

202  
rej.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LOS LANGOSTINOS DEL GENERO  
*Macrobrachium* (DECAPODA, PALAEMONIDAE) EN MEXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

HUGO ISMAEL TOME FLORES



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 está 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.

## INDICE

### I GENERALIDADES.

I.1. Resumen	1
I.2. Introducción	2
I.3. Antecedentes	4
I.4. Colección.	10
I.5. Objetivos	12
I.6. Metodología	13

### II EL GENERO Macrobrychium

II.1. Taxonomía.	14
II.1.1. Posición taxonómica.	14
II.1.2. Evolución del Género.	16
II.1.3. Consideraciones sobre la sistemática.	17
II.1.4. Sinonimia.	19
II.1.5. Descripción.	19
II.2. Ecología	25
II.2.1. Distribución	25
II.2.2. Hábitat	25
II.2.3. Factores ambientales y cambios de distribución	25
II.3. Ciclo de vida.	28
II.3.1. Reproducción:	
II.3.1.1. Cópula.	
II.3.1.2. Huevos, Esperma y Fertilización.	
II.3.1.3. Fecundidad.	
II.3.1.4. Ovoposición.	
II.3.1.5. Incubación.	
II.3.1.6. Desarrollo embrionario.	
II.3.1.7. Eclosión.	
II.3.2. Larvas.	35
II.3.2.1. Biología.	
II.3.2.2. Morfología.	
II.3.3. Juveniles.	45
II.3.3.1. Biología.	
II.3.3.2. Morfología	
II.3.4. Muda y Crecimiento.	47
II.3.5. Nutrición.	50
II.3.6. Conducta.	54
II.3.7. Enfermedades, Parásitos y Depredadores	58

### III APROVECHAMIENTO DEL GENERO Macrobrachium EN MEXICO.

III.1. Especies de importancia comercial.	69
III.2. Producción pesquera.	72
III.3. Cultivo.	75
III.4. Artes y métodos de pesca.	79
III.5. Demanda y comercialización.	80

### IV ESPECIES MEXICANAS DEL GENERO Macrobrachium.

IV.1. Especies que se reportan para México.	81
IV.2. Sinopsis de especies.	82
IV.2.1. <u>M. acanthurus.</u>	82
IV.2.2. <u>M. tenellum.</u>	89
IV.2.3. <u>M. carcinus.</u>	95
IV.2.4. <u>M. americanum.</u>	102
IV.2.5. <u>M. rosenbergii.</u>	109
IV.2.6. <u>M. olfersi.</u>	115
IV.2.7. <u>M. digueti.</u>	120
IV.2.8. <u>M. acanthochirus.</u>	123
IV.2.9. <u>M. occidentale.</u>	126
IV.2.10. <u>M. heterochirus.</u>	129
IV.2.11. <u>M. villalobosi.</u>	132
IV.2.12. <u>M. acherontium.</u>	134
IV.3 Análisis de las relaciones morfológicas de las especies por métodos numéricos.	

V. Discusión.	144
VI. Conclusiones.	147
VII. Recomendaciones.	148
VIII. Bibliografía.	149

## RESUMEN

El estudio del género *Macrobrachium* y sus especies en México queda analizado en cuanto a las especies conocidas hasta la fecha, por medio de una extensa revisión bibliográfica con lo cual se determina que son muchos los aspectos que se desconocen sobre todo para las especies nativas.

Se obtuvo mediante un análisis cluster de relaciones morfológicas, dos grupos, el primero incluye a las especies de tallas pequeñas como son *M. olfersii*; *M. acanthochirus* y *M. digueti*, grupo que ya había sido relacionado por Villalobos (1969), denominándolo grupo *olfersii*, a través de este análisis se añaden ahora las especies *M. heterochirus* y *M. occidentale*.

El segundo grupo reúne a las especies de tallas mayores, siendo constituido por *M. americanum*, *M. carcinus*, *M. tenellum* y *M. acanthurus*; a este grupo se unen las especies cavernícolas *M. acherontium* y *M. villalobosi*, resultando evidente en este análisis el gran parecido morfológico entre algunas de las especies lo cual hace que su sistemática sea incierta.

Se realizó la sinopsis del género y las especies presentes en México, consignándose datos sobre Taxonomía, distribución geográfica, ciclo de vida y ecología de estos organismos, siendo notorio que para las especies nativas son muchos los datos que se desconocen, sobre todo para las especies con poco interés comercial.

Se analizó el aprovechamiento del género en México, encontrándose que el producto es subutilizado pero con un gran potencial para su cultivo y pesquerías.

## I.2 INTRODUCCION

Los organismos que en México llamamos comunmente langostinos, pertenecen al género *Macrobrachium*, del cual se han identificado más de cien especies en todo el mundo dentro de las zonas tropicales e intertropicales, ocupando zonas lólicas y lénticas de los medios dulceacuícolas y salobres (Villalobos, 1966 y 1969).

Sobre este género, Holthuis (1952) describe 29 especies para las Américas y desde entonces varias especies nuevas han sido descritas para el continente y se han incrementado o restringido los rangos de distribución de las ya existentes. En 1952 Holthuis reporta para México 7 especies, número que es ampliado por Guzmán *et al.* (1977) que reporta 11 especies autóctonas y una introducida. Este número se conserva en la actualidad aún cuando algunas especies han caído en sinonimia y de otras no se ha confirmado su distribución en México pero compensando esto también existen nuevos registros. Esta fauna carcinológica es rica en formas ampliamente diversificadas por su singular distribución en las cuencas hidrográficas de las vertientes Atlántica y Pacífica, por lo que se presenta como un valioso campo de estudio (Villalobos, 1969).

De estas 11 especies, 2 son organismos cavernícolas, otras 5 especies son pequeñas y con escaso valor comercial, aún cuando han sido ampliamente apreciadas como alimento durante muchos años, soportando pequeñas pesquerías por parte de los habitantes de las zonas donde se les encuentra. Las otras cuatro especies son las de mayor tamaño y las que sostienen la explotación comercial. (Guzmán, 1977; Holthuis, 1980).

Sin embargo la presión de pesca ha ido en aumento para estas especies, teniéndose para 1974 una producción de 697 toneladas (Cabrera *et al.*, 1977), incrementándose año con año, hasta 3 328 ton. para 1982 y 3 788 ton. para 1984 (Guzmán, 1987). Asimismo se observa que la disponibilidad de áreas para la producción natural del recurso ha disminuido y esto aunado a los procesos de contaminación que sufren los cuerpos de agua ha dado por resultado que en la actualidad se tengan pocas posibilidades de crecimiento de las poblaciones en condiciones naturales, existiendo una gran demanda por el langostino, estableciéndose un mercado de lujo y con precios altos (Cabrera *et al.*, 1979), razón por la cual se hace necesario la generación de estudios de estos organismos, que tienen una gran importancia a nivel mundial, desde el punto de vista biológico y económico, (Guzmán, 1977), estudio del género que se ha intensificado en todo el mundo, ya que los langostinos son susceptibles de ser cultivados. Habiéndose estudiado el potencial para el cultivo de cerca de 46 especies en varios países, en adición a las prácticas tradicionales de cultivo que se realizan en la India. (Wickens, 1976).

En nuestro país se han realizado algunos intentos en torno al cultivo de varias especies nativas, (Arana, 1974 y Cabrera, 1978), aún cuando la atención al respecto la recibe la especie introducida Macrobrachium rosenbergii (Guzmán, 1977.) no obstante existen varias especies autóctonas que pueden ofrecer buenas alternativas para el cultivo, como hace mención Holthuis (1980) en su listado de camarones y langostinos de importancia económica.

Es por tanto muy importante conocer ampliamente a las especies del género Macrobrachium que se encuentran en nuestro país. Grupo cuya clasificación ofrece serias dificultades debido a la variabilidad de ciertas especies, en razón de su taxonomía, biología y a su distribución geográfica (Villalobos, 1969), además de la importancia económica de algunas de las especies que son apreciadas para el consumo local o en la cocina selecta (Villalobos, 1982). Razones por las cuales el presente trabajo tiene la finalidad de estructurar una visión del género Macrobrachium y sus especies que se encuentran en México.

## ANTECEDENTES.

En relación a las especies del género *Macrobrachium*, se han realizado una serie de trabajos sobre temas diversos, desde descripciones y rangos de distribución hasta temas muy específicos en conducta, reproducción, cultivo, etc. Desafortunadamente casi toda la atención la ha recibido la especie asiática *M. rosenbergii*, llegando a ser muy escasa o inexistente la información sobre otras especies, principalmente a causa del poco interés comercial que puedan presentar. Esta situación se observa muy claramente en las especies cuya distribución abarca la República Mexicana, no existiendo prácticamente información sobre las especies pequeñas, sin interés para el cultivo comercial.

Dentro de los antecedentes podemos citar los siguientes trabajos, que aun cuando se colocan dentro de un tema específico, podrían algunos de ellos entrar en dos o más temas por la variedad de tópicos que abordan algunos de los autores.

### Biología General.

Ling y Merican (1961) informan sobre el ciclo de vida y los hábitos tanto de organismos adultos como larvas del langostino *M. rosenbergii*, incluyendo datos de fecundidad e incubación.

Lewis *et al.* (1966) y Lewis y Ward (1966) describen el ciclo de vida, el crecimiento y la alimentación de *M. carcinus*.

Ling (1969) informa de las observaciones realizadas en cuanto a distribución, alimentación, muda, desove, desarrollo embrionario y larval del langostino asiático *M. rosenbergii*.

George (1969) realiza una monografía sobre varias especies de langostinos de la región Indo-Pacífica.

Chávez y Martínez (1973) en su contribución al conocimiento de la fauna hidrológica de la desembocadura del Río Actopan, Ver. hace referencia a varias especies de langostinos, a parámetros ambientales, datos merísticos y relaciones tróficas.

Smiteman *et al.* (1974) realiza observaciones sobre la biología de *M. americanum* en pozas de cultivo en Panamá.



Román (1975) trabaja en la elaboración de su tesis profesional sobre *M. tenellum* en la Laguna de Tres Palos, Gro. informando sobre su biología y características poblacionales.

Guzmán (1975, 1976, 1977) desarrolla diversas investigaciones sobre *M. tenellum* con énfasis en su biología, ecología y pesca. Sobre esta misma especie realiza una extensa revisión e investigación para el desarrollo de su tesis doctoral (1987).

Wickens (1976) realiza un extenso trabajo sobre la biología y cultivo de especies de camarones y langostinos propios para este fin en el Reino Unido.

Cabrera (1976) aporta una serie de datos en relación a la biología de *M. acanthurus* en aguas del Bajo Papaloapan, Ver.

Chávez y Chávez (1976) estudian una población de *M. carcinus*, contribuyendo al conocimiento de su ciclo de vida, relacionan longitud y peso, analizan la fecundidad de la especie y realizan observaciones sobre los hábitos alimenticios, predadores y competidores.

Granados (1979, 1980, 1984) realiza una serie de trabajos (entre ellos su tesis profesional) sobre varias especies de langostinos, analizando su biología, ecología y pesquerías, tanto en las costas del Golfo como del Pacífico Mexicano

Granados y Guzmán (1984) realizan un trabajo sobre los aspectos poblacionales de *M. americanum* en diversos cuerpos de agua de la costa de Guerrero.

#### Taxonomía y Descripción.

Holthuis (1950) realiza una descripción del género *Macrobrachium* y hace referencia a las razones por las cuales se dificulta el estudio de estos organismos a nivel taxonómico. El mismo Holthuis en 1952 lleva a cabo una extensa revisión de los Palaemonidae de las Américas, registrando para México 7 especies de *Macrobrachium*, incluyendo sinonimia, descripción y distribución geográfica, este mismo autor (Holthuis, 1977) realiza una descripción de una especie troglobia de la cueva de Cocona en Tabasco, México.

Villalobos (1966 y 1969) describe a *M. acanthochirus* como una nueva especie presente en el suroeste de México, así como los problemas de especiación de un grupo de langostinos que él denomina grupo *olfersii*.

Carrillo (1968) describe la morfología de *M. acanthurus* del estado de Veracruz, Méx.

Hobbs (1973) en sus estudios sobre la fauna carcinológica de México y regiones adyacentes, describe una nueva especie trobiobia en el estado de Oaxaca, México.

Villalobos (1982) relata la evolución de la familia Palaemonidae en el área mesoamericana con notas sobre su hábitat, ciclo de vida y distribución de especies.

#### Distribución.

Rodríguez (1965 y 1968) realiza algunas contribuciones sobre los Palaemonidos de América: I Palaemonidos de importancia comercial; II Palaemonidos del Atlántico y la vertiente oriental de México, con descripción de dos especies nuevas y III Palaemonidos del Golfo de California con notas sobre la biología de *M. americanum*.

Weinborn (1977) en su informe sobre la prospección preliminar de la fauna carcinológica de Guerrero y Michoacán, colecta a *M. tenellum* y menciona medidas biométricas.

Guzmán, *et al.* (1977) desarrollan una nota sobre las especies de *Macrobrachium* que se localizan en la República Mexicana.

#### Desarrollo larval.

Ling (1969) estudia el desarrollo larval de *M. rosenbergii* bajo condiciones de cultivo en laboratorio.

Uno y Soo (1969) reportan también el desarrollo larval de *M. rosenbergii*, reportando un mayor número de estadios larvales que el mencionado en el trabajo de Ling (1969).

Choudhury (1970 y 1971) informa sobre el desarrollo larval de *M. acanthurus* y *M. carcinus* criados bajo condiciones de laboratorio.

Dugan y Frakes (1972) estudian el desarrollo larval de *M. acanthurus* y *M. carcinus* a diferentes salinidades.

Dugger y Dobkin (1975) analizan el desarrollo larval de *M. olfersii*, sin poder completar todo el ciclo larval.

Sánchez (1975) trabaja sobre el desarrollo larval (del cual hace un muy pobre esbozo) de *M. tenellum* en El Salvador.

## Cultivo.

Costello (1970) logra en Florida el cultivo de M. acanthurus y M. carcinus.

Arana (1974) hace referencia sobre el cultivo de M. americanum en el estado de Sinaloa, México, con especímenes capturados en la naturaleza, observando la relación existente entre el crecimiento larvario y la temperatura.

Dugan, et al. (1975) estudian el desove y las técnicas para la cría masiva de M. acanthurus y M. carcinus haciendo observaciones sobre salinidad y fotoperiodo.

Kensler, et al. (1974) presenta un informe sobre el desarrollo y cultivo del langostino de río en Michoacán y Guerrero, México.

Mónaco (1975) trabaja sobre la cría de larvas de M. americanum en condiciones de laboratorio.

Wickens (1974 y 1976) realiza una serie de investigaciones sobre varias especies de camarones y langostinos, buscando la especie idónea para el cultivo en el Reino Unido.

Guzmán y Kensler (1977) elaboran un informe sobre las posibilidades de cultivo de varias especies de langostinos en la cuenca baja del Río Balsas, Mex.

Martínez (1975) realiza estudios en Colombia con M. acanthurus sobre cultivo experimental y policultivo con Mugil incilis

Cabrera, et al. (1979) analizan la fecundidad de M. tenellum observando que esta es muy similar a la que se encuentra en M. acanthurus e inferior a la observada en M. americanum y M. carcinus

Cabrera (1978) informa sobre sus experiencias en el cultivo experimental de M. acanthurus en Tlacotalpan, Veracruz, indicando que la especie es apta para el cultivo a nivel comercial.

New y Singholka (1984) presentan una guía para el cultivo rentable del langostino asiático M. rosenbergii en pozas de cultivo bajo condiciones semicontroladas.

### Economía.

Holthuis y Rosas (1965) realizan un listado de especies de camarones y langostinos de valor económico, registrando 26 especies de langostinos.

Holthuis (1980) amplía la lista anterior a 49 especies de interés real y potencial para el cultivo y las pesquerías.

Liao y Smith (1981) realizan un análisis sobre el mercado del langostino asiático M. rosenbergii en Carolina del Sur, EUA.

Bauer, et al. (1983) investigan la factibilidad económica para la producción en pozas de cultivo de langostinos M. rosenbergii en Carolina del Sur, EUA.

### Pesquerías.

Raman (1967) informa sobre sus observaciones en biología y pesquerías del langostino asiático M. rosenbergii en la India.

Cabrera, et al. (1977) redactan una nota sobre pesquerías y mercado de los Macrobrachium en México, durante el período comprendido entre 1970 y 1976.

### Nutrición.

Balaz, et al. (1973) presentan los resultados preliminares de sus estudios sobre la preparación de dietas para la alimentación de crustáceos.

New (1976) presenta la más completa revisión que sobre estudios nutricionales se había realizado para camarones y langostinos.

Biddle (1977) realiza un estudio exhaustivo sobre los requerimientos nutricionales de los langostinos del género Macrobrachium.

## Enfermedades.

Delves-Broughton y Poupard (1976) informan sobre algunas enfermedades que atacan a los langostinos en condiciones de cultivo con sistemas recirculantes del agua en el Reino Unido.

Sindermann (1977) indica que existen una serie de enfermedades que atacan a Macrobrachium en sistemas de cultivo, y que son debidas a una mala calidad del agua o a otros factores causantes de "estres" en los animales.

Johnson (1978) en su libro sobre enfermedades o condiciones anormales presentes en camarones comerciales, describe detalladamente los parásitos y comensales incluyendo sus ciclos de vida y su biología en general.

Brock (1983) en la revisión que hace sobre enfermedades, parásitos, depredadores y enfermedades ocupacionales que se presentan en el cultivo y las pesquerías de Macrobrachium, describe el padecimiento, sus causas y su tratamiento.

#### I.4 COLECCIONES.

##### COLECTA.

Los métodos empleados para capturar langostinos varían mucho dependiendo del lugar y del tamaño de las especies que se desee coleccionar, utilizándose por lo general para especies grandes, trampas móviles conocidas como nazas, las cuales se componen de dos partes; el armazón y el revestimiento, pudiendo hacerse de mimbre, maderas, bejuco o ser metálico el armazón y el revestimiento de origen vegetal, la forma y el tamaño de una naza varía mucho de acuerdo con el lugar en donde se use (Rodríguez, 1965; Arana, 1974). Este tipo de pesca se realiza durante la noche, para lo cual se emplea una carnada, que no es más que un pedazo de carne o pescado dentro de la naza, donde también se coloca un lastre que sirve para fondearla y se sujeta a un flotador para su posterior localización (Rodríguez, 1965 ).

Un resultado semejante se obtiene al poner trampas que en Guerrero y Michoacán reciben el nombre de chundes o guaracas y que son carrizos atados en un extremo y con bejuco entretejido entre los carrizos de tal manera que queda formando un círculo a la entrada, este tipo de trampa se utiliza cuando la corriente del río es muy fuerte (Kensler *et al.* 1974).

Otro tipo de pesca lo comprenden las redes de cuchara, que se componen de un anillo que puede ser de metal o madera de diámetro variado y con mango largo o corto. Este tipo de red puede utilizarse como ayuda cuando la pesca se realiza a pulmón o cuando se camina por el río moviendo piedras y capturando a los organismos con la red, cuando la colecta se realiza por la noche puede uno auxiliarse de lámparas (Rodríguez, 1965; Kensler *et al.* 1974 ).

Puede también ser usada la red jaibera, así como tercios de leña amarrados a una estaca, donde se protegen los langostinos y luego son sacados con la red de cuchara. En muchas regiones del país la pesca del langostino se efectúa a mano (Rodríguez, 1965; Arana, 1974 ) La captura puede realizarse también con red de playa (chinchorro) de malla fina (Sánchez, 1976; Martínez *et al.* 1980), o con red de lance manual (atarralla), de forma circular de 1.5 cm. de abertura de malla y 3 m. de diámetro, la cual es lastrada con plomos pequeños en la relinga del borde de la red (Negrete, 1977; Román, 1979).

**CONSERVACION.**

Los ejemplares colectados se conservan en frascos con alcohol al 70 %, lo cual no obstante que quita completamente el color original los conserva perfectamente blandos para efectuar las manipulaciones necesarias para su estudio. Hemos desechado la conservación en formol debido al gran endurecimiento que produce en las articulaciones de las patas y a la descalcificación que origina en el tegumento. Solamente cuando necesitamos que el color natural se conserve, se debe utilizar fijador en una baja concentración (10 %) de acuerdo con Villalobos (1955).

Las larvas pueden conservarse en un buffer de formalina al 10 % con Bórax y las exubias de las larvas solo en el buffer de formalina (Dugger y Dobkin, 1975).

Los frascos con los organismos preservados llevan una etiqueta donde se anotan los siguientes datos:

Nombre común \_\_\_\_\_  
 Nombre científico \_\_\_\_\_  
 Localidad \_\_\_\_\_  
 Colector \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_  
 Notas \_\_\_\_\_  
 Número de catálogo \_\_\_\_\_  
 Determinó \_\_\_\_\_

El número de catálogo se forma de acuerdo al sistema establecido por Horton H. Hobbs (fide Villalobos, 1955). Así tenemos por ejemplo 09-0358 1a. el cual está formado por el mes en que se realizó la colecta, un guión o espacio, el día de la colecta y el año en que se realizó, si un mismo día se realizan varias colectas, a este número de catálogo se le agrega el número ordinal que corresponda a la colecta: 1a., 2a., 3a., etc..

## I.5 OBJETIVOS.

Los objetivos se desglosan en un objetivo general y tres objetivos particulares.

### Objetivo General:

Evaluar el estado actual del conocimiento del género Macrobrachium y sus especies presentes en México por medio de una revisión monográfica.

### Objetivos Particulares.

Se plantean 3 objetivos particulares que al relacionarse entre si nos llevan a integrar el conocimiento que en nuestro país se tiene sobre el género y sus especies.

- 1.- Mediante una revisión bibliográfica integrar el conocimiento sobre la Taxonomía, la ecología y el ciclo de vida del Género.
- 2.- Evaluar el conocimiento de las especies que se encuentran en México analizando su Taxonomía, su distribución, ciclo de vida y ecología.
- 3.- Discutir el aprovechamiento que se realiza del Género en nuestro país.
- 4.- Analizar las relaciones morfológicas de las especies del género presentes en México, mediante métodos numéricos.



## I.6 METODOLOGIA.

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó una extensa revisión bibliográfica, para lo cual se consultaron publicaciones especializadas, bibliotecas y bancos de información bibliográfica con el fin de reunir la mayor información posible sobre el género Macrobrachium y de sus especies presentes en México, la cual se ordenó por temas, seleccionando aquellos que ayudaran a cubrir los objetivos de este trabajo.

Se realizó la determinación taxonómica de los organismos pertenecientes al género, presentes en la colección de crustáceos del laboratorio de Limnología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la U.N.A.M. en base a los trabajos de Holthuis (1950, 1952, 1977), Villalobos (1966, 1969) y Hobbs (1973). Proceso durante el cual se complementó la diagnóstico de las especies M. americanum, M. tenellum y M. occidentale que se encontraban tratadas en la bibliografía de una manera muy somera y que hubo de ampliarse con observaciones directas sobre los organismos.

Se realizó el análisis de las relaciones morfológicas entre las especies del género que se reportan para México con aplicación de técnicas de la taxonomía numérica (análisis de agrupamientos o cluster), para lo cual se eligieron algunas características morfológicas de uso común en la taxonomía tradicional de estos organismos y su análisis en base a las técnicas propuestas por Sneath y Sokal (1973) y Crisci y López (1983) con el fin de contribuir a determinar las características que permitan separar adecuadamente a las especies del género Macrobrachium.

Esta información fue procesada en una microcomputadora Apple IIe con los programas Super-text (Zaron, 1982), Visicalc (Software, 1981) y visitren-visiplot (Ewing, 1981).

## II CONOCIMIENTO DEL GENERO Macrobrachium

### II.1 TAXONOMIA

#### II.1.1 POSICION TAXONOMICA

Los langostinos pertenecen a la Clase Crustacea, cuyos miembros en su mayoría son organismos acuáticos, Subclase Malacostraca, Orden Decapoda de la cual son importantes sus especies dentro de la alimentación humana. El Orden Decapoda se divide en dos Subordenes: Natantia y Reptantia. Dentro del Suborden Natantia encontramos a su vez dos secciones; los Peneidos y los Carideos, camarones y langostinos respectivamente y que pueden distinguirse visualmente por características de su segundo segmento abdominal (Fig. 1). Dentro del grupo de los Carideos encontramos a la Tribu Palaemonida la cual comprende varias Familias entre las cuales se encuentra la de los Palaemonidae, abarcando a dos Subfamilias: Pontiinae y Palaemoninae estando compuestas por varios Géneros, en la Subfamilia Palaemoninae sus miembros son todos ellos de vida libre, marinos, dulceacuícolas y estuarinos, y entre ellos se encuentran las especies de mayor importancia económica. Aquí encontramos el Género Macrobrachium con más de 100 especies distribuidas en todo el mundo.

Su posición taxonómica se podría resumir de la siguiente manera (Basada en: Holthuis, 1952; Rodríguez, 1965; Wickens, 1976; Guzmán, 1977 y 1987)

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Euarthropoda
Superclase	Mandibulata
Clase	Crustacea
Subclase	Malacostraca
Serie	Eumalacostraca
División	Eucarida
Orden	Decapoda
Suborden	Natantia
Sección	Caridea
Tribu	Palaemonida
Familia	Palaemonidae
Subfamilia	Palaemoninae
Género	<u>Macrobrachium</u> (Bate, 1868).

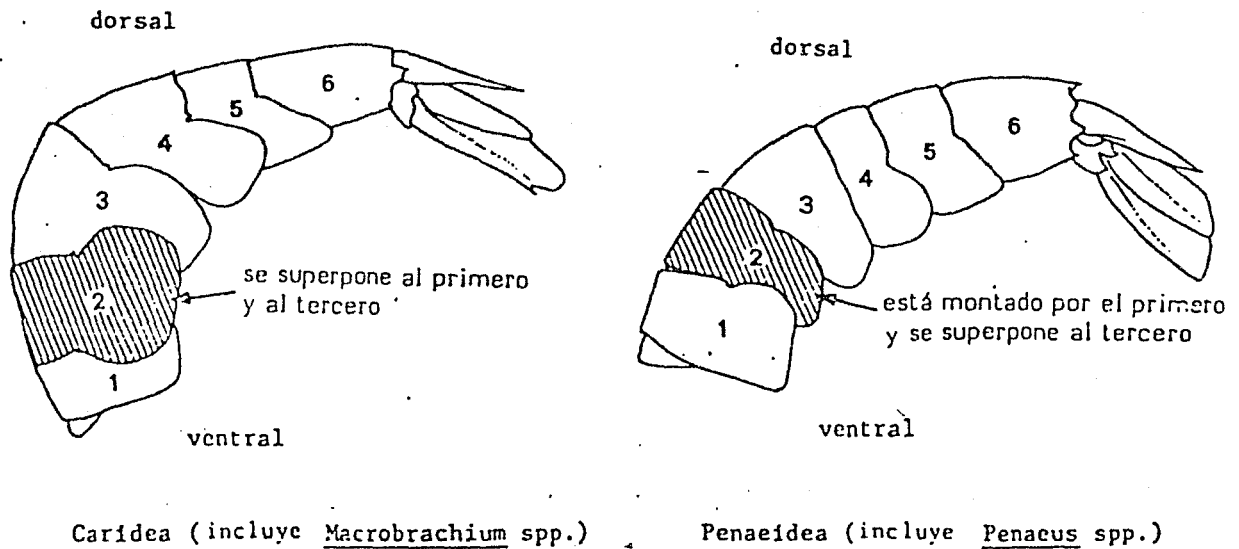


fig. 1.- Vista lateral del abdomen (sin cabeza ni pleópodos) que muestra las diferencias en la super posición de los pleuritos entre carideos y peneidos (según New y Singholka, 1984).

### II.1.2 EVOLUCION DEL GENERO.

El Orden Decapoda en América comprende más de 8 500 especies, la mayoría restringidas a habitats marinos y solo 16 familias son dulceaculcolas considerando que por ejemplo los langostinos participan del medio marino durante una parte de su desarrollo larvario (Mannin y Hobbs, 1977 - fide Villalobos, 1982).

Los Palaemonidos son crustaceos decapodos que de acuerdo con Villalobos (1982) se cree que su dispersión a partir de sus ancestros marinos pudo haberse iniciado en el Pleistoceno o Postmioceno, pero la ocupación de los medios dulceaculcolas al menos para las especies del género *Macrobrachium* es más reciente ocurriendo durante el Mioceno.

Dentro de la familia Palaemonidae los géneros *Palaemonetes* y *Macrobrachium* se distribuyen actualmente tanto en la vertiente del Atlántico y el Golfo como del Pacífico, pensándose que el tronco ancestral Talasico pudo haberse dispersado en las áreas costeras y penetrado en las áreas estuarinas para finalmente establecerse en los sistemas fluviales. El primero en realizar este tipo de inmigración fue *Palaemonetes*, siendo *Macrobrachium* de ingreso más reciente a los estuarios y ríos. En el área Mesoamericana en que se encuentra nuestro país, seis o siete especies de *Macrobrachium* de la vertiente del Pacífico han llegado a ser vicariantes con otras tantas especies del Atlántico y el Golfo, produciéndose la dispersión de las especies originales antes de la formación de América central que pudo ocurrir en el Mioceno según Jourdan (1908) o en el Plioceno según Mayr (1946); Elton (1958); Lloyd (1963); Strenth (1976) (fide Villalobos, 1982). Así las poblaciones originales se vieron imposibilitadas para el intercambio genético y evolucionaron independientemente pero no hasta el grado de adquirir rasgos específicos diferenciales substanciales como para establecer una separación bien notoria, así Holthuis (1952) enlista especies del Golfo y el Pacífico que son equivalentes como son *M. acanthurus* - *M. tenellum*; *M. carcinus* - *M. americanum*; *M. olfersi* - *M. digueti* y *M. heterochirus* - *M. occidentale*, siendo confirmado más tarde por Villalobos (1982), el cual también indica que es necesaria la experiencia cuando se trata de separar por medio de claves a las especies occidentales y orientales ya que las diferencias suelen ser sutiles tomando el autor en cuenta incluso la actividad de las especies en cuanto a su distribución.

### II.1.3 CONSIDERACIONES SOBRE LA SISTEMÁTICA DEL GÉNERO.

La sistemática del género *Macrobrachium* se hace difícil por diversos factores dada la variabilidad propia de cada especie, ya sea dentro de una población o entre las poblaciones de una amplia área geográfica, dos de estos factores son:

- 1.- La mayoría de las especies del género *Macrobrachium* se parecen una con otra en muchos aspectos, debido a que solo un muy restringido número de órganos proveen caracteres para la separación de las especies, siendo los caracteres más importantes el rostro y el segundo par de pereopodos (Holthuis, 1950).
- 2.- La gran variabilidad de los caracteres empleados para la separación específica de los miembros del género. Además de la variabilidad individual, la cual frecuentemente es considerable en organismos de la misma especie debidas a la edad o al sexo (Holthuis, 1950 y 1952) como se explica a continuación.

#### a).-Variaciones intraespecíficas debidas a la edad:

Las primeras diferencias debido a la edad se ven durante el desarrollo embrionario y larval. Los especímenes post-larvales pueden diferenciarse de formas más viejas ya que tienen el caparazón provisto con un tubérculo supraorbital de cada lado, este tubérculo probablemente es el último vestigio de la espina supraorbital de la larva. La espina hepática la podemos localizar en el margen anterior del caparazón, moviéndose esta espina gradualmente hacia atrás en estadios más viejos. El palpo mandibular consiste tan solo en un botón articulado. Los tres últimos pereopodos tienen el dactylus biunguiculado. No se sabe si estas características son propias de todas las especies o solo de algunas como *M. australe*, *M. latimanus* y *M. lac* (Gurney, 1939 fide Holthuis, 1950).

Los especímenes jóvenes (no larvas o postlarvas) de las especies de *Macrobrachium* se diferencian de los adultos en los siguientes puntos.

- 1.- El tamaño es pequeño y el cuerpo es más delgado.
- 2.- El rostro es relativamente grande y más delgado.
- 3.- El caparazón y el abdomen son siempre lisos.
- 4.- El sexto segmento del caparazón es mucho más elongado.
- 5.- El extremo del telson siempre finaliza en un punto medianamente agudo.
- 6.- El segundo par de pereopodos son distintivamente más cortos que el cuerpo, delgados y lisos. El borde cortante de los dedos no es distinguible visiblemente. También la relación entre las variadas

articulaciones de la segunda pata en los especímenes jóvenes es diferente que en los adultos, ya que las distintas articulaciones no crecen con la misma rapidez. Henderson y Matthal (1910 - fide Holthuis, 1950) hicieron el siguiente rol para la velocidad con que crecen las articulaciones de la segunda pata:

- a).- El Isquio crece más lentamente que el Mero.
- b).- El Mero y el Carpo crecen con la misma rapidez.
- c).- La palma crece más rápido que el Carpo.
- d).- Los dedos crecen menos rápido que la Palma y poco más rápido que el Mero y Carpo.

Este rol general se confirma, aún cuando puede haber diferencias ya que por ejemplo en *M. idae* y *M. weberi* el Carpo crece más rápidamente que la Quela.

#### b) Variaciones intraespecíficas debidas al sexo:

Las diferencias entre machos que ya han crecido totalmente y las hembras es generalmente muy grande, especialmente considerando la forma de la segunda pata. Estas diferencias son:

El caparazón y abdomen de las hembras generalmente son lisos, en algunas especies, sobre todo hembras muy viejas, el caparazón puede ser rugoso, pero esto es muy raro. En algunas especies los machos de "crecimiento total" tienen el caparazón y algunos también el abdomen, cubiertos con numerosos paquetes de pequeños tuberculos, este tipo de machos presenta también el segundo par de patas muy desarrolladas y mucho más largas que el cuerpo, durante algún tiempo la pata derecha y la izquierda, son conspicuamente distintas en forma. En las hembras estas patas son mucho más cortas y más delgadas que en los machos.

Los tres últimos pares de pereopodos de los machos de algunas especies son también granuladas, cuando estos gránulos están ausentes, no son muy distintas de las patas de las hembras.

Se utiliza el término de "crecimiento total" ya que algunos machos llegan al estado de reproducción antes de haber alcanzado su mayor tamaño y por lo tanto los caracteres que deben de tener para ser usados en la clasificación aún no se presentan, dándoles una forma muy parecida a la de las hembras, razón por la cual se les ha llegado a llamar "machos feminizados" (Holthuis, 1950).

#### II.1.4 SINONIMIA DEL GENERO Macrobrachium Bate, 1868.

Macrobrachium p.p. Bate, 1868, Proc. Zool. Soc. Lond., p.363.

Cancer Linnaeus, 1758; Astacus Fabricius, 1775; Palaemon Fabricius, 1798; Macrobrachium Bate, 1868; Brithynis Bate, 1868; Eupalaemon Ortmann, 1891; Bachycarpus Ortmann, 1891; Parapalaemon Ortmann, 1891; Macroterocheir Stebbing, 1908.

#### II.1.5 DESCRIPCION DEL GENERO Macrobrachium

Basado en los trabajos de Holthuis de 1950 y 1952 (Fig. 2).

El cuerpo es comprimido, generalmente este es más robusto aún cuando en algunas especies puede ser delgado. El rostro esta bien desarrollado, es serrado y comprimido, con pelos presentes entre los dientes. El caparazón de especímenes jóvenes es liso; presentando los organismos adultos de varias especies, numerosos tubérculos pequeños. Estos se presentan de manera visible más tempranamente en los machos que en las hembras. Existen mayores diferencias en las partes anterolaterales del caparazón. Están presentes espinas antenales y hepáticas (la falta ocasional de la espina hepática en especímenes pertenecientes a este género puede considerarse como una anomalía).

La espina antenal se localiza un poco abajo del redondel del ángulo orbital, la espina hepática un poco abajo y atrás de la espina antenal, estando removida del margen anterior del caparazón en los adultos.

El surco branquiostergal está presente y visible como una línea aguda (en especímenes viejos el surco se ha vuelto impreciso) la cual corre del margen anterior del caparazón directamente hacia la espina hepática y continúa a una considerable distancia detrás de ella. Este surco branquiostergal, no debe confundirse con la depresión (parecida a un surco) longitudinal, que se presenta en muchas especies, un poco abajo y atrás de la espina hepática. Esta es nombrada depresión y no es indicada por una línea aguda como el surco branquiostergal.

El abdomen generalmente es liso. En algunas especies (como M. idae) se presentan numerosos tubérculos pequeños similares a los del caparazón y pueden verse en las pleuras de los segmentos abdominales. Las pleuras de los primeros tres segmentos son amplias y redondeadas, las de los segmentos cuarto y quinto son estrechas y disminuyen gradualmente hacia el ápice el cual está dirigido posteriormente. El borde del cuarto segmento es siempre más

redondeado que el del quinto el cual finaliza en un punto agudo. La pleura del sexto segmento es más pequeña y triangular, finalizando en un punto agudo dirigido posteriormente, el ángulo posterolateral de este segmento finaliza en un punto agudo el cual se proyecta por encima de la articulación con el telson.

El telson es elongado, triangular y se estrecha posteriormente, la cara posterior es lisa o cubierta por numerosos tuberculos. Dos pares de espinas se localizan en la mitad del telson, el par posterior se localiza justo en medio, entre el par anterior y el margen posterior del telson, este margen posterior siempre finaliza en un punto medianamente agudo, el cual es sin embargo muy gastado o truncado en especímenes adultos. El ápice presenta dos pares de espinas, la exterior de las cuales es siempre más corta que la interior. Las espinas interiores son más delgadas y casi siempre llegan más allá del ápice del telson. Entre las dos espinas internas hay diversas clases de cerdas; variando en cantidad desde dos hasta un gran número (esto último en la mayoría de las especies).

Los ojos generalmente están bien desarrollados, excepto en las especies troglobias, en las que la cornea se encuentra muy reducida en tamaño. La cornea es globular, generalmente más amplia que el pedúnculo y está pigmentada. Se presenta siempre un ocelo.

El pedúnculo antenular (fig. 3a) consiste de 3 segmentos. El basal, el cual es amplio en la parte proximal del margen sostiene un stylocerito delgado, el ángulo anterolateral del segmento está provisto con una fuerte espina dirigida hacia delante, la cual sobrepasa ampliamente el margen anterior convexo del segmento. El segundo y tercer segmentos son más pequeños y estrechos que el primero y de aproximadamente el mismo tamaño y anchura entre si.

En los dos flagelos antenulares, el interior es simple, el superior consiste en dos ramas fusionadas en su parte basal, la cual consiste de varias articulaciones, la primera es larga y seguida de 2-10 articulaciones pequeñas y finalmente hay de 2-4 articulaciones que están separadas por distintos surcos o muescas en su medio interno donde los surcos no son visibles. Las ramas cortas del flagelo consisten de numerosas articulaciones, el número de las cuales varía con la especie.

La antena tiene el escafocerito bien desarrollado, es el doble o triple de largo que de ancho. El margen anterior termina en un fuerte diente final. La lamella tiene su margen anterior redondeado.

El pedúnculo antenal puede estar presente o no, si lo está alcanza la mitad del escafocerito. Se encuentra presente siempre un diente externo en la base del pedúnculo antenal.



La mandíbula (fig. 3b) tiene una grieta distintiva, el proceso interno finaliza en tres grandes dientes romos. El proceso molar está provisto con puntas romas y rígidas en la parte distal. Se presentan tres grandes palpos articulados, pero en algunas especies como *M. cavernicola* el palpo es compuesto por dos articulaciones.

La maxilula (fig. 3c) tiene la Lacinia inferior delgada y la Lacinia superior fuerte y ancha, finalizando en varias espinas móviles. El Palpo es distinguiblemente bilobulado. La Maxila (fig. 3d) tiene el endito profundamente hendido, el palpo es simple y bien desarrollado, el Escafognatito es grande y más bien delgado. Todos los maxilípedos están provistos con exópodos bien desarrollados. el Basis y la Coxa del primer Maxilípedo (fig. 3e) están separadas por una muesca distintiva, el Palpo está bien desarrollado y el Exópodo sostiene un lóbulo carideano distinguible pero no muy amplio. El Epipodito es bilobulado, el lóbulo superior termina en un punto bastante agudo. El segundo Maxilípedo (fig. 3f) es más pediforme, su última articulación está fusionada con la penúltima a lo largo de toda su longitud. El Exópodo se alarga más allá del Endopodito. El Epipodito sostiene una podobranquia bien desarrollada. El tercer Maxilípedo (fig. 3g) es delgado y generalmente alargado, con la última articulación más allá del pedúnculo antenal. Esta última articulación mide alrededor de 2/3 de la longitud de la penúltima y cerca de la mitad de la antepenúltima articulación. El exópodo está bien desarrollado, se presenta un epipodito y además una artrobranquia, así como una pleurobranquia encontrándose adheridas a la base del Maxilípedo.

La fórmula branquial es idéntica a la de otros Palaemoninae y es la siguiente:

	Maxilípedos			Pereiópodos				
	I	II	III	I	II	III	IV	V
Pleurobranquias	-	-	+	+	+	+	+	+
Artrobranquias	-	-	+	-	-	-	-	-
Podobranquias	-	+	-	-	-	-	-	-
Epipoditos	+	+	+	-	-	-	-	-
Exopoditos	+	+	+	-	-	-	-	-

El primer pereiópodo es delgado, la quela tiene la palma casi tan grandes como los dedos, no presenta dientes en los bordes cortantes ni tuberculos o espinas en el resto de la superficie, la cual sin embargo sostiene copetes de cerdas. En la superficie inferior de la palma y en la superficie ventral de la parte distal del Carpus hay presentes grupos de cerdas fuertes, las cuales juntas forman una estructura con propósitos de limpieza. El Carpus es elongado, variando entre 1.5 o el doble del largo de la quela. El Merus es casi tan largo como el Carpus.

La forma del segundo pereopodo difiere generalmente en las variadas especies del presente género. Esta pata es más robusta que las otras patas y en los machos adultos frecuentemente es más larga que el cuerpo entero. La relación entre las articulaciones de esta pata es muy diferente entre las especies, los distintos estadios morfológicos así como el sexo del organismo. Pueden estar cubiertas con tuberculos o espinas o ser enteramente lisas. Frecuentemente la pata derecha y la izquierda son iguales en forma y tamaño, pero en algunas especies estos parámetros varían.

Los últimos tres pares de pereopodos son iguales en estructura. La anterior generalmente es corta y menos delgada que las posteriores. El dactylus es simple y generalmente provisto con una hilera de pelos. El propodito lleva una hilera posterior de espinas en la quinta pata. En algunas especies los machos adultos tienen en varias articulaciones de los tres últimos pereopodos pequeñas espinas que los rodean cerradamente.

