michoacán. An. Inst. Biol. Méx. Univ. Nal. Autón. México, 26 (2): 459-475.

Villalobos F., A., 1959. Contribución al conocimiento de los Atyidae de México (Crustacea, Decapoda). Estudio de algunas especies del género *Potimirim* (= *Ortmannia*), con descripción de una especie nueva en Brasil. An. Inst. Biol. Méx. Univ. Nal. Autón. México, 30 (1-2): 269-330.

Villalobos F., A., 1966. Estudio de los palemónidos de México I. *Macrobrachium acanthochirus* n. sp. del suroeste de México. An. Inst. Biol. Méx. Univ. Nal. Autón. México, 37 (1-2): 167-174.

Villalobos F., A., 1982. Decapoda. En: Aquatic biota of Mexico, Central America and The West Indies. Hurlbert, S y Villalobos F., A. (eds) San Diego California. 228-238 pp.

Villalobos H., J.L. y J. C. R. Nates, 1990. Dos especies nuevas de camarones de agua dulce del género *Macrobrachium*, Bate. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), de la vertiente occidental de México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México Ser. Zool., 61 (1): 1-11.

Walker, I. y M. J. Ferreira, 1985. On the population dynamics and ecology of the shrimp species (Crustacea, Decapoda, Natantia) in the Central Amazonia River Taruma-Mirim. *Oecologia*, 66: 264-270.

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