El primer pleopodo tiene el endito mucho más pequeño que el exopodito siendo sin embargo más pequeño en la hembra que en el macho (fig. 3 h-i). Es de forma oval y con el margen interno concavo, no es visible ninguna traza de un apéndice interno. Los otros pleopodos tienen el endopodito y el exopodito de aproximadamente el mismo tamaño. El endopodito está provisto con un delgado apéndice externo. En el macho además, el endopodito del segundo pleopodo sostiene fuertemente un apéndice masculino (fig. 3i); el cual se localiza entre el apéndice interno y el endopodito, el cual es más largo y fuerte que el apéndice interno, este está provisto con varias setas fuertes.

Los urópodos son ovales y sobrepasan el telson. El exópodo tiene el margen un poco convexo y finalizando en un diente, el cual en su lado interno sostiene una gran espina móvil. El endopodito es oval e inerte.

#### Dimorfismo sexual.

Es clara la presencia de dimorfismo sexual en los organismos adultos del género *Macrobrachium*, siendo fácilmente diferenciables machos y hembras por diversos caracteres morfológicos. Los machos son más grandes que las hembras, el segundo par de pereopodos está más desarrollado en los machos, en el segundo pleopodo abdominal existe una pequeña estructura filiforme llamada apéndice masculino, la apertura genital en el macho se localiza en la base del quinto par de pereopodos en tanto que en las hembras se localiza en la base del tercer par de pereopodos. Las hembras presentan en los pleopodos vellosidades para que se adhieran los huevecillos y también una cámara incubadora bajo el abdomen, formada por la prolongación de las pleuras abdominales (Rodríguez, 1965; Ling, 1969; Granados, 1984; Nagamine *et al.*, 1980).

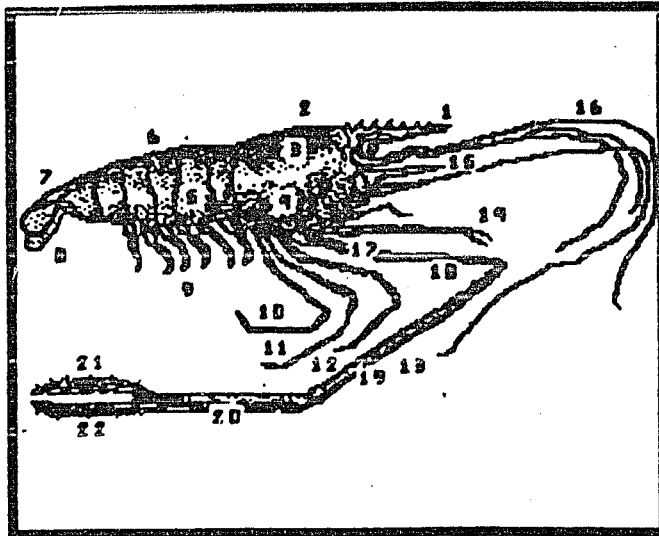


Fig. 2. MORFOLOGIA DEL GENERO Macrobrachium

- |                   |                    |                   |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Rostro         | 9. Pleopodos       | 17. Isquipodito   |
| 2. Cefalotorax    | 10. Pereiopodos V  | 18. Meropodito    |
| 3. R. gastrica    | 11. Pereiopodo IV  | 19. Carpopodito   |
| 4. R. Branquial   | 12. Pereiopodo III | 20. Propopodito   |
| 5. Pleuras        | 13. Pereiopodo II  | 21. Dactilopodito |
| 6. S. Abdominales | 14. Pereiopodo I   | 22. Quela         |
| 7. Telson         | 15. Escafocerito   |                   |
| 8. Uropodos       | 16. Antenas        |                   |

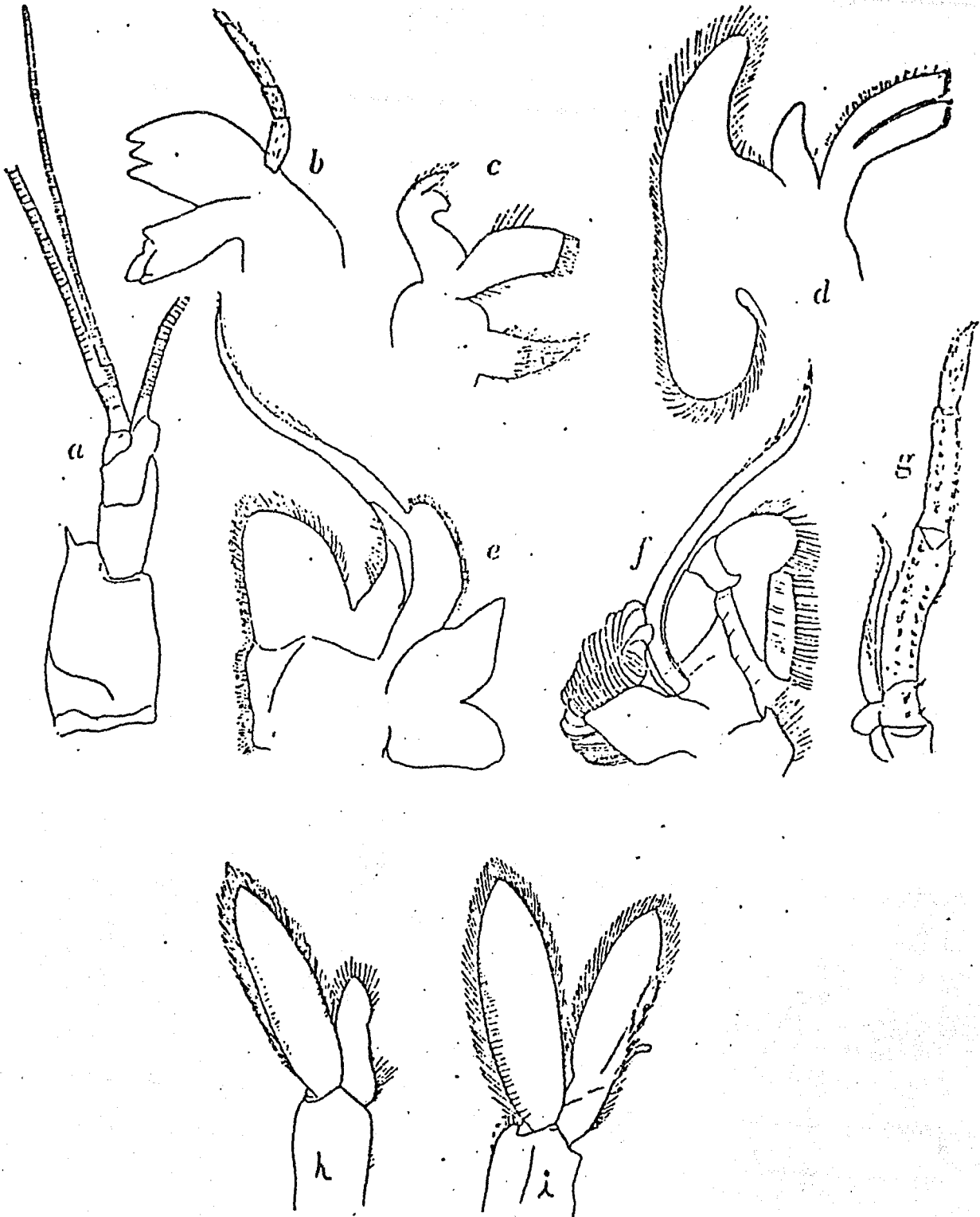


Fig. 3 Apendices de M. carcinus  
 a) pedúnculo antenular; b) mandíbula c) maxílula  
 d) maxila e) primer maxilípodo f) segundo maxilípodo  
 g) tercer maxilípodo h) primer pleópodo de hembra  
 i) primer pleópodo de macho

## II.2 ECOLOGIA

### II.2.1 DISTRIBUCION Y HABITAT

Los langostinos se encuentran en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo. Guzmán (1987) indica que el género *Macrobrachium* se localiza en la zona delimitada por la isoterma de los 18 °C. (fig. 4), ocupando los medios lóticos o de aguas corrientes y muy frecuentemente los lénticos o de aguas remansadas. Normalmente son epigeos, pero existen formas troglóxenas o troglobias con curiosas modificaciones concomitantes al hábitat oscurícola (Villalobos, 1966). Generalmente ocupan los medios de aguas dulces, aún cuando ciertas especies ocupan los medios de aguas salobres o incluso marinas (Panikar, 1968), siendo capaces de soportar amplias oscilaciones de salinidad.

Guzmán (1987) indica que las diferentes especies del género se distribuyen por lo general en altitudes no mayores de 1 000 m.s.n.m., con temperatura media anual mínima de 16 y máxima de 32 °C. y precipitación total que fluctúa entre los 400 y 1 350 mm anuales. Todas las formas que comprenden este género son de vida libre, sus hábitos son nocturnos, permaneciendo escondidos durante el día en oquedades, grietas y entre piedras, ramas y raíces. Su régimen alimenticio es carnívoro (Panikar, 1968; Ling, 1969).

### II.2.2 FACTORES AMBIENTALES Y CAMBIOS DE DISTRIBUCION

El medio en que se encuentran los langostinos necesita cumplir con determinados requerimientos de factores fisicoquímicos para el buen desarrollo de estos organismos, en diferente forma según la especie de que se trate. Los factores que se han registrado como los más importantes son:

**Oxígeno:** los langostinos como otros organismos aeróbicos acuáticos, toman del agua el oxígeno que necesitan para la respiración. La tasa de toma de oxígeno depende principalmente de la abundancia de organismos en el agua y de la temperatura de la misma. Hay dos fuentes de oxígeno en los estanques, la más importante es la fotosíntesis, principalmente por algas fitoplanctónicas. La otra fuente es la atmosférica que contiene cerca del 21 % de oxígeno. La cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua, de estas dos fuentes, es limitada y depende principalmente de la presión del oxígeno en la superficie del agua, que es muy constante y alcanza cerca de 0.21 atm. en condiciones naturales; de la temperatura, pues conforme aumenta esta, disminuye la capacidad del agua para contener el oxígeno; y la salinidad, porque cuando esta se encuentra a altas concentraciones, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto. Así, los cuerpos de agua dulce poco profundos, en regiones tropicales, tienen una cantidad de oxígeno disuelto entre 7 y 8.5 ppm (Hepher y Pruginin, 1985). Se ha observado también

que existe una relación entre el peso-consumo de oxígeno de los langostinos (Cuevas, 1980).

**Temperatura:** la temperatura se ha indicado como uno de los factores que afectan más críticamente la respiración ya que además de determinar la cantidad de oxígeno en disolución, afecta la tasa metabólica de los organismos. La tasa respiratoria de los organismos acuáticos aumenta cuando aumenta la temperatura, así como también la velocidad de descomposición de la materia orgánica, afectando ambos mecanismos la cantidad de oxígeno disuelto. Cabrera (1978) indica que las temperaturas frías dentro del clima tropical (20 a 26 °C) son benéficas para la engorda de juveniles de langostino *M. acanthurus*, en tanto que las temperaturas altas (28 a 35 °C) favorecen la producción de crías.

**pH:** el pH es una medida de la concentración de hidrogeniones que resultan de cambios en la alcalinidad. Un pH de 7 es neutro, más bajo es ácido y más alto es básico. Muchas constantes de disolución de reacciones químicas que ocurren en soluciones acuosas dependen del pH. Por lo tanto, el ambiente químico para los organismos acuáticos está fuertemente influenciado por el pH. Así vemos que si el pH se desvía demasiado del valor neutro el agua se vuelve directamente tóxica para la mayoría de los organismos acuáticos. (Wheaton, 1982). El rango aceptable de pH para cultivos en agua dulce es de 7 a 9 (Cabrera, 1978).

**Salinidad:** la salinidad se define como la cantidad total de material sólido en gramos convertido en un Kg de agua de mar cuando todo el carbonato ha sido convertido en óxidos, el bromo y el yodo remplazados por el cloro y toda la materia orgánica completamente oxidada (Wheaton, 1982). La salinidad es importante ya que afecta el crecimiento de algunas especies acuáticas (Hepher y Pruginin, 1985), además de que los langostinos necesitan agua salobre para completar su ciclo biológico (no siempre como indican Kensler *et al.*, 1974 y Cabrera, 1978).

**Substrato:** el substrato es muy importante ya que los langostinos normalmente son de hábitos bentónicos (excepto sus etapas larvarias), refugiándose en oquedades, grietas entre las piedras, entre troncos, ramas y raíces.

Para cada uno de estos parámetros hay un intervalo en que cada especie puede sobrevivir, cuando alguno de estos factores sobrepasa los límites de este intervalo, los langostinos mueren, dentro de este intervalo existen valores óptimos para su desarrollo, valores que más adelante se analizarán para cada una de las especies.

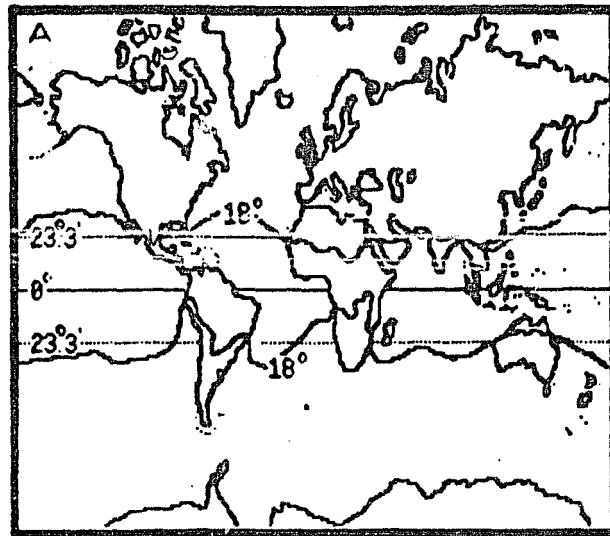


fig. 4.- Distribución geográfica.  
 A Distribución mundial genérica.  
 B Distribución nacional genérica.  
 (tomado de Guzmán 1987).

### II.3 CICLO DE VIDA

El ciclo de vida del langostino, comprende 4 fases distintas: Huevo, larva, postlarva y adulto. El tiempo que cada especie de *Macrobrachium* pasa en las diferentes fases de su ciclo de vida, el ritmo de crecimiento y el tamaño máximo varía según las especies y las condiciones ambientales (New y Singholka, 1984). El ciclo de vida de *Macrobrachium* podemos describirlo como sigue:

#### II.3.1 REPRODUCCION.

##### II.3.1.1 Cópula.

Los machos sexualmente maduros pueden copular en cualquier momento, en tanto que las hembras solo pueden responder cuando han concluido la muda precópula y esta muda puede ocurrir a lo largo de todo el año en regiones tropicales y subtropicales pero no en las templadas, donde solo se da durante la época cálida del año.

Los procesos de la cópula se pueden observar cuando se introduce un macho sexualmente maduro con una hembra sexualmente madura (generalmente de tres a seis horas después de la muda precópula) dentro de un acuario (Ling, 1969).

Se necesitan tan solo unos cuantos minutos para que el macho y la hembra se acostumbren uno al otro y el macho comience sus movimientos de cortejo, levantando la cabeza, alzando el cuerpo y agitandolo con tiento a la vez que levanta y extiende sus grandes y poderosas patas quelíferas como en un gesto de abrazo, acompañando esto por una serie de movimientos bruscos de manera intermitente durante un lapso de 10 a 20 minutos, al cabo de los cuales el macho rodea a la hembra con sus grandes patas a la vez que limpia activamente la porción ventral de la región toraxica con sus otras patas durante 10 a 15 minutos que tarda en completar este acto de limpieza, siguiendo finalmente la cópula, la cual dura tan solo unos cuantos segundos. La hembra es colocada con la parte ventral hacia arriba y el macho se coloca sobre ella, juntando los poros genitales en un estrecho contacto con la parte ventral limpia de la región toraxica de la hembra y con una vigorosa vibración de los pleópodos. El esperma es eyectado y depositado como una masa gelatinosa en la región toraxica, ventral media de la hembra (Ling, 1969).

Cuando varias hembras maduras se encuentran en el mismo tanque y una de ellas ha completado su muda precópula, esta es atacada por las demás. Sin embargo cuando un macho maduro está presente, protege a esta hembra. Esto es posible ya que la hembra tan pronto termina la muda, secreta una sustancia (feromona) que atrae fuertemente a los machos, dando Kamiguchi (1972 fide Wickens, 1976) la evidencia histológica de su existencia y no como se pensaba anteriormente que las hembras receptivas solo podían ser identificadas por los



machos por medio del tacto con sus antenas. La protección que da el macho a la hembra dura tan solo hasta que a la hembra se le endurece el exoesqueleto (Ling, 1969).

En el caso de que se encuentre cerca más de un macho, la hembra cópula con el más fuerte, manteniéndose alejada de los demás machos.

Se ha observado que la reproducción se realiza de una manera conveniente dentro de un rango de factores fisicoquímicos y sus rangos óptimos varían dependiendo de la especie en cuestión, sin embargo, no se encuentran consignados estos datos para todas las especies que nos ocupan en esta revisión del género, por lo cual estableceremos un patrón general de estos factores.

Salinidad: Se ha observado por diversos autores, que algunas especies como *M. rosenbergii* (Ling, 1969); *M. acanthurus* (Choudury, 1971 a; Cabrera, 1976); *M. ohione* y *M. carcinus* (Dugan, et al., 1975) y *M. tenellum* (Sanchez, 1976; Cabrera, et al., 1979). se reproducen de una manera conveniente en salinidades que fluctúan entre 0 y 16 %.

Temperatura: Se ha observado como favorable una temperatura entre 25 y 30 °C. para la reproducción de algunas especies de este género. (Cabrera, et al., 1979; Dugan et al., 1975; Dugger y Dobkin, 1975; Sanchez, 1976).

Es por esto que aún cuando *Macrobrachium* puede reproducirse todo el año, se registran puntas máximas de actividad bajo determinadas condiciones ambientales.

### II.3.1.2 Huevos, Esperma y Fertilización.

Los huevos son pequeños y elípticos, con un axis grande (de 0.6 a 0.7 mm) y son generalmente de un color brillante. Están cubiertos por una bicapa, compuesta de 0.5 m. de proteínas y otra capa interna de 2.5 m. de mucopolisacáridos.

El esperma maduro parece una sombrilla invertida y consiste de una base en forma de copa, con una espiga sencilla, proyectándose desde la superficie convexa.

El esperma se adhiere por la base del huevo, primero con la espiga orientada perpendicularmente a la inversión, al cabo de 15 seg. la espiga de la esperma se curva en la base y contacta la inversión, la espiga penetra la bicapa del huevo, la base se invierte y la fertilización ocurre al cabo de 2 min. La espiga permanece brevemente como un corazón central en el cono de fertilización (Lynn y Clark, 1983).

### II.3.1.3 Fecundidad.

Nos referimos a ésta como el número de huevos puestos por una hembra en el transcurso de un año.

El número de huevos en hembras ovigeras es muy variable, incluso en hembras de la misma talla, como hace constar Román (1979), refiriéndose a 2 hembras de *M. tenellum*. de 52 mm. y fecundadas en condiciones de laboratorio, presentando una 1 000 huevos y 4 500 huevos la otra. Sin embargo, de manera general las hembras más grandes son portadoras de un número mayor de huevos que las hembras de tallas pequeñas, por ejemplo en el caso de *M. rosenbergii* ya que cuando está en plena madurez, pone de 80 000 a 100 000 por cada ovoposición, pero en sus primeras puestas, durante su primer año de vida con frecuencia no pasan de 5 000 a 20 000 (New y Singholka, 1984).

Así mismo se ha observado que el número de huevos varía de acuerdo a las especies, pero conservándose el esquema, las especies grandes serán las que presenten mayor número de huevos y las especies más pequeñas un número menor (Cabrera, et al., 1979). También se observa que la provisión de yema para nutrimento en el desarrollo de la larva y el hábito de incubación del huevo ha llevado a una baja fecundidad entre las especies del género (Wickens, 1976).

### II.3.1.4 Ovoposición.

Esta tiene lugar de 4 a 35 hs. después de la muda precópula, dependiendo de la especie y que tan pronto haya ocurrido la cópula después de la muda de la hembra. Una hembra madura no copulada también pone huevos dentro de las 24 hs. posteriores a la muda precópula, pero los huevos no están fertilizados y son desprendidos al cabo de 2 ó 3 días. La puesta de huevos se completa usualmente en 20 min.

Durante el desove el tallo se curva para recibir los huevos en la región ventral, al mismo tiempo que los pleópodos se extienden para formar un pasaje protector a los huevos. Los huevos son expulsados a través del poro genital de la hembra, dentro de la cámara incubadora, primero a un lado y luego al otro. La cámara entre el cuarto par de pleópodos es llenada primero, posteriormente el tercero, el segundo y el primer par sucesivamente. Los huevos están incluidos en grandes grupos, teniendo por un extremo una membrana elástica la cual es secretada por las setas ovigeras. Las masas gelatinosas de huevos se adhieren a las setas ovigeras de los primeros cuatro pares de pleópodos (Ling, 1969).

### II.3.1.5 Incubación.

La hembra lleva a cabo la incubación de los huevos y los cuida durante este tiempo que es de alrededor de 17 días aproximadamente dependiendo de la especie y de las condiciones medio-ambientales como la temperatura.

Los pleópodos se baten fuertemente y de manera intermitente con el fin de airear los huevos. Los huevos muertos y el material extraño es cuidadosamente removido de tiempo en tiempo por la hembra con su primer par de patas toraxicas, las cuales son muy versátiles y sensitivas. Alrededor del doceavo día de incubación, el color brillante se decolora un poco y en su lugar se forma un color gris. El color se hace gris más fuerte por el dieciseisavo o diecisieteavo día de incubación. Cuando las larvas salen del huevo están completamente desarrolladas (Ling, 1969).

### II.3.1.6 Desarrollo embrionario.

De acuerdo a las observaciones realizadas por Ling entre 1962 y 1969 en hembras copuladas y desovadas en condiciones de laboratorio, se asume que la fertilización de los huevos tiene lugar al tiempo de la extrusión.

Los huevos fertilizados son homogéneamente granulados. Después de aproximadamente 2 horas, la isla de protoplasma conteniendo el núcleo es discernible y claramente visible una hora después. Continuando con el tiempo de fertilización, la primera división nuclear comienza aproximadamente a las 4 horas y termina cerca de una hora después. La segunda división nuclear comienza a la hora 6 y es completada a la hora 7.5. La tercera división nuclear comienza a la hora 8 y tenemos 8 núcleos formados a la hora 9. Las divisiones subsiguientes tienen lugar con intervalos de 1 a 1.5 horas y la segmentación se completa en aproximadamente 24 horas (fig 5 a-f) (Ling, 1969).

La primera y segunda división nuclear son completadas dentro de su correspondiente división de la célula. Cuatro hendiduras o surcos aparecen cuando la segunda división casi se ha completado, ellos comienzan en cuatro puntos subequidistantes en la superficie y se extienden rápidamente en ángulos formando cuatro cuadrantes o blastómeros. Cada uno de los 4 blastómeros contiene dos núcleos. La cuarta división es holoblástica. La quinta y subsiguientes divisiones nucleares son superficiales. Los estados avanzados de la segmentación, muestran distintivas marcas hexagonales en la superficie.

Los núcleos en los estadios tempranos están localizados

en la parte profunda del huevo. Comenzando el octavo estadio blastomérico, algunos de los núcleos tienden a aparecer cerca de la superficie y en los estadios más avanzados todos ellos aparecen cerca de la superficie (Ling, 1969).

Durante el segundo día después de completar la segmentación, el disco germinal aparece en el lado ventral del embrión. La gastrulación tiene lugar por la inmigración de células desde la parte posterior del disco germinal a la cual sigue la formación del blastoporo. Una banda germinal en forma de V está bien diferenciada del blastodermo, ocupando una gran parte de la superficie ventral y asumiendo la posición del desarrollo embrionario (Ling, 1969).

Durante el tercer día, el fin posterior de las bandas germinales se alargan y se hacen circulares, representando los lóbulos protostomiales. El resto de las bandas germinales están limitadas y bordeadas posteriormente por el área blastoporal. Se forman ahora los rudimentos de las regiones embrionarias y el embrión se desarrolla dentro del estadio larvario de nauplio. La formación de brotes de apéndices del nauplio comienzan cuando el embrión tiene cerca de 80 hs. Los primeros en aparecer son los rudimentos de las anténulas, los cuales aparecen cerca de la base del lóbulo protostomial, y los rudimentos de las mandíbulas cerca del fin posterior de la banda germinal. Estos son seguidos por los brotes de las antenas, a los lados de la banda germinal, entre las anténulas y las mandíbulas.

Por el comienzo del quinto día, cuando todos los rudimentos de los apéndices están bien formados, los segmentos post-nauplio comienzan a formarse, seguidos por la aparición de rudimentos de otros segmentos cefálicos. Al mismo tiempo, la formación de la papila caudal comienza y continúa muy pronunciada hasta el fin del sexto día, con rudimentos de patas torácicas y telson formado (fig. 5g).

Durante el séptimo día los rudimentos ópticos se desarrollan dentro de un par de grandes masas ovales, formando las vesículas ópticas. Los rudimentos de apéndices comienzan a elongarse, el crecimiento delantero de la papila caudal se hace conspicuo y su extremo forma el telson (fig. 5h).

En el octavo y noveno días, se forma el caparazón rudimentario, los ojos comienzan a pigmentarse, el corazón comienza a latir (aparentemente) y se forma el intestino (fig. 5i).

Cuando el embrión tiene 12 días, aparece una línea paralela a lo largo del axis del huevo. Los apéndices se han elongado considerablemente y los órganos están totalmente desarrollados. Alrededor del día 17, la larva cumple un crecimiento constante hasta que eclosiona, generalmente entre el día 19 o 20 (fig. 5j, 5k).

### II.3.1.7 Eclosión.

Estas observaciones fueron realizadas por Ling (1969) bajo condiciones de laboratorio. Cada huevo tarda cerca de una hora para eclosionar, en tanto que para que todas las crías salgan del huevo el tiempo es de 4 a 6 horas.

La eclosión es llevada a cabo por un rápido incremento en la presión interna, desarrollada por un incremento en el volumen de la larva y ayudado por una presión del cuerpo y movimiento de sus apéndices, causando una ruptura en la membrana del huevo. El proceso de la eclosión comienza con una vibración pequeña pero constante de las piezas bucales de la larva, acompañada por algunos alargamientos de su cuerpo al girarse, forzando al huevo a elongarse gradualmente. Las vibraciones de las piezas bucales se harán más y más vigorosas, acompañadas por alteraciones de la masa de la yema, enderezando gradualmente las espinas del telson y estirando el cuerpo. Después de cerca de 45 min. del comienzo de la eclosión, los apéndices toraxicos comienzan a vibrar intermitentemente y durante los próximos 10 min. Este periodo de actividad se hace más vigoroso y más prolongado, hasta que la vibración es continua. El cuerpo continúa estirándose y el telson, el cual se encuentra sobre los ojos y la cabeza, golpea hacia afuera hasta que rompe la cáscara del huevo y el telson sale afuera seguido por la cabeza y con una vigorosa contracción y alargamiento del cuerpo, la larva sale de la membrana del huevo en menos de 5 min. La larva recién eclosionada comienza a nadar muy activamente. Durante todo el tiempo que dura la eclosión, la langostino madre hace vibrar sus pleópodos rápidamente y a intervalos, para dispersar a las nuevas crías.

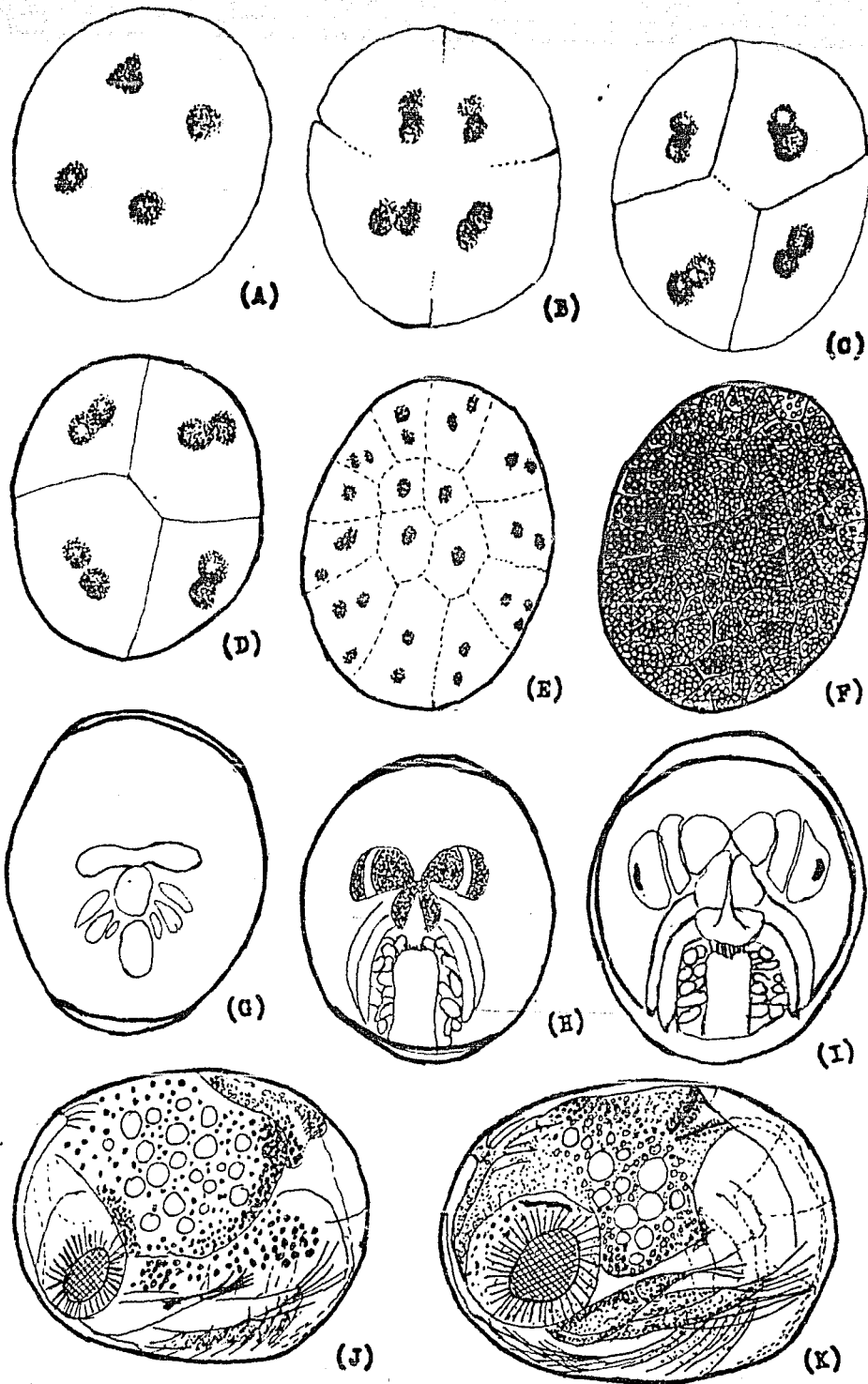


fig. 5.- Segmentación y desarrollo embrionario de *Macrobrachium rosenbergii*.

(A) 7 h. Fin de la segunda división nuclear. (B) 8.45' h. tercera división nuclear. (C) 8.55' h. fin de la tercera división nuclear. (D) 9 h. formación de los blastómeros. (E) 14 h. formación de 32 núcleos. (F) 24 h. fin de la segmentación. (G) 6 días, formación de la papila caudal. (H) 7 días, formación de las vesículas oculares. (I) 9 días, ojos desarrollados y pigmentados. (J) 14 días, larva completamente formada. (K) 19 días, larva lista para eclosionar. (según Ling, 1969).

## II.3.2 LARVAS.

### II.3.2.1 Biología.

Todos los estadios larvales son activos nadadores y de hábitos planctónicos. Son atraídos por la luz pero evitan la luz directa del sol y otras luces fuertes. Nadan con la parte trasera primero y con el lado ventral hacia arriba, con la cabeza un poco más abajo que el talle en un ángulo oblicuo.

Los individuos de estadios larvales tempranos tienden a nadar en grupos grandes y cerrados, usualmente cerca de la superficie del agua. Frecuentemente miles de larvas jóvenes en cada grupo nadan rápidamente en un ciclo continuo, acordonándose y agitándose arriba y abajo repetidamente. Los hábitos gregarios desaparecen gradualmente poco antes de que la larva cumpla los 10 días (Ling, 1969).

Todos los estadios larvales requieren de determinados factores fisicoquímicos para su supervivencia, tales como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH. Estos parámetros han sido encontrados por diversos autores bajo condiciones de cultivo en laboratorio variando los óptimos para cada parámetro de acuerdo con las especie de que se trate. Aún cuando todos los factores son importantes, la salinidad es vital para las larvas, encontrándose que todas las larvas que se crían en agua dulce, mueren todas en 4 o 5 días. En condiciones naturales, las larvas pueden eclosionar en aguas dulces o salobres, pero las que eclosionan en aguas dulces deben ser llevadas pronto por el flujo de la corriente a los estuarios, y si llegan antes de 4 o 5 días sobreviven. (Ling, 1969; Panikar, 1937). Sin embargo, de acuerdo con New y Singholka (1984) la importancia de la salinidad no es tan grande como se creía en un principio indicando además que no es necesario una exactitud absoluta en el rango de concentración de este parámetro, pudiendo haber variaciones de  $\pm 2\%$ .

En cuanto a la temperatura los mismos autores (New y Singholka, 1984) indican que las larvas crecen más rápidamente y mudan antes cuando mayor es la temperatura. Para *M. rosenbergii* encuentran que el óptimo está entre 26 y 31 °C., a menos de 24-26 °C. las larvas no crecen bien y tardan más en llegar a la metamorfosis. Análogamente las temperaturas por arriba de 33 °C. son letales.

Todos los estadios larvales comen continuamente y tanto como pueden aprovechar. Su alimento natural consiste principalmente de zooplancton. Las partículas alimenticias son tomadas con los maxilípedos y las patas torácicas cuando la larva está nadando. La comida viviente y las partículas suspendidas son las preferidas en tanto que las partículas extremadamente pequeñas son ignoradas. Las partículas alimenticias grandes y pesadas se van al fondo, llevándose

consigo a las larvas que están alimentándose de ellas, causando una considerable mortandad (Wickens, 1976).

### II.3.2.2 Morfología.

Los carideos pasan por un número menor de estadios larvales fuera del huevo en comparación con los peneidos que presentan un número mayor de estadios larvales (Wickens, 1976).

En el caso de Macrobrachium algunas especies emergen como zoea, por ejemplo M. rosenbergii (Uno y Soo, 1969) o directamente como postlarva como en el caso de M. borelli (Boschi, 1961 fide Wickens, 1976). El tiempo de duración de la serie larval así como el número de mudas y estadios morfológicos por los que pasan las larvas, varía con la especie al igual que el tamaño de los juveniles al fin de los estadios larvales. En lo que parece haber un patrón general es en el hecho de que durante los primeros estadios, una muda corresponde a un cambio morfológico, pero a partir del sexto o séptimo estadio, no siempre una muda implica un cambio morfológico significativo. Para la siguiente descripción del desarrollo de estadios larvales, se ha tomado a la especie M. rosenbergii por ser esta la que presenta una descripción más detallada, a la vez de que ha servido como patrón para la mayoría de los trabajos similares que sobre otras especies se han realizado. Se ha tomado como base el trabajo de Ling (1969).

#### Primer estadio larval.

De uno a dos días a partir de la eclosión (fig. 6 A-K). Mide de 2.0 a 2.2 mm. desde el borde del rostrum hasta el borde del telson. El cuerpo es transparente, con un pedúnculo antenular pequeño, los ojos con su porción exterior café, cromatóforos similares a los presentes en las larvas de otros Palemonidos, los dos pares de cromatóforos del segmento abdominal III son muy prominentes, con dendritas alcanzando el segmento abdominal II.

El rostro es delgado, levemente curvado hacia abajo, alcanzando cerca de 2/3 de longitud del segmento basal del pedúnculo antenular. El margen antero-ventral del caparazón con espinas pequeñas. Los ojos son grandes y sésiles.

La anténula, con el pedúnculo estrecho, grande y unisegmentado, el flagelum superior largo, plumoso. El otro flagelo es rectangular, con tres grandes setas.

La antena presenta el pedúnculo unisegmentado, el flagelum unisegmentado con una seta larga y otra corta y apical.



La mandíbula derecha e izquierda son similares en forma y tamaño. La mandíbula derecha con un diente grande y 2 medianos en la parte incisoria, de 4 a 5 espinas pequeñas parecidas a dientes en la parte molar la mandíbula izquierda con dos dientes en la parte incisoria y ninguno en la parte molar.

La maxilula es muy pequeña y los palpos prominentes (endopodito), con dos espinas cortas en el ápice, la lacinia proximal (de los procesos masticatorios) con cerca del mismo tamaño que el palpo, con 4 setas en su extremo; La lacinia distal casi tan grande como la proximal, con 2 dientes grandes y 2 pequeños en el fin distal.

La maxila presenta el exopodito con 5 grandes setas plumosas en el borde, la seta proximal grande. El endopodito con una gran espina terminal no plumosa. El protopodito con 3 lóbulos, el proximal con 4 setas, los otros con dos setas cada uno.

El maxilipedo I con la base casi circular, con 3 setas en el margen superior, el endopodito forma 3 setas terminales, el exopodito es grande con 4 setas plumosas grandes en el ápice. Los maxilipedos II y III con 4 segmentos en el endopodito, con una pinza perfectamente serrada en el ápice, el exopodito es grande con 4 setas plumosas grandes en el ápice.

Las patas toraxicas 1 y 2 como yemas birrameas.

El telson es triangular, con el borde posterior amplio y levemente concavo, presenta 7 pares de setas plumosas y muchas espinas pequeñas.

#### Segundo estadio larval.

Después de 3 a 5 días de la eclosión (fig. 6L-0).

Longitud de 2.3 a 2.4 mm. Presenta una prominente red de cromatóforos color café, las dendritas del lado ventral del pedúnculo del ojo con un pigmento de color amarillo en la porción frontal de los ojos.

Los margenes antero-ventrales del caparazón se notan más alla del que forman las espinas pterigostomiales. La espina supraorbital muy prominente.

Los ojos son muy grandes y pedunculados, el pedúnculo antenular con dos segmentos. El flagelo antenular lleva 2 setas grandes y una corta en el ápice. La mandíbula recta con 5 dientes fuertes en la parte incisoria. Más profundamente serrado y curvado en su margen superior, la región molar con

5 dientes pequeños, media mandíbula con 3 grandes dientes en la parte incisoria y dos dientes cortos en la región molar. La maxilula con 2 setas pequeñas en el ápice del palpo; la lacinia proximal con 4 grandes dientes, la lacinia distal con 4 dientes grandes y 3 cortos. Exopodo de la maxila con 7 setas plumosas grandes.

El maxilipedo I con su endopodito pequeño y con 3 setas terminales y 2 laterales. Las patas toraxicas 1 y 2 con 5 grandes segmentos cada una, el endopodito finalizando en una gran espina lisa y curvada, exopoditos grandes. Brotes de patas rudimentarias 3 y 4 presentes.

#### Tercer estadio larval.

De 5 a 8 días después de la eclosión (fig. 7 a-f).

Longitud de 2.7 a 2.8 mm. Presenta una espina epigástrica desde la base del rostro, el pedúnculo de la antena con 3 segmentos, el flagelo antenular con 2 segmentos, el exopodo con 12 o 13 setas plumosas.

El exopodo de la maxila con 9 setas plumosas, la pata toraxica III similar a la I y la II. Brotes de las patas toraxicas IV y V ya se presentan.

Hay articulación entre el sexto segmento abdominal y el telson, en el telson hay pares de setas centrales y laterales no plumosas. Uropodos presentes, el lóbulo anterior de más del doble de tamaño que el interno, con 6 grandes setas plumosas en la porción distal. El lóbulo interno sin setas.

#### Cuarto estadio larval.

De 8-12 días después de la eclosión (fig. 7 G-K). Longitud de 2.9 a 3 mm.

Existen abundantes cromatóforos en el lado ventral del cuarto segmento. Presenta llamativos colores rojo y azul por pigmentación en la segunda pata toraxica.

El caparazón sostiene 2 espinas dorsales medianas (epigástricas) en la base del rostro, ambas espinas con 2 a 3 dientes en el borde frontal.

El exopodo antenal con 15 a 16 setas plumosas y una espina apical. La cuarta pata toraxica como un brote birrameo. La quinta pata grande segmentada, con una muy grande espina terminal, segmentada y curva; no presenta exopodo.

Telson muy estrecho, el ancho posterior menos del doble

de la porción anterior y de cerca de la mitad del lateral. El exopodito y el endopodito del urópodo, articulados con el protopodito; el exopodito sostiene de 9 a 10 setas plumosas, el endopodito con 6 a 7 setas.

#### Quinto estadio larval.

De 11 a 17 días (fig. 7 L). Longitud de 3.2 a 3.3 mm.

Cromatóforos en el segundo par de patas muy prominentes, con rojo en el centro y las dendritas azules. Las espinas epigástricas con 4 a 5 dientes cada una.

El fin proximal del exópodo de la maxila sostiene 2 grandes setas plumosas dirigidas hacia atrás. Los 5 pares de patas torácicas segmentadas, el quinto par permanece unirrameo.

Telson rectangular, del doble de largo que de ancho, con tres pares de setas laterales; 5 pares en el margen posterior, otros 4 pares en la parte interna, un par lisas y los otros tres plumosas. El exópodo del urópodo con 13 a 14 grandes setas plumosas, el endopodito presenta de 9 a 10 setas.

#### Sexto estadio larval.

De 15 a 24 días desde la eclosión (fig. 7 M-R). Longitud de 3.4 a 3.5 mm.

Cuerpo transparente, de un color rosa pálido a un salmón profundo en el fin de la cabeza y salmón pálido cerca del telson. Cromatóforos en el pedúnculo del ojo muy prominentes, con color café-rojizo en el centro y dendritas rojas y amarillas; cromatóforos en el segundo par de patas permanecen de manera prominente, con el centro rojo y dendritas azules y algunas manchas verdes. Cromatóforos en el lado ventral del cuarto segmento abdominal muy agrandados, con el centro azul oscuro y dendritas azul, rojo y amarillo.

El flagelum anterior de la antenula, elongado, con 3 grandes setas en el ápice, el otro flagelum segmentado, con 6 a 7 aesthetes en dos grupos. El flagelum antenular poco más largo que la escama. El endopodito del maxilipodo con 2 segmentos, con 3 espinas grandes y una corta en el ápice. Yemas de pleópodos en los segmentos abdominales 1 a 5, con diferencia de desarrollo de espécimen en espécimen; el segundo, tercero y el cuarto par usualmente más desarrollados; grandes brotes birrameos.

El telson es muy elongado; la anchura posterior es de solo  $2/3$  de la anchura anterior de cerca de  $1/5$  de la longitud, presenta espinas marginales y setas lisas, aparte de 2 pares proximos al par central. Urópodo con 12 a 16 setas plumosas en el endópodo y de 16 a 20 en el exópodo.

#### Septimo estadio larval.

De 22 a 32 días después de la eclosión (fig. 8 A-F).  
Longitud de 4.0 a 4.5 mm.

El flagelum interno de la antenula con 3 segmentos, el otro flagelum dividido longitudinalmente con la parte interna débilmente segmentada y con 10 a 12 aesthetes en 4 grupos; la otra parte grande, forma propiamente el flagelum. Las patas toraxicas 1 y 2, queladas. Los 5 pares de pleópodos birrameos, el exopodito y el endopodito ambos con setas plumosas.

El telson es estrecho y grande, con 3 pares de setas cortas laterales, 4 pares de setas posteriores, los dos pares interiores, plumosas.

#### Octavo estadio larval.

De 30 a 45 días después de la eclosión (fig. 8 G-P).  
Longitud de 5.0 a 5.8 mm.

Rostrum con 4 a 9 dientes en el borde superior, 4 setas cortas y plumosas entre la espina epigástrica y el diente posterior del rostro.

El flagelum interno de la antenula con 5 o 6 segmentos y está dividido, una parte es corta y con 14 a 15 aesthetes en 6 grupos; el otro flagelum es largo y con 6 a 8 segmentos. El flagellum antenal es muy segmentado y casi  $1\ 1/2$  veces tan grande como la escama.

La mandibula inferior con tres dientes grandes y 5 o 6 más pequeños, uno en la parte incisoria y 3 a 4 dientes cortos en el área molar. La mandibula superior con 2 dientes grandes y romos y de 8 a 10 más pequeños en el área incisoria, la region molar con 2 dientes fuertes y 4 pequeños. El palpo de la maxilula con una sola seta y una pequeña protuberancia en el borde; la lacinia proximal con solo de 8 a 10 setas finas en el ápice, la lacinia distal con 7 a 8 dientes grandes y de 3 a 4 cortos. La escama de la maxila con cerca de 50 setas plumosas marginales, los lóbulos distal y medio del protopodito están bien desarrollados, en forma de dedo, con setas plumosas y espinas; el lóbulo

proximal reducido. El endito basal del maxilpedo I con muchas espinas delgadas; endopodito con 3 segmentos; exopodito con 10 setas plumosas en el borde del medio basal. El endopodito del maxilpedo II en forma de dedo y con 5 segmentos, con 2 fuertes espinas, una terminal y otra subterminal. Segundo par de patas toraxicas muy alargadas.

Telson mucho muy elongado; con la porción posterior estrecha, con 5 pares de espinas en el borde posterior, los dos pares internos son plumosas.

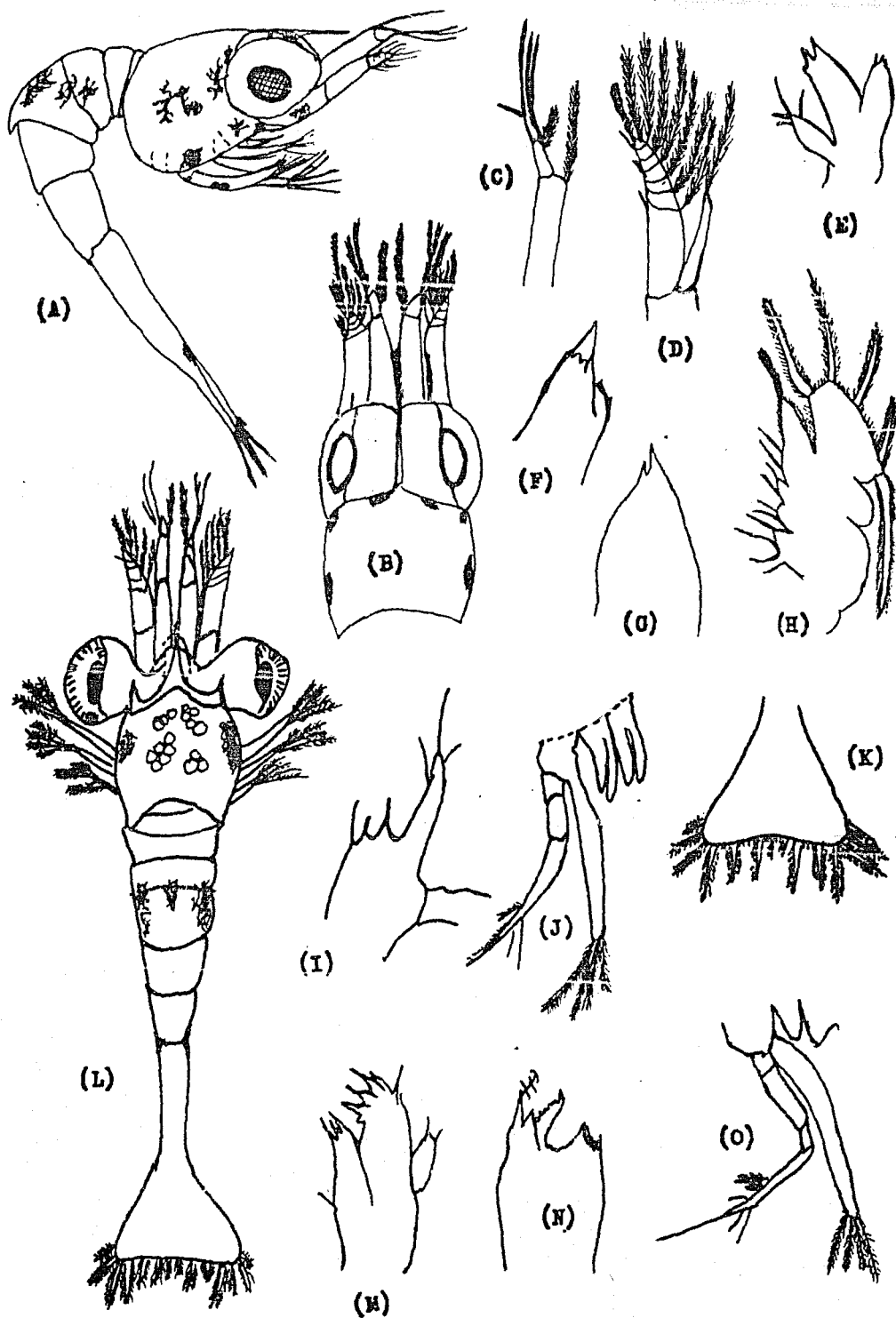


fig 6.- Primero y segundo estadio larval de *Macrobrachium rosenbergii*

(A-K) Primer estadio. (A) vista lateral. (B) vista dorsal de la cabeza. (C) anténula. (D) antena. (E) maxilula. (F) porción distal de la mandíbula derecha. (G) porción distal de la mandíbula izquierda. (H) Maxila. (I) primer maxilipedo. (J) tercer maxilipedo. (K) telson.  
 (L-O) Segundo estadio. (L) vista dorsal. (M) maxilula. (N) porción distal de la mandíbula derecha. (O) segunda pata torácica (según Ling, 1969).

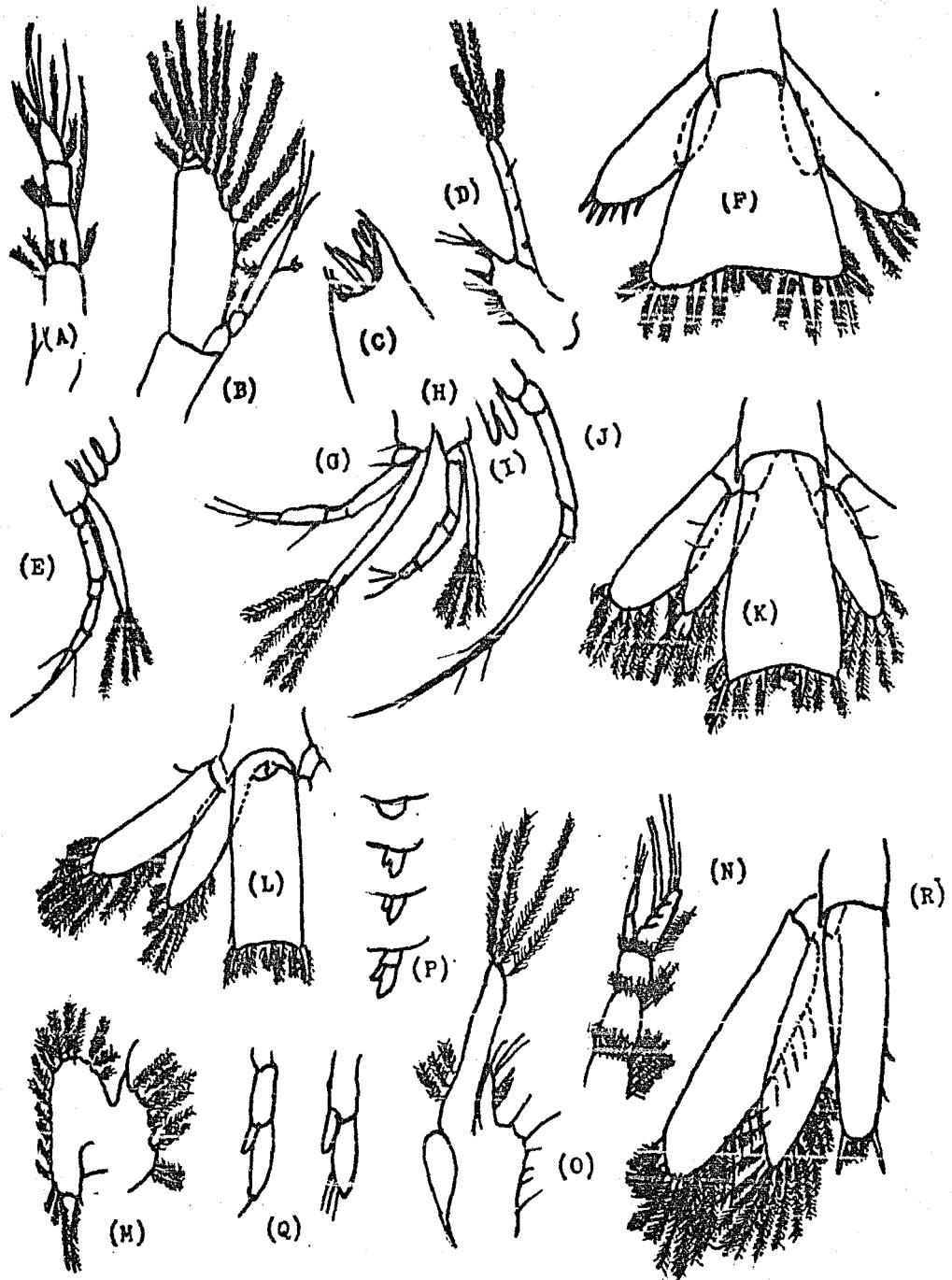


fig.7.- Tercero, cuarto, quinto y sexto estadio larval de *Macrobrachium rosenbergii*

(A-F) Tercer estadio. (A) anténula. (B) antena. (C) porción distal de la mandíbula izquierda. (D) primer maxilipedo. (E) tercera pata torácica. (F) telson y urópodos.

(G-K) Cuarto estadio. (G) segunda pata torácica. (H) tercera pata torácica. (I) cuarta pata torácica. (J) quinta pata torácica. (K) telson y urópodos.

(L) Quinto estadio larval. telson y urópodos.

(M-R) Sexto estadio larval. (M) maxila. (N) anténula. (O) primer maxilipedo. (P) pleópodos en diferentes estadios de formación. (Q) pleópodos formados. (R) telson y urópodos (según Ling, 1969).

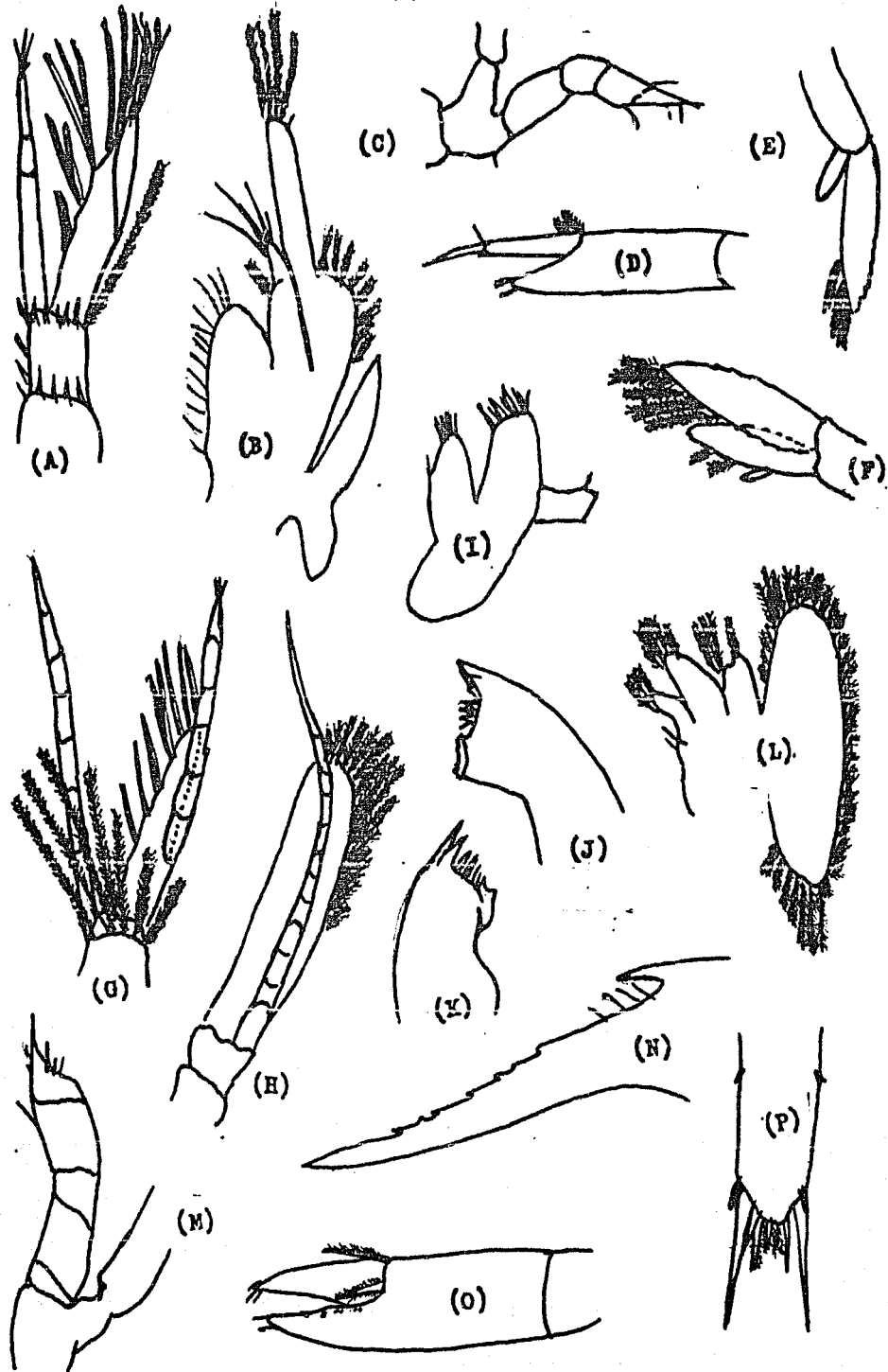


fig. 8.- Séptimo y octavo estadio larval de *Macrobrachium rosenbergii*

(A-F) Séptimo estadio. (A) anténula. (B) primer maxilipedo. (C) segundo maxilipedo. (D) quela de la segunda pata toràcica. (E) primer pleòpodo. (F) segundo pleòpodo. (G-P) Octavo estadio. (G) anténula. (H) antena. (I) maxilula. (J) mandibula derecha. (K) mandibula izquierda. (L) maxila. (M) segundo maxilipedo. (N) rostro. (O) quela de la segunda pata toràcica. (P) porción posterior del telson (según Ling, 1969).



## JUVENILES.

### Biología.

Los langostinos dejan de ser permanentemente pelágicos tan pronto como ellos se metamorfosean del último estadio larval. Ellos se asientan en el fondo, donde se arrastran o se adhieren a la vegetación y objetos sumergidos. Se alimentan rápidamente de gusanos diminutos, pequeños crustáceos, larvas de insectos y una gran variedad de pequeñas piezas de materia orgánica tanto de plantas como de animales. Crecen rápidamente, mudando cada 5 o 10 días, pudiendo alcanzar un tamaño de 5 cm. en dos mudas (Ling, 1969). Así tenemos por ejemplo que *M. rosenbergii* aumenta de 0.02g juveniles a 100 gramos adultos en 8 o 9 meses (Ling, 1962). Los langostinos jóvenes tienden a desarrollar sus características sexuales secundarias cerca del cuarto mes, y adquieren la madurez sexual por el séptimo mes (Dugan, et al. 1975).

En condiciones naturales los juveniles recientemente transformados, permanecen usualmente en aguas de áreas salobres por espacio de una o dos semanas después de las cuales comienzan a ir río arriba buscando menores salinidades. Cuando tienen cerca de un mes comienzan a migrar rápidamente (Ling, 1969). Nadando en contra de corrientes fuertes y arrastrándose por encima de las piedras en las orillas de los ríos y en los rápidos, pueden trepar por superficies verticales y atravesar terrenos siempre y cuando haya humedad abundante (New y Singholka, 1984).

### II.3.3.2 Morfología.

Características de los juveniles recientemente transformados.

Estas características se describen para *M. rosenbergii* por ser la especie que se ha descrito con mayor cuidado aún cuando se observa que el esquema general se conserva para todas las especies del género.

La longitud aproximada es de 6.0 a 6.5 mm. de longitud, su cuerpo es translúcido con un color rosa en el fin de la cabeza y cromatóforos en la base de los ojos y el frente del caparazón, rojo en los lados y gran parte del caparazón, a los lados de los 5 primeros pares de segmentos abdominales y en la base de los urópodos, pigmentos rojos y naranja en el lado ventral de los segmentos abdominales 2, 3 y 4, articulándose con grandes y conspicuos cromatóforos de color rojos y azules en el lado abdominal del segmento abdominal 4.

El rostro es en forma de lanceta con los dientes bien definidos arriba y abajo y finas setas plumosas entre los dientes. El flagelum interno con 14 a 16 segmentos, el flagelum externo con 13 a 15 segmentos y cerca de 16 aesthetes en 6 grupos. Flagelum antenal cerca de 3 veces más

grande que la escama. Las partes incisoria y molares de la mandibula distintivamente separadas, formando una estructura en forma de "V" en la base. La parte incisoria de cada mandibula con 3 grandes dientes. La parte molar recta con 4 dientes romos, la parte molar media con un par de dientes romos y con 2 o 3 dientes pequeños en la otra esquina y la superficie molar rodeada por muchos dientes delgados. La maxilula similar a la del último estadio larval. Maxila con los lóbulos distal y medio del protopodito, elongados y con muchas setas finas apicales, el lóbulo proximal desaparece.

El maxilpedo I es foliáceo con 2 grandes setas en los enditos. Grandes setas en el otro lóbulo en la base del exópodo. Endopodito del Maxilpedo II con 5 segmentos, los 2 segmentos distales con setas y espinas. El edopodito del maxilpedo III con 4 segmentos, setas en fila en el segmento terminal, exopodito con 4 setas apicales grandes y plumosas y una seta corta lateral. El segundo par de patas son grandes, degenerando el exopodito en las patas 1 a 4 (Ling, 1969).

### II.3.4 Muda y Crecimiento.

Todos los langostinos tienen un esqueleto externo (exoesqueleto) de Carbonato de Calcio, el cual tiene dos funciones: Fijación muscular y protección, siendo capaz de limitar la expansión corporal. Para su crecimiento, deben periódicamente desechan su concha vieja y formar una nueva, a este proceso se le llama muda o ecdysis y va acompañada de un aumento repentino de tamaño y peso. Después de la muda, la nueva concha es blanda pero se endurece gradualmente con el tiempo, siendo vulnerables durante este periodo y pueden ser atacados y muertos por sus compañeros, que si están suficientemente hambrientos, pueden comerselos (Wickens, 1976 y Ling, 1969).

Al mudar los organismos, la cuticula vieja es desechada usualmente en menos de 10 minutos. El langostino detiene otras actividades y comienza a ejercer una fuerte presión interna, lo que causa una ruptura dorsal transversa en la parte membranosa, entre el caparazón y el abdomen. Ejerciendo esta presión, tomando una forma de U invertida y con repetidas contracciones, pronto empuja el cuerpo fuera del viejo caparazón. En algunas ocasiones también pueden ocurrir rupturas longitudinales a lo largo de algunos segmentos y en los grandes apéndices toraxicos (Ling, 1969).

La periodicidad de la muda ha sido estudiada por varios autores; así Ling (1969) indica que la frecuencia de la muda depende de la cantidad y la calidad de la comida, así como de la edad de los organismos, viendo que los organismos jóvenes mudan más frecuentemente que los viejos y que los organismos bien alimentados lo hacen más frecuentemente que los que no lo están. Sin embargo, Raman (1967) indica que la muda se presenta a intervalos regulares, generalmente una muda para cada 10 mm de crecimiento. Rao (1965) al estudiar las fluctuaciones en el factor de condición relativa y basado en que este tipo de estudios nos puede dar ideas acerca del número de mudas que pueden tener lugar en un año, concluye que los machos mudan 6 veces y las hembras 5 en un año, para el caso de organismos inmaduros.

El crecimiento varía de acuerdo con las condiciones ambientales en que se encuentre el organismo como indica Rao (1965) al informar que el crecimiento es menor en los meses de invierno, debido a las bajas temperaturas. Con esta opinión coincide Raman (1967) quien indica que los machos crecen más en los meses calurosos que en los meses invernales, pero también menciona como un punto importante la salinidad, encontrando que el crecimiento es mayor en agua salobre que en agua dulce. De acuerdo con George (1969) (fig. 9), el crecimiento de *M. rosenbergii* es un patrón exponencialmente inverso e indica también que los machos

crecen más que las hembras, exhibiéndose un claro dimorfismo sexual, esto queda patente también en los datos que presenta Rao (1965) sobre el crecimiento en mm (promedio) para hembras y machos.

año	machos				hembras			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
crecimiento promedio mm.	113	142	226	261	83	127	157	221

Sin embargo, Raman (1967) señala que las hembras crecen más rápidamente, llegando en un año a tener tallas de 180-200 mm y que no es frecuente encontrar hembras de más de un año en el medio natural.

Ling (1969) indica que bajo condiciones de cultivo la tasa de crecimiento es muy rápida con buenas condiciones ambientales y amplia alimentación siendo casi la misma para hembras y machos jóvenes antes de llegar a un crecimiento de cerca de 18 cm. con 60 g. de peso. Después de esto la tasa de crecimiento de las hembras decrece hasta llegar cerca de los 22 mm y 120 g., continuando los machos su crecimiento hasta cerca de los 200 g. Estos datos se ajustan para *M. rosenbergii* ya que las tallas máximas varían dependiendo de la especie. Así tenemos que las especies más grandes conocidas en México son: *M. carcinus* (233 mm); *M. americanum* (250 mm); y la introducida *M. rosenbergii* (320 mm). Siendo de tallas intermedias *M. tenellum* (150 mm) y *M. acanthurus* (116 mm) y todas las demás especies de tallas pequeñas.

Ra'anan (1983) ha observado que en organismos juveniles del langostino asiático *M. rosenbergii* existen dos grupos en cada población, uno de crecimiento rápido y otro grupo de crecimiento más lento y que comprende del 75 al 80% de la población. Se ha visto también que el animal subordinado muda menos frecuentemente que el animal dominante. Ra'anan y Cohen (1984) asumen que los animales de crecimiento rápido son los dominantes.

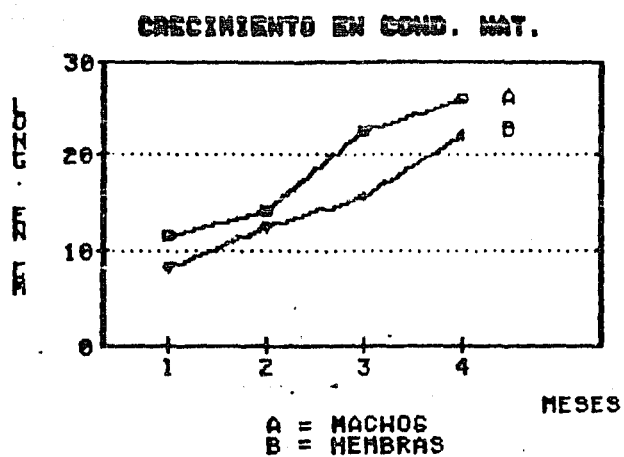


Fig. 9 Crecimiento de *M. rosenbergii* en condiciones naturales basado en George (1969).

### II.3.5 NUTRICION.

Una adecuada nutrición, es un prerrequisito para la sobrevivencia, el desarrollo y la proliferación de una especie animal. En su medio ambiente natural, los langostinos del género Macrobrachium se sabe que son omnívoros y alimentadores de fondo y que satisfacen sus particulares requerimientos nutricionales con una gran variedad de formas las cuales incluyen gusanos acuáticos, insectos y sus larvas, granos, semillas, frutas, pequeños moluscos, crustáceos, plancton, plantas acuáticas, detritus orgánico y si están suficientemente hambrientos pueden llegar al canibalismo (Ling, 1962 y 1969). Confirmando lo anterior con sus observaciones John (1957), Raman (1967), Rao (1965) y Cabrera (1978).

La alimentación se realiza cuando las partículas alimenticias son localizadas por el sentido del tacto y capturadas y picadas con el primero y segundo par de patas torácicas (Ling, 1969).

Al ser aptas para el cultivo varias de las especies pertenecientes a este género, se ha visto la necesidad de proveer a los langostinos con los niveles adecuados de alimentos nutricionalmente balanceados, por lo que en años recientes se han evaluado varias dietas tanto en condiciones de laboratorio como de cultivo. Así tenemos que para los estadios larvales, el alimento más utilizado y que mayor aceptación tiene en esta parte del ciclo de vida son los nauplios del crustáceo Artemia salina (Dugger y Dobkin, 1975; Wickens, 1976). Willis *et al.* (1976) la suplementan con harina de pescado.

Al sufrir la metamorfosis de larva a postlarva, se hace un cambio en la dieta de los organismos a comida preparada tales como piensos de camarón y mejillón (Wickens, 1976) o una mezcla de ambos (Foster, 1970; fide Biddle, 1977), con la cual se reporta un mejor crecimiento.

En alimentos preparados para un medio ambiente acuático, hay que tomar en cuenta su estabilidad en el agua, ya que un alimento el cual se descompone rápidamente es de poco valor para los requerimientos alimenticios de estos crustáceos. Vemos así que varios estudios se han enfocado al uso de pegamentos, gomas, geles, etc. al efecto de distintas formas de procesamiento y a la producción de dietas de distintas formas físicas como pelets, hojuelas o productos microencapsulados.

Dentro de los requerimientos nutricionales de los langostinos podemos analizar los siguientes puntos:

### Proteínas/Aminoácidos.

De acuerdo con New (1976) existen 2 opiniones sobre los niveles óptimos de proteína en las dietas de los langostinos, una nos dice que los niveles óptimos de proteínas en la dieta son aquellos en los cuales se observa un incremento en la tasa de crecimiento y en la eficiencia, por encima del 50% de la dieta. En el otro extremo están los estudios que sugieren que los niveles óptimos de proteína en la dieta están entre el rango de 20 y 30%. En esta última categoría, varios reportes indican que cuando se pasa de este rango, no hay incremento en la tasa de crecimiento e incluso puede haber un decremento en la tasa de crecimiento / eficiencia, cuando el nivel excede el 40%. El nivel óptimo de los juveniles es mayor que en los adultos. En general una dieta con niveles adecuados de proteínas, provee cantidades suficientes de aminoácidos, los cuales son esenciales para un estado de salud normal y la sobrevivencia del animal (Biddle, 1977). Sin embargo un consenso de opinión indica que los niveles óptimos de proteína en la dieta, para diferentes especies de langostinos, se encuentran entre el 27-35 %, porcentaje que en los organismos juveniles puede aumentar (New, 1976).

### Energía y Fuentes de energía.

Las demandas de energía de un animal, son esencialmente dos. El primer requerimiento está asociado con el mantenimiento de la integridad de los tejidos y la función de órganos vitales para la sobrevivencia del animal. Solo cuando estas necesidades se han satisfecho, la energía aprovechable remanente puede ser utilizada para propósitos tales como el crecimiento, maduración, reproducción, actividad muscular voluntaria, etc.

De los factores que se cree afectan los requerimientos totales de energía de los crustáceos cultivados, quizás ninguno sea más importante (exceptuando los factores medio ambientales) que el estado de desarrollo del animal, la forma en la cual la dieta es presentada y la fuente específica de energía en la dieta (Biddle, 1977). Analicemos pues estos tres factores tan importantes.

### Estado de desarrollo del animal.

Stephenson y Simmons (1976; fide Biddle, 1977) en sus estudios de respiración y crecimiento de larvas de *M. rosenbergii* encuentran, basados en datos de respiración, que los requerimientos calóricos de las larvas son aproximadamente 7 veces más altos que para los langostinos juveniles. De acuerdo con los mismos autores el alto gasto de energía de las larvas puede deberse a sus hábitos nadadores y actividades asociadas con la recolección de alimento, así como a su rápido desarrollo, encontrándose un incremento en

la eficiencia de asimilación de energía de juveniles de *M. rosenbergii* con la edad, observando que el nivel óptimo de asimilación de energía ocurre aproximadamente a los seis meses.

#### Forma de la dieta.

En un experimento realizado por Sick y Beaty (1974), alimentando larvas de *M. rosenbergii* con seis dietas experimentales en diferentes formas (hojuelas y gel), para alimentar los estadios 7 y 8 de las larvas en condiciones de laboratorio. Los resultados demostraron una alta asimilación de energía con la dieta en la forma de gel. Las larvas con la dieta de gel, se desarrollaron más rápidamente que las alimentadas con la otra forma de alimento. La composición de la dieta mostró también ejercer un efecto en las tasas de asimilación.

#### Fuentes de energía.

La fuente de energía de una dieta ejerce un efecto significativo en la eficiencia con la cual la energía es asimilada por los crustáceos. En una serie de estudios sobre alimentación, Foster y Gabbott (1971; fide Biddle, 1977), alimentaron a  *Palaemon serratus*, con varias fuentes de carbohidratos a un nivel del 47.5 % y con pescado como única fuente de proteínas. Con la excepción de la celulosa, todas las fuentes de carbohidratos muestreadas fueron muy bien asimiladas. El almidón de trigo, el glicógeno de ostra y la dextrina son digeribles en un 100 % por *P. serratus* en tanto que el almidón de papa y el almidón de papa cocida presentan una baja digestibilidad. Sin embargo Andrews, et al. (1972), demostraron que el almidón de maíz fue superior a la glucosa al proporcionar un crecimiento sostenido en juveniles de  *Penaeus setiferus*. Una significativa depresión en el crecimiento, ocurre cuando la glucosa fue añadida en niveles de un 20 - 40 % en la dieta. En 1973, Sick y Andrews (fide Biddle, 1977) confirmaron la superioridad del almidón de maíz sobre la glucosa. En un nivel equivalente al 40 % en la dieta, el crecimiento fue aproximadamente de un 68 % mayor que en los animales del grupo control.

En forma aparente los crustáceos pueden utilizar polisacáridos complejos (almidón) más eficientemente que los azúcares simples (glucosa).

Con base en la información precedente resulta obvio que se requiere una extensa investigación para definir los requerimientos energéticos de  *Macrobrachium* y otros crustáceos importantes, haciendo énfasis en que las necesidades nutricionales del langostino varían de acuerdo con el estadio de crecimiento y desarrollo.



## Minerales, Vitaminas y Nutrientes.

De los estudios de nutrición de crustáceos que se han hecho, pocos se han realizado sobre nutrición mineral se han realizado, tal vez por la idea de que las necesidades minerales pueden ser satisfechas por absorción directa del medio ambiente (Biddle, 1977).

El conocimiento sobre los requerimientos vitamínicos en crustáceos es muy escaso. Así tenemos que muchas de las vitaminas premezcladas, usadas en las dietas de langostinos (comerciales y experimentales), son obtenidas comercialmente y han sido formuladas de acuerdo a requerimientos específicos establecidos para especies terrestres domesticadas.

Sin embargo New (1976) marca la importancia de los B carotenos y el ácido ascórbico (vitamina C) en la nutrición de Peneidos. Kitayama, et. al. (1972) encuentra que en *Penaeus japonicus*, los B carotenos que son precursores de vitamina A, ayudan en la síntesis de pigmentos.

La composición y niveles de varias vitaminas premezcladas usadas en peneidos y especies de *Macrobrachium*, fueron analizadas por New (1976). Una rápida evaluación, revela que son usados algunos niveles enormemente altos de vitaminas individuales. Nuestro conocimiento es muy limitado acerca de los requerimientos vitamínicos cualitativos - cuantitativos en los crustáceos y una potencial hipervitaminosis o la falta de vitaminas, se acrecienta marcadamente en los niveles de vitaminas incluidas en la dieta.

### II.3.6 CONDUCTA.

Es muy poco lo que conocemos acerca de los factores conductuales que influyen el crecimiento, selección del hábitat y sobrevivencia de los crustáceos marinos y de agua dulce (Peebles, 1979), pero dado que Macrobrachium es un género económicamente importante, se han realizado algunos estudios tendientes a explicar su conducta y los factores que la controlan.

Peebles (1979) indica que la conducta de los langostinos podría estar influenciada por dos fenómenos relacionados con la biomasa. El primero de estos es la mortalidad, la cual de acuerdo con observaciones de Fujimura (1974) puede ser de un 40 - 50 % de la población original. Muchos acuicultores consideran que el canibalismo es una de las principales causas de muerte en pozas de cultivo (Ling, 1969; Dugan et al., 1975). Sin embargo otros factores pueden contribuir a una pobre sobrevivencia.

El segundo fenómeno relacionado a la biomasa es una aparente tasa heterogénea de crecimiento, observándose que langostinos de aproximadamente la misma edad alcanzan tallas grandes a diferentes tiempos (Fujimura y Okamoto, 1970). Esto se ha asociado con factores sociales en otras especies acuáticas (Peebles, 1979). Malecha (1977) reporta que la tasa de crecimiento de juveniles "enanos" fue mayor cuando se criaron juntos organismos de aproximadamente el mismo tamaño que cuando se criaron con langostinos más grandes. Esto sugiere que la competencia entre langostinos parece influenciar la tasa de crecimiento, asociándose esta competencia con recursos limitados en cuanto a alimentación y sustrato (Peebles, 1979) y por lo tanto a la densidad stock (Foster y Beard, 1974; Fujimura, 1974).

Sin embargo Ra'anán (1983) en un experimento en que criaba juveniles de M. rosenbergii sin problemas de alimentación ni de sustrato, encontró que había dos grupos en cada población, uno de crecimiento rápido y otro de crecimiento más lento y que comprendía del 75 al 80 % de la población. Ra'anán y Cohen (1984) observaron la misma variación de tallas en organismos de la misma edad criados comunalmente, caso que no ocurría al criar a los langostinos de manera individual. También Lee y Fielder (1983) reportan algo similar con M. australiense indicando que los langostinos criados en grupo producen más biomasa que al criarlos individualmente pero estos últimos tienen tallas más uniformes.

Ra'anán (1983) asume que los animales que crecen más rápidamente serían organismos dominantes y que en presencia de otros animales podrían incrementar su frecuencia en la muda, en tanto que los animales que crecen más lentamente serían organismos subordinados y que pueden ser reprimidos por la presencia de organismos más grandes y disminuir su

frecuencia de muda. Esto indicaría que hay factores sociales que controlan la variación de tallas en las poblaciones de langostinos (Ra'anan y Cohen, 1984).

La mortalidad relacionada con interacciones conductuales ha sido observada en varias ocasiones y en todos los casos, el cadáver muestra evidencia de daños, tanto en el sistema sensorio como en el locomotor. Este tipo de lesiones presenta el siguiente patrón: Un animal en postmuda es atacado y los primeros apéndices dañados o perdidos son las quelas o las antenas, posteriormente los ataques se dirigen a los apéndices locomotores (patas toraxicas, pleópodos, urópodos). El rostro y el tallo del ojo fueron de las últimas partes del cuerpo en ser dañadas. Este patrón se ha observado también en pozas de cultivo, en las cuales se han mantenido los organismos con niveles adecuados de alimentación, por lo que se piensa que existen otros factores aparte de los nutricionales (Peebles, 1978).

Peebles (1977) considera que algunas de estas causas son conductuales y no precisamente canibalismo, aun cuando advierte que algunas de las mortalidades no se relacionan a interacciones sociales pero fueron causadas por el fracaso al momento de salir del exoesqueleto durante la ecdysis. Otras muertes se relacionan a conductas agresivas intraespecificas que se presentan durante la muda. Posiblemente en competencia por el sustrato, sobre todo cuando se encuentran las poblaciones confinadas y en grandes densidades (cultivo). Así Peebles (1977) sugiere la hipótesis de que los langostinos (*M. rosenbergii*) utilizan su quela para probar el peso de su oponente durante su competencia por el sustrato aun cuando también menciona que puede tener otras dos funciones; la primera es determinar el estadio de muda del oponente (saber si está duro o blando) y la segunda ver si el oponente es capaz de devolver el golpe. Si el oponente es blando (postmuda temprana) o hay carencia de una quela el langostino que ejecuta el golpe tiene una amplia ventaja. Un organismo que se encuentra en postmuda temprana no es capaz de defenderse de una conducta agresiva y huye del ataque de un oponente de concha dura.

Peebles (1977) supone que un gran porcentaje de la mortalidad observada en poblaciones confinadas de *Macrobrachium* es causado por la conducta agresiva intraespecifica durante la muda, siendo solo durante el periodo de postmuda temprana que esta conducta agresiva es causa de mortalidad, este patrón sirve probablemente para eliminar competidores cuando estos no pueden emigrar.

Peebles (1979) indica que el tamaño influencia fuertemente el resultado de la competencia, cuando dos langostinos se encuentran en un área nueva para ambos, usualmente el animal más grande es quien tiene la ventaja. Estos encuentros se caracterizan por limitarse a una serie de golpes con una y otra quela. Se ha observado a animales pequeños defendiendo su territorio de animales más grandes.

Los animales residentes, indiferentes a su tamaño relativo retienen afortunadamente su sustrato, el mecanismo que emplean los residentes aparentemente no se limita a una interacción física directa ya que luchan raramente. Por lo general los emigrantes son inactivos cuando se les coloca en un medio nuevo para ellos pero ya ocupado, Peebles (1979) indica que probablemente existe alguna sustancia exocrina que les sirve para marcar su territorio ya que si a un estanque se introducen animales que hablan estado ahí previamente (residentes) y animales que nunca hablan estado en el estanque (inmigrantes), los residentes se desplazaron rápidamente a sus territorios específicos en tanto que los inmigrantes no se movieron. Esta ventaja puede desaparecer después de un periodo de tiempo corto, los residentes pequeños pueden defender su territorio de intrusiones por espacio de unos pocos días. Aparentemente el tamaño relativo puede vencer el tiempo de residencia, así los animales grandes tienen acceso preferencial a dos grandes recursos: alimento y sustrato.

En relación a la actividad de los langostinos Nakamura (1975) en un experimento sobre fotoperiodo, encuentra que hay dos periodos, uno en el que hay mucha actividad y otro en el cual esta decrece grandemente. El periodo de máxima actividad parece estar correlacionado con las horas de oscuridad, lo cual parece indicar que estos organismos son muy activos en la noche, la cual en su mayor parte la dedican al forrajeo. Estas interpretaciones concuerdan con las observaciones realizadas por Ling (1969) en el sentido de que los langostinos forrajean y se alimentan primero por medios táctiles y quimiosensorios antes que visuales.

Peebles (1979) indica también que para *M. rosenbergii* las variaciones en la intensidad de la luz parecen jugar un importante papel en los niveles de actividad, siendo esta mayor durante la noche. Así este autor observo que las hembras se mueven un porcentaje de 46 m. por noche y no regresan al punto inicial, no así los machos que se mueven un promedio de 3 m. por noche y usualmente retornan al punto exacto en el que estuvo inicialmente. Estas observaciones están relacionadas probablemente con las características migratorias del animal. Las migraciones de las hembras ocurren probablemente después de un apareamiento afortunado. Grandes depresiones y la cantidad de sustrato ocupado están probablemente relacionados con la reproducción y la conducta de cortejo.

Las hembras se mueven en busca de alimento y compañero. Esto está en relación directa con la condición reproductiva, estado de muda y la distancia que se mueve por noche la hembra, así tenemos que las hembras con huevos fertilizados se mueven menos que las hembras no fertilizadas. Los animales cercanos a la ecdysis se han encontrado en lugares más profundos, con lodo suave, zonas en donde no es frecuente encontrar animales en estado de intermuda, conducta tendiente posiblemente a evitar enfrentamientos con los animales de caparazón duro.

Scudder, et al. (1981) coinciden en señalar que los langostinos son de hábitos nocturnos al menos durante su vida adulta y que durante el estado de juveniles presentan conducta de larvas (nadadora) durante la noche y de adulto (caminadora) durante el día. Esto posiblemente representa una migración vortical diaria en la que el animal sube durante la noche a explotar el alimento que está en la zona pelágica y baja al fondo durante las horas de luz del día.

En cuanto a los movimientos migratorios de los langostinos Peebles (1979) relaciona los movimientos que se dan en los sistemas abiertos que serían los naturales, a los que encontramos en sistemas de cultivo que son cerrados y con poblaciones confinadas en altas densidades, informando que estos se conservan. Así en observaciones realizadas sobre *M. rosenbergii* se ve que generalmente se le encuentra tanto en aguas dulces como salobres. Los huevos son incubados cerca de las aguas oceánicas, pudiendo los adultos emigrar hasta cerca de 200 Km. río arriba (Ling, 1969). Los machos generalmente permanecen río arriba en tanto que las hembras van río abajo en la temporada de anidación, produciendo una migración estacional (Raman, 1967). Esto parece ser una justificación a la distribución geográfica a lo largo de las planicies costeras, por lo que se piensa que la dispersión de las especies se realice en estos momentos de la biología y no que lo hagan deambulando fuera del agua como señala Schmith (fide Holthuis, 1952). Villalobos (1982) indica que con frecuencia especies de *Macrobrachium* (*M. acanthurus*, *M. tenellum*, *M. rosenbergii*, *M. carcinus* y *M. americanum*) abandonan el medio acuático para sortear los obstáculos que impiden sus migraciones por el agua sobre todo cuando se dirigen al área de reclutamiento, a esto se pueden agregar migraciones del estado adulto de una cuenca hidrográfica a otra por secuestro de las partes altas de los ríos en sus nacimientos, también se ha observado que algunas plantas acuáticas (*Eichhornia* spp.) pueden llevar en sus raíces algunos organismos, la planta puede ser arrastrada por las avenidas de agua y llevadas al mar para después ser regresadas a nuevas playas o nuevas vías de agua dulce, lo cual favorece la distribución de las especies de *Macrobrachium*.

### II.3.7 ENFERMEDADES, PARASITOS Y DEPREDADORES.

La pesquería de los langostinos ha existido por muchos años en varias zonas del mundo, pero es a partir de su cultivo comercial y su consiguiente manipulación de las poblaciones por parte de los humanos, en que un grupo de enfermedades se empiezan a reportar que ocurren en Macrobrachium spp. (Brock, 1983) así como acerca de los depredadores y los parásitos que tienen los organismos que nos ocupan.

Sindermann (1977) indica que en los años anteriores a su reporte, no había grandes problemas en la cuestión de enfermedades aún cuando ya se habían identificado algunas de ellas. Brock (1983) indica que la situación parece haber cambiado, poniendo como ejemplo una seria enfermedad larval que se encuentra en estudio.

Un mal manejo, sobrepoblación, una mala calidad del agua, las condiciones en que están contenidas (estanques) y un desequilibrio en la dieta, son las principales causas de enfermedades en los organismos del género Macrobrachium. Inadecuadas condiciones medio ambientales o nutricionales probablemente predisponen a los langostinos a las enfermedades infecciosas (excluyendo a los parásitos metazoarios) que afectan a los miembros de este género. Todos los agentes de enfermedades microbiales reportados, son considerados enzooticos y oportunistas antes que patógenos obligados.

Algunas de las enfermedades son de etiología indeterminada y al igual que aquellas en la que se conoce la etiología, la comprensión de la interacción hospedero - agente - medio ambiente, para la mayoría de las enfermedades es desconocida.

#### Enfermedades.

##### Enfermedad del ciclo medio larval.

Esta enfermedad se ha encontrado en M. rosenbergii. Presenta un patrón típico de mortalidad, ya que ataca en el periodo comprendido durante los días 12 - 24 del desarrollo larval, sin embargo la mortalidad continúa durante todo el ciclo larval. En Hawaii esta enfermedad epizootica ha reducido la producción de postlarvas de 1 a 2 por litro. Su etiología no ha sido determinada.

Las larvas examinadas por Brock (1983) muestran lesiones microscópicas. El hepatopáncreas y el epitelio hepático anterodorsal muestran, una reducción progresiva en tamaño y

grado de vacuolación, acompañado por una dilatación en el lumen de estos órganos. Ocasionalmente se han encontrado colonias de cocobacilos en el tracto digestivo. En adición a estas lesiones se ha visto que la musculatura estriada se contrae. No se presenta una pigmentación normal en las larvas afectadas y en su lugar se observa un verde azulado. Los tejidos epidérmicos de los apéndices tienen una apariencia a guijarros. La identidad de las bacterias no se ha establecido, sin embargo *Vibrio* spp. es el género que con más frecuencia se ha aislado de las larvas afectadas.

Algunos de los posibles agentes etiológicos considerados son: Bacterias, Metales pesados, pesticidas o deficiencias nutricionales. No hay respuesta al tratamiento con antibióticos, un posible método para el control puede ser el desinfectar todas las larvas, limpiar y desinfectar los criaderos. La enfermedad solo se conoce en Hawaii. (Brock, 1983).

#### Necrosis bacterial.

Aquacop (1977) ha reportado que esta enfermedad se presenta en el cultivo de larvas en Tahiti. Las poblaciones afectadas presentan una reducción en el consumo de alimentos y un incremento en el canibalismo. Las larvas moribundas se tornaron de un color azulado y tenían el tracto intestinal vacío, reportándose apéndices deformes y mortalidad durante la muda. La mortalidad puede alcanzar hasta el 100% en el cuarto y quinto estadios larvales, pero si sobreviven, los siguientes estadios y las postlarvas son más resistentes. Los autores, consideran que la etiología de esta enfermedad puede ser bacterial. La prevención y control de la necrosis bacterial es reportada como posible por medio de antibióticos.

#### Entrampamiento de la exuvia.

Ha sido parcialmente caracterizada en la base de la epizootiología. Se le ha encontrado principalmente en los últimos estadios larvales y en las postlarvas jóvenes, ocurriendo durante la muda. Los animales mueren durante la ecdysis al no poder liberar los pereópodos, apéndices anteriores, ojos y rostro de la exuvia, en ocasiones los animales salen, pero mueren inmediatamente. Estos animales tienen los apéndices malformados. La tasa de mortalidad es variable pero puede alcanzar al 20 o 30 %. La enfermedad se ha diagnosticado en todos los criaderos de *Macrobrachium* en Hawaii. Su etiología no se ha determinado pero en algunos estudios realizados en Hawaii con los procedimientos denominados "Agua clara" y "Agua verde", indicaron que la enfermedad se presenta en el sistema de agua clara con mayor intensidad sin determinar el por qué de esto, pero se le relaciona con factores nutricionales o de la calidad del agua. (Brock, 1983).

Maddox y Manzi (1976) en su trabajo sobre el valor del suplemento algal en la cría de *M. rosenbergii*, reportan que este suplemento incrementa la sobrevivencia y reduce el tiempo de metamorfosis, indicando que estos beneficios pueden deberse a una nutrición directa o indirecta a través de los nauplios de *Artemia salina* o aspectos de la calidad del agua. Wickens (1972, fide Brock, 1983) describe algo similar para *P. serratus*, entrampándose en la exubia cuando se le criaba en agua clara, pero al hacerlo en agua verde, la enfermedad no se presentaba. El autor lo relacionaba con la *A. salina* que él utilizaba, ya que al utilizar nauplios de otra localidad, la enfermedad no tenía lugar, concluyendo que los primeros nauplios utilizados eran deficientes en nutrientes esenciales requeridos por las larvas. Sin embargo análisis realizados al respecto, no mostraron diferencia alguna entre la calidad alimenticia de la *A. salina* de las dos localidades.

Sobre esta misma enfermedad Bowser, et al. (1981, fide Brock, 1983) reporta que hay disminución en la mortalidad asociada con la muda en juveniles de langosta (*Homarus* sp.) si se le añade a la dieta lecitina. Los animales afectados presentaban depósitos de calcio en la superficie externa del exoesqueleto. Depósitos similares se han encontrado en estadios larvales, postlarvales, juveniles y adultos de *M. rosenbergii* (Brock, 1983).

Por el momento, la prevención de la enfermedad por entrampamiento de la exubia, se limita al uso de algas y al mantenimiento de una buena calidad del agua. el suplemento en la dieta de lecitina o productos que la contengan pueden ser de ayuda en el control de esta enfermedad. (Brock, 1983).

#### Enfermedades por epibiontes microbiales.

Los epibiontes microbiales, han sido observados comunmente como agentes de enfermedades de *Macrobrachium* y otros cultivos de crustáceos. Estos epibiontes incluyen: Bacterias filamentosas y no filamentosas, algas y Protozoarios comunes en el medio ambiente acuático. Las lesiones por las cuales se observa que estas enfermedades se han presentado, es por el ataque de agentes microbiales en la superficie epicuticular, sin destrucción del tejido hospedero y con una pequeña inflamación (que puede no presentarse) en la zona afectada. Estos agentes microbiales tienen un rango de distribución mundial.

En general se considera que esta enfermedad se debe a una mala calidad del agua y/o a una condición anormal del hospedero (Sindermann, 1977). Los epibiontes bacteriales se han encontrado en todas las superficies epicuticulares. Fisher (1977) indica que (para otros crustáceos) las formas bacteriales no filamentosas se les asocia más directamente con la mortalidad en larvas que a las bacterias filamentosas y que pueden responder adecuadamente al tratamiento con antibióticos.



Existen varios géneros de protozoarios epibiontes de Macrobrachium. Así tenemos por ejemplo a Zoothamnium que se localiza preferencialmente en las branquias, cuando los otros protozoarios no muestran preferencia por un sitio específico. En las larvas, es raro encontrar a los protozoarios en la porción distal de los pereopodos y es más común encontrarlos en el tallo de los ojos, el cuerpo, la escama antenal o los urópodos. Así mismo, las masas de huevos parecen ser sitios comunes de ataque. (Hall, 1979; fide Brock, 1983).

El género Epistylis se ha determinado que ataca el lado ventral del organismo, extendiéndose dorsalmente hasta la base del rostro, el tallo de los ojos y el tercer segmento abdominal. Estos epizooticos se han relacionado con una mala calidad del agua en forma extrema o un flujo no correcto, así como altos niveles de Carbonato de Calcio (en el caso de Epistylis).

Los protozoarios epibiontes encontrados en Macrobrachium, corresponden a 9 géneros, 7 familias, 3 ordenes y 2 clases (Brock, 1983).

- |          |                      |
|----------|----------------------|
| Clase    | - Peritrichea        |
| Orden    | - Sessilidae         |
| Familia  | - Vaginicolidae      |
| Género   | - <u>Vaginicola</u>  |
| Familia  | - Lagenophryidae     |
| Género   | - <u>Lagenophrys</u> |
| Género   | - <u>Corthunia</u>   |
| Suborden | - Aloricina          |
| Familia  | - Vorticellidae      |
| Género   | - <u>Vorticella</u>  |
| Familia  | - Epistylididae      |
| Género   | - <u>Zoothamnium</u> |
| Género   | - <u>Epistylis</u>   |
| Clase    | - Suctoria           |
| Orden    | - Exogenida          |
| Familia  | - Podophyridae       |
| Género   | - <u>Podophryda</u>  |
| Orden    | - Endogenidae        |
| Familia  | - Acinetidae         |
| Género   | - <u>Acineta</u>     |
| Familia  | - Dendrosomatidae    |
| Género   | - <u>Inkophrya</u> . |

Se han propuesto diversos mecanismos que describen el efecto patofisiológico de los epibiontes microbiales en el hospedero, pero existen pocos datos que demuestren la validez de estas hipótesis.

Como las enfermedades por epibiontes microbiales parecen indicar condiciones biológicas adversas dentro del sistema de cultivo o reflejan una enfermedad oculta en el hospedero, los métodos de control de estos organismos serían mantener una buena calidad del agua, reducir la densidad de animales, proporcionar una buena nutrición, el uso de agentes químicos o el uso de desinfectantes en el agua de cultivo tales como la luz ultravioleta.

Enfermedad del punto café.

(Enfermedad de la concha o del punto negro).

Esta enfermedad se ha observado en ejemplares de Macrobrachium pertenecientes a las especies M. rosenbergii en larvas y adultos, y en adultos de M. lac, M. acanthurus, M. carcinus, M. ohione y M. volloenhovenii. La enfermedad ha sido reportada en Hawaii, Florida, Tahiti y Liberia.

Se puede reconocer por las lesiones ulcerativas que afectan parte del cuerpo o los apéndices, variando de tamaño. En esta enfermedad la superficie externa de la cutícula está siempre implicada, en tanto que la superficie interna y el tejido más interno, puede estar o no implicado. Esta enfermedad es de etiología incierta, sugiriéndose una variedad de causas entre las cuales están las bacterias, los hongos, traumas mecánicos, sustancias químicas, efectos nutricionales o anomalías en el desarrollo, todos los cuales pueden producir daños en la capa epicuticular del exoesqueleto (Brock, 1983).

El mismo autor ha categorizado las lesiones del punto café de Macrobrachium en tres patrones de distribución, estos patrones son: Melanización del branquiosterguito, melanización focal o multifocal del cuerpo o los apéndices y ulceración y melanización de los uropodos. Estos patrones pueden ocurrir simultáneamente.

El control de esta enfermedad requiere una mayor atención en el manejo y la nutrición, proveer un sustrato adecuado y espacio suficiente para minimizar la conducta agresiva de los organismos. El uso de químicos no es recomendable para combatir esta enfermedad. (Brock, 1983).

Opacidad del músculo  
(Necrosis muscular espontánea y Necrosis muscular  
ideopática).

Esta enfermedad ha sido parcialmente caracterizada en la base de la epizootiología con lesiones grandes y también microscópicas. Ha sido reportada para especies de *Penaeus* y en *Macrobrachium rosenbergii*. Se le relaciona con el estrés causado por las fluctuaciones en los factores medio ambientales tales como la salinidad y la temperatura, hipoxia y la hiperactividad. Su etiología y patogénesis son desconocidas y en un caso de estudio se reporta una mortalidad hasta del 40% asociada con esta enfermedad (Akiyama, et al. 1982) siendo observada en larvas, juveniles y adultos de *M. rosenbergii*. Las lesiones grandes han sido focales y multifocales y la opacidad confluye en el músculo estriado. Microscópicamente se conoce como células musculares necróticas con una débil o moderada infiltración de hemocitos.

La prevención de esta enfermedad se puede realizar a través de un buen control sobre el medio ambiente de manera que no se presenten cambios bruscos que contribuyan a estresar al individuo. La enfermedad se ha reportado en Carolina del Sur (Sindetmann, 1977), El Reino Unido (Delves-Broughton y Poupard, 1976) y Hawaii (Fujimura, 1970).

Enfermedad del nódulo negro.

Se ha caracterizado parcialmente por lesiones microscópicas y grandes. Ha sido reportada en cultivos de laboratorio del Reino Unido (Delves-Broughton y Poupard, 1976).

Las grandes lesiones se observan como nódulos negros entre la epidermis y la hipodermis de la cutícula en el cefalotorax. Microscópicamente se observan como partículas de tejido necrótico melanizado, rodeado por numerosos hemocitos. Se han aislado algunas bacterias de este tipo de lesiones, pero también hay lesiones sin bacterias.

Lightner (1977, fide Brock, 1983) relaciona esta enfermedad con la llamada "muerte negra" que se presenta en peneidos, basado en su historia clínica y su patología macro y microscópica. De la muerte negra se menciona que es debida a una deficiencia de vitamina C en la dieta. Existe la posibilidad de que la enfermedad del nódulo negro tenga una etiología similar, sin embargo no se conocen estudios experimentales que confirmen esta hipótesis. Un síndrome por deficiencia de vitamina C no ha sido reportado en *Macrobrachium*.

### Enteritis hemocítica.

Esta enfermedad ha sido caracterizada como epizootiológica por su patología macro y microscópica en Penaeus stylirostris, asociada con mortalidad alta en las poblaciones (Lightner, 1977, en Brock, 1983). Los organismos afectados por esta enfermedad desarrollan necrosis en el epitelio, en la parte media y trasera del intestino, con acumulación de hemocitos en las áreas afectadas. Se ha reportado que esta enfermedad es causada por la ingestión de algas verde - azules, principalmente Spirulina subsalsa (Brock, 1983).

En Hawaii se han encontrado adultos y subadultos de M. rosenbergii que presentan la enfermedad en el intestino medio, producidas posiblemente por la ingestión del alga verde - azul Oscillatoria spp. Sin embargo un diagnóstico similar al existente para P. stylirostris no existe en Macrobrachium. Los métodos de control se limitan a mantener una densidad adecuada de algas en el agua de cultivo para prevenir un crecimiento significativo de formas bénticas de algas verde - azules filamentosas.

### Degeneración endocuticular.

De esta enfermedad conocida también como del exoesqueleto manchado, tenemos un conocimiento muy pobre para Macrobrachium y ha sido parcialmente caracterizado como epizootiológica, por sus lesiones macro y microscópicas. Johnson (1978) reporta que una enfermedad similar ocurre en el SE de USA. La etiología de la degeneración endocuticular no ha sido determinada. El efecto de esta enfermedad en los langostinos es desconocido. Las lesiones grandes tienen forma irregular y un color café o naranja-café. Están distribuidas en abdomen y cefalotorax, sin que la cutícula esté ulcerada. Microscópicamente las lesiones aparecen como áreas de degeneración, entre las capas membranosas y endocuticulares de la cutícula, presentándose también depósitos subcuticulares amorfos. El mismo Johnson (1978) indica que los intentos por aislar agentes infecciosos no han tenido éxito. La enfermedad se ha reportado en Hawaii y Texas. No se conocen métodos de control.

### Crecimiento terminal.

Esta enfermedad es muy poco conocida, de etiología indeterminada y que ha sido caracterizada parcialmente por la epizootiología. Los signos clínicos son engrosamiento postmortem y lesiones microscópicas. Los animales afectados presentan opacidad muscular y un hepatopáncreas pequeño. Los métodos de control de esta enfermedad se limitan a separar a

los animales afectados que se recuperan durante la cosecha, los animales enfermos no deben ser regresados al estanque. Esta enfermedad se conoce en Hawaii pero probablemente ocurre en todos los sitios donde *M. rosenbergii* es cultivado en pozas (Brock, 1983).

#### Enfermedad del langostino blanco.

Esta enfermedad de *Macrobrachium* conocida también como síndrome blanco, ha sido caracterizada por la epizootiología. Caracterizándose por ser una enfermedad crónica, progresiva en animales adultos, alimentados con dietas artificiales y mantenidos en estanques de cultivo, expuestos a la luz directa del sol. Los langostinos afectados no presentan una pigmentación normal, sino que es muy escasa, debido probablemente a una atrofia de los cromatóforos individuales y que toman una coloración blanca, a la vez que ocurre un ablandamiento de la cutícula. Esta enfermedad muestra similitudes con la enfermedad del crecimiento terminal, ambas son crónicas y progresivas, atrofia del hepatopáncreas, sarcómero y edema, son lesiones comunes en ambos por lo que es lógico pensar que tienen etiología similar pero con la diferencia de que la enfermedad de crecimiento terminal ocurre casi exclusivamente en machos y la enfermedad del langostino blanco se limita generalmente a las hembras. Debido al desconocimiento de su etiología, la enfermedad del langostino blanco, ha limitado su control a la adición de comida natural como parte de su dieta.

## PARASITOS.

Varios metazoarios han sido reportados como parásitos de Macrobrachium, pertenecientes a los grupos:

### TREMATODA.

#### Carneophallus choanophallus.

Los langostinos de agua dulce, incluyendo a Macrobrachium, en el área costera del Golfo de México, en los Estados Unidos son comúnmente parasitados por la lombriz intestinal C. choanophallus (Johnson, 1977). Los langostinos sirven como hospedero intermediario en el ciclo de vida de la lombriz, enquistándose en el músculo abdominal del langostino. Mamíferos tales como mapaches, ratas, etc. sirven como hospedero final y algunos caracoles como hospedero inicial. Aparentemente esta lombriz es de poca importancia en la sobrevivencia del langostino.

### TURBELLARIA.

#### Temnocephalis spp.

Temnocephala (Turbellaria : Rhabdocoela) es un grupo de gusanos planos reportados como ectocomensales de animales de agua dulce, principalmente crustáceos (Hyman, 1951 en Brock, 1983). Los Temnocephalis se caracterizan por tener 4, 5 o 6 tentáculos simples, un par de ojos simples y un aparato chupador posterior y usualmente dos pares de gónadas. Estos gusanos planos han sido reportados en América del Sur, Central y Norte, Australia, Nueva Zelanda, Nueva Guinea, Indonesia y varias islas del Pacífico.

I. brevesia ha sido reportada asociada con M. americanum en Costa Rica (Jennings, 1968 en Brock, 1983) en tanto una especie no determinada de Temnocephala se ha encontrado en ejemplares de Macrobrachium en Australia (Marum, 1980 en Brock, 1983). Se han localizado adultos de gusanos planos en la cámara branquial de Macrobrachium. Estos gusanos tienen un ciclo de vida directo y fijan sus huevos ovales en el exoesqueleto. Los gusanos se alimentan de pequeños animales o algas en la superficie del hospedero, siendo considerados comensales antes que parásitos. Cuando se encuentran en un gran número en la cámara branquial se presume que reducen el flujo de agua y bajan la eficiencia respiratoria. Como método de control se puede utilizar formalina de 50 a 100 ppm. (Brock, 1983).

## ISOPODA.

### Probopyrus.

Ha sido reportado en varios ejemplares de Macrobrachium del área costera del Golfo en USA. (Johnson, 1977). Isópodos similares se han encontrado en M. rosenbergii en Malasia.

Estos son parásitos grandes en relación al tamaño del hospedero. Los isópodos se localizan en la superficie media del branquiosterguito dentro de la cámara branquial. Los langostinos infectados pueden mostrar una hinchazón y decoloración en el área atacada por el parásito. Este tipo de parásitos tiene un ciclo de vida indirecto, los langostinos sirven como hospedero final y los copépodos como hospedero intermediario. Los métodos de control se limitan a la remoción física de los parásitos (Brock, 1983).

### Austargathona spp.

Se han reportado como parásitos de Macrobrachium y otros crustáceos de agua dulce de las islas de Nueva Gales del Sur y Queensland, Australia. Estos parásitos atacan el cefalotorax y son claramente visibles (10 a 12 mm.). El ciclo de vida y los métodos de control son similares a los referidos anteriormente para los otros isópodos.

Granados (1984) menciona a varios isópodos como parásitos de Macrobrachium, entre los que tenemos al género Probopyrus con las especies P. oviformis, P. panamensis, P. bithynis y P. papaloapanensis, Guzmán (1987) menciona a Probopyrus pandalicola. Granados (1984) indica del género Bopyrus a la especie P. aquilarum, que se ha encontrado en las branquias de los langostinos

## DEPREDADORES.

Dentro de los depredadores podemos considerar a los mismos langostinos, en los casos de canibalismo, como depredadores (depredación intraespecífica), llegando a ser hasta de un 40 - 60 % la mortandad por esta causa (Brock, 1983). Al parecer una de las causas del canibalismo son las altas densidades en las que pueda encontrarse (Peebles, 1978) siendo más frecuente encontrar esta situación en condiciones de cultivo que en el medio natural, por las altas densidades que se manejan.

La depredación interespecífica se refiere a la depredación que se da entre organismos de diferentes especies. Dentro de los depredadores de *Macrobrachium* tenemos a los Hidrozoarios, reportándose así que las medusas son depredadores directos de larvas y estadios juveniles de los langostinos (Sandifer, et al, 1974), compitiendo también con *Macrobrachium* por los nauplios de *Artemia salina*.

La acción de las aves es también una causa de pérdidas en las pozas de cultivo Smith, et al. (1976; fide Brock, 1983) reporta que la garza verde (*Butorides virescens*), garzas blancas, el arión y el martin pescador, son asiduos visitantes de las pozas de cultivo en Carolina del Sur, y a los cuales se les atribuye una depredación muy significativa. En Hawaii, las garzas nocturnas y los ariones son considerados como depredadores por los granjeros. Beynon (citado por Brock, 1983) señala que la depredación por aves puede llegar a ocasionar pérdidas hasta de un 75% en cultivos de camarones peneidos.

Existen también anfibios depredadores de langostinos como es el caso de la rana toro (*Rana* spp.), al igual que peces como el pez mosquito (*Gambusia* spp.) y que son activos depredadores de las larvas de langostino (Brock, 1983). Fujimura (1974) reporta a las ninfas de libélula como depredadores de postlarvas tempranas de langostino en pozas de cultivo en Hawaii.

En México, Chávez y Chávez (1976) reportan como depredadores de este género a los peces *Awaous tajassica* y *Agnostomus monticola*, así como a garzas de la familia Aridae y al ya mencionado Martin pescador. Por su parte Granados (1984) indica a varios peces: *C. parallelus*, *C. undecimalis*, *Gobiomorus dormitor*; *Ictalurus meridionalis*; *Chiclasoma* spp.; *Strongylura marina* y *Dormitator maculatus* y de aves cita a *Larus modestus* (gaviota gris); *L. dominicanus* (gaviota blanca); *Nycticorax* sp. (huaco); *Ardea egretta* y *A. candidissima* (garzas) y Yañez-Arancibia, et al., (1976) reporta a *Galeichthys caeruleascens* como un pez depredador de *Macrobrachium*.



### III APROVECHAMIENTO DEL GENERO *Macrobrachium* EN MEXICO

De los crustáceos decápodos, en especial el género *Macrobrachium* tiene una gran importancia económica en México, siendo las especies más grandes las que presentan la mayor importancia (Granados y Guzmán, 1984). Sin embargo, muchas de las especies pequeñas son introducidas al mercado como camarón y sus larvas forman parte importante del Tismiche (Rodríguez, 1965).

#### ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL

De acuerdo con el catálogo publicado por Holthuis en 1980 sobre las especies de importancia comercial, vemos que de las 49 especies de *Macrobrachium* que enlista para todo el mundo, 7 de estas especies las encontramos en México, siendo 6 de ellas autóctonas (*M. acanthurus*, *M. americanum*, *M. carcinus*, *M. heterochirus*, *M. olfersi* y *M. tenellum*) y una alóctona (*M. rosenbergii*).

Para la designación de estas especies Holthuis (1980) se basa en tres puntos:

1. Especies que se conoce que se utilizan para el consumo humano.
2. Para carnada y como subproductos.
3. Especies no explotadas pero consideradas por los expertos como de potencial valor comercial.

Las especies que se localizan en México y que presentan un interés real o potencial serían las siguientes:

*M. acanthurus* (Wiegmann, 1836).

En México la especie tiene una importancia comercial secundaria, pudiendo venderse fresco como alimento (Holthuis, 1980). De acuerdo con Carrillo (1968) en 1966, 150 ton. de esta especie fueron capturadas en Veracruz por una sola cooperativa pesquera. En otros países de acuerdo con Holthuis (1980) la importancia comercial de la especie varía de muy poca (Venezuela, donde debido a su talla no tiene valor económico) a intermedia (Brasil, donde la especie tiene una importancia económica moderada). De manera local esta especie tiene una importancia considerable para la gente que vive a lo largo de los ríos, siendo ingerida como parte de las comidas locales.

Las áreas de pesca corresponderían a los ríos y lagunas que cubran los requisitos medioambientales propios de la especie y que se localicen sobre la vertiente del Golfo de México y la zona del Caribe, por ejemplo la laguna de Alvarado, Veracruz. De acuerdo con la FAO comprendería las

zonas 31 y 41 en agua dulce.

El cultivo de esta especie se ha llevado a cabo de manera experimental en México y EUA. Los resultados obtenidos son al parecer satisfactorios y susceptibles de mejorar.

M. americanum (Bate, 1868).

La importancia comercial de esta especie es notable, ya que tiene gran demanda en la planicie costera del Pacífico mexicano desde Sinaloa hasta Chiapas (Granados y Guzmán, 1984), sin embargo es explotada en una escala muy limitada, siendo vendido fresco o congelado (Holthuis, 1980). En Michoacán y Guerrero las poblaciones de M. americanum soportan una pesquería regional de importancia para los pescadores lugareños, siendo una de sus principales fuentes de ingresos (Granados y Guzmán, 1984). Holthuis (1980) indica que la especie tiene una gran importancia pesquera en Guatemala y Sánchez (1976) indica a esta especie junto con M. tenellum como las únicas de importancia comercial en El Salvador.

Sus áreas de pesca corresponderían a ríos, lagos y lagunas de la vertiente del Pacífico mexicano que cubran los requisitos medioambientales propios de la especie, por ejemplo: Río Coyuca, Guerrero. De acuerdo con la FAO sus áreas de pesca serían la 77 y la 87 en agua dulce.

Se considera que la especie posee una buena posibilidad para el cultivo comercial de acuerdo con las experiencias de Arana (1974) con organismos capturados en la naturaleza y criados en el Centro Piscícola de El Rosario, en Sinaloa, Smilterman, et al. (1974) realiza lo mismo en Panamá y Mónaco (1975) logra la cría de larvas de esta especie bajo condiciones de laboratorio.

M. carcinus (Linnaeus, 1758).

En México, la importancia de esta especie es considerable, encontrándosele en la costa del Golfo de México, siendo muy apreciada por su gran tamaño, puede ser vendido fresco o congelado. A esta especie se le considera como una de las que soportan las pesquerías del langostino en el país. Holthuis (1980) indica que la especie es también muy apreciada como alimento en países como Venezuela y Surinam por su tamaño y excelente sabor, pero sin embargo no es parte importante de la dieta de la población, en tanto que en Brasil donde también tiene una importancia considerable, sí forma parte de la dieta regional.

Sus áreas de pesca comprenderían a los ríos con vertiente al Golfo de México, en los que se cubra el rango de los parámetros físico-químicos que necesita la especie, por ejemplo el Río Pánuco, Ver. De acuerdo con la FAO sus áreas de pesca serían la 31 y 37 en agua dulce.

Por el gran tamaño que alcanzan los adultos, la especie es muy atractiva para la acuicultura, realizándose experimentos para este fin en México y otros países

M. Tenellum (Smith, 1871).

En México la especie es de las más importantes comercialmente, puede ser consumida directamente ya sea fresco o cocido, en las costas del Pacífico Mexicano. Guzmán (1987) menciona que la especie soporta una intensa pesquería artesanal en ríos y lagunas costeras, siendo importante tanto por su volumen como por la extensión donde se realiza. En El Salvador, Sánchez (1975) reporta a esta especie junto con M. americanum como las únicas especies de valor comercial.

Sus áreas de pesca corresponderían a ríos y lagunas de las costas del Pacífico Mexicano con los requisitos físicoquímicos propios de la especie como por ejemplo la Laguna de Tres Palos, Gro. Sus áreas de pesca de acuerdo con la FAO son la 77 y 87 en agua dulce.

Guzmán (1987) indica que por su comportamiento gregario, su tolerancia a cambios ambientales, su rápido crecimiento y su aceptación a un amplio rango de alimentación hacen a M. tenellum un excelente candidato para ser cultivado.

Las referencias sobre su cultivo son a nivel experimental en la cría de larvas (Sánchez, 1975 y Cabrera, et al, 1979); la cría de juveniles en pozas (Sánchez, 1976) y el semicultivo a tamaño de mercado (Martínez, et al, 1980).

M. heterochirus (Wiegmann, 1836).

La especie tiene una importancia comercial secundaria en nuestro país debido a su talla pequeña y se le encuentra formando parte de la dieta de la gente de las regiones que abarca su distribución. En Brasil, Fausto Filho (1968, en Holthuis, 1980) indica que la especie tiene una importancia comercial secundaria siendo utilizada mayormente como cebo para pescar.

Sus áreas de pesca comprenderían los ríos de la vertiente del Golfo de México que cubren los requisitos medioambientales que requiere la especie, como por ejemplo el Río Armería en Tabasco. La FAO no reporta áreas de pesca para la especie.

No existe referencias que indiquen intentos de cultivo con esta especie.

M. olfersii (Wiegmann, 1836).

Esta especie tiene un valor económico secundario, siendo aprovechada localmente como parte de la dieta en las regiones en que se le encuentra, situación que concuerda con lo reportado por Holthuis (1980) para esta especie en Venezuela así como en Brasil donde indica que la especie tiene una importancia considerable a nivel local siendo utilizado fresco en la preparación de guisos especiales. Sus áreas de pesca comprenderían ríos y lagunas de la Vertiente Atlántica de México que observan las características medioambientales requeridas por la especie, por ejemplo La Laguna de Alvarado, Ver. La FAO no indica áreas de pesca para esta especie.

Referencias sobre su cultivo solo existen para sus

larvas (Dugger y Dobkin, 1975) y con respecto al cultivo comercial no existen informes.

M. rosenbergii (De Man, 1879).

La importancia comercial de esta especie es notable en todo el mundo. Las pesquerías de esta especie en la región del Indopacífico son considerables ya que tiene una gran demanda debido a su gran tamaño y excelente sabor por lo que la especie ha sido ampliamente estudiada y transplantada a casi todo el mundo. En México la especie ha sido introducida en varias ocasiones, siendo la primera en Septiembre de 1973 en Cacalotlan, Sin. en este lugar estuvo en observación por espacio de 5 meses en estanques de tierra, existiendo la posibilidad de que algunos ejemplares escaparan de los estanques dadas las pésimas condiciones y se establecieran en el Río Baluarte (Arredondo, 1983). Recientemente se han llevado a cabo más introducciones procedentes de Hawaii y los organismos se han conservado en diversos centros de acuicultura del país como El Rosario, Sin., Coyuca de Benitez, Gro. y los Tuxtlas, Ver., su aclimatación y crecimiento han sido al parecer satisfactorios por lo que existen planes para desarrollar el cultivo intensivo de esta especie.

Básicamente existen dos formas de aprovechamiento de los langostinos, una es vía la pesca y la otra es vía la acuicultura (Guzmán, 1987).

PRODUCCION PESQUERA

Las pesquerías de los langostinos del género Macrobrachium en México se basan solo en los stocks silvestres e incluyen juveniles, hembras con o sin huevos, y machos grandes en los diferentes cuerpos de agua que presentan conexión con el mar, dados los requisitos de agua salobre para completar la fase larvaria de su ciclo de vida. La pesquería comercial es estacional y no se puede considerar como una pesquería importante (Cabrera et al. 1977). La temporada de mayor producción pesquera de los langostinos comprende los meses de agosto, septiembre y octubre, periodo en el cual los ríos y arroyos crecen debido a la lluvia, constituyendo así la temporada más importante ya que después de este periodo existe una pequeña producción que va disminuyendo gradualmente, mes con mes hasta que se inicia la siguiente temporada.

El mayor volumen del comercio anual es realizado por cuatro especies, M. acanthurus y M. carcinus en la región del Golfo de México y M. americanum y M. tenellum en la región del Pacífico. Otras especies de menor tamaño son utilizadas regionalmente desconociéndose su aportación real al volumen de producción pesquera nacional. Las estadísticas pesqueras no distinguen a las especies que componen las capturas, sino que se reporta con un rubro general "langostino" (Guzmán, 1987).

En el cuadro 1 se observa el comportamiento de la producción global en toneladas del año 1964 al año 1984, basado en Guzmán (1987).

CUADRO 1. PRODUCCION NACIONAL DE LANGOSTINO

Año	Tons.	Año	Tons.
1964	400	1974	697
1965	500	1975	1002
1966	500	1976	1396
1967	600	1977	839
1968	800	1978	1026
1969	600	1979	1423
1970	200	1980	1670
1971	300	1981	3799
1972	400	1982	3328
1973	700	1983	2306
		1984	3783

A partir de 1975 la producción rebasa las 1000 toneladas anuales, llegando en los años 80's a las 3700. Esta producción se ha reportado de 36 localidades de registro, que se encuentran en los estados del cuadro 2 donde se incluye el porcentaje de la producción aportada por cada uno de ellos.

CUADRO 2. ESTADOS Y PORCENTAJE DE LA PRODUCCION NACIONAL

Estado	%
Campeche	0.02
Colima	2.10
Chiapas	0.80
Guerrero	0.08
Jalisco	0.30
Michoacán	0.50
Nayarit	0.50
San Luis Potosí	1.00
Sinaloa	0.40
Tabasco	4.90
Tamaulipas	73.90
Veracruz	15.50

Los estados del Golfo de México, son los principales productores de langostino, particularmente Tamaulipas y Veracruz, en el Pacífico el estado de Colima registra el mayor porcentaje, pero esto resulta de concentrar la producción de una gran parte de la costa de Jalisco y Michoacán (Guzmán, 1987).

Guzmán (1987) indica que la tendencia de la producción nacional por la pesca de langostino, considerando los valores más constantes (1980- 1984) se incrementará llegando a las 5000 toneladas en 1990, deteniéndose entonces por la disminución en las áreas de producción natural y la gran contaminación que sufren los cuerpos de agua.

De la misma manera (Guzmán, 1987) indica que los climas donde la producción es más constante son los de tipo Aw y Am, considerando los siguientes valores, altitudes medias de 24.5 m que corresponden a la planicie costera, las altitudes máximas alcanzarían los 1000 m. El valor más bajo de temperatura registrado fue de 17.2 oC y el más alto de 31.9 oC. La precipitación media de 1327.2 mm, corresponde a climas cálido lluviosos y en las zonas de abundante precipitación, mayor a los 2000 m el autor indica que son poco productivas.

## CULTIVO.

La cría de organismos acuáticos aun cuando es una novedad en muchos países, ha sido practicada durante miles de años, siendo los primeros registros de esta actividad en China. Pese a la antigüedad de la acuicultura, la contribución de las aguas mundiales a la dieta humana, todavía se debe en gran medida a la pesca y recolección a partir de las especies silvestres. La producción de las pesquerías mundiales ha tenido un incremento espectacular, pero las existencias de organismos acuáticos en su estado natural son limitadas y el razonamiento ecológico sugiere que se llegará a un tope en la cosecha de los mismos (Bardach *et al.*, 1986), siendo esta una de las razones por la cual se ha buscado cultivar algunas especies. Para considerar a una especie apta para el cultivo, debe reunir los siguientes atributos, de acuerdo con Wickens (1976).

- a) Crecimiento rápido y tolerancia a altas densidades y manejo
- b) Que acepten alimentos y una eficiente conversión alimento-carne
- c) Tolerancia a condiciones químicas inusuales que se desarrollan en la recirculación del agua.
- d) Habilidad para crecer y sobrevivir dentro de fuentes con adiciones medio ambientales especiales tales como sustrato o protección.

Dentro de las especies tropicales susceptibles de cultivo, encontramos a varios miembros del género Macrobrachium, los langostinos que tienen un gran potencial desde el punto de vista económico en todo el mundo (Wickens, 1976) ya que alcanzan un precio alto y constituyen un mercado de lujo (Cabrera *et al.* 1979).

En la mayoría de los países el cultivo de langostino es inexistente o se haya en sus etapas experimentales, sin embargo algunas especies han sido cultivadas en el sureste de Asia hasta por 5 siglos o más, los métodos utilizados frecuentemente consisten tan solo en la captura y confinamiento de langostinos jóvenes en estanques de agua salobre por varios meses hasta el momento de la cosecha, así se han realizado algunos intentos con algún éxito de introducir a Macrobrachium a embalses para su crecimiento hasta la talla comercial, pero las características de las densidades de población más bien bajas para las especies de este género, hacen poco práctico el cultivo comercial con los métodos usados en el sureste de Asia en donde la producción de langostino ha sido incidental al cultivo de peces, pero el monocultivo de langostino con avances tecnológicos concurrentes se está llevando a cabo, en consecuencia se han hecho esfuerzos por criar y reproducir a Macrobrachium en cautiverio en diversos países del mundo.

Casi en su totalidad los intentos de cultivo en todo el mundo, incluyendo México se han realizado con el langostino gigante de agua dulce Macrobrachium rosenbergii de la región Indo-Pacífica (New y Singholka, 1964). Este crustáceo fue introducido en México en 1973, 1978 y 1981 de la India y Hawaii con fines de cultivo. También se cultivan aunque a pequeña escala, otras especies de Macrobrachium como hacen referencia Hanson y Goodwin (1977). En México se han realizado intentos a este propósito, entre los que podemos mencionar los de Arana con M. americanum (1974) y M. rosenbergii (1980), Cabrera (1978) con M. acanthurus, Cabrera et al. (1979) y Martínez et al. (1980) con M. tenellum, dentro de las especies nativas.

Al respecto Guzmán et al. (1979) realiza un análisis denominado evaluación acuacultural basado en 30 características relativas a distribución, biología, ecología, etología e importancia económica sobre cuatro especies de langostinos con interés comercial, encontrando que las especies pequeñas de tipo estuarino como M. acanthurus y M. tenellum presentan una mayor potencialidad de cultivo respecto a las especies grandes de tipo ripario como M. americanum y M. carcinus, principalmente por ser especies gregarias y su capacidad de adaptación al ambiente, teniendo las primeras la desventaja de su menor tamaño que se reduce en menor precio en el mercado, lo que puede ser compensado con un mayor volumen de producción.

Dentro del cultivo del langostino, podemos diferenciar tres etapas:

1. Cultivo de larvas.
2. Preengorda.
3. Cultivo de adultos a tamaño comercial.

Para la producción de larvas se utilizan sistemas estáticos de cultivo con recambio periódico de agua, especialmente en los grandes criaderos. también se emplean sistemas recirculantes pero están limitados a los criaderos con fines de investigación (Sandifer, et al. 1977) encontrándose que la producción es mayor en un 16 % en los sistemas estáticos en comparación con los recirculantes. Sin embargo los niveles de producción máxima conseguidos en los dos tipos de sistemas son similares.

En la mayoría de los criaderos se utiliza la técnica de Fujimura (1966) y trabajan con "agua verde" en la cual predomina Chlorella. El uso de "agua verde" está restringido en la mayoría de los lugares a los sistemas de cultivo estático de larvas donde el agua es recambiada periódicamente. Una modificación de éste método de "agua verde" es el cultivo monoespecífico de especies de algas, en este aspecto se consideran convenientes especies de : Chlamydomonas, Chlorella Isochrysis etc. (Wickins, 1976; Madox y Manzi, 1976; Manzi y Madox, 1976). Los mejores



resultados reportados de cría de larvas en "agua verde" son los reportados por Manzi y Madox (1976) en Carolina del Sur, EUA, con un porcentaje de 59 postlarvas por litro. Sandifer et al, 1977, en un análisis sobre criaderos informa que aquellos que no utilizan en método de "agua verde" producen cerca de 10 % más postlarvas por unidad de tanque que los que usan algas, sin embargo el mismo autor indica que la diferencia es probablemente no significativa. Los tanques empleados en la cría de larvas de *Macrobrachium* varía de criadero en criadero, tanto en forma como tamaño y material así hay cilíndricos, cónicos y rectangulares y de cemento, plástico, plexiglass, etc. Sandifer, et al. (1977) indica que al parecer el tanque cilíndrico con fondo cónico parecer ser el más eficiente.

El cultivo de juveniles se realiza en pozas de tierra más pequeñas que las utilizadas para la engorda a tamaño de mercado, esta fase es conocida como preengorda, utilizándose densidades de 1.5 a 2 postlarvas por pie cuadrado anualmente.

Aún cuando todas las etapas son importantes, la que más llama la atención es la engorda de adultos a tamaño comercial para su venta y consumo, para lo cual existen varios métodos y que han sido categorizados de acuerdo a su capacidad de producción o rendimiento y un buen rendimiento solo puede ser obtenido por un excelente control sobre el medio ambiente de cultivo, es necesario también un orden en la especificidad de producción por unidad de tiempo, por ejemplo Kg/Ha/año. Dado que algunos estanques pueden ser sembrados y cosechados una vez al año y otras en condiciones más favorables pueden ser sembrados (con la misma densidad) varias veces al año, por ejemplo 3 veces en el mismo periodo y obtener así cosechas más grandes.

Wickens (1976) describe tres grados de intensidad en acuicultura basados en la producción y el grado de control medio ambiental que se tiene sobre ellos, teniendo así:

**CULTIVO TRADICIONAL.**- De 0-1000 Kg/Ha/año, el cual utiliza postlarvas capturadas en la naturaleza, frecuentemente crecen con peces o con una variedad de especies de langostinos y con alimentación suplementaria, sin embargo la mayoría del alimento es de origen natural, en el fondo de la poza, mejorado con fertilizantes orgánicos o inorgánicos.

**CULTIVO SEMINTENSIVO.**- De 1000-10 000 Kg/Ha/año, las pozas son cuidadosamente preparadas, las postlarvas son obtenidas en criaderos, la alimentación es controlada, con compuestos de relleno alimenticio, hay pequeña relevancia en la producción natural de alimento.

**CULTIVO INTENSIVO.**- Incluye cultivos experimentales y a escala piloto con producción mayor a 1 Kg/m<sup>2</sup>/cosecha (equivalente a 10 000 Kg/Ha/cosecha) y un stock controlado con postlarvas obtenidas en criaderos, con una cuidadosa alimentación con dietas compuestas y control de la calidad del agua.

Tales categorías no pueden ser rígidas y es de esperar

que se traslapan, lo cual ocurre entre el primero y el segundo grupo particularmente, como métodos tradicionales que han sido racionalizados, es importante señalar que en México nunca se han obtenido estos rendimientos.

Guzmán (1987) desarrolla modelos bioeconómicos para dos tipos de cultivo; la producción de postlarvas y la engorda de adultos, con estimaciones de precios y tasas de interés vigentes en el cuarto trimestre de 1986, encontrando que es mucho más rentable la producción de postlarvas que la engorda de langostinos.

Guzmán (1987) calcula que actualmente existen en México 45 granjas tanto privadas como estatales que se dedican al cultivo de Macrobrachium.

**ARTES Y METODOS DE PESCA.**  
(Basado en Guzmán, 1987).

La captura comercial de los langostinos del género Macrobrachium se encuentra en íntima relación con su hábitat y comportamiento, en forma general se pueden dividir los tipos de captura comercial en varios grupos categorizados como sigue:

**CAPTURA DIRECTA:**

**Captura manual.**- El organismo es colectado directamente con la mano, a pie o mediante buceo libre, removiendo las piedras o metiendo las manos en las cuevas del fondo, generalmente cuando el río lleva poca corriente y el agua es clara, pudiendo ayudarse con el visor. Con este método la captura de machos es mayor ya que las hembras son más pequeñas y ligeras escapando fácilmente.

**Redes manuales tipo cuchara.**- Tienen un diámetro aproximado de 50 cm. con una malla de 1 cm. de lado, para la captura de noche se utiliza una lámpara de mano.

**Arpones o fisgas.**- Mediante buceo libre con visor, es un carrizo o vara larga con punta metálica arponada, de construcción artesanal. Una liga dispara el arpón y el mecanismo puede ser manual o mediante un gatillo sencillo. Es importante mencionar que al utilizar este método, se maltrata mucho el organismo al ser atravesado su cuerpo.

**Red de lance manual o atarralla.**- Este método es uno de los mejores en cuanto a volumen de captura. Se realiza principalmente en la noche o la madrugada, mediante una red circular con un diámetro variable de 1.5 a 3.5 metros con luz de malla de 0.5 a 1.5 cm., en la relinga lleva plomos, puede llevar una bolsa adosada al perímetro. Es lanzada desde la orilla o desde una embarcación y puede uno ayudarse también de una lámpara de minero o cazador que ayudan a localizar a los langostinos por el brillo de sus ojos.

**CAPTURA INDIRECTA (Trampas).**

**Nasas.**- Pueden ser de diferentes formas (ovoides, cilíndricas, rectangulares, etc.) con tamaños que varían de 0.5 a 1 metro y construidas con muy diversos materiales como bejuco, paño, alambre, etc., presentando una armazón revestida del material. En un extremo tiene una entrada (matadero) que impide la salida y una puerta pequeña para extraer la captura. La trampa se ceba previamente con pedazos de pescado, suele colocarse por la tarde y fijarse con ramas y troncos.

**Aros.**- Son trampas abiertas, consisten de un aro metálico o de madera, con una red en forma de bolsa poco profunda, en el centro de la misma se ata la carnada, debe levantarse rápidamente para evitar que el langostino escape.

Trampa cónica o tapesco o chunde.- Construida con tiras de madera, carrizo o varas, con un largo de 1 a 2 metros y con boca de 0.75 a 1 metro. Se colocan en los ríos pequeños contra la corriente, auxiliados por diques de piedra, los langostinos quedan atrapados en al migrar río abajo.

Tapos.- Son trampas fijas de gran tamaño, construidas con madera o concreto, interceptando brazos de lagunas costeras o canales intermareales, aprovechan los movimientos de las aguas ocasionadas por las mareas, se colectan los organismos en trampas en forma de corazón que se encuentran espaciadas a lo largo del tapo. La captura del langostino es eventual ya que el tapo se destina a la captura del camarón.

#### DEMANDA.

A mediados de 1986, el precio de langostinos del género Macrobrachium por animal entero, en los mercados de la Ciudad de México era de \$ 4 200.00 Kg. por lo que se estima que solo un 30 % de la población tiene la capacidad económica para adquirir el producto. Se observa que los langostinos no tienen una demanda establecida ya que su oferta se limita a los volúmenes de captura (Monroy, 1987).

#### COMERCIALIZACION.

El langostino para el mercado nacional prácticamente no se somete a ningún proceso industrial y solamente en algunas ocasiones se vende como pulpa o cocido. El tratamiento a que se somete el producto es realizado directamente por los pescadores y consiste en extraer la carne del cuerpo y las pinzas del animal, colocándose la pulpa en bolsas de polietileno. Cuando no se vende fresco, el producto entero se somete a cocimiento hasta que tome un color rojizo (Santiago-Valencia, 1983 fide Monroy, 1987).

No existe un procedimiento uniforme para su venta, normalmente se realiza en forma libre entre el pescador y el intermediario, lo cual provoca grandes diferencias entre los precios iniciales y finales.

La distribución del producto se realiza por medio de los intermediarios que son los que se encargan de llevarlo a los principales centros de consumo del país como México, D.F.; Guadalajara, Jal.; Tampico, Tam.; Veracruz, Ver.; Acapulco, Gro.; Ixtapa-Zihuatanejo, Gro. y Cancún, Q. Roo (Monroy, 1987).

#### IV ESPECIES MEXICANAS DEL GENERO Macrobrachium

##### IV.1 ESPECIES EN MEXICO.

Desde que Holthuis (1952) reporta para México la existencia de 7 especies de Macrobrachium, nuevos reportes han incrementado el número de especies, siendo conocidas actualmente:

En la vertiente del Atlántico:

M. acanthurus Wiegmann (1836); M. carcinus Linnaeus (1758);  
M. olfersii Wiegmann (1836); M. heterochirus Wiegmann (1836).

En la vertiente del Pacífico:

M. americanum Bate (1868); M. tenellum Smith (1871); M. digueti Bouvier (1895); M. occidentale Holthuis (1950); M. acanthochirus Villalobos (1966).

Dos formas cavernícolas:

M. villalobosi Hobbs (1974) y M. acherontium Holthuis (1977).

Y una especie introducida: M. rosenbergii De Man (1879).

Existen otras especies de Macrobrachium que aún cuando citamos aquí, presentan una problemática que nos obliga a no incluirlas en el presente trabajo, así tenemos:

Macrobrachium sp. Especie encontrada en el estado de Michoacán, México por el Dr. Alejandro Villalobos y Carlos Martínez, y que hasta el momento de redactar este documento no se había descrito ni registrado, razón por la cual solo podemos asentar su existencia.

Otras dos especies son citadas por Rodríguez de la Cruz (1965): M. natererii y M. quelchi. reportándose para la primera 1 organismo capturado en el Río de la Sierra, Tabasco. Y para M. quelchi 45 organismos capturados en el Río Otolun, al este de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas. No reportándose nuevas colectas de estos organismos, ni apareciendo su distribución en estas zonas en los trabajos recientes que se han hecho sobre el tema. Es por esto y por el escaso número de organismos reportados anteriormente que decidimos no incluirlas en la presente revisión.

## IV.2 SINOPSIS DE LAS ESPECIES

IV.2.1 Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836)

Palaemon acanthurus Wiegmann, 1836, Arch. Naturgesch. Berlin, 2 (1): 150.

(Fig. 10)

**Nombres comunes:** Camarón canela (Esp.) Cinnamon river prawn (Ing.) Bouquet cannelle (Frn.).

**Nombres locales:** Langostino, camarón prieto, acamaya, camarón de río, langostino manos de carrizo, camarón patudo, camarón canela, camarón de agua dulce (México). Camarón de río, camarón brazo largo (Venezuela). Camarão do rio, camarão canela (Brazil). (Martinez, 1975; Cabrera, 1976; Granados, 1984; Holthuis, 1980).

**Sinonimia:** Palaemon acanthurus Wiegmann, 1836; Palaemon forceps H. Milne Edwards, 1837; Palaemon swainsonii White, 1847; Palaemon mexicanus De Saussure, 1857; Macrobrachium longidigitum Bate, 1868; Palaemon dasydactylus Streets, 1871; Palaemon sexdentatus Streets, 1871; Palaemon potiete Müller, 1892; Palaemon lamarrei Doflein, 1899; Bithynis acanthurus M. J. Rathbun, 1900; Bithynis forceps Young, 1900; Macrobrachium acanthurus Pearse, 1911; Palaemon (Eupalaemon) acanthurus De Man, 1912; Macrobrachium acanthurus Holthuis, 1950.

**Diagnosis:** Rostro casi recto y que alcanza escasamente más allá del escafocerito. El margen superior sostiene de 9 a 11 dientes los cuales están divididos regularmente sobre el rostro, estando los proximales más juntos que los distales. Los dos primeros dientes se localizan sobre el caparazón detrás de la orbita. El margen superior está debilmente arqueado en su parte basal. El margen inferior sostiene de 4 a 7 dientes (generalmente 6), los proximales más juntos que los distales. El caparazón es liso al igual que el abdomen, en este la pleura del quinto segmento finaliza en un punto agudo, el sexto segmento es 1.5 veces más largo que el quinto y el telson es 1.5 veces más largo que el sexto segmento.

El segundo par de patas son de la misma forma y tamaño, alcanzan con el carpo o una pequeña parte del mero más allá del escafocerito, los dedos son delgados y un poco más cortos que la palma sus bordes cortantes sostienen en el cuarto proximal de su longitud un diente distintivo (el del dactylo se localiza un poco más adelante que el del dedo fijo), detrás de este diente una hilera de 4 pequeños denticulos se extiende hacia la base de los dedos, los cuales son

densamente pubescentes. La palma es elongada y cilíndrica y es de 4.5 a 5.5 veces tan grande como ancha y sostiene varias hileras longitudinales de espinas largas, no existe pubescencia en la palma. el carpo es poco más corto que la palma y casi 1.5 veces más grande que el mero, tanto el carpo como el mero son desnudos o muestran solo algunos pelos dispersos. El isquío es la mitad de largo que el mero.

Las hembras adultas tienen el segundo par de patas más delgadas y cortas que los machos adultos, alcanzando con la mitad del carpo más allá del escafoцерito (Holthuis, 1952).

**Tamaño:** los machos grandes pueden medir hasta 166mm.

Las hembras ovigeras tienen un rango entre 25 y 116 mm.

**Color:** En especímenes vivos el color general es amarillo pálido, con espinulas rojas. La costilla media del caparazón es roja. El caparazón presenta a cada lado tres bandas verticales irregulares de color rojizo, se presenta una mancha roja en el tallo del ojo. El margen interno del pedúnculo antenular es azul. Una línea de puntos azules es visible en el escafoцерito. Los quelípedos son de color verde claro con la porción distal azulosa, las articulaciones de la palma son color naranja (Holthuis, 1952)

#### DISTRIBUCION.

**Area total:** Esta especie se encuentra distribuida por la costa Atlántica de América, desde Carolina del Norte en EUA. hasta el Brasil (Holthuis, 1980)

En México esta especie ha sido encontrada en:

**Veraçruz.-** Río Coatzacoalcos, Río Jamapa y Río Tonalá (Holthuis, 1952), Río Hueyapan u Río Cuatotolapan (Pearse, 1911), Río Pánuco, en la cuenca del Río Papaloapan, desde la Laguna de Alvarado hasta Casamaloapan, Río San Juan Evangelista, Río Tesechoacan, Río Blanco, en los Río s Camarón, Tecomate, y Acula y en todos los sistemas lagunares en conexión con estos ríos (Rodríguez de la Cruz, 1965; Cabrera, 1978).

**Tabasco:** Río Grijalba, Río Usumacinta, Río González y Laguna de Santa Anita (Cabrera, 1978; Granados, 1984).

Villalobos (1982) menciona que la especie se encuentra del sur de Tamaulipas a Campeche.

**Distribución diferencial:** Este langostino habita en cuerpos de agua dulce y salobre, preferencialmente en aguas someras entre 10 cm. y hasta 4 m. de profundidad, en aguas quietas y turbias, en cienegas, lagunas costeras y donde desembocan los arroyos al mar. El tipo de fondo es areno-limo-arcilloso y limo arcilloso y sin vegetación (Guzmán, 1977; Cabrera et al., 1979; Holthuis, 1980; Granados, 1984).

## CICLO DE VIDA.

### Reproducción.

De acuerdo con Dugan *et al.* (1975) esta especie se reproduce convenientemente a temperaturas de 27.5 oC. y salinidades de 0-16 / , Choudhury (1970) indica salinidades de 0 / y Cabrera (1978) indica que esta puede ser de 2-17 /

La época reproductiva masiva coincide con la temporada de invierno (Guzmán, 1977) sin embargo Cabrera (1978) indica la captura de hembras ovigeras durante todo el año en aguas del Rio Papaloapan, Ver. Bajo condiciones de laboratorio Dugan *et al.* (1975) indica que la especie se puede reproducir todo el año.

Fecundidad: Guzmán (1977) indica que para esta especie el número de huevecillos varia dependiendo del tamaño de la hembra, Cabrera (1978) indica que una hembra de talla promedio (7 cm.) puede llevar en su abdomen 6 000 huevecillos, Martínez (fide Cabrera *et al.*, 1979) señala un promedio de 3 500 huevos derivados de 22 hembras de 8 cm. por lo que Cabrera *et al.* (1979) la consideran como una especie de fecundidad baja con 52 000 huevos puestos al año en comparación con otras especies más grandes.

La frecuencia de desove fue observada por Cabrera (1978) señalando que después de un mes de reposo desde el desove las hembras estan listas para reproducirse nuevamente y en condiciones naturales desovan entre 2 y 4 veces al año, observando un ritmo bimestral en la aparición de larvas y juveniles en el Rio Papaloapan, Ver.

Los huevecillos miden entre 0.5 y 0.9 mm. de diámetro, recién puestos son de color verdeoscuro y van cambiando hasta transformarse en un amarillo crema cuando están a punto de eclosionar (Guzmán, 1977).

### Estadios larvales.

Choudhury (1970) indica que la eclosión se realiza en las primeras horas de la noche y se prolonga durante 3-4 horas, durante el ciclo larval consigna de 11-12 mudas y 10 estadios morfológicamente distintos. La siguiente tabla resume los datos aportados por diversos autores (tomada de Hanson y Goodwin, 1977) en relación a la duración del ciclo larval en días (A), sobrevivencia en % (B), densidad de larvas por litro en cultivos de larvas (C), y algunos parámetros fisico-químicos como temperatura en oC. (D) y salinidad en %. (E).



Autor	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
Choudhury (1970)	25-40	9	33	23-27	15-20
Dobkin (1973)	29-50	20-25	21	30	-----
Dugan et al (1975)	41-69	1.6-7.6	13-16	30-32	16
Hagood y Willis (1976)	44	25	10-21	26-31.5	16-18

### Características larvales.

- I Estadio larvario: del día 1-3, las larvas tienen una longitud de 2.25-2.35 mm., la larva presenta ojos sésiles, pereopodos 1 y 2 como yemas birrameas y el telson con dos pares de sedas.
- II Estadio larvario: del día 3-6 con longitudes de 2.40-2.55 mm., presenta los ojos pedunculados, pereopodos 1 y 2 birrameos y los pereopodos 3 y 5 como yemas, telson con ocho pares de sedas.
- III Estadio: del día 6-9, con longitud de 2.7-2.7 mm., presenta articulación entre el telson y el segmento abdominal 6, una espina epigástrica atrás del rostro, urópodos presentes, pereopodos 3 como yemas birrameas y pereopodo 5 como yema unirrameas.
- IV Estadio: De los días 8-12 y longitudes de 2.9-3.05 mm., presenta 2 espinas epigástricas atrás del rostro, urópodo setoso, pereopodo 5 más largo.
- V Estadio: De los días 11-18 con longitudes de 3.25-3.35 mm., pereopodos 3 más largos y pereopodo 4 como yemas birrameas.
- VI Estadio: De los días 15-22 y longitudes de 3.4-3.5 mm., los 5 pares de pereopodos presentes, todos birrameos excepto el 5, se observan yemas de los pleópodos siendo más avanzadas las de 2, 3 y 4 que las de 1 y 5.
- VII Estadio: De los días 20-25 y con longitudes de 4.0-4.5 mm., los pereopodos 1 y 2 comienzan a ser quelados, todos los 5 pares de pleópodos son birrameos, 1 diente en el rostro.
- VIII Estadio: De los días 22-29 con longitudes de 4.4-4.65 mm., los pereopodos 1 y 2 totalmente quelados, 3 dientes en el rostro.
- IX Estadio: de los días 27-35 con longitudes de 4.8-5.2 mm., exopodo y endopodo de todos los pleópodos con sedas, de 4 a 5 dientes en el rostro.
- X Estadio: de 32-42 días y de 5.5-6.5 mm., con 5 a 7 dientes en el margen superior del rostro y de 1 a 2 en el margen inferior, el telson con 6 pares de espinas en el margen posterior, los tres pares internos plumosos.

## ECOLOGIA.

### Factores medio ambientales.

Los parámetros fisicoquímicos bajo los cuales se han encontrado los organismos pertenecientes a esta especie son los siguientes:

**Salinidad:** Son organismos que se encuentran en cuerpos de agua dulce y salobre, encontrándoseles en rangos que van desde 0 - 21 % (Cabrera, 1978), encontrando este mismo autor (1978) que la especie puede alcanzar su desarrollo larvario en condiciones dulceacuicolas.

**Temperatura:** Granados (1984) y Cabrera (1978) reportan haber encontrado temperaturas que varían entre 25 - 30 C. en los estudios que realizan en Tabasco y Veracruz respectivamente. Martínez (1975) indica temperaturas de 31 C., siendo la misma indicada por Pérez y Segura (1981).

**Oxígeno:** De acuerdo con Cabrera (1978) se les encuentra en lugares con concentraciones de oxígeno disuelto entre 6 y 14 ppm. pero pueden soportar cantidades hasta de 1 ppm. Granados (1984) indica haber encontrado animales en zonas con variaciones entre 1.8 y 13.9 ppm., en tanto que Pérez y Segura (1981) indican concentraciones de 4.8 ppm.

**pH:** El pH en que se han encontrado estos organismos esta entre un rango de 5 - 7 (Granados, 1978) información que concuerda con los datos de Cabrera (1978) y Martínez (1975) con valores de 7 y 7.5 respectivamente.

**Sustrato:** El fondo propicio para esta especie son los sedimentos finos, principalmente limo - arcillosos (Martínez, 1975; Holthuis, 1980; Cabrera, 1978; Granados, 1984).

**Profundidad:** Estos organismos viven preferentemente en las margenes de canales, ríos y lagunas, en profundidades que van desde 10 hasta 300 cm. (Cabrera, 1978). Pérez y Segura (1981) indican profundidades máximas de 150 cm. para esta especie.

**Corriente:** Pérez y Segura (1981) indican a esta especie como habitante de zonas lénticas.

### Parámetros poblacionales.

En esta especie se presenta dimorfismo sexual, siendo los langostinos machos más grandes que las hembras. La proporción sexual que se ha reportado en la literatura es variable, así Cabrera (1978) indica una proporción de 2 : 1

en favor de las hembras en la cuenca del Bajo Papaloapan, Ver. Pérez y Segura (1981) encuentran una relación de 1.2 : 1 en favor de las hembras en el Río El Zapote, Tabasco. También en Tabasco pero en el Río González, Granados (1984) indica una proporción de 2 machos por 1 hembra. Bajo condiciones de cultivo Dugan *et al.* (1975) encuentra proporciones de 5.5 hembras por 1 macho.

Esta especie de acuerdo con Cabrera (1978) se reproduce todo el año por lo que pueden encontrarse siempre hembras ovadas y hay reclutamiento de juveniles de 2 cm. datos que concuerdan por lo publicado por Dugan *et al.* (1975) y Granados (1984) el cual indica lo mismo para algunas zonas de su estudio, pero en otras localidades encuentra 2 o hasta 3 etapas reproductivas a lo largo del año.

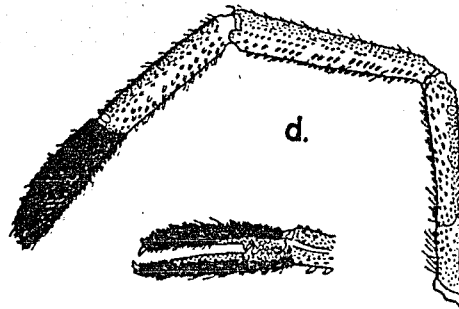
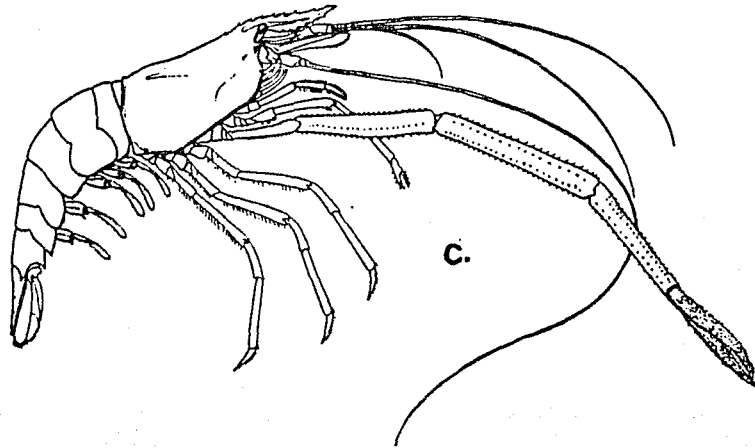
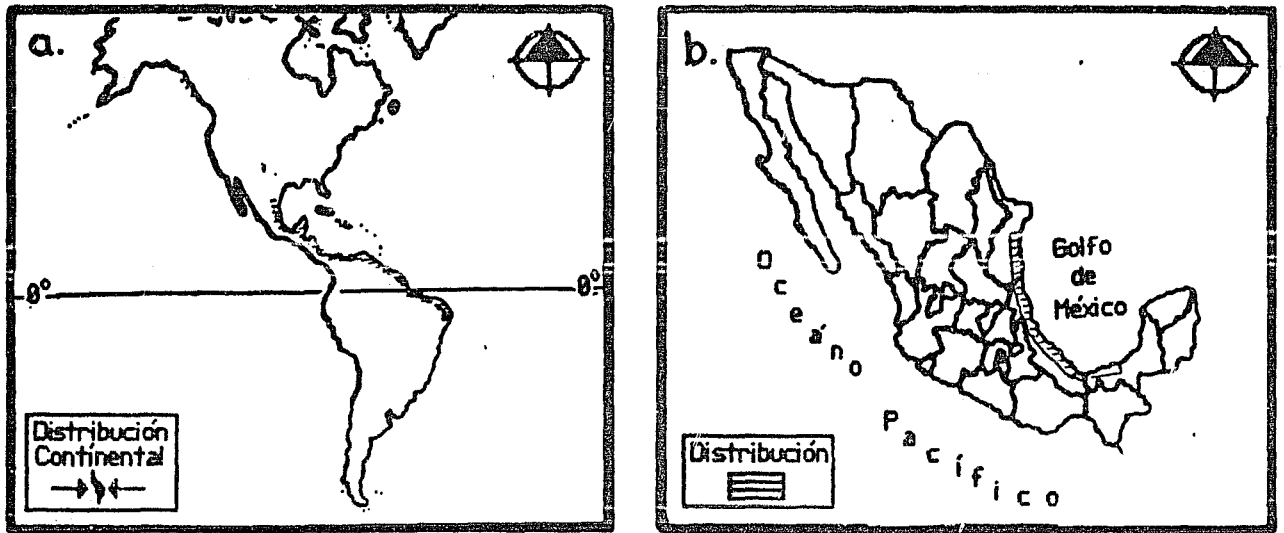


fig. 10.- *Macrobrachium acanthurus* a) Distribución continental b) Distribución Nacional c) Vista lateral d) Segundo pereópodo de un macho adulto y dedos del mismo

IV.2.2 Macrobrachium tenellum (Smith, 1871).

Palaemon tenellus Smith, 1871. Rep. Peabody Acad. Sci. 1869.  
98 p.

(Fig. 11)

**Nombres comunes:** Nombres FAO: Long arm river prawn (Ing.)  
Bouquet brasolargue (Frn.) Camarón brazo largo (Esp).

**Nombres locales:** Chacal, manudo, Camarón de bejuco, langostino,  
Molla (México). Camarón de río (El salvador). (Cabrera, 1976;  
Guzmán y Kensler, 1977; Martínez et al., 1980; Holthuis,  
1980).

**Sinonimia:** Palaemon forceps Von Martens, 1869; Palaemon tenellus  
Smith, 1871; Palaemon longipes Lockington, 1878; Palaemon  
acanthurus Kingsley 1882; Palaemon tenellus Thallawitz, 1892;  
Palaemon forceps Bouvier, 1895; Macrobrachium mexicanum  
Schmitt, 1924; Macrobrachium acanthurus Schmitt, 1933;  
Macrobrachium tenellum Holthuis, 1950.

**Diagnosis:** Rostro curvado hacia arriba y el margen superior con  
la región proximal convexa y dentada y la región distal  
concava y sin dientes, alcanzando un poco más allá del  
escafocerito. El margen superior de los ejemplares observados  
presentaba 10 dientes, de los cuales solo uno se localizaba  
detrás de la orbita. El margen inferior del rostro presenta  
de 5 a 6 dientes, estando los proximales más juntos que los  
distales. El caparazón al igual que el abdomen son lisos, el  
sexto segmento abdominal es casi 1.5 veces más grande que el  
quinto y el telson es casi 1.5 veces mayor que el sexto  
segmento abdominal.

El segundo par de patas son de la misma forma y tamaño,  
alcanza con el carpus más allá del escafocerito. Los dedos  
son delgados y de casi el mismo tamaño que la palma,  
presentan un diente distintivo en la parte distal de los  
dedos siendo más grande el del dactilo que el del dedo fijo,  
cerca de la base de los dedos, sobre el borde cortante se  
encuentra una hilera de denticulos (hasta 7) siendo el distal  
más grande que los demás. Los dedos son densamente  
pubescentes. La palma es elongada, cilíndrica y de 5 a 6  
veces más larga que ancha, no existe pubescencia en la palma  
pero si presenta varias hileras longitudinales de espinas.

**Tamaño:** El espécimen más grande de esta especie que se ha  
reportado es de 150 mm. La talla de las hembras ovígeras  
encontradas varía entre 52 y 112 mm. Los huevos son numerosos  
y pequeños, con diámetros entre 0.5 y 0.6 mm.

### DISTRIBUCION.

Area total: Esta especie se encuentra distribuida desde Baja California hasta el Perú (Holthuis, 1952). En México es reportada en:

Baja California - Mulege y la Paz (Holthuis 1952 y Rodriguez 1967).

Sinaloa - Mazatlán y el Rosario (Holthuis, 1952), Los Cocos y el Río El Presidio (Rodriguez, 1968)

Guerrero - En las Lagunas de Coyuca, Mitla, Apozahualco, Tres Palos y Chautengo (Holthuis, 1952; Stuardo et al, 1974; Negrete, 1977; Guzmán, 1985) Río Balsas (Cabrera et al. 1979; Martínez et al. 1980).

Oaxaca - Bahía de Tangola (Holthuis, 1952); Laguna de Chacahua. De acuerdo con Villalobos (1982) es posible encontrar la especie en ríos y lagunas costeras de los estados de Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Distribución diferencial: Los langostinos pertenecientes a esta especie viven en aguas dulces y salobres (Holthuis, 1980), en Lagunas costeras, Estuarios, Ríos de corrientes lóxicas y lénticas y en cuerpos pequeños y aislados (Negrete, 1977). En profundidades entre 25 y 100 cm., con fondo arenoso y gran cantidad de restos vegetales, fangoso, cercano al manglar y entre carrizos (Roman, 1979; Holthuis, 1980).

### CICLO DE VIDA.

#### Reproducción.

Diversos autores han reportado parámetros fisicoquímicos con los cuales se han obtenido hembras ovadas, así Sanchez (1976) reporta condiciones de temperatura entre 28 y 29 °C, salinidades entre 12 y 16 ‰ y pH entre 8.1 y 8.4 en condiciones de estanque y acuario. Cabrera et al. (1979) indica temperaturas entre 25 y 29 °C, salinidades entre 0 y 12 ‰, valores de oxígeno disuelto entre 2 y 3.5 ppm y valores de pH entre 7.25 y 8.25.

La época reproductiva de esta especie parece coincidir con la temporada de lluvia al igual que la mayoría de las especies pertenecientes a este género. Cabrera et al. (1979) indican que esta especie puede reproducirse durante todo el año tanto en la naturaleza como bajo condiciones de cultivo, Roman (1979) considera que la hembra ha alcanzado la madurez sexual cuando llega a tener una talla de 79 mm aproximadamente, sin embargo se han encontrado hembras ovadas de menor tamaño.

Fecundidad: Roman (1979) indica que el número de huevos presentes en las hembras ovigeras de esta especie es variable; incluso en hembras de la misma talla, lo cual concuerda con lo reportado por Cabrera et al. (1979) que encuentran hembras de 52 mm fecundadas en condiciones de

laboratorio, una con 1,000 huevecillos y la otra con 4,500. Sin embargo sigue observándose el patrón general que nos indica que a mayor tamaño mayor número de huevos puestos, así Cabrera *et al.* (1979) señalan que el número de huevos más frecuentes en hembras de *M. tenellum* oscila entre 2,000 y 18,000, valores que corresponden a hembras con tallas entre 46 y 74 mm, indicando Guzmán y Kensler (1977) que el número promedio de huevos puestos para esta especie es de 10,000. En base a todas estas consideraciones Cabrera *et al.* (1979) la consideran una especie de baja fecundidad. Guzmán (1987) señala que en esta especie la relación peso - número de huevecillos fluctúa con la fecha y con el estadio del desarrollo del huevecillo.

La frecuencia de desove varía de acuerdo con diversos factores como pueden ser los ambientales o el estado del organismo, Cabrera *et al.* (1979) indica que *M. tenellum* puede desovar con una frecuencia entre 18 y 38 días y bajo condiciones de laboratorio podría hacerlo entre 10 y 20 veces al año con un promedio de 69,750 huevos puestos al año.

Los huevecillos son de forma elíptica con diámetros entre 400 y 600 micras (Negrete, 1977; Roman, 1979), siendo recién ovopositados de color amarillo claro brillante, anaranjados en estadios intermedios, verde oliváceo en estadios avanzados y casi gris cuando están a punto de eclosionar (Granados, 1984).

El periodo de incubación en hembras de esta especie bajo condiciones de laboratorio a temperaturas entre 26 y 30 °C es de 12 a 14 días (Cabrera *et al.* 1979). Guzmán (1987) indica que el desarrollo embrionario dura 16.5 días en promedio.

#### Estadios larvales.

Cabrera *et al.* (1979) indican que la eclosión se inicia a las primeras horas de la noche y puede extenderse hasta por un lapso de 48 horas, consigna 12 mudas larvares pero indica que puede haber más, identificando en las primeras 6 mudas diferentes estadios morfológicos lo que varía en las subsiguientes mudas indicando que al igual que en otras especies no siempre una muda implica un cambio morfológico significativo.

El mismo autor (Cabrera *et al.* 1979) indica que en los cultivos se observan 3 etapas características, una de alta sobrevivencia en los primeros estadios, otra de alta mortalidad desde el estadio tres hasta el octavo estadio y finalmente uno de baja mortalidad. La serie larval dura no menos de 24 días. No existe ningún trabajo que describa la morfología de los estadios larvales.

Se han observado los siguientes parámetros fisicoquímicos en la cría de larvas: Temperaturas entre 21.5 y 30 °C; Salinidades entre 12 y 14 ‰; Oxígeno disuelto en concentraciones entre 2.5 y 5.4 ppm y valores de pH entre 7.0 y 8.5 (Cabrera *et al.* 1979). Sanchez (1976) indica

temperaturas entre 28 y 29 °C; Salinidades entre 12 y 16 ‰. y pH entre 8.1 y 8.4.

Guzmán (1987) señala que durante los primeros estadios larvales los organismos prefieren aguas estuarinas con mayor salinidad, menor turbidez y temperatura más baja, en tanto que en etapas más avanzadas prefieren aguas con condiciones limnéticas como menor salinidad y oxígeno, temperatura y turbidez más alta.

## ECOLOGIA.

### Factores medio ambientales.

Los parámetros bajo los cuales se han encontrado organismos de *M. tenellum* son los siguientes:

**Salinidad:** La especie puede encontrarse en cuerpos de agua dulce y salobre (Holthuis, 1980). Cabrera *et al.* (1979) indican valores entre 0 y 12 ‰.; Roman (1979) indica rangos entre 1.2 y 2.6 y Negrete (1977) indica valores entre 1.32 y 2.04.

**Temperaturas:** Los rangos de temperatura son los siguientes: Negrete (1977) indica valores de 29 a 32 °C; Roman (1979) señala de 30 a 34.5 °C; Cabrera *et al.* (1979) bajo condiciones de laboratorio indica temperaturas entre 25 y 29 °C y Martínez *et al.* (1980) indican una temperatura promedio de 23.5 °C bajo condiciones de semicultivo.

**Oxígeno:** De acuerdo con Cabrera *et al.* (1979) se le puede tener bajo concentraciones entre 2 y 3.5 ppm en laboratorio y Martínez *et al.* (1980) indican valores de 7.2 ppm en condiciones de semicultivo.

**pH:** Según Cabrera *et al.* (1979) los valores varían entre 7.25 y 8.25 lo cual concuerda con lo reportado por Martínez *et al.* (1980) que reporta valores de 8.

**Substrato:** Román (1979) indica fondos compuestos por arena y fango con alto contenido de materia orgánica. Holthuis (1980) indica fondos rocoso-arenosos y lodo.

**Profundidad:** De acuerdo con Román (1979) la especie habita en aguas someras con profundidades entre 25 y 100 cm.

**Corriente:** Esta especie puede habitar en cuerpos de agua con corrientes rápidas o lentas (Negrete, 1977; Granados, 1984)

Guzmán (1987) indica que los jóvenes requieren profundidades menores, temperaturas más bajas, salinidades y oxígeno más alto y menor turbidez. En cuanto a la relación de los parámetros para hembras y para machos, también es diferente; la profundidad y la temperatura son menores para hembras que para machos en tanto que el oxígeno, la salinidad y la turbidez son mayores.

### Parámetros poblacionales.

Guzmán (1987) señala los siguientes parámetros poblacionales para *M. tenellum*: La especie presenta un marcado dimorfismo sexual. Las hembras alcanzan la madurez



sexual desde los 30 mm de longitud total. En lagunas del estado de Guerrero, la época de reproducción masiva es de Septiembre a Noviembre, periodo muy relacionado con el ciclo de lluvias. Así mismo reporta que en la laguna de Tres Palos, las menores tallas corresponden a los juveniles, seguidos de las hembras y después los machos. El mayor número de organismos lo presentan los machos seguidos de las hembras y finalmente los juveniles. En esta misma laguna (Tres Palos) señala que el reclutamiento de postlarvas estimada es de 59.5 organismos por metro cuadrado.

La proporción sexual que se reporta en la literatura indica que en la laguna de Tres Palos Gro. la proporción es de 6.3 machos por cada hembra, en la laguna de Mitla, Gro. la proporción es de 1 a 1 Román (1979) para la misma laguna de Mitla reporta 1.5 machos por cada hembra y para la laguna de Chautengo indica 3.4 hembras por cada macho. Bajo condiciones de semicultivo Martínez *et al.* (1980) encuentra una proporción de 2.8 hembras por cada macho.

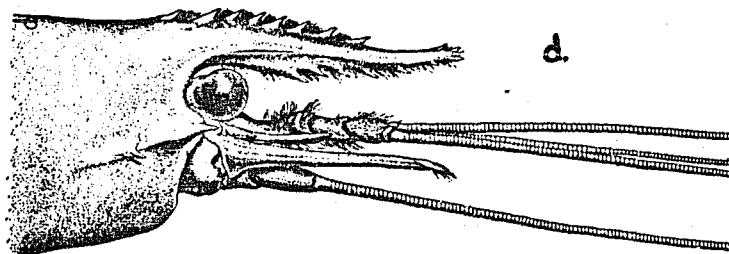
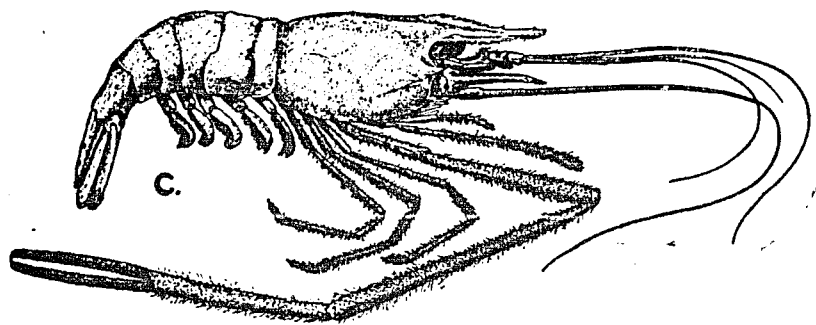
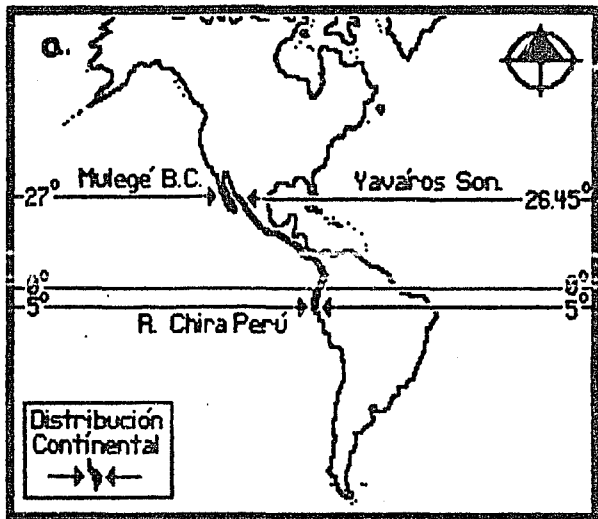


fig. 11.- *Macrobrachium tenellum* a) Distribución Continental b) Distribución Nacional c) Vista lateral d) Parte anterior del cuerpo en vista lateral

#### IV.2.3 Macrobrachium carcinus (Linnaeus, 1758).

Cancer carcinus Linnaeus, 1758, Syst. Nat., ed. 10, pag.631.

(Fig. 12)

**Nombres comunes.:** Camarón pintado (Esp) Painted river prawn (Ing)  
Bouquet pintade (Frn).

**Nombres locales:** Langostino, camarón de agua dulce, cauque, chacal, pigua, acamaya (México). Camarao de rio, langostino de rio (Venezuela). Stone sara-sara (Surinam). (Holthuis, 1980).

**Sinonimia:** Cancer carcinus Linnaeus, 1758; Astacus carcinus Fabricius, 1775; Palaemon carcinus Weber, 1795; Palaemon jamaicensis Oliver, 1811; Palaemon brachidactylus Wiegmann, 1836; Palaemon punctatus Randall, 1839; Palaemon brevicarpus De Haan, 1849; Palaemon aztecus De Saussure, 1857; Palaemon montezumae De Saussure, 1858; Palaemon laminatus Von Martens, 1869; Bythynis jamaicensis Pocock, 1889; Bythynis aztecus Young, 1900; Macrobrachium jamaicense Pearse, 1915; Palaemon ornatus Torralbas, 1917; Periclimenes portoricensis Schmitt, 1933; Macrobrachium ohionis Reed, 1941; Macrobrachium carcinus Hedgpeth, 1949; Macrobrachium carcinus Holthuis, 1952.

**Diagnosis:** Rostro curvado hacia arriba alcanzando o pasando el fin del pedúnculo antenular, el margen superior con 11 a 14 dientes los cuales se distribuyen regularmente sobre el margen, el primer diente se localiza a una distancia del margen posterior de la orbita de 1/3 a 3/7 de la longitud del caparazón, los primeros 4 o 6 dientes se encuentran en el caparazón detrás de la orbita ocupando cerca de 1/3 de la longitud del caparazón. El margen inferior presenta 3 o 4 dientes. El caparazón es liso y en los machos viejos, las partes laterales muestran hoyuelos. El abdomen también es liso, la pleura del quinto segmento finaliza en un rectángulo con el borde redondeado. El sexto segmento es casi 1.5 veces más grandes que el quinto, el telson es 1.5 veces más grande que el sexto segmento abdominal.

El segundo par de pereopodos son fuertes y más pesadas que el resto de las otras patas, la pata derecha y la izquierda son iguales en forma y tamaño, sobrepasa con parte del meropodito al escafocerito. Los dedos son delgados y poco más cortos que la palma y se abren distintivamente en la parte proximal, cada dedo tiene el borde cortante provisto de un gran diente, el del dactilo está situado a la mitad del borde cortante, entre este diente grande y la base del dactilo el borde sostiene de 2 a 4 denticulos pequeños a la vez que puede distinguirse una pubescencia café. La palma es elongada

y débilmente comprimida y casi 4 veces más larga que ancha, el carpo es casi de la mitad de largo que la palma y casi 2.5 más largo que ancho, el mero es casi 4/5 tan grande como el carpo, el isquio es de menos de 1/2 de la longitud del mero. El mero, isquio, carpo y la palma presentan espinulación así como trazas de pubescencia.

**Tamaño:** La longitud total máxima observada para machos es de 300 mm. (Dugan y Frakes, 1972).

La longitud observada para hembras ovigeras es de 130 - 170 mm. (Chávez y Chávez, 1976).

**Color:** El color según Hedgpeth (1949, fide Holthuis, 1952) es café oscuro en la parte dorsal con vistosas manchas de color crema opaco a los lados con una coloración verde oliva en el borde de la pleura y en las patas, los grandes quelípedos son verdosos con los tubérculos café-negro y las articulaciones de un naranja pálido. Los urópodos son verde oscuro con la parte interna verde opaca, el telson es verde oscuro pero no tanto como los urópodos.

#### DISTRIBUCION.

**Area total:** Esta especie la encontramos en la costa oriental del Continente Americano desde Florida, EUA. hasta Brasil (Holthuis, 1984).

En México esta especie se reporta en:

**Tamaulipas:** Río Tampico (Holthuis, 1952); Río Tamesí y Río Guayalejo (Rodríguez, 1965); Presa Vicente Guerrero y canales de riego adyacentes (Monroy, comunicación personal).

**Veracruz:** Laguna de Chila, Río Bobos, La Cuchilla, Paso Nacional, Río Tonalá, Río Pánuco, Paso del Macho, Río Jamapa, Río Tecolutla, Río Cazonés, Río de la Máquina (Rodríguez, 1965) Santa María (Holthuis, 1952) Río Actopan y Barra de Chachalacas (Chávez y Chávez, 1976).

**Puebla:** Tamazunchale, Zacatlán, Amixtlan (holthuis, 1952).

**San Luis Potosí:** Río Axtla (Holthuis, 1952)

**Tabasco:** Río Grijalba (Rodríguez, 1965), Río Gonzáles (Granados 1979).

**Distribución diferencial:** Estos organismos los podemos encontrar en aguas dulces, pero parte de su desarrollo se lleva a cabo en agua salada y salobre (Holthuis, 1980). En los ríos desde su zona alta hasta la baja, en corrientes tanto rápidas como lentas, en pozas con fondo de arena y zonas con fondo pedregoso limoso y profundidades desde pocos cm. hasta 3.5 m. con aguas oxigenadas, claras y turbias (Chávez y Chávez, 1976).

## CICLO DE VIDA.

### Reproducción.

De acuerdo con los datos aportados por Choudhury (1971) la reproducción para esta especie se realiza de manera conveniente a una salinidad de 10 ‰, con rangos de 0-10 ‰, y Dugan *et al.* (1975) señala una temperatura de 27.5 °C y salinidad de 0-16 ‰.

La época reproductiva es consignada por Chávez y Chávez (1976) en el periodo comprendido desde los últimos días de Mayo hasta mediados de Octubre en el Río Actopan, Ver. En condiciones de laboratorio Dugan *et al.* (1975) encuentra que la especie puede reproducirse todo el año y del trabajo publicado por INDIRENA (1979) se infiere que el periodo reproductivo dura toda la estación lluviosa del año.

**Fecundidad:** El número de huevos que llevan las hembras varía de acuerdo con el tamaño de la hembra, encontrándose una relación directa entre la talla y el número de huevos. Chávez y Chávez (1976) reportan hembras de 92 mm. de longitud total que ya se reproducen y tienen una producción promedio de 3 640 huevos y hembras de 125 mm. de longitud total que producen 35 580 huevos. Dobkin, *et al.* (1975) calcula un promedio de 140 000 huevecillos de 8 hembras de 75 g. Cabrera *et al.* (1979) la mencionan como una especie de fecundidad alta calculándole 1 050 000 huevos puestos al año.

**Desove:** La frecuencia de desove como ya hemos mencionado anteriormente depende de muchos factores, Dugan *et al.* (1975) al manipular la temperatura inducen la reproducción de esta especie y logran una frecuencia de desove de 60 días en la misma hembra.

Los huevecillos de *M. carcinus* son de forma ovalada, con un diámetro entre 0.40 y 0.75 mm. siendo de color rosado en las primeras etapas y de color café oscuro con manchas blancas poco antes de la eclosión (Chávez y Chávez, 1976).

### Estadios larvales.

Para esta especie no se consignan en la literatura el número de mudas que ocurren pero se menciona que existen 12 estadios larvales (Choudhury, 1971) y de acuerdo con INDIRENA (1979) 11 estadios. Cabrera *et al.* (1979) menciona que esta especie tiene un periodo larval largo pero con juveniles más grandes. Hanson y Goodwin (1977) reportan que de acuerdo con Choudhury (1971) deben de pasar de 56 a 65 días para que se lleve a cabo la metamorfosis en tanto que Harrell (comunicación personal con Hanson y Goodwin, 1977) menciona de 30 a 35 días y para Lewis y Ward (1966) el tiempo es de 90 días.

Con respecto a la calidad del agua durante la fase

larval, la siguiente tabla resume los valores encontrados por diversos autores (tomada de Hanson y Goodwin, 1977).

	Salinidad	Temperatura
Choudhury (1971)	14-17 %.	-----
Dugan, et al (1975)	12 %.	27.5 oC.
Harrell (1976)	16 %.	28.0 oC.
Lewis y Ward (1965)	21 %.	-----
Dobkin (1973)	-----	30.0 oC.

En cuanto a la alimentación durante el desarrollo larval Choudhury (1971) indica que consistió de nauplios de *Artemia salina* y comida preparada a base de crustáceos y pescado. Dugan y Frakes (1972) hacen referencia a nauplios de *A. salina*, corazón de res, pescado y pollo.

#### Características larvales.

- I Estadio larval: de 1-3 días con longitudes de 2.0 a 2.1 mm. Presenta ojos sésiles, telson con 7 pares de espinas, los pereopodos 1 y 2 como botones birrámeos, exopodito de la maxila con 5 pares de espinas plumosas, presencia de 3 pares de apéndices torácicos.
- II estadio larval: de 2-5 días con longitudes de 2.1 a 2.25 mm. Presenta ojos pedunculados, telson con 8 pares de espinas, pereopodos 1 y 2 birrámeos y el 3 en forma de botón birrámeo, exopodito de la maxila con 7 espinas plumosas, espina supraorbital prominente, presencia de 5 pares de apéndices torácicos.
- III estadio larval: de 5-8 días con longitudes de 2.25 a 2.35 mm. Presenta articulación entre el telson el sexto segmento abdominal, espina lateral y central del telson no plumosas, una espina epigástrica atrás del rostro, presencia de urópodos, pereopodo 5 como pequeños botones unirrámeos, el rostro con 2 dientes dorsales, aparición de las espinas branquiostergales.
- IV estadio larval: de 7-11 días con longitudes de 2.4 a 2.5 mm. Presencia de 2 espinas epigástricas atrás del rostro, exopodito y endopodito de los urópodos plumosos, el tercer pereopodo birrámeo, el 5 pereopodo más largo y unirrámeo, pereopodo 4 en botón birrámeo, telson con 6 pares de espinas, el exopodito de la maxila con 8 espinas plumosas, los dos dientes del rostro bien definidos, el exopodito de los urópodos con 8 setas plumosas y una espina lateral, el endopodito con setas plumosas también.
- V estadio larval: de 9-13 días con longitudes de 2.85 a 2.95 mm. Presenta los pereopodos 5 unirrámeos y bien desarrollados, los pereopodos 4 birrámeos en botón, el exopodito de la maxila con 8 pares de espinas, el telson más alargado y estrechándose posteriormente, con 3 pares de espinas laterales y 5 pares posteriores, aumenta el número de setas plumosas en los urópodos.

- VI estadio larval: de 12-17 días con longitudes entre 3.0 y 3.15 mm. Presenta 5 pares de pereópodos birrámeos excepto el quinto par. El flagelo de la antena con 4 segmentos, telson alargado y angosto, el primer par de espinas posteriores muy desarrolladas, los urópodos más alargados y con mayor número de setas plumosas.
- VII estadio larval: de 15-22 días y con longitudes de 3.3 a 3.4 mm. Presenta la antenula y el flagelo del mismo largo, hay 5 dientes sobre cada espina epigástrica, una seta enfrente de cada espina epigástrica, exopodito de la antena con 20 setas plumosas y una espina, exopodito de la maxila con 14 setas plumosas, pleópodos en botón y muy pequeños, telson más largo y angosto, exópodos de los urópodos con una espina incipiente.
- VIII estadio larval: de 20-40 días con una longitud de 3.7 a 3.9 mm. Presenta el exopodito de la antena con 22 setas plumosas y una espina, flagelo muy largo, exopodito de la maxila con 22-24 setas plumosas, telson más largo y angosto, pleópodos más desarrollados y birrámeos, en el exopodito de los urópodos 5 pequeñas espinas.
- IX estadio larval: de 26-38 días con longitud de 4.0 a 4.2 mm. Presenta el exopodito de la antena con 25 setas plumosas y una espina, el flagelum con 7 segmentos, exopodito de la maxila con 30 setas plumosas, inicio de la formación de las quelas en los pereopodos 1 y 2, la formación de los pleópodos 2, 3 y 4 más avanzada que los del 1 y 5, telson más largo y angosto, aumenta la formación de estructuras en los exopoditos de los urópodos.
- X estadio larval: de 32-45 días con longitudes de 4.6 a 4.8 mm. Presenta el exopodo antenal con 27 a 28 setas plumosas y una espina, flagelo con 9 segmentos, pereópodos 1 y 2 notoriamente quelados, los pleópodos bien desarrollados todos birrámeos excepto el 1, setas en los endo y exopoditos de los pleópodos, telson más largo.
- XI estadio larval: de 40-52 días y longitud de 5.2 a 5.6 mm. Presenta el rostro con 1 o 2 dientes, el exopodito antenal con 30 setas plumosas y una espina, todos los pleópodos birrámeos siendo el primero pequeño, todos sus exopodos setados excepto el primero, los endópodos no setados, aumenta la estructura setosa de los urópodos.
- XII estadio larval: de 47-65 días con longitudes de 6.5 a 8.0 mm. Presenta el rostro con 4-10 dientes sobre la parte dorsal y de 0-3 dientes sobre el borde ventral, en la parte frontal de la espina epigástrica anterior con 6-7 setas plumosas, el exópodo de la antena con 35-42 setas plumosas y una espina. El exópodo de la maxila con 50-65 setas plumosas, los exopoditos son setosos en todos los pleópodos y todos los endopoditos setosos excepto el primero, telson más largo que en el estadio anterior.

## ECOLOGIA

### Factores medio ambientales.

Ya hemos mencionado que el medio en que habitan los langostinos debe de cubrir con determinados requerimientos fisicoquímicos dependiendo de la fase del ciclo de vida del organismo. Así para los organismos adultos se han encontrado los siguientes parámetros:

**Salinidad:** Son organismos dulceacuícolas y que solo necesitan salinidad durante una etapa de su ciclo de vida. Dugan *et al.* (1975) ha encontrado que los organismos adultos soportan salinidades entre 0-16 ‰.

**Temperatura:** Dugan *et al.* (1975) reporta una temperatura de 27.5 °C y Pérez y Segura (1981) de 28 °C.

**Oxígeno:** Chávez y Chávez (1976) mencionan que la especie requiere de aguas oxigenadas pero sin indicar un valor determinado, en tanto que Pérez y Segura (1981) indican una concentración de oxígeno disuelto de 5.3 ppm.

**pH:** Choudhury (1971) menciona valores entre 7-8.5 e INDIRENA 7.5- 8.5.

**Sustrato:** El fondo propicio para esta especie de acuerdo con Holthuis (1980) es arenoso-rocoso, de acuerdo con Chávez y Chávez (1976) es pedregoso-limoso y según Pérez y Segura (1981) arenoso-arcilloso.

**Profundidad:** Se les ha encontrado en lugares con pocos cm. (Chávez y Chávez, 1976) hasta profundidades de 7 m. (Pérez y Segura, 1981).

**Corrientes:** Pérez y Segura (1981) mencionan que esta especie puede encontrarse en zonas de corriente lenta pero que prefieren las de corriente rápida (lótica).

### Parámetros poblacionales.

Pérez y Segura (1981) han observado hembras ovigeras de 86 mm. de longitud total que ya participan en la reproducción de la especie. Estos autores encuentran una relación de tres hembras por cada macho en su trabajo realizado en el estado de Tabasco. El periodo reproductivo de la especie coincide con con la temporada de lluvias durante los meses de Mayo a Agosto, no existen datos sobre el recutamiento de juveniles.



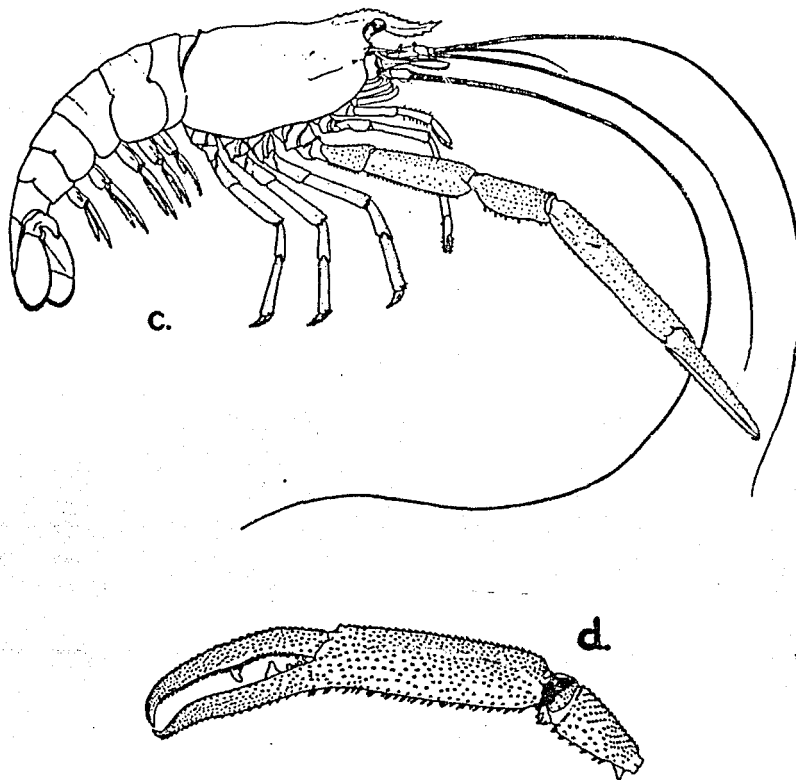
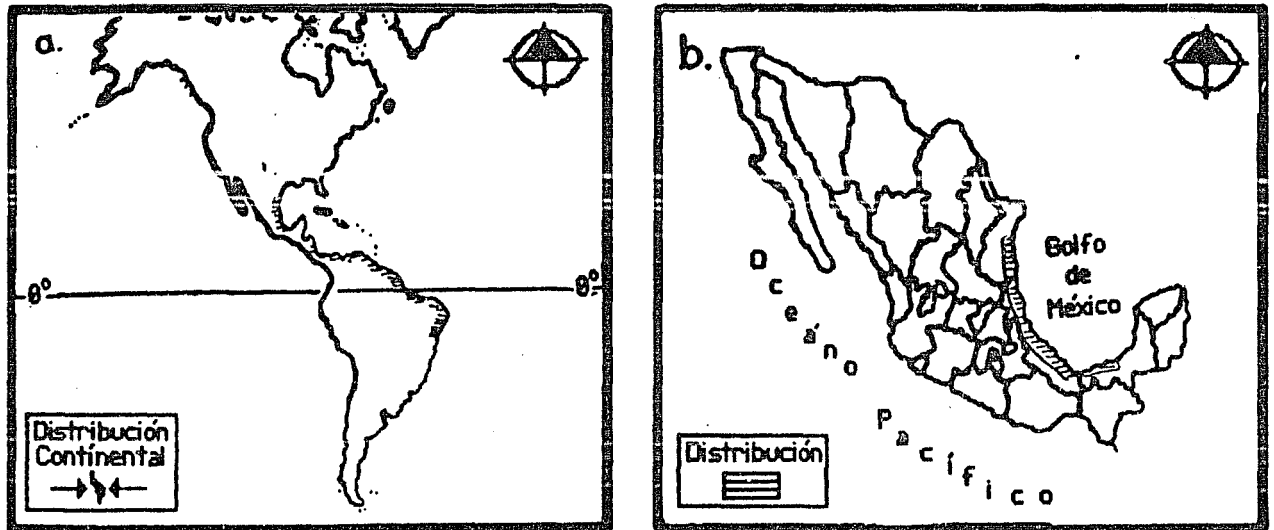


fig. 12.- *Macrobrachium carcinus* a) distribución Continental  
 b) Distribución Nacional c) Vista lateral d) Quela y  
 carpo del segundo pereopodo de un macho adulto

IV.2.4 Macrobrachium americanum (Bate, 1868).

Palaemon americanum Bate, 1868, Proc. Zool. Soc. Lond., 1868:363.

(Fig. 13)

**Nombres comunes:** Camarón cauque (Esp) Cauque river prawn (Ing)  
Bouquet cauque (Frn).

**Nombres locales:** Langostino, langostino del Pacifico, camarón de agua dulce, cauque, acamaya, camarón de río (Arana, 1974; Kensler *et al.*, 1974; Guzmán y Kensler; 1977, Holthuis, 1980; Granados, 1984).

**Sinonimia:** Palaemon americanum Bate, 1868; Palaemon jamaicensis Semper, 1868; Smith, 1871; Kingsley, 1882; Miers, 1891; Bouvier, 1895; Faxon, 1895; M.J. Rathbun 1899; Palaemon americanus Thallwitz, 1892; Palaemon (Brachycarpus) jamaicensis Nobili, 1901; Bithynis jamaicensis Meek, 1908; Macrobrachium jamaicense M.J. Rathbun, 1910; Beebe, 1924, 1926; Schmitt, 1924; Boone, 1930; Sivertsen, 1934; Hult, 1938; Coventry, 1944; Macrobrachium americanum Holthuis, 1950, 1952.

**Diagnosis:** Rostro corto y alto, en pocas ocasiones va más allá del fin del pedúnculo antenular, con el arco sobre el ojo y curvado hacia arriba y con el borde más pronunciado, el margen superior lleva de 11 a 12 dientes los cuales se distribuyen de manera uniforme sobre el margen. El primer diente del margen superior se localiza a una distancia del margen posterior de la orbita de 1/4 a 1/6 de la longitud del caparazón. El margen inferior presenta 2 o 3 dientes. El caparazón es liso pero en los machos grandes las partes laterales presentan hoyuelos. El abdomen es también liso, la pleura del sexto segmento es un poco más grande que la del quinto, el telson es 1.5 veces que el sexto segmento abdominal.

El segundo par de pereopodos es grueso y robusto y de la misma forma y tamaño. El carpo es cerca del doble de largo que de ancho, la palma es cerca del triple de largo que de ancho, los dedos son pubescentes sobre el borde cortante, cuando la quela está cerrada la punta de los dedos nunca alcanza más allá del margen exterior del dedo opuesto, cada dedo tiene el borde cortante provisto con un gran diente, el del dactylo está situado a la mitad del borde cortante, entre el diente grande y la base del dactylo el borde sostiene de 4 a 6 denticulos pequeños. La espinulación de las patas no es muy fuerte.

**Tamaño:** Los machos con la quela bien desarrollada tienen un rango de 98-250 mm. de longitud (Holthuis, 1980). Las hembras ovigeras de menor talla reportada son de 57 mm. (Rodríguez, 1968).

#### DISTRIBUCION.

**Area total:** Esta especie se localiza a lo largo de la costa del Pacifico Americano entre Baja California, México y el norte del Perú así como en las islas Cocos y Galápagos (Holthuis, 1980).

En México esta especie se reporta en:

Baja California: Rio Mulege, Cabo San Lucas; La Paz (Rodríguez, 1968); Rancho Guamuchi, Región del Cabo ( Holthuis, 1952)

Sonora: Guaymas (Holthuis, 1952); Rios Yaqui y Mayo (Rodríguez, 1968).

Sinaloa: Rio Presidio (Holthuis, 1952); Rio Presidio y Rio Fuerte (Rodríguez, 1968 ); Rio Baluarte (Arana, 1974)

Jalisco: Barranca Ibarra y Rio Santiago (M.J. Rathbun, 1899; fide Holthuis, 1952)

Islas Marias: Maria Magdalena y Maria Cleofas (M.J. Rsthbun, 1899; fide Holthuis, 1952).

Colima: Rio Armeria (M.J. Rathbun, 1899; fide Holthuis, 1952).

Michoacán: Caleta de Campos, San Rafael y Rio Balsas (Kensler *et al.*, 1974).

Guerrero: Rio la Unión (Kensler *et al.*, 1974); Bahía Petatlan (Holthuis, 1950); Rio Coyuca y Rio Papagayo (Granados, 1980).

Villalobos (1982) reporta a la especie en los rios de la costa grande y la costa chica de Guerrero así como los rios de Oaxaca y Chiapas.

**Distribución diferencial:** Este langostino es de agua dulce, pero puede habitar en agua salobre en su periodo reproductivo, encontrándose en rios con corrientes rápidas y lentas, en arroyos, pozas y canales de riego, con fondos arenoso-rocoso y protegiéndose en las oquedades de rocas y troncos (Arana, 1974; Kensler *et al.* 1974; Holthuis, 1980; Granados y Guzmán, 1984)

Arana (1974) y Kensler *et al.* (1974) indican que estos organismos presentan movimientos migratorios hacia las partes altas de los rios, concentrándose en pozas de poca profundidad con temperaturas bajas y a distancias entre 100 y 150 Km. del lugar en que nacieron, posteriormente emigra río abajo en busca de agua salobre para el desarrollo de sus larvas.

## CICLO DE VIDA.

### Reproducción.

De acuerdo con Granados y Guzmán (1984) el periodo reproductivo de esta especie coincide con la temporada de lluvias abarcando de Marzo a Agosto, lo cual coincide con lo asentado por Arana (1974) y Smitherman *et al.* (1974) aún cuando se han encontrado hembras ovigeras en el mes de Enero (Granados y Guzmán, 1984)

Fecundidad: Se ha observado en *M. americanum* que al igual que en otras especies el número de huevecillos varia de acuerdo con el tamaño de la hembra (Rodríguez, 1968) lo cual es confirmado por Arana (1974), el cual menciona que la variación en los huevecillos va de 50 000 a 250 000 dependiendo de la talla de la hembra y reporta una hembra de 118 mm. (24.2 g.) con 57 000 huevecillos, Mónaco (1975) indica para una hembra de 125 mm. (110 g.) un total de 80 000 huevos, Guzmán y Kensler (1977) mencionan para *M. americanum* un promedio de 50 000 huevecillos. Smitherman *et al.* (1974) informan que en hembras bajo condiciones de cultivo es posible que produzcan de 50 000 a 150 000 huevos y menciona una hembra de 149 mm. (54.43 g.) con 86 024 huevos y otra de 156 mm. (56.85 g.) con 87 071 huevos. Cabrera *et al.* (1979) consideran que esta especie tiene una fecundidad alta, calculandole 900 000 huevecillos puestos al año.

Desove: El desove de acuerdo con Arana (1974) se efectúa entre 18 y 35 horas despues de la cópula, este mismo autor menciona que hembras ovadas que mudan despues de la eclosión son fecundadas nuevamente.

Los huevecillos son de forma ovalada y con diámetro de 5 mm. aproximadamente, varían de color naranja ambar cuando son de desove reciente hasta color gris al estar proxima la eclosión (Arana, 1974).

### Estadios larvales.

Para esta especie se mencionan 11 estadios morfológicamente distintos (Arana, 1974) pero no se consigna el número de mudas. El ciclo larval de acuerdo con Mónaco (1975) dura 53 días, de 50-72 días según Arana (1974), 43 días de acuerdo a Holtschmit y Pfeiler (1984) y de 45-70 días según Lu *et al.* (1976).

Acerca de los parámetros fisicoquímicos bajo los cuales han sido criadas las larvas y que se mencionan en la literatura se encuentran salinidades de 10 %. (Arana, 1974) y 15 %. (Mónaco, 1975), Holtschmit y Pfeiler (1984) indican que la pobre sobrevivencia de las larvas en esos trabajos se debe

a que los óptimos de salinidad varían de acuerdo al estadio larval, así en los primeros estadios los óptimos de salinidad van de 20-30 ‰ y en los últimos de 15-20 ‰. Sin embargo Kensler *et al.* (1974) indica que es muy probable que esta especie pueda completar su ciclo larval en agua dulce, con menores posibilidades de sobrevivencia pero de hecho posible. La temperatura que se consigna es de 28 °C. (Arana, 1974; Holtzschmit y Pfeiler, 1984) y 29.5 °C. (Mónaco, 1975) y pH de 8.29 en promedio (Mónaco 1975).

La alimentación durante el desarrollo larval consistió de carne de pescado y *Artemia salina* (Mónaco, 1975), Arana (1974) utiliza además de *A. salina* alimento preparado a base de huevo cocido con agregado de levadura de cerveza y vitaminas aparte de carne de pescado, crustáceos y huevos de peces.

#### Características larvales.

- I Estadio larval: Dura aproximadamente 3 días, con tallas de 1.5 mm. Presenta ojos sésiles, telson en forma triangular con 7 pares de espinas plumosas en su margen distal.
- II estadio larval: Del día 3 al 6 después de la eclosión y talla de 1.5 mm. Presenta ojos pedunculados, telson triangular con 8 pares de espinas.
- III estadio larval: Del día 6 al 11 y tallas de 1.91 mm. Presencia de urópodos, exopodito con 6 espinas, endopodito pequeño y sin espina, aparece la articulación entre el último segmento abdominal y el telson.
- IV estadio larval: Del día 9 al 17 y tallas de 2.36 mm. Presenta el telson casi rectangular con 5 pares de espinas en su margen distal, exopodito con 9 espinas, endopodito con 5. Rostro con 2 dientes pequeños en su borde superior.
- V estadio larval: Del día 15 al 26 y talla de 3.15 mm. Presenta el telson rectangular, más angosto y alargado que en el estadio anterior. Hay aumento en el tamaño de los urópodos. Exopodito con 16 espinas, endopodito con 11 espinas. Telson con 2 pares de espinas marginales y 5 pares de espinas distales.
- VI estadio larval: Del día 19 al 32 y talla de 3.5 mm. Presenta el sexto segmento abdominal y el telson más alargados. Mayor cantidad de espinas en los urópodos.
- VII estadio larval: Del día 23 al 35 y tallas de 3.5 a 3.7 mm. Aparecen los esbozos de los apéndices abdominales.
- VIII estadio larval: Del día 29 al 48 y talla de 4 mm. presencia de pleópodos birrameos, lisos y muy alargados. Pigmentos azules y rojos en la porción cefálica y en el segundo segmento abdominal.
- IX estadio larval: Del día 32 al 54 y tallas de 5.5 a 6 mm. Presenta los pleópodos birrameos y de mayor longitud, con cerdas terminales y movimiento escaso. Pigmentación roja en gran parte del cuerpo.
- X estadio larval: Del día 35 al 67 y talla de 6.5 mm. Presenta el primero y segundo par de apéndices torácicos quelados. Los pleópodos bien formados con muchas cerdas en su margen y con

amplio movimiento para la natación.

**XI estadio larval:** Del día 43 al 72 y tallas de 7 a 9 mm. Presenta el rostro con 8 dientes en su borde superior. Cuerpo pigmentado.

**Postlarva:** Después del día 50-72 y talla de 10 mm. Presenta el rostro con 8 a 10 dientes en su borde superior, casi todos del mismo tamaño y con cerdas entre cada uno de ellos. El borde inferior es liso. Tiene hábitos bentónicos y posición normal, apoyados en los pereopodos. Se presentan endopoditos pero muy rudimentarios. Presentan una pigmentación roja aunque en menor proporción que la última larva. Antenas muy desarrolladas. El rostro no sobrepasa la extremidad de las placas antenales.

## ECOLOGIA.

### Factores medio ambientales.

Como en otros langostinos, estos factores influyen en su ciclo de vida, siendo muy importantes para determinar el ciclo reproductor, la periodicidad en la muda etc., entre los que se han observado para esta especie se encuentran los siguientes:

**Salinidad:** Estos organismos son dulceacuicolas y de acuerdo a Kensler *et al.* (1974) tal vez no necesiten agua salobre para completar su ciclo de vida.

**Temperatura:** En referencia a este parámetro Granados y Guzmán (1984) indican temperaturas ambientales de 24.6-28.4 oC. Arana (1974) y Kensler *et al.* (1974) informan que en sus migraciones río arriba (hasta 150 Km. de las zonas de reproducción) ocupan zonas frías.

**ph:** Mónaco (1975) consigna un valor de pH de 8.29 en promedio.

**Sustrato:** Según Arana (1974) se les encuentra en zonas pedregosas, entre oquedades de rocas y ramas y de acuerdo con Holthuis (1980) el fondo puede ser de arena o rocas.

**Profundidad:** Kensler *et al.* (1974) y Arana (1974) informan que estos langostinos pueden encontrarse en charcas de poca profundidad.

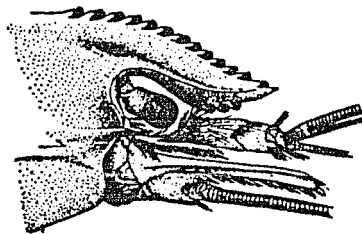
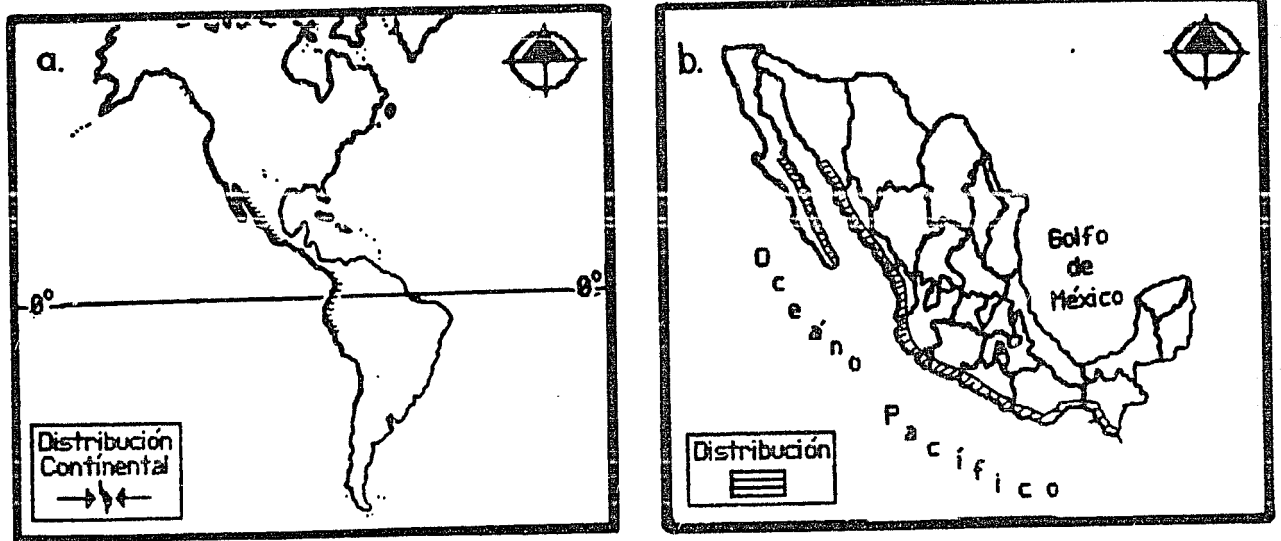
**Corriente:** De el inciso anterior se deduce que esta especie, al menos durante el periodo seco del año habitan en zonas lénticas, con poca o ninguna corriente. En tanto que Villalobos (1982) indica que esta especie se encuentra en rios donde las corrientes son rápidas.

### Parámetros poblacionales.

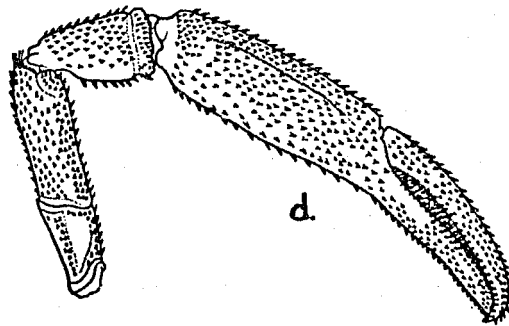
Estos langostinos presentan un dimorfismo sexual muy marcado lo cual permite diferenciar perfectamente cada sexo aún en los estadios preadultos (Granados y Guzmán, 1984), de acuerdo a los mismos autores, la proporción sexual en la zona

que estudian es variable de 1.2:1 a 1.8:1 en favor de las hembras en algunas estaciones y en otra de 2.5:1 en favor de los machos y en promedio para toda la zona de estudio es 1:1, en tanto que Rodríguez (1968) indica haber encontrado una proporción de 2.3:1 en favor de los machos.

El periodo reproductivo por lo general coincide con la temporada de lluvias, siendo en esta época en la cual se dan las máximas capturas en las zonas de pesca. Se presenta un solo periodo reproductivo a lo largo del año al menos en Michoacán y Guerrero, encontrándose que el reclutamiento de juveniles es de Mayo a Junio (Granados y Guzmán, 1984). Se ha observado que hembras de *M. americanum* de 57 mm. de longitud total ya participan en la reproducción (Rodríguez, 1968).



c.



d.

fig. 13.- Macrobrachium americanum a) Distribución Continental b) Distribución Nacional c) Parte anterior del cuerpo en vista lateral d) Segundo pereópodo de un macho adulto



#### IV.2.5 Macrobrachium rosenbergii (De Man, 1879).

Palaemon rosenbergii De Man, 1879, Notes Leyden Mus., 1:167.

(Fig.14)

**Nombres comunes:** Camarón gigante (Esp.), Giant river prawn (Ing.), Bouquet gé ant (Frn.).

**Nombres locales:** Golda chingri, mocha chingri (India), Giant freshwater prawn (EUA), Baharo chingri, mota chingri (Bangladesh), Udang satang, udang duri (Java, Indonesia), Udang galash (Malaya, Borneo), Koong yai (Tailandia), langostino asiático, langostino malayo (México). (Holthuis, 1980).

**Sinonimia:** Palaemon rosenbergii De Man, 1879; Palaemon carcinus Ortmann, 1891; Palaemon whitei Sharp, 1893; Palaemon (Eupalaemon) rosenbergii Nobili, 1899; Palaemon spinipes Schenkel, 1902; Palaemon daequeti Suvier, 1925; Cryphios (Macrobrachium) rosenbergii Johnson, 1966; Macrobrachium rosenbergii Holthuis, 1950.

**Diagnosis:** Rostro largo que excede la escama antenal con cerca de 1/5 de su longitud, doblado casi a la mitad y vuelto hacia arriba distalmente, la fórmula dental es de 12 a 15 (más común de 12 a 13) dorsalmente y de 10 a 14 ventralmente, entre el 7o y 8o diente existe un espacio mayor que entre los otros dientes, los 3 primeros dientes superiores se encuentran sobre el caparazón. En las hembras el rostro es poco menos deprimido y más vuelto hacia arriba en la porción distal.

Los grandes quelipodos son subcilíndricos, siendo ambas patas iguales o subiguales y tan grandes o más que el cuerpo. Una línea longitudinal pálida corre sobre y bajo la superficie de la palma, el carpo y una parte del mero. Las articulaciones están rodeadas con grandes espinas las cuales están menos desarrolladas en la región del isquío y el dedo móvil. El carpo en su fin distal es de aproximadamente la misma anchura que la palma. El extremo del dedo está fuertemente curvado, especialmente el dedo móvil, el cual es más fuerte que el dedo inmóvil y densamente pubescente, hecho que lo hace aparecer más fuerte de lo que es realmente. Los dientes en el dedo inmóvil son cónicos, el diente proximal del dedo móvil en ocasiones puede estar seguido por un tubérculo pequeño. Al cerrarse los dedos el diente del dedo inmóvil queda más cerca de el diente proximal que del distal en el dedo móvil. En las hembras estos quelipodos son de más de la mitad de la longitud del cuerpo y con espinas débilmente desarrolladas.

El extremo del telson es agudamente puntiagudo, la espinula subterminal interna en cada lado se proyecta más allá que las externas.

**Tamaño:** Los machos de mayor tamaño reportados son de 320 mm y las hembras más grandes reportadas son de 250 mm.

**Coloración:** En especímenes frescos, especialmente en machos, los grandes quelípedos son de color azul intenso (pavo real), pasando a ser verde en la palma y dedos. La coloración está ausente en las articulaciones coxal y basal. Las patas ambulatorias son de color azul pálido, las espinas en las patas son de un color azul fuerte y en la base anaranjadas, en general el cuerpo es de color carne, los segmentos abdominales tienen bandas transversas de color azul fuerte, siendo más amplias en el cuarto, quinto y sexto segmentos (George, 1969).

#### DISTRIBUCION.

**Area total:** Esta especie está ampliamente distribuida de forma natural en áreas tropicales y subtropicales del Indopacífico, en ríos y estuarios desde el Delta del Nilo hasta la región Indochina en Asia (George, 1969; Ling, 1969).

En México al igual que en muchas otras partes del mundo (Hawái, EUA, Reino Unido, etc.) la especie ha sido introducida con fines de cultivo. En nuestro país fue introducida en 1973 en el estado de Sinaloa (Arredondo, 1983) y en la actualidad se le puede encontrar en granjas de cultivo en los litorales del Golfo y el Pacífico en:

Sinaloa: Cacalotlán y el Rosario.

Guerrero: Coyuca de Benítez.

Tamaulipas: Soto la Marina.

Veracruz: Los Tuxtlas.

**Distribución diferencial:** Estos organismos se encuentran en aguas dulces, salobres y ocasionalmente marinas, en ríos, lagos, estuarios, reservorios de agua, canales de irrigación los cuales tienen acceso directo o indirecto a los ríos, en corrientes tanto loticas como lenticas, aguas cristalinas y turbias, templadas y con altas concentraciones de oxígeno.

#### CICLO DE VIDA.

##### Reproducción.

Ling (1969) indica que *M. rosenbergii* se reproduce convenientemente entre 0 ‰ y una mezcla de agua dulce con 5 ‰ de agua marina. Goodwin y Hanson (1975) indican salinidades de 6 a 12 ‰, Cabrera et al. (1979) indica que la especie puede reproducirse entre 0 y 16 ‰.

De acuerdo con Ling (1969) y New y Singholka (1984) la

especie se puede reproducir durante todo el año.

**Fecundidad:** El número de huevos puestos por esta especie ha sido registrado por varios autores como Ling (1969) que señala 60 000 para una hembra madura de 180 mm. y 80 gr. de peso. Dugan *et al.* (1975) indica que la especie produce generalmente 15 000 huevos en tanto que Fujimura y Sandifer (fide Goodwin y Hanson, 1975) opinan que en hembras grandes el número de huevos puede variar entre 25 000 y 30 000, pero existen casos en que hembras de esta especie han puesto 100 000 o más huevos (Ling, 1969 y Dugan *et al.* 1975), siendo señalada por Cabrera *et al.* (1979) como una especie de fecundidad intermedia con un promedio de 25 000 huevos por puesta y una producción anual de 52 000 a 112 000 huevecillos.

La frecuencia de desove es indicada por Ling (1969) y menciona que son capaces de desovar 2 veces en 5 meses, posiblemente cada 75 días y que en la naturaleza posiblemente desoven 3 o 4 veces al año lo que daría una frecuencia de desove de 91 a 122 días. New y Singholka (1984) indican que en ocasiones las hembras pueden copular con diferencias de 23 días bajo condiciones de criadero.

Los huevecillos son ligeramente elípticos con el eje mayor midiendo de 0.6 a 0.7 mm, son de color naranja brillante hasta 2 o 3 días antes de la eclosión cuando toman un color gris oscuro.

#### **Estadios larvales:**

Ling (1969) ha observado que el periodo de eclosión dura aproximadamente de 4 a 6 horas, en tanto que Goodwin y Hanson (1975) indican de 1 a 24 horas y New y Singholka (1984) consignan 1 o 2 días.

Ling (1969) indica 8 estadios larvales en tanto que Uno y Soo (1969) indican 11 estadios larvales distintos.

Entre los físicoquímicos de la calidad del agua se han registrado los siguientes:

Salinidades entre 12 y 17 ‰, siendo el valor más constante registrado de 12 ‰, Temperaturas de 26 a 31 °C, Valores de pH de 7 a 8.5, Niveles de Oxígeno cercanos al punto de saturación (Ling, 1969; Madox y Manzi fide Hanson y Goodwin, 1977; Ling y Costello, 1976; New y Singholka, 1984).

La duración del ciclo larval varía también de acuerdo con los autores anteriores de 16 a 45 días siendo los valores más constantes de 28 días.

#### **Características larvales.**

- I Estadio larvario: De 1 a 2 días después de la eclosión, las larvas miden de 2.0 a 2.2 mm, presentan ojos grandes y sésiles, las patas torácicas I y II como yemas birrameas, telson triangular.
- II Estadio larvario: Del día 3 al 5 con longitudes de 2.3 a 2.4 mm, los ojos muy grandes y pedunculados, las patas torácicas I y II con 5 grandes segmentos cada una, brotes de las patas III y IV.
- III Estadio larvario: Del día 5 al 8 con longitudes de 2.7 a 2.8 mm, presencia de una espina epigástrica en la base del

- rostro, hay articulación entre el sexto segmento abdominal y el telson, presencia de urópodos.
- IV Estadio larvario: Del día 8 al 12 con longitudes de 3.9 a 4 mm, el caparazón sostiene 2 espinas epigástricas en la base del rostro, la V pata toraxica grande y segmentada, telson muy estrecho, el exopodito y el endopodito del urópodo, articulados con el protopodito.
- V Estadio larvario: Del día 11 al 17 con longitudes de 3.2 a 3.3 mm, las espinas epigástricas con 4 o 5 dientes cada una, los 5 pares de patas toraxicas segmentadas, el quinto par permanece unirrameo, telson triangular del doble de largo que de ancho.
- VI Estadio larvario: Del día 15 al 24 con longitudes de 3.4 a 3.5 mm, presencia de yemas de los pleópodos en los segmentos abdominales 1 al 5 con diferencia en el desarrollo que varía de especimen a especimen, telson muy elongado.
- VII Estadio larvario: Del día 22 al 32 con longitudes de 4.0 a 4.5 mm, los pares de patas toraxicas I y II son quelados, los 5 pares de pleópodos birrameos, telson estrecho y largo.
- VIII Estadio larval: Del día 30 al 45 con longitudes de 5.0 a 5.8 mm, el rostro con 4 a 9 dientes en el borde superior, 4 sedas entre el diente posterior del rostro y la espina epigástrica, el segundo par de patas toraxicas muy alargadas, telson mucho muy elongado con la porción posterior estrecha y 5 pares de espinas, los 2 pares interiores plumosas.

## ECOLOGIA.

### Factores medio ambientales.

Los parámetros fisicoquímicos bajo los que se han encontrado organismos pertenecientes a esta especie son las siguientes:

- Salinidad: Los organismos de esta especie se encuentran en cuerpos de agua dulce, salobre y en ocasiones marina (Holthuis, 1980) lo cual indica que pueden soportar altas salinidades en el estado adulto, además de que les es indispensable en la etapa larval.
- Temperatura: La temperatura de acuerdo con Ling y Costello (1976) en la cual esta especie se desarrolla convenientemente es de un rango de 26 a 30 C. en tanto que New y Singholka (1984) mencionan un rango de 18 a 34 C y un óptimo de 29 a 31 C.
- Oxígeno: New y Singholka (1984) informan que esta especie para un óptimo desarrollo requiere un porcentaje de oxígeno mayor al 75 % de saturación.
- pH: Los valores de pH en que se ha encontrado esta especie tiene un rango de 7.0 a 8.5 (Ling y Costello, 1976; New y Singholka, 1984).
- Sustrato: El fondo propicio para esta especie son los sedimentos finos principalmente limo-arcillosos (Holthuis, 1980; New y Singholka, 1984).
- Corriente: Aun cuando no se consigna este dato en la literatura, de acuerdo con los diferentes habitats en los que se puede encontrar a esta especie, debe ser habitante de

zonas lóaticas y lénticas.

**Parámetros Poblacionales.**

En condiciones naturales se ha observado que la proporción entre machos y hembras varía siendo en ocasiones más abundantes los machos (Noviembre a Febrero) y en otras las hembras (Febrero a Mayo) (George, 1969). Rao (1965) indica que al talla promedio de madurez para hembras y para machos respectivamente es de 155 y 175 mm, echo que se indica con un 50 % de confiabilidad. La mortalidad de acuerdo con Rao (1965) es mayor en machos que en hembras.

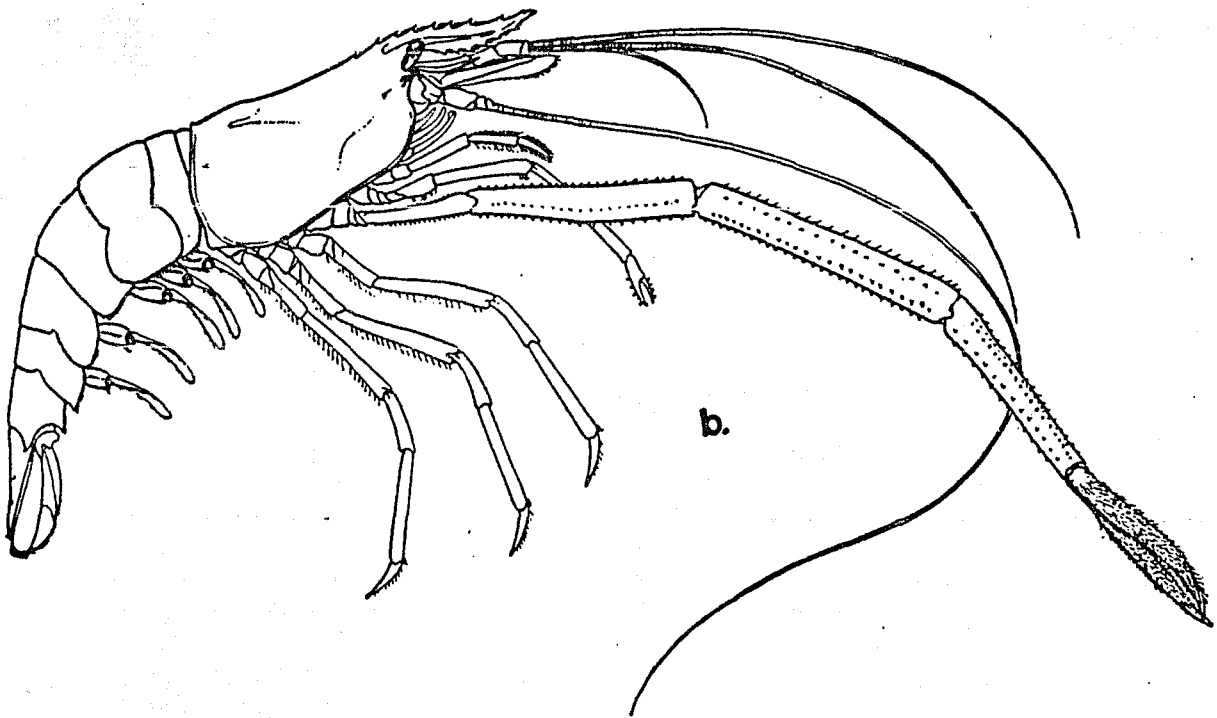


fig. 14.- *Macrobrachium rosenbergii* a) Distribución Nacional  
b) vista lateral del cuerpo.

IV.2.6 Macrobrachium olfersii (Wiegmann, 1836).

Palaemon olfersii Wiegmann, 1836, Arch. Naturgesch. Berlin, 2(1) :150.

(Fig. 15)

**Nombres comunes:** Camarón buchura (Esp), Buchura river prawn (Ing), Bouquet buchura (Frn).

**Nombres locales:** Langostino, camarón serrano (México), Buchura (Venezuela), Aratanha, camarao aratanha (Brasil) (Holthuis, 1980; Cabrera, 1978).

**Sinonimia:** Astacus serratus Meuschen, 1871; Palaemon olfersii Wiegmann, 1836; Palaemon spinimanus p.p. H.Milne Edwards, 1837; Palaemon consobrinus De Saussure, 1857; Palaemon jamaicensis Huxley, 1879; Palaemon potiporanga Müller, 1880; Palaemon desaussuri Ortmann, 1891; Palaemon faustinus Sharp, 1893; Bithynis olfersii M.J.Rathbun, 1902; Macrobrachium olfersii Pearse, 1911; Bone, 1930; Hedgpeth, 1949; Holthuis, 1952, 1980; Villalobos, 1969.

**Diagnosis:** Rostro corto casi recto, alcanza el fin del pedúnculo antenular. El margen superior con 12-15 dientes, 4 o 5 de los cuales están colocados detrás de la órbita. La distancia entre el primer diente y el diente posterior de la orbita, menor de un tercio de la longitud total del caparazón, los dientes se dividen regularmente sobre el rostro. El margen inferior con 3 a veces 4 dientes. Le caparazón es liso, la espina hepática es más pequeña que la antenal.

El abdomen es liso, la pleura del quinto segmento termina en ángulo recto o ligeramente agudo. El sexto segmento es poco más largo que el quinto, el telson es 1.5 veces más largo que el sexto segmento abdominal.

El segundo par de pereiópodos son muy desiguales en forma y tamaño, el quelipedo mayor alcanza con todo el carpus y con parte del merus más allá del escafocerito. Los dedos especialmente el dactylus, curvados, dejando un espacio entre los bordes cortantes. Los bordes cortantes con un diente cada uno, mayor en el borde proximal, el resto hasta el extremo, con pequeños dientes espaciados. Entre la base y el diente mayor del dedo inmóvil hay 3 dientes pequeños y muy juntos.

**Tamaño:** La longitud total máxima reportada para machos es de 90 mm. Las hembras ovigeras se han encontrado entre un rango de 30-65 mm. (Holthuis, 1952; Rodríguez, 1965).

**Color:** En los machos el color general es café, algunos especímenes están cubiertos con un color verde oliva, otros están manchados de color café fangoso. En el caparazón aparecen pequeñas líneas color arcilla o ante crema, también aparece una raya sobre todo en las partes laterales, rayas semejantes son observables también en la primera y tercera somitas abdominales. El quelipedo grande es color verde obscuro (Holthuis, 1952).

#### DISTRIBUCION.

**Area total:** la especie se extiende por todos los sistemas hidrográficos de la Vertiente del Atlántico, desde el norte de Tamaulipas hasta el sur del Brasil. Su localización en Florida se supone que es artificial (Villalobos, 1969; Dugger et al. 1975).

En México esta especie se reporta en :

**Veracruz:** Río Bobos, El Tejar (Rodríguez, 1965); Laguna de Alvarado (Cabrera, 1978); Río Bobos, Martínez de la Torre, El Escollín, Papantla (Villalobos, 1969); Río Hueyapan y Río Cuatotolapan (Pearse, 1911 fide Holthuis, 1952); Tamanzuchale (Holthuis, 1952).

**Puebla:** Río San Marcos, La Ceiba (Villalobos, 1969).

**Tabasco:** Río el Zapote (Pérez y Segura, 1981), Gruta de Don Luis Hacienda del Rosarito, Teapa (Villalobos, 1969).

**Oaxaca:** De acuerdo con Villalobos (1969) se les encuentra en el arroyo Las Lajas, Tehuantepec, muy cerca del litoral del Pacífico y el autor piensa que la especie puede haber poblado ríos de la vertiente del Pacífico pasando a través del Golfo de Tehuantepec.

**Distribución diferencial:** Esta especie es de hábitos lóuticos, con altas exigencias de oxígeno, encontrándose tanto en aguas dulces como salobres, en las cabeceras de las cuencas hidrográficas y en ocasiones hasta 150 Km. de las desembocaduras de los ríos, con fondos compuestos por arena y rocas (Villalobos, 1969; Holthuis, 1980).

#### CICLO DE VIDA.

No existen datos acerca de los fenómenos reproductivos en esta especie sin embargo por los datos que menciona Cabrera (1978) para su trabajo con *M. acanthurus* en los que dice que las larvas de esta especie y las de *M. olfersii* se encuentran en la misma temporada, es factible que la temporada reproductiva de la especie también coincida con la temporada de lluvias.

**Estadios larvales**



Dugger y Dobkin (1975) indican en su estudio acerca de los estadios larvales de *M. olfersii* que se presentaron 12 mudas sin alcanzar la metamorfosis. Las primeras 9 mudas producen estadios morfológicos distintos sin embargo en este estudio muy pocos individuos sobrevivieron a este estadio por lo que solo describen 8 estadios larvales. Las larvas fueron criadas a 2 diferentes salinidades, cuando se criaron a 35 % todas las larvas habian muerto al día 15, siendo la mortalidad más fuerte al principio del cultivo ya que habia una mortandad de 50% al segundo día. Cuando se criaron a 21 % de salinidad se observo una mortalidad gradual sobre un periodo de 27 días. Durante los primeros 5 estadios la variación morfológica individual no es muy notoria pero se incrementa a partir de este estadio. La alimentación consistio de nauplios de *A. salina*.

#### Características larvales:

- I Estadio larval: Mide de 1.72 a 1.77 mm. Presenta ojos sésiles, rostro sin dientes. El primer pereopodo es rudimentario y birrameo. El segundo pereopodo es rudimentario, birrameo y poco más pequeño que el primer pereopodo. El telson se continua con la sexta somita abdominal, es de forma triangular y terminalmente concava, sostiene 7 pares de espinas plumosas, 6 pares son terminales y un par es lateral.
- II estadio larval: Mide de 2.08 a 2.12 mm. Presenta ojos pedunculados, rostro curvado hacia arriba sin dientes. El endopodito del primer pereopodo con 4 segmentos y el exopodito con 2, el segundo pereopodo es casi idéntico con el primero, pero más pequeño. El tercer pereopodo es rudimentario y birrameo. El telson sostiene 7 pares de espinas terminalmente y un par lateral con la adición de un par pequeño en la porción media.
- III estadio larval: Mide de 2.45 a 2.53 mm. El rostro presenta un diente cerca de su base. El caparazón presenta las espinas branquiostergal, pterigostomial y supraorbital. Los tres primeros pereopodos permanecen iguales que en el estadio anterior pero con la adición de setas. Aparece el quinto pereopodo, rudimentario y unirrameo, Urópodos birrameos. El telson presenta la articulación con el sexto segmento abdominal.
- IV estadio larval: Mide de 2.50 a 2.63 mm. El exo y endopoditos de los urópodos se articulan con el protopodito. El exopodito con 10 setas plumosas en sus margenes medio y terminal, presenta una espina corta en su esquina posterolateral, el endopodito con 6 setas plumosas en sus margenes medio y posterior. el telson presenta 5 pares de espinas posteriores y un par lateral.
- V estadio larval: Mide de 2.82 a 3.11 mm. El endopodito del tercer pereopodo con 4 segmentos, El cuarto pereopodo es rudimentario y birrameo. El quinto pereopodo continua unirrameo. El exopodito de los urópodos con 11 setas plumosas, espinas posterolaterales y cerdas en el margen

medio. El endopodito con 10 pares de setas plumosas. El telson es ligeramente concavo en su margen posterior, con 6 pares de espinas posteriormente y 2 pares en posición lateral.

VI estadio larval: Mide de 3.09 a 3.15 mm. El cuarto pereopodo es rudimentario al igual que en el estadio anterior pero de casi el doble de tamaño. El exopodito de los urópodos con 12 setas plumosas, el endopodito con 10 pares de setas plumosas.

VII estadio larval: Miden de 3.37 a 3.45 mm. El cuarto pereopodo tiene el endopodito con 4 segmentos y el exopodito con 2 segmentos. El exopodito de los urópodos con 13 setas plumosas en sus márgenes medio y posterior, una espina posterolateral y una seta plumosa lateral cerca de la articulación con el protopodito. El endopodito con 10 setas plumosas en sus márgenes medio y posterior y 2 más en su margen lateral cerca de la base. El telson es un poco convexo en su margen posterior y con 6 pares de espinas sobre este margen y 2 pares más en posición lateral.

VIII estadio larval: Mide de 3.75 a 3.93 mm. El exopodito de los urópodos con 14 setas plumosas en su margen medio y posterior, el endopodito con 12 setas plumosas a lo largo de su borde medio y posterior y seis más en posición lateral. El telson es ahora más ancho proximalmente que distalmente, la porción terminal del telson con 3 pares de espinas.

Debido a las pocas larvas que sobrevivieron al último estadio los autores no continuaron con la descripción de los estadios larvales sin embargo indican que en lo que sería el IX estadio larval los pleópodos aparecen como pequeñas yemas y estiman que en 2 o 3 mudas más se podría haber alcanzado la metamorfosis a postlarva.

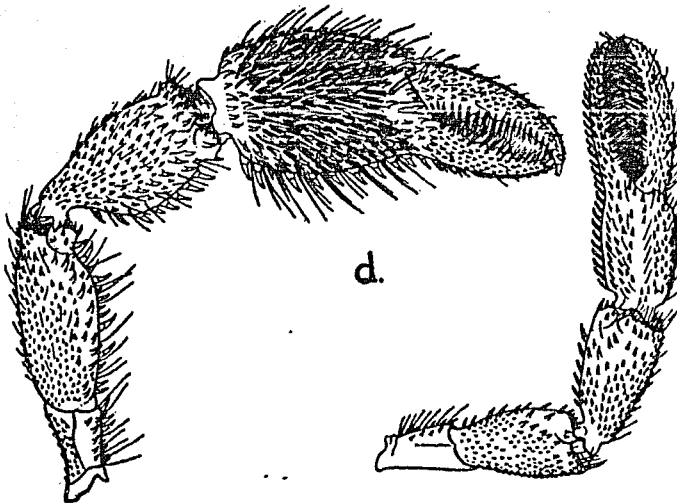
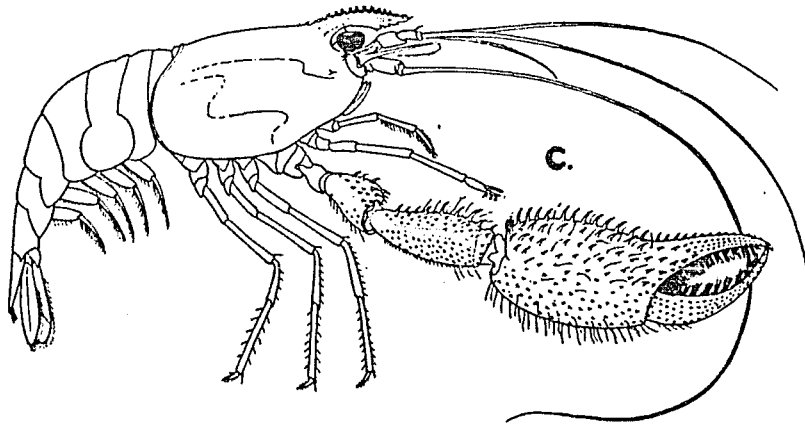
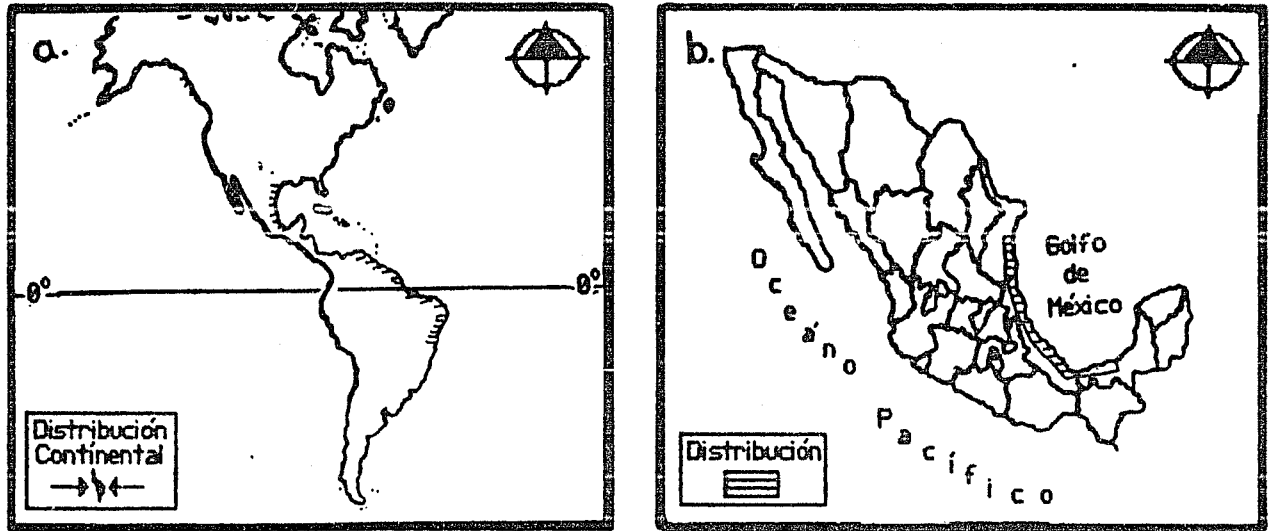


fig. 15.- *Macrobrachium olfersii* a) Distribución Continental  
 b) Distribución Nacional c) Vista lateral d) pereópodo  
 grande del segundo par de un macho adulto e) pereópodo  
 pequeño

#### IV.2.7 Macrobrachium digueti (Bouvier, 1895)

Palaemon digueti Bouvier, 1895. Bull. Ilus. Hist. Nat. Paris, Vol. 1, pag. 159, fig 2.

(Fig. 16)

**Nombres comunes:** langostinos.

**Sinonimia:** Palaemon digueti Bouvier, 1895; Bithynis olfersii M. J. Rathbun, 1902; Palaemon digueti Nouvel, 1932; Macrobrachium digueti Holthuis, 1952; Macrobrachium digueti Villalobos, 1969.

**Diagnosis:** El rostro es algo bajo y alcanza el fin del pedúnculo antenular, el margen superior presenta de 13 a 18 dientes, 4 o 7 de los cuales se sitúan detrás de la orbita, se distribuyen de manera regular sobre el rostro. El margen inferior presenta de 2 a 4 dientes, generalmente 3.

El caparazón en los machos adultos es liso, el abdomen también es liso, la pleura del quinto segmento abdominal tiene el borde agudo, el sexto segmento es 1.5 veces más grande que el quinto y tiene 2/3 la longitud del telson. El margen posterior del telson finaliza en un punto medianamente agudo y presenta dos pares de espinas.

El segundo par de patas son distintas en forma y tamaño en los machos adultos. La pata grande alcanza con parte del mero más allá del escafocerito. Los dedos son tan grandes como la palma, son curvados y abiertos. El borde curvado de ambos dedos sostiene en el extremo de la parte proximal un diente grande y uno o dos pequeños. La parte distal del borde cortante presenta de 9 a 12 dientes colocados aparte en forma distintiva, hay también manchones de pelos a lo largo del borde cortante, el resto de los dedos está cubierto densamente por espinulas. La palma está fuertemente comprimida y es 1.7 veces tan larga como ancha y tiene una área distintiva densamente pubescente en cada una de las superficies laterales, solo en la parte superior, anterior y posterior de la palma hay estrechas regiones desnudas en donde es visible la espinulación y a lo largo del margen inferior de la palma estas espinulas son más grandes que las de los dedos. El carpo es más corto que la palma y se estrecha cerca de su base, la parte anterior es algo abultada, no hay pubescencia en el carpo solo algunos pelos largos y dispersos, la espinulación es más densa y pequeña en la región dorsal y en la región ventral son más grandes y están más espaciadas. El carpus es algo más del doble de largo que de ancho. El mero es poco más largo que el carpo y más abultado en su parte media. El isquio es de menos de la

mitad de largo del mero.

La pata pequeña del segundo par de pereópodos en los machos, alcanza con la mitad del carpo más allá del escafocerito. Los dedos son casi  $4/5$  tan grandes como la palma, son curvados y abiertos, el borde cortante con 2 o 3 dientes pequeños en el borde proximal. Hay un gran número de penachos de cerdas dirigidas interiormente en el borde cortante de los dedos. La palma es casi el doble de largo que de ancho. No hay pubescencia en la quela, solo algunos pelos largos. El carpo es 1.2 veces más grande que la palma y un poco más delgado que el mero, la espinulación del carpo y del mero es similar a las de estas partes en la pata grande pero es menos fuerte.

De acuerdo con Villalobos (1969) la descripción base para esta diagnosis, tomada del trabajo de Holthuis (1952) no se ajusta a la descripción original de Bouvier (1895), encontrando en ejemplares que Villalobos identifica como *M. digueti* varias diferencias, ajustándose más a la descripción de Bouvier que a la de Holthuis, por lo que debe efectuarse una cuidadosa revisión de la especie.

**Tamaño:** Los especímenes machos de mayor tamaño reportados por Holthuis (1952) es de 72 mm y menciona que el espécimen descrito por Bouvier tenía una longitud del caparazón de 39 mm con lo que correspondería a una longitud total de casi 90 mm. Se han encontrado hembras ovígeras que miden de 33 a 58 mm.

Los huevos son numerosos y pequeños con diámetros de 0.4 a 0.6 mm.

#### DISTRIBUCION.

Esta especie se conoce en los ríos que drenen la vertiente del Pacífico desde la Península de Baja California hasta Ecuador.

En México la especie se ha reportado en:

Baja California: Río Mulege, La Paz y Cabo San Lucas (Holthuis, 1952), San José del Cabo (Villalobos, 1969).

Guerrero: Acapulco (Holthuis, 1952) y arroyos de la costa grande de Guerrero (Villalobos, 1982).

#### HABITAT.

Esta especie puede encontrarse en medios ambientes lóticos, con concentraciones altas de oxígeno en aguas dulces y salobres, en las cabeceras de las cuencas hidrográficas y hasta 100 Km de las desembocaduras de los ríos.

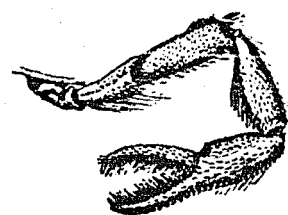
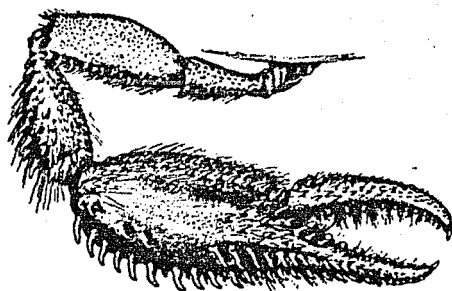
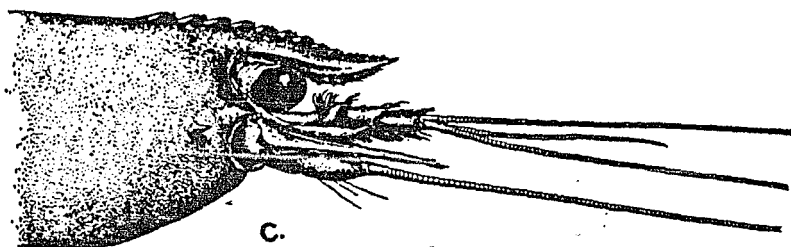
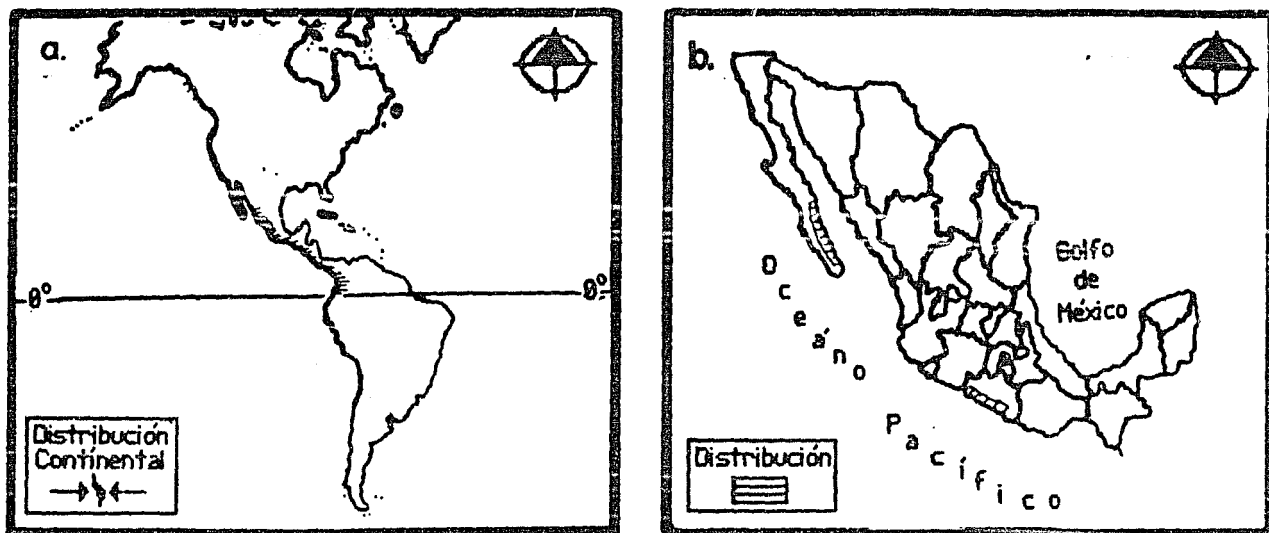


fig. 16.- *Macrobrachium digueti* a) Distribución Continental  
 b) Distribución Nacional c) parte anterior del cuerpo  
 d) Segundo par de pereiópodos

#### IV.2.8 Macrobrachium acanthochirus Villalobos, 1966.

Macrobrachium acanthochirus Villalobos, 1966, An. Inst. Biol. (UNAM) Tomo XXXVII N. 1 y 2: 167-173.

(Fig. 17)

**Nombres comunes:** Zurdos, manquitos, langostinos (Zendejas y Navarro, comunicación personal).

**Sinonimia:** Macrobrachium acanthochirus Villalobos (1966).

**Diagnosis:** Rostro recto, ligeramente orientado hacia abajo, el borde superior con 14-15 dientes en ocasiones 12 de los cuales de 4 a 6 son postrostrales, la distancia entre el primer diente y el arco postorbital cabe de 3 1/2 a 4 veces en la longitud del caparazón, el margen inferior con 4-5 dientes, ocasionalmente 3.

La superficie del abdomen es lisa, el ángulo posteroinferior de la región pleural del quinto segmento es ligeramente agudo, la longitud de este mismo segmento es una y medio veces la del sexto, la longitud del telson es 1.4 veces mayor que la de la sexta somita.

El primer par de pereopodos alcanza con los 2/3 proximales del carpo el borde anterior de la escama antenal. Los dedos son tan largos como la palma, la longitud de la quela es 2 veces mayor que la del carpo y la longitud del mero es casi igual a la longitud del carpo (1/8 más pequeño).

El segundo par de pereopodos tienen la quela tan ancha como la longitud del dactilopodito, la longitud de la región palmar igual o ligeramente menor que la anchura, el meropodito es tan largo como el dactilopodito. La superficie externa de la palma de la quela está provista de conspicuos tuberculos externos espinosos excepto en dos zonas submarginales de la cara externa en las que solo hay una densa pubescencia, tuberculos marginales internos de la porción dactilar muy juntos.

El tercer par de pereopodos son robustos y cortos, alcanzan con el extremo distal del dactilo el borde anterior del escafocerito, el meropodio es 2 veces más largo que el carpopodio y el propodio 3 veces mayor que el dactilo.

**Tamaño:** Los machos de mayor tamaño presentan una longitud total de 64.6 mm. y para las hembras no se reporta la talla para organismos maduros solo para hembras juveniles cuya talla máxima reportada corresponde a 48.7 mm (Villalobos, 1966).

### DISTRIBUCION.

Esta especie se localiza en la vertiente del Pacifico Mexicano, desde Baja California y Colima hasta el Istmo de Tehuantepec.

Existen registros de la especie en:

Tecoman (Colima), San José del Cabo (Baja California), Rio Valdeflores, Pochutla (Oaxaca) y posiblemente en los rios de Colima, Nayarit y Sinaloa (Villalobos, 1966 y 1982).

### HABITAT.

De acuerdo con Villalobos (1982) se le puede localizar en las partes altas de los rios hasta 1 500 m., en corrientes rápidas, las aguas cristalinas y templadas y altas concentraciones de oxigeno (6 a 7 ml/L).



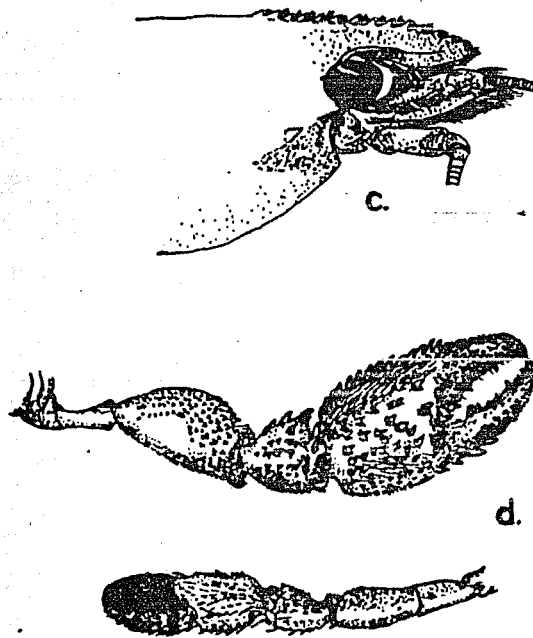
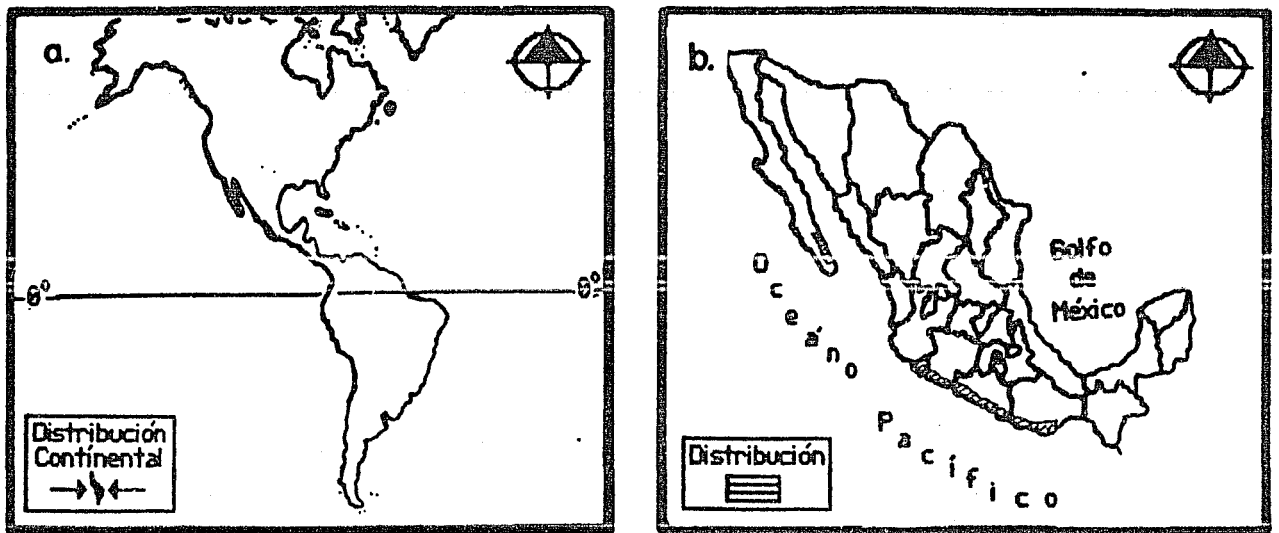


fig.17.- *Macrobrachium acanthochirus*  
 Continental      b) Distribución Nacional  
 del cuerpo      d) Segundo par de pereiópodos

a) Distribución  
 c) Parte anterior

#### IV.2.9 Macrobrachium occidentale (Holthuis, 1950).

Macrobrachium occidentale Holthuis, 1950, Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., vol. 53, 95 p.: 1950 a. Siboga Exped., Mon. 39 a 9, 17 p.

(Fig. 18)

**Nombres comunes:** Zurdo, manquito, chacal (México). (Zendejas y Navarro, comunicación personal).

**Sinonimia:** Macrobrachium occidentale Holthuis, 1952.

**Diagnosis:** El rostro es delgado y ligeramente curvado hacia abajo alcanzando el fin de la primera articulación del pedunculo antenular. Presenta 12 dientes en el borde superior del rostro, 5 o 6 de los cuales se encuentran detrás de la orbita, no están separados del resto y ocupan menos de 1/3 de la longitud dorsal del caparazón. El margen inferior sostiene 2 dientes.

El caparazón es liso pero en los organismos adultos puede presentar hoyuelos muy pequeños. El abdomen es liso, la pleura del quinto segmento tiene el ápice ligeramente agudo, el sexto segmento es un poco más grande que el quinto, el telson es casi 1.5 veces más grande que el sexto segmento abdominal.

La pata derecha e izquierda del segundo par de patas son muy desiguales en forma y tamaño. Los dedos en la pata grande de los machos adultos son 2/3 tan grande como la palma y están abiertos, la abertura entre los dedos es bastante grande y tiene pelos tiesos los cuales se implantan a lo largo del borde cortante de los dedos y no permite ver los denticulos del mismo borde, estos denticulos están en número de 5 a 6 en los machos adultos, localizándose arriba del borde de los dedos y son de tamaño variable. La palma es elongada y algo comprimida. Hay pubescencia en toda la quela, siendo más grande y distintiva en la región ventral del borde interno de la palma, especialmente en la parte distal de esta región. Las espinulas de la quela son diferentes ya que son más grandes y fuertes en la superficie exterior que en la interior. El carpo es distintivamente más corto que la palma y es robusto, siendo casi del doble de largo que de ancho y se constriñe subitamente en la región proximal. El carpo también está provisto con espinulas y una corta pubescencia la cual en la parte inferior se hace algo larga. El mero es casi tan largo como el carpo y tiene el doble de largo que de ancho, la pubescencia del mero es parecida a la del carpo pero es más pronunciada en la parte ventral.

La pata más corta en los machos adultos es mucho más delgada que la grande. Los dedos están cerrados. En la parte

proximal del borde cortante de los dedos hay 5. o más denticulos pequeños. Los dedos son casi tan largos como la palma, el carpo y el mero. La pubescencia y espinulación de esta pata son parecidas a la de la pata grande.

**Tamaño:** Los machos grandes de la colección del laboratorio de Limnología del ICMYL. miden 110 mm de long. Holthuis (1952) informa que su ejemplar colectado más grande es de 90 mm y el más pequeño de 52 mm. No hay datos sobre hembras ovigeras.

**Color:** Holthuis (1952) indica que se presenta un color azul en las espinas de la quela y el resto del cuerpo café-amarillo.

#### DISTRIBUCION.

**Area total:** esta especie se encuentra distribuida sobre la costa Atlántica americana. Holthuis (1952) la reporta de Guatemala a Panamá, Villalobos (1982) menciona como dato impublicado que la especie se encuentra en México en las siguientes localidades:

Oaxaca: Rio Tehuantepec

Guerrero: Costa chica y costa grande.

Siendo también muy probable que se le localice en los estados de Michoacán y Colima.

#### HABITAT.

Villalobos (1982) señala que esta especie se localiza en las partes altas de los rios hasta 1 500 m. en donde las corrientes son rápidas, las aguas cristalinas y templadas, con concentraciones altas de oxigeno (de 6 a 7 ml/L).

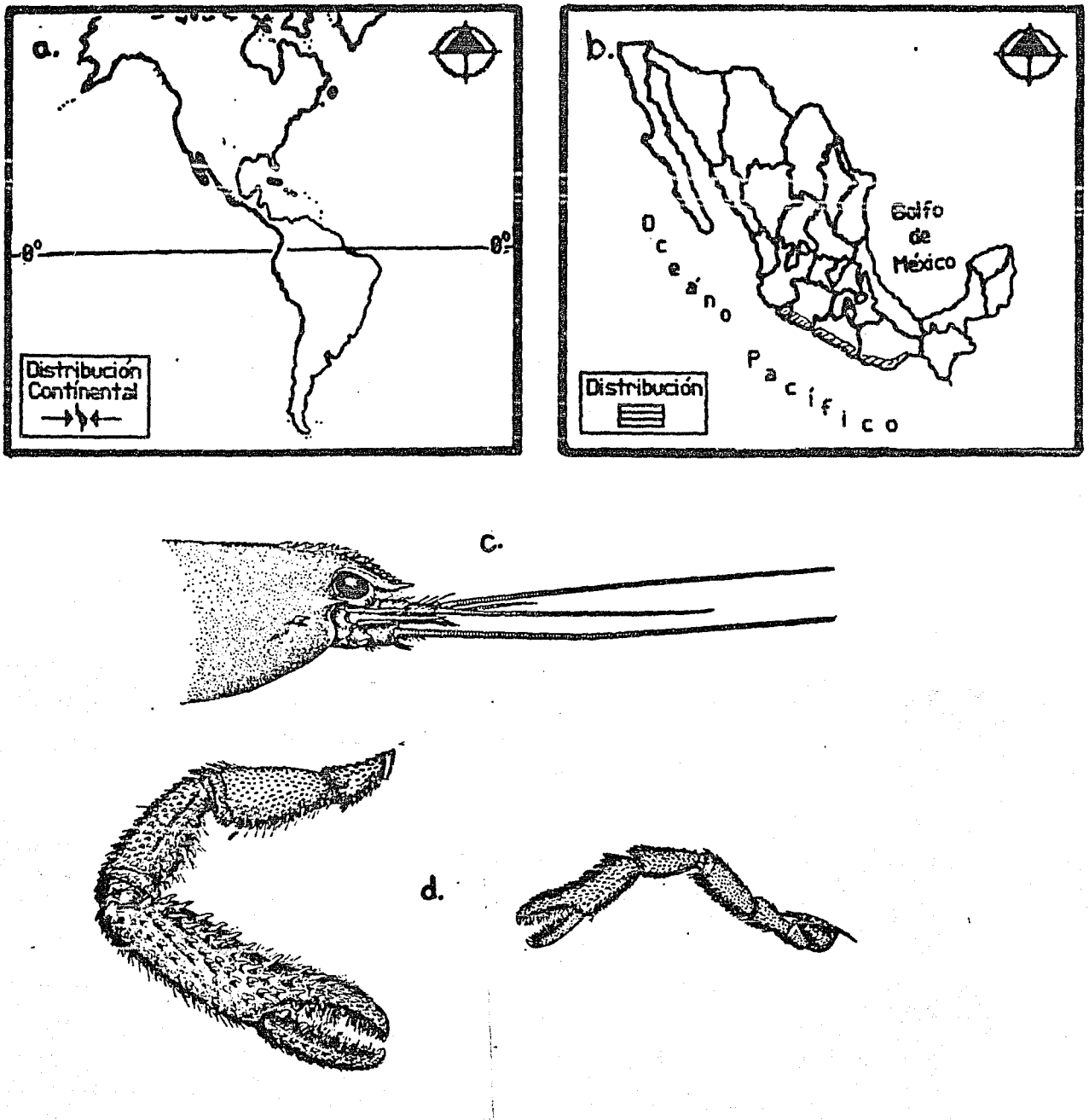


fig. 18.- *Macrobrachium occidentale* a) Distribución Continental b) Distribución Nacional c) Parte anterior del cuerpo d) Segundo par de pereópodos

IV.2.10 Macrobrachium heterochirus (Wiegmann, 1836).

Palaemon heterochirus Wiegmann, 1836, Arch. Naturgesch. Berlin, Vol.2 pt.1, p.149.

(Fig. 19)

Nombres comunes.: Langostinos.

Sinonimia: Palaemon heterochirus Wiegmann, 1836; Palaemon appuni Von Martens, 1869; Palaemon heterochirus Kingsley, 1878; Bithynis appuni Pocock, 1889; Palaemon appuni Ortmann, 1891; Bithynis jamaicensis p.p. M. J. Rathbun, 1902; Macrobrachium heterochirus Holthuis, 1950, 1952.

Diagnosis: El rostro es delgado y recto y alcanza la base o el fin de la tercera articulación del pedúnculo antenular. El margen superior sostiene de 10 a 12 dientes, 4 o 5 de los cuales están detrás de la órbita, el primero está situado a  $\frac{2}{5}$  partes de la longitud del caparazón. Los primeros tres o cuatro dientes son erectos y están separados del resto, los cuales se dividen de manera regular sobre el resto del rostro. El margen superior del rostro se arquea sobre el ojo con el extremo ligeramente curvado hacia arriba. El margen inferior lleva de 2 a 4 dientes. El caparazón es liso al igual que el abdomen, en éste la pleura del quinto segmento tiene el ápice rectangular o ligeramente agudo, el extremo generalmente es redondeado, el sexto segmento abdominal es un poco más grande que el quinto y el telson es casi 1.5 veces más grande que el sexto segmento abdominal.

El segundo par de pereopodos tienen la misma forma entre sí pero diferente tamaño en los machos adultos, alcanzan con parte del mero más allá del escafocerito. Los dedos tienen  $\frac{2}{3}$  de la longitud de la palma siendo a veces algo cortos, el borde cortante sostiene una fila de pequeños dientes de igual tamaño, en especímenes machos grandes esta fila se extiende desde la base del dedo hasta un poco más allá de la mitad del dedo con 8 denticulos, el último de estos denticulos generalmente es ancho y poco más grande que los proximales. En el margen inferior del dedo fijo hay varias espinulas desordenadas. La palma es elongada y del triple de largo que de alto y un poco comprimida, tanto la palma como los dedos están provistos de espinulas, la parte que rodea el borde cortante de ambos dedos es pubescente, siendo el resto desnudo, la palma es pubescente. El carpo es de cerca de  $\frac{2}{3}$  de la longitud de la palma y tan grande o casi tan grande como el mero y este es más del doble de largo que de ancho. El carpo, el mero y el isquío son pubescentes en su superficie inferior haciéndose menos distinguible dorsalmente, la pubescencia del carpo es menos distinguibles que la del mero, el isquío mide  $\frac{2}{3}$  de la longitud del mero (Holthuis, 1952).

**Tamaño:** Los machos grandes pueden medir hasta 135 mm. de longitud. Las hembras ovigeras miden 73 mm. de long. (Holthuis, 1952). Los huevos son numerosos y pequeños con diámetros de 0.35 a 0.50 mm.

**Color:** Tiene el cuerpo café oscuro en la parte dorsal y café claro en el resto del cuerpo, con rayas longitudinales amarillo limón. Una de estas rayas corre justo a lo largo de la base del diente superior del rostro, el diente sin embargo es café. El caparazón presenta 3 frajas laterales y una media amarillas. El abdomen presenta una banda media y 2 laterales amarillas. Un punto amarillo se presenta en la base del telson (Holthuis, 1952).

#### Distribución geográfica.

Esta especie es conocida de aguas dulces de la costa Este de Centro y Sudamerica, desde México al Sur de Brasil y las Indias Oeste.

En Me'xico esta especie se reporta en:

Puebla: Zacatlan (Holthuis, 1952).

Tabasco: Río Armeria (Holthuis, 1952).

#### HABITAT.

Esta especie es de habitos dulceacuicolas, encontrandose en las partes altas de los rios, en zonas de corrientes rápidas, con aguas cristalinas de temperaturas templadas y altas concentraciones de oxigeno.

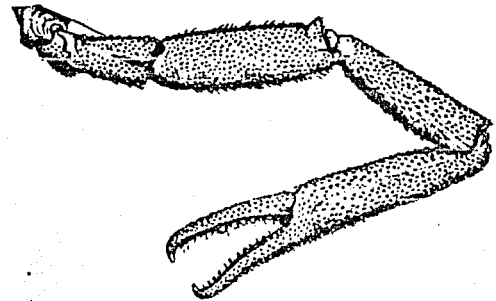
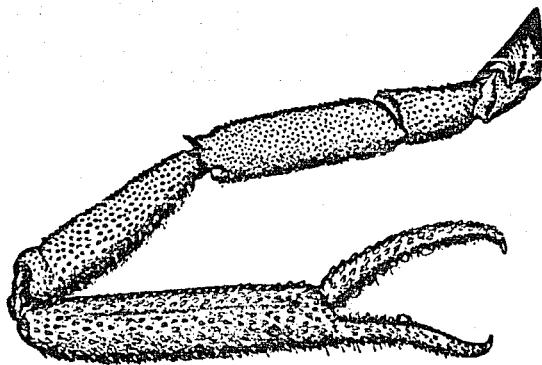
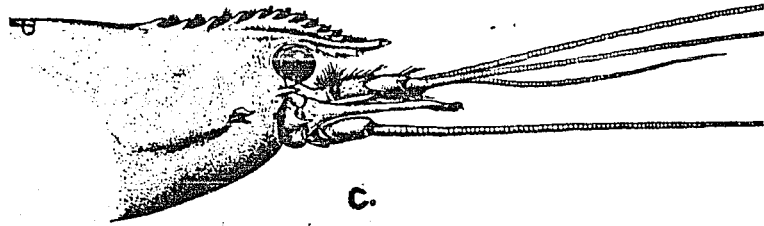
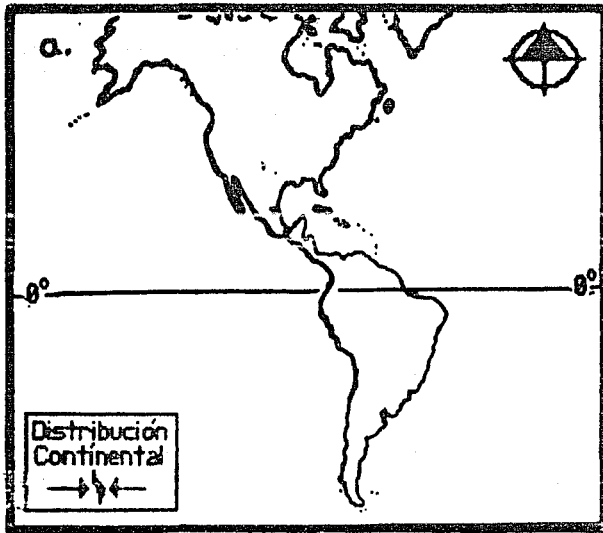


fig.19.- *Macrobrachium heterochirus* a) Distribución Continental b) Distribución Nacional c) parte anterior del cuerpo d) Segundo par de pereópodos

IV.2.11 Macrobrachium villalobosi (Hobbs, 1973).

Macrobrachium villalobosi Hobbs, 1973, Bull. Assoc. Mex. Cave Stud. 5, 73-80., figs. 1-8.

(Fig. 21)

Nombres comunes: Langostino (Esp.), shrimp (Ing.).

**Diagnosis:** El rostro alcanza el extremo distal del pedúnculo antenular. El margen superior del rostro presenta de 9 a 11 dientes, el margen inferior de 1 a 3 dientes. El sexto segmento abdominal es 1.4 veces más largo que el quinto. Los ojos son moderadamente grandes y alcanzan más allá del segmento basal del pedúnculo antenular, son ligeramente hendidos en la parte distal y sin facetas, no hay presencia de pigmentos, presenta granulos rojisos en el área degenerada.

El segundo par de pereiópodos son delgados y de la misma forma y tamaño. El carpo del segundo pereiópodo 1.5 veces tan largo como el propodito, el mero 1.3 veces mayor que el isquiopodio. La quela subigual en tamaño, carece de dientes, espinas (excepto una apical) y matas conspicuas de sedas en los dedos y la palma. Propodito del quinto pereiópodo con hileras transversas simples de sedas en la superficie posterodorsal.

Tamaño: longitud postorbital del caparazón, 9.2 mm (Hobbs, 1973).

**DISTRIBUCION.**

Solo se conoce en México en la localidad tipo.

Localidad tipo: Cueva del nacimiento del Rio San Antonio, 10 Km. SSW de Acatlán, Oaxaca, México (Villalobos, 1982).

**HABITAT.**

Troglobio, en aguas lólicas. Hobbs (1973) y Hobbs et al (1977) sugieren que la especie debido a su aislamiento impuesto por su habitat troglobio, ha roto con su habitat primitivo en el cual requería durante su desarrollo larval de agua salobre para la sobrevivencia de los organismos, pudiendo completar ahora su ciclo de vida totalmente en un medio dulceacuicola.



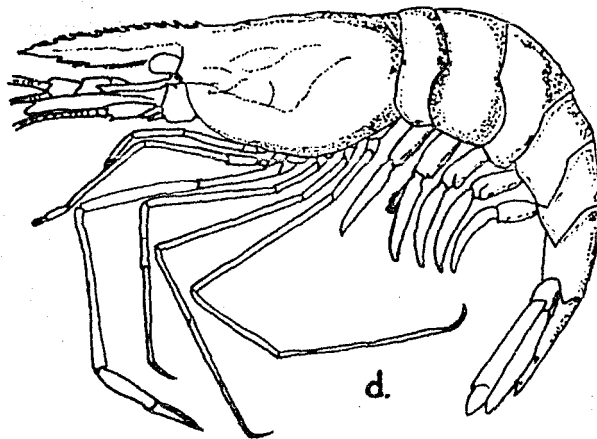
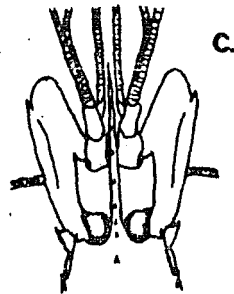
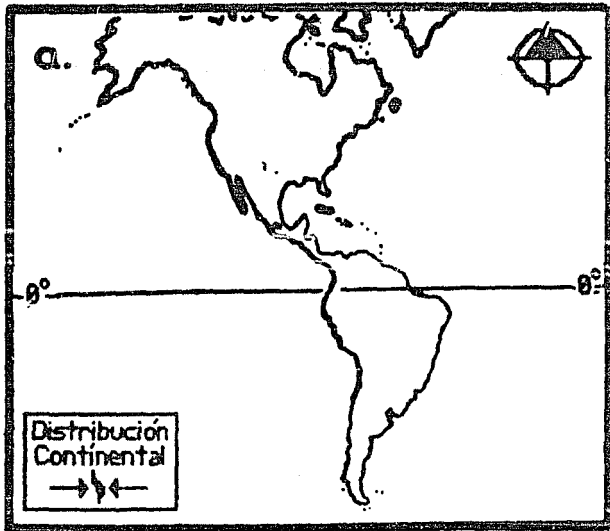


fig. 20.- Macrobrachium villalobosi a) Distribución Continental b) Distribución Nacional c) Vista dorsal de la parte anterior del cuerpo d) vista lateral

IV.2.12 Macrobrachium acherontium (Holthuis, 1977)

Macrobrachium acherontium Holthuis, 1977, Accad. Naz. dei Lincei, 1977 N. 171-III: 188-195. figs:6 y 7.

(Fig. 21)

**Nombres comunes:** Langostino (Esp.), Shrimp (Ing.).

**Sinonimia:** Macrobrachium coronaensis Chávez, 1976; Macrobrachium acherontium Holthuis, 1977.

**Diagnosis:** El rostro es alto y recto, casi alcanza el fin del escafoцерито, en ocasiones sobrepasa el fin del pedúnculo antenular. El margen superior es un tanto convexo, sostiene de 8 a 11 dientes (excepcionalmente 7), dos o tres de los cuales se localizan atrás de la orbita, de 1/5 a 1/6 del caparazón sin incluir el rostro. El margen ventral es muy convexo y generalmente sostiene un solo diente en la parte distal. En ocasiones este diente puede estar ausente y raramente pueden presentarse dos dientes.

El abdómen es liso, la sexta somita es casi 5/3 mayor que la quinta somita.

Los ojos tienen la cornea muy reducida, siendo mas corta y estrecha que el tallo del ojo, este es globular y muestra un ocelo distintivo. El ojo alcanza cerca de la mitad del segmento basal de la anténula.

El segundo par de pereiópodos alcanza con la quela y parte del carpo más allá del escafoцерито, es liso y delgado y no presenta espinulas. La quela es larga y estrecha, los dedos son casi tan largos como la palma y estrechos, el borde cortante sostiene unos pocos dientes muy pequeños en el extremo de la parte proximal. El carpo es un poco más corto que la quela pero mucho mayor que la palma, esta también es conspicuamente mayor que el mero. El isquio es un poco más corto que el mero.

**Tamaño:** La longitud del caparazón de los especímenes reportados en la descripción de la especie por Holthuis (1977) variaba de 3.5 a 16 mm en tanto que Chávez (1976) señala machos de 9.5 mm de longitud de caparazón y hembras de 11.5 mm.

**Color:** Sbordoni (fide Holthuis, 1977) describe el color de especímenes vivos de esta especie como un color transparente cafesusco, en tanto que Holthuis (1977) indica que la especie presenta una coloración café-blancusca.

**DISTRIBUCION.**

Se le conoce solo en México en las Grutas de Coconá y el resumidero del Coconá, 3 Km. NE de Teapa, Tabasco.  
Localidad tipo: Cueva del Coconá, Teapa, Tabasco (Villalobos, 1982).

**HABITAT.**

Troglóbio en aguas lénticas. Holthuis (1977) indica que la cueva se encuentra a 60 m.s.n.m., estando el agua de la cueva estancada en primavera y en Agosto sube de nivel y fluye lentamente. Los langostinos se localizan en la parte de la caverna que se encuentra totalmente a oscuras. Wilkens (fide Holthuis, 1977) señala que los animales se encuentran descansando en el fondo y nadan muy raramente.

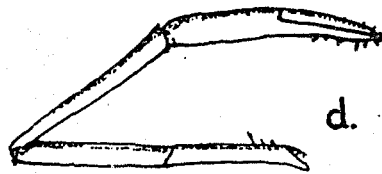
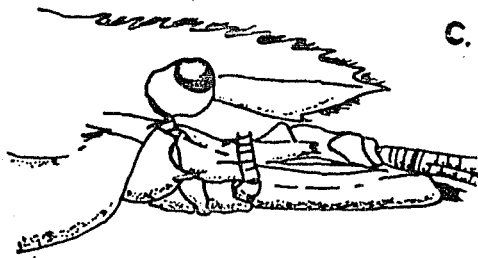
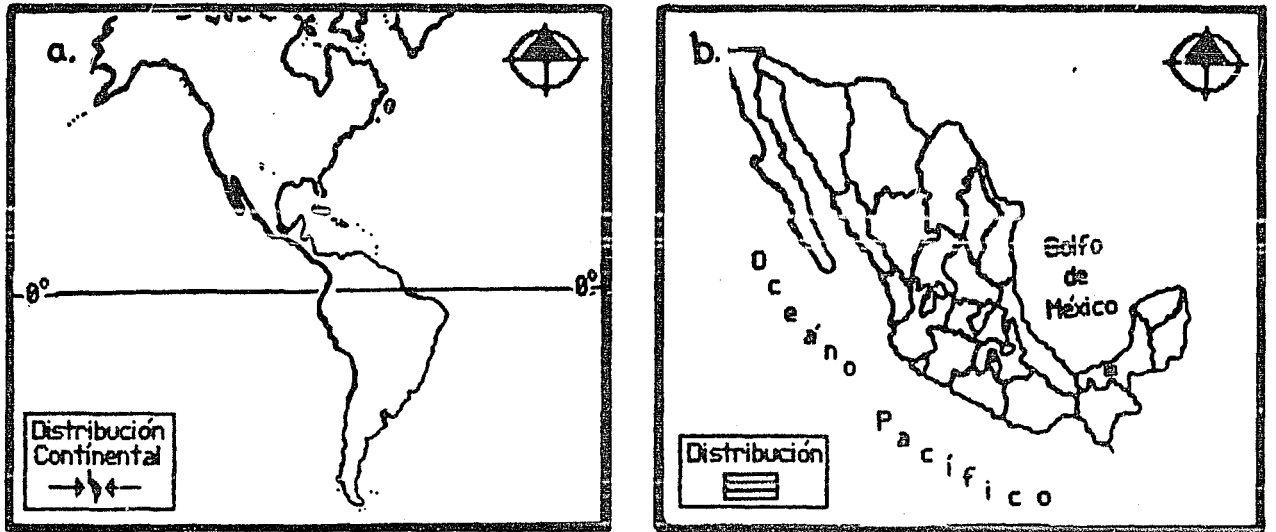


fig. 21.- *Macrobrachium acherontium* a) Distribución Continental b) Distribución Nacional del cuerpo c) Parte anterior d) Segundo pereópodo

#### IV.3 ANALISIS DE LAS RELACIONES MORFOLOGICAS DE LAS ESPECIES DEL GENERO Macrobrachium POR METODOS NUMERICOS.

La clasificación del género Macrobrachium presenta serias dificultades debido a la variabilidad de ciertas especies dentro del área geográfica que abarca nuestro país. Al respecto Villalobos (1966) menciona un grupo de especies muy relacionado entre si y que guardan un gran parecido con M. olfersii por lo que el lo denomina grupo olfersii, es tambien notoria la similitud entre especies de ambas vertientes de México, siendo ejemplo de esto las especies M. tenellum del lado del Pacifico y M. acanthurus del lado del Golfo y el planteamiento de algunos investigadores (Villalobos, 1966) de hasta que punto son especies diferentes o subespecies.

Tratando de aclarar estos puntos se realizo un análisis de las relaciones morfológicas entre las especies del género que se reportan para México con la aplicación de técnicas de la taxonomía numérica (análisis de agrupamientos o análisis cluster). Con este fin se eligieron algunas características morfológicas de uso común en la taxonomía tradicional de estos organismos como es el tamaño y forma del segundo par de pereopodos así como las relaciones de longitud que se establecen entre los diferentes segmentos del segundo par de pereopodos (tabla 1). Estas relaciones fueron transformadas a datos doble estado en virtud de que algunos caracteres no eran de tipo cuantitativo sino cualitativo como es el caso de la forma entre si del segundo par de pereopodos o la presencia o ausencia de pigmentos, con estos datos se elaboro la matriz básica de datos (tabla 2). Con base en esta matriz (MBD) y siguiendo el coeficiente de asociación de Sneath y Sokal (1973) cuya fórmula es  $2(a+d)/2(a+d)+c+b$  que se utiliza para datos doble estado con valores de máxima similitud de 1 y mínima similitud de 0 se procedio a elaborar una matriz de similitud (tabla 3). A partir de esta matriz y siguiendo la técnica de ligamiento promedio que describen Crisci y López (1983) se obtuvo un dendograma (fig. 22) en la cual se observan las especies que estan más relacionadas entre si.

Se obtuvo tambien una matriz cofenética (tabla 4) en base a las distancias encontradas en el dendograma, valores que al ser comparados con los obtenidos en la matriz de similitud nos permitieron mediante una correlación del momento producto de ambas matrices calcular el coeficiente de correlación cofenética (CCC) como una medida de la distorsión interna de la técnica empleada. Crisci y López (1983) indican que una correlación alta entre ambas matrices es signo de escasa distorsión. Sneath y Sokal (1973) señalan que valores superiores a 0.8 indican una buena representación de la matriz de similitud por parte del fenograma. El coeficiente de correlación cofenética obtenido tiene un valor de 0.8079 lo que nos indica una buena representación de la matriz de similitud.

En el fenograma (fig. 10) se observa la formación de dos grandes grupos, uno de ellos uniéndose a un nivel de similitud de 0.93 y que agrupa a las especies *M. heterochirus*-*M. occidentale* y *M. digueti*-*M. acanthochirus*-*M. olfersi*, siendo las especies más similares *M. heterochirus*-*M. occidentale* y *M. digueti*-*M. acanthochirus* en las cuales se observa un alto nivel de similitud en cuanto a los caracteres morfológicos empleados para la construcción del fenograma. Inmediatamente después se observa la unión de *M. olfersii* con las especies *M. digueti* y *M. acanthochirus* a un nivel de similitud de 0.95, este grupo se puede relacionar con el denominado por Villalobos (1966) grupo *olfersii*. A él se unirían las especies *M. heterochirus* y *M. occidentale* que aún siendo especies más grandes guardan estrechas relaciones morfológicas con el grupo *olfersii* sobre todo en cuanto a las relaciones de longitud y forma del segundo par de pereiópodos.

El otro gran grupo está formado por las especies *M. americanum* - *M. carcinus* que se unen a un nivel de 0.95 al igual que las especies *M. tenellum* - *M. acanthurus*, subgrupos que se unen entre sí a un nivel de similitud de 0.90. Formando parte de este mismo grupo se encuentran las especies *M. villalobosi* - *M. acherontium* que se unen entre sí a un nivel de 0.91, formándose el grupo a un nivel de 0.75.

Las especies del género *Macrobrachium* presentes en México se unen por último a un nivel de 0.68.

**TABLA I CARACTERES MORFOLOGICOS EXTERNOS  
 PARA LA CONSTRUCCION DE LA MATRIZ  
 BASICA DE DATOS.**

	CARACTER	ESTADO	CODIFICACION
1	TAMANO	SP'S GRANDES	1
		SP'S CHICAS	2
2	TAMANO DEL 2 PAR DE PEREIOF.	IGUAL	1
		DESIGUAL	2
3	FORMA DEL 2 PAR DE PEREIOF.	IGUAL	1
		DESIGUAL	2
4	LONG DE CARPO VS PALMA	MAYOR	1
		MENOR	2
5	LONG DE HERO VS CARPO	MAYOR	1
		MENOR	2
6	LONG DE HERO VS ISQUIO	MAYOR	1
		MENOR	2
7	LONG DE DACTILO VS PALMA	MAYOR	1
		MENOR	2
8	LONG DE CARPO VS ISQUIO	MAYOR	1
		MENOR	2
9	PALMA	PUBESCENTE	1
		NO PUBES.	2
10	DEDOS	PUBESCENTE	1
		NO PUBES.	2
11	OJOS	NORMALES	1
		REDUCIDOS	2
12	OJOS	PIGMENTADOS	1
		NO PIGMENT.	2

TABLA 2: MATRIZ BASICA DE DATOS PARA LAS ESPECIES MEXICANAS DEL GENERO MACROBRACHIUM.

ESPECIES	CARACTERES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M. TENELLUM.	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1
M. ACANTHURUS	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1
M. OCCIDENTALE.	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1
M. HETEROCHIRUS	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
M. OLFFERSII	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1
M. DIGUETI.	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1
M. ACANTHOCHIRUS.	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	1	1
M. AMERICANUM	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1
M. CARCINUS.	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	1
M. VILLALOBOSI	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2
M. ACHERONTIUM	2	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1



TABLA 3 : MATRIZ DE SIMILITUD.

ESPECIES	TEN	ACA	OCC	HET	OLF	DIG	ACH	AME	CAR	VIL	ACH
M. TENELLUM	1										
M. ACANTHURUS	.95	1									
M. OCCIDENTALE	.66	.73	1								
M. HETEROCHIRUS	.66	.73	.91	1							
M. OLFERSII	.66	.73	.91	1	1						
M. DIGUETI	.59	.66	.95	.95	.95	1					
M. ACANTHOCHIRUS	.59	.66	.95	.95	.95	1	1				
M. AMERICANUM	.86	.91	.73	.9	.9	.8	.8	1			
M. CARCINUS	.91	.95	.8	.8	.8	.73	.73	.95	1		
M. VILLALOBOSI	.7	.66	.59	.59	.59	.5	.5	.66	.73	1	
M. ACHERONTIUM	.86	.8	.73	.73	.73	.66	.66	.8	.86	.91	1

TEN. - M. TENELLUM  
 ACA. - M. ACANTHURUS  
 OCC. - M. OCCIDENTALE  
 HET. - M. HETEROCHIRUS  
 OLF. - M. OLFERSII  
 DIG. - M. DIGUETI

ACH. - M. ACANTHOCHIRUS  
 AME. - M. AMERICANUM  
 CAR. - M. CARCINUS  
 VIL. - M. VILLALOBOSI  
 ACH. - M. ACHERONTIUM

.5 .60 .75 .9 .91 .93 .95 1

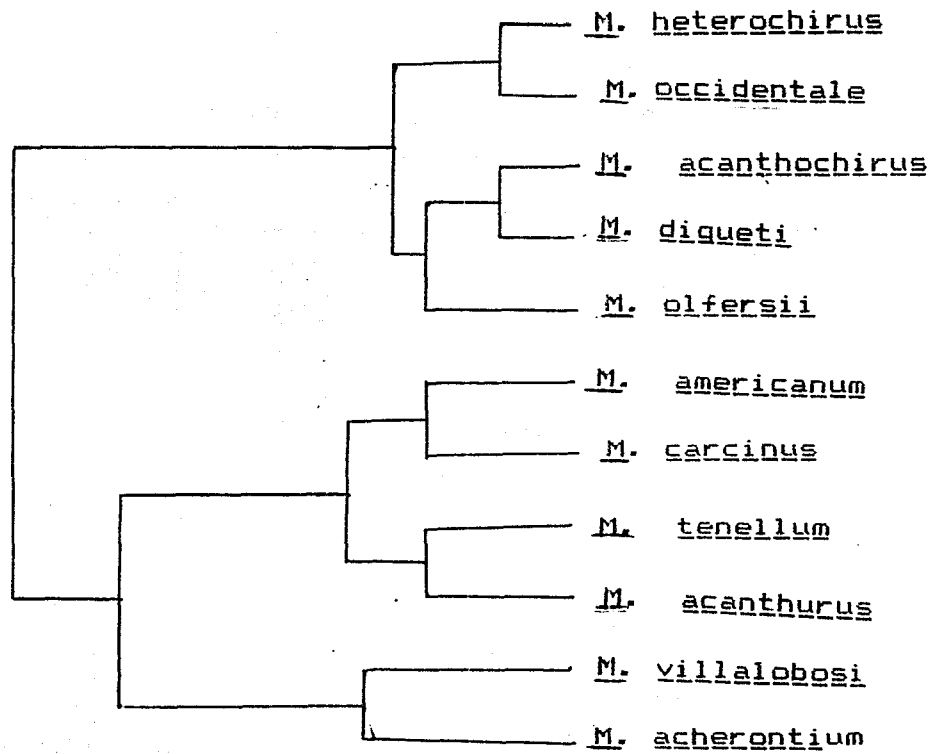


fig. 22.- Dendrograma de las especies de Macrobrachium presentes en México

TABLA : 4 MATRIZ COFENETICA.

ESPECIES	TEN	ACA	OCC	HET	OLF	DIG	ACN	AME	CAR	VIL	ACH
M. TENELLUM	1										
M. ACANTHURUS	.95	1									
M. OCCIDENTALE	.68	.68	1								
M. HETEROCHIRUS	.68	.68	.93	1							
M. OLFSERSII	.68	.68	.93	1	1						
M. DIGUETI	.68	.68	.95	.93	.93	1					
M. ACANTHOCHIRUS	.68	.68	.95	.93	.93	1	1				
M. AMERICANUM	.9	.9	.68	.68	.68	.68	.68	1			
M. CARCINUS	.9	.9	.68	.68	.68	.68	.68	.95	1		
M. VILLALOBOSI	.75	.75	.68	.68	.68	.68	.68	.75	.75	1	
M. ACHERONTIUM	.75	.75	.68	.68	.68	.68	.68	.75	.75	.91	1

TEN. - M. TENELLUM  
 ACA. - M. ACANTHURUS  
 OCC. - M. OCCIDENTALE  
 HET. - M. HETEROCHIRUS  
 OLF. - M. OLFSERSII  
 DIG. - M. DIGUETI

ACN. - M. ACANTHOCHIRUS  
 AME. - M. AMERICANUM  
 CAR. - M. CARCINUS  
 VIL. - M. VILLALOBOSI  
 ACH. - M. ACHERONTIUM

## DISCUSION

### TAXONOMIA

La sistemática del género se dificulta debido a que la mayoría de las especies se parecen una con otra en muchos aspectos ya que son muy pocos los órganos que proveen caracteres para la separación de las especies, siendo los más importantes el rostro y el segundo par de pereopodos. Esto sin embargo no es suficiente ya que existe una gran variabilidad de estos órganos entre organismos de la misma especie y que es notoria de población a población, variando aún dentro de las mismas poblaciones dependiendo de la edad o el sexo de los organismos.

Al respecto de las especies presentes en México, podemos observar en la figura 22 que nos representa aquellas especies que se encuentran más relacionadas de acuerdo a los datos obtenidos, que existen dos grandes grupos uno de los cuales se puede identificar con el denominado por Villalobos (1966) grupo *olfersii* y en el cual se aprecian a las especies que guardan un mayor parecido entre sí y que tienen en común caracteres similares a *M. olfersii* en relación sobre todo al segundo par de pereopodos.

El otro gran grupo reúne a aquellas especies que tienen en común el hecho de que el segundo par de pereopodos son iguales entre sí en forma y tamaño. Es también notorio el hecho de que las especies más parecidas entre sí son especies vicariantes, presentes una en la vertiente del Golfo y la otra en la del Pacífico como es el caso de *M. acanthurus* y *M. tenellum* respectivamente, lo cual nos sugiere que la dispersión de las especies originales debió de ocurrir antes de la formación del puente centroamericano y que una vez establecida esta barrera las poblaciones originales se vieron imposibilitadas para el intercambio genético, con lo cual evolucionaron independientemente pero no hasta el grado de adquirir rasgos diferenciales para establecer una separación notoria. Así se puede observar que *M. carcinus* y *M. americanum* solo se diferencian por rasgos muy sutiles, lo mismo sucede en el caso de *M. acanthurus* y *M. tenellum* y con *M. heterochirus* y *M. occidentale*. El mismo fenómeno podría señalarnos la relación de *M. olfersii* con *M. digueti* y *M. acanthochirus*, siendo más notable el gran parecido entre estas dos últimas especies presentes en la vertiente del Pacífico y estableciendo la duda de si se trata de dos especies diferentes en realidad o una de ellas (*M. acanthochirus*) es subespecie de la otra dado que existen diferencias muy pequeñas entre las dos y que posiblemente se debieran solo a las variaciones antes mencionadas.

En cuanto a las especies cavernícolas, la relación entre si parece deberse tan solo a las modificaciones que sufren los organismos en su adaptación al medio oscurícola, primero en calidad de troglóxenos y finalmente como troglóbios verdaderos.

#### DISTRIBUCION Y HABITAT.

Todas las especies del género se distribuyen bajo un rango de condiciones medio ambientales bien definido por las zonas tropicales e intertropicales delimitadas por la isoterma de los 18 °C. en todo el mundo (Guzmán, 1987), ocupando los medios lóticos y lénticos, son comunmente epigeos pero existen formas adaptadas a la vida cavernícola (Villalobos, 1969). Generalmente ocupan los medios de aguas dulces pero algunas especies pueden ocupar medios salobres e incluso marinos, soportando amplios rangos de salinidad lo cual les permitiría desplazarse a lo largo de la costa, influyendo en su distribución.

Es también notorio que las especies tienen preferencia por determinadas condiciones lo que hace que se puedan encontrar en habitats específicos, bien delimitados durante las distintas fases de su desarrollo, señalando Guzmán (1987) tres tipos de habitat para las especies de *Macrobrachium* presentes en México. Desafortunadamente para muchas de las especies existen pocos datos acerca de los parámetros medio ambientales en que se les encuentra bajo condiciones naturales, datos que son muy importantes para el correcto aprovechamiento de las especies del género.

#### CICLO DE VIDA.

El ciclo de vida de los langostinos del género *Macrobrachium* observa de manera general un esquema que se conserva para todas las especies del género y que ha sido descrito en detalle así como las variaciones que se observan dependiendo de la especie como pueden ser las tallas máximas alcanzadas, la fecundidad, el número de estadios larvales y el tiempo que cada especie tarda en cada una de las fases de desarrollo. Sin embargo los estudios sobre el ciclo de vida de algunas de las especies son muy pocos como sucede con las especies pequeñas y con poco interés comercial como es el caso de *M. digueti*, *M. acanthochirus*, *M. occidentale* y *M. heterochirus* y las especies cavernícolas *M. villalobosi* y *M. acherontium*; desconociéndose sobre todo de estas últimas prácticamente todo acerca de su ciclo de vida.

Para las especies de tallas mayores y que por tanto presentan un mayor interés comercial, se han realizado

algunos estudios, sin embargo no se puede decir que se conozca completamente su ciclo de vida ya que los estudios no han abarcado todos los aspectos, además de que la mayoría de datos existentes se han realizado bajo condiciones de cultivo ya sea en el laboratorio o en estanques de engorda y por tanto son muy pocos los datos obtenidos en el medio ambiente natural de los organismos.

#### APROVECHAMIENTO.

En México se presentan varias de las especies citadas por los expertos como interesantes comercialmente, sobre todo aquellas especies como *M. carcinus* y *M. americanum* que tienen tallas grandes, pese a lo cual solo son explotadas a un nivel local y no se les puede considerar como una pesquería importante, además no se distinguen a las especies que componen las capturas, siendo manejadas estadísticamente todas las especies solo como langostinos. Estas pesquerías no alcanzan a cubrir la demanda por el producto aún cuando las capturas se incrementan año con año, calculando Guzmán (1987) que para el año 2 000 la demanda insatisfecha rebasara las 1 300 ton.

Esta problemática se agrava por la falta de información existente con respecto a los organismos del género en condiciones naturales, aunado a la constante degradación de los ecosistemas que afectan la producción natural.

Una posible vía para la solución en el problema de producción es el cultivo de estos organismos, sin embargo los intentos que al respecto se han realizado con especies nativas son muy pocos dedicándose la mayoría de los esfuerzos tanto del sector oficial como el privado hacia la especie introducida para tal fin *M. rosenbergii*, a pesar de esto no se han obtenido resultados satisfactorios.

Tal vez este sea el momento de considerar las alternativas que se pueden lograr con las especies nativas, de manera que conociendo más acerca de su ciclo de vida y requerimientos ambientales, se podrían seleccionar a aquellas especies que por su talla y características biológicas resultaran aptas para el cultivo de la especie como tal o por medio de procesos de hibridación entre las especies locales o con la especie introducida, que llevaran a la obtención de mayores rendimientos.

Es importante también el conocer ampliamente a las especies pequeñas, que están sub utilizadas y que podrían ser un valioso recurso ya no por su talla como por los volúmenes de captura.

**CONCLUSIONES.**

- El estado del conocimiento de los langostinos del género Macrobrachium en México es aún muy pobre ya que son muchos los aspectos que se desconocen sobre las especies nativas.
- Mediante el análisis de agrupamientos o análisis cluster se obtuvieron dos grupos, en los cuales las especies se relacionan entre sí por sus características morfológicas.
- La sistemática de las especies del género es aún incierta dado el gran parecido morfológico entre algunas de ellas.
- Se conoce muy poco acerca de la biología de las especies nativas en su ambiente natural lo cual ha ocasionado que se encuentren subutilizadas.
- No se ha evaluado correctamente el potencial para el cultivo de las especies mayores, las cuales pueden ser una buena alternativa para tal fin.
- Dado los volúmenes de captura, las especies de tallas menores pueden ser una solución a nivel local para el problema de demanda del producto.
- Existe una degradación constante de los ecosistemas que ocupan los langostinos sobre todo por problemas de contaminación.
- Las especies cavernícolas requieren la generación de estudios, por el gran interés biológico que representan como parte de la fauna carcinológica troglóbica del país.

**RECOMENDACIONES.**

Se sugiere:

- La generación de mayores estudios sobre las especies nativas para seguir avanzando en el conocimiento del género Macrobrachium en México.
- La realización de estudios sobre taxonomía numérica y/o quimiotaxonomía de las especies del género para el establecimiento de claves precisas que nos permitan la correcta identificación de los organismos ya que la taxonomía tradicional aparentemente no puede resolver esta problemática dado el gran parecido que se observa entre algunas de las especies.
- Investigar a fondo la biología de las especies nativas en su ambiente natural para un correcto aprovechamiento de ellas.
- Evaluar la potencialidad para el cultivo de las especies de tallas mayores como es el caso de M. carcinus, M. americanum, M. tenellum y M. acanthurus.
- Seleccionar a la especie más apta para el cultivo e impulsar el desarrollo de las técnicas propias para tal fin.
- Evaluar la producción pesquera de las especies de tallas menores como son M. occidentale, M. heterochirus, M. olfersii, M. digueti y M. acanthochirus para solucionar la problemática de la demanda del producto a nivel local.
- Impulsar la protección de los ecosistemas que ocupan estos organismos para evitar el agotamiento del recurso.
- Desarrollar estudios sobre las especies cavernícolas dado el gran interés biológico que representan.



## BIBLIOGRAFIA.

Para el desarrollo del presente trabajo fueron consultadas publicaciones especializadas, bibliotecas y bancos de información bibliográfico, que a continuación se mencionan.

### Publicaciones especializadas.

Anónimo., 1984. Compendium of Macrobrachium rosenbergii. Dep. of Animal Sciences. Prawn Aquaculture Research Program. Univ. Hawaii. 1250 pp.

Malecha, S., M. Lau y G. Tien., 1979. Macrobrachium rosenbergii: A compendium of selected reprints. for the freshwater prawn farming workshop 1979. Honolulu Hawaii. 1054 pp.

### Bibliotecas.

UNAM. Unidad Central de Bibliotecas, Area de Ciencias. Biblioteca del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Biblioteca del Instituto de Biología. Biblioteca de la Facultad de Ciencias. Bibliotecas de la Escuela de Estudios Profesionales "Iztacala" y "Zaragoza".

SEPESCA. Dirección General de Información. Biblioteca de la Secretaría de Pesca.

IMRNR. Biblioteca del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.

IPN. Biblioteca de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

### Bancos de Información Bibliográfica.

CONACYT. Centro de Consulta Bibliográfica, (CECOBI).

SEPESCA. Dirección General de Información, Estadística y Documentación. Subdirección de Documentación. Centro Unico de Documentación.

UNAM. Centro de Información Científica y Humanística (CICH). Bancos consultados: Aqualine, Aquaculture, Aquatic Science Abstract, Oceanic Abstract y Biosis Previews.

## LITERATURA.

- Ahearn, G.A., L.A. Maginnidd, Y.K. Song, and A. Tornquist. 1977. Intestinal water and ion transport in freshwater malacostracan prawns (Crustacea). In: Jungreis, A.M. et al. (Editors). Water Relations in Membrane transport in plants and animals. Academic Press, Inc., N.Y., 129-142 pp.
- Akiyama, D., J.A. Brock and S.R. Haley, 1982. Ideopathic muscle necrosis in the cultured freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. UM/SAC, 1119 pp.
- Anderson, G., 1980. The occurrence of Macrobrachium olfersii (Wiegman, 1836) and Macrobrachium carcinus (Linnaeus) in southern Mississippi, U.S.A. (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 39(1): 90-94 pp.
- Andrews, J.W., L.V. Sick and G.P. Baptist. 1972. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of Penaeid shrimp. Acuacult. 1: 341-347 pp.
- Aquacop, 1977. Observations on diseases of crustacean cultures in Polynesia. CNEOX-COP. Tahiti. 21 pp.
- Arana, F.A., 1974. Experiencias sobre el cultivo del langostino Macrobrachium americanum, (Bate) en el noroeste de México. Simp. FAO/CARPAS Sobre Acuicultura en América Latina. Uruguay. 9 pp.
- Arana, F.A., 1980. Planeación de la explotación y sistemas de cultivo del langostino del género Macrobrachium en México. II Simp. Asoc. Latinoamer. Acuicultura. México 8 pp.
- Ardill, J.A. and R. K. Thompson, 1975. The freshwater Prawn, Macrobrachium rosenbergii in Mauritius. FAO/CIFA. Symposium on Aquaculture in Africa Accra, Ghana. CIFA/75/SEM.
- Arieli, Y. and N. Rappaport. 1979. Experimental Cultivation of the freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii. Ginosar experimental station, P. O. Box 33 Tiberias, Israel, Aquaculture, 20 (1980) 140-143 pp.
- Arita, W. G. 1986. Estudio preliminar para el establecimiento de cultivos de langostinos (Palaemonidae, Arthropoda) en zonas rurales del estado de Nayarit, Mex. Tesis Biologo. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., 100 pp.
- Arredondo, F. J. L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. Biótica (2):175-199.

- Armstrong, D.A., K. Strange, J. Crowe, A. Knight and M. Simmons, 1981. High salinity acclimation by the prawn Macrobrachium rosenbergii: Uptake of exogenous ammonia and changes in endogenous nitrogen compounds. Biol. Bull., 160: 349-365 pp.
- Atkinson, J.M., 1977. Larval development of freshwater prawn Macrobrachium lac (Decapoda, Palemonidae), reared in the laboratory. Crustaceana 33 (2): 119-132 pp.
- Balasundaram, C. y T.J. Pandian, 1981. In vitro culture of Macrobrachium nobilii eggs. Hydrobiologia. 77 (3): 203-208 pp.
- Balaz, G.H., E. Ross and C.C. Brooks. 1973. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. Aquaculture. 2:369-377 pp.
- Bardach, J.E., J.H. Ryther y W.O. McLarenney. Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organism. Witey-Interscience. Wiley & Sons, Inc. E.U.A. 1986. 868 pp.
- Bauer, L.L., P.A. Sandifer, T.L.J. Smith, and W.E. Jenkins, 1983. Economic feasibility of prawn Macrobrachium production in South Carolina, USA. Aquacultural Engineering, 2 (3): 181-201 pp.
- Biddle, N.G., 1977. The nutrition of Macrobrachium species. In: J.A. Hanson and H.L. Goodwin (Editors), Shrimp and prawn farming in the western hemisphere. Dowden, Hutchinson and Ross. P.A. 270-297 pp.
- Boonyaratpalin, M. and M.B. New, 1982. Evaluation of diets for Macrobrachium rosenbergii reared in concrete ponds. In: M.B. New (Editor), Giant Prawn Farming. Elsevier Scientific Pub. Co., Amsterdam, The Netherlands, pp. 249-256.
- Boschii, E.E., 1974. Biología de los crustáceos cultivables en América Latina. Simp. FAO/Carpas sobre Acuic. en Amer. Latin. Uruguay. ARPAS/6/74/SR 7: 24 pp.
- Brock, J.A., 1983. Diseases (infectious and noninfections), metazoan parasites, predators, and public health considerations in Macrobrachium culture and fisheries. In: J.P. McVey (Editor), CRC Handbook of Mariculture, Vol. I. Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL., pp. 329-370 pp.
- Brody, T., D. Cohen, A. Barnes, and A. Spector, 1980. Yield characteristics of the prawn M. rosenbergii in temperate zone aquaculture. Aquaculture, 21:375-385 pp.
- Cabrera, C.M., 1976. Experimentación y cultivo del camarón prieto o langostino manos de carrizo Macrobrachium acanthurus, en la estación de acuicultura, Laguna de los Amates, Tlacotalpan, Ver. Mem. Simp. Pesq. Aguas Cont. México. 24 pp.

- Cabrera, C.M., Noe, O.L. y I. Aguirre., 1976. Contribución al estudio poblacional del camarón prieto o langostino manos de carrizo, Macrobrachium acanthurus, en aguas y lagunas del bajo Papaloapan. Mem. Simp. Pesq. Aguas Cont. México. 13 pp.
- Cabrera, C.M., 1978. Método para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o langostino manos de carrizo Macrobrachium acanthurus (Wiegmann, 1836). II. Simp. Asoc. Latinoamer. Acuicultura, México. 12 pp.
- Cabrera, J. M., Guzmán M. y K. Kensler. 1977. Macrobrachium fishery and market in México. in Hanson J.A. y Goodwin H.L. (Edit.) Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere. Dowden Hutchinson & Ross Inc. Penn. U.S.A. 437 pp.
- Cabrera, J. M., Chávez C. y C. Martínez. 1979. Fecundidad y cultivo de Macrobrachium tenellum (Smith) en laboratorio. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. de México. Serie Zoología. 50 (1): 127-152 pp.
- Carlander, K.D., 1969. Handbook of freshwater fishery Biology. Vol. I. The Iowa State Univ. Press. Iowa. 752 pp.
- Carlander, K.D., 1977. Handbook of freshwater fishery Biology. Vol. II. The Iowa State Univ. Press. Iowa. 431 pp.
- Carrillo, V.F., 1968. Morfología de Macrobrachium acanthurus (Wiegman) en el estado de Veracruz, México. FAO. Fish. Rep., 57:113-425 pp.
- Clifford, H.C., III and R.W. Brick. 1978. Protein utilization in the freshwater shrimp Macrobrachium rosenbergii. Proc. World Maricul. Soc., 9: 195-208 pp.
- Charua A., 1973. Le cycle d'intermue chez la langoustine. Essai d'application a l'etude de la croissance. CIEM. C.M. / K-9: 10 pp.
- Chávez, A.Z. y E.A. Chávez., 1976. Introducción al conocimiento de la Biología del langostino Macrobrachium carcinus (L) en el estado de Veracruz. Mem. Simp. Biol. Dinam. Pob. Camarones, México. 21 pp.
- Chávez S.M.C., 1976. Descripción de una nueva especie de Palaemonidae cavernicola (Crustacea, Decapoda, Macrura) del sureste de México. Macrobrachium coconaensis n. sp. Fac. Cien., UNAM. 23 pp.
- Ching, C.A. and M.J. Velez., 1985. Mating incubation and embrionumer in the freshwater prawn Macrobrachium heterochirus (Wiegman, 1836) (Decapoda, Palaemonidae) under laboratory conditions. Crustaceana Vol. 49, part. 1. 49-63 pp.
- Choudhury, P.C., 1970. Complete larval development of the palaemonid shrimp Macrobrachium acanthurus (Wiegman, 1836) reared in the laboratory. Crustaceana 18(2): 113-132 pp.

- Choudhury, P.C, 1971 a. Complete larval development of the palaemonid shrimp Macrobrachium carcinus (L.) reared in the laboratory (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 20(1): 51-69 pp.
- \_\_\_\_\_, 1971 b. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp Macrobrachium acanthurus (Wiegman, 1836). *Crustaceana* 21(2): 113-126 pp.
- \_\_\_\_\_, 1971 c. Responses of larval Macrobrachium carcinus (L.) to variations in salinity and diet (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 20(2): 113-120 pp.
- Cohen, D. 1985. Prawn production in catfish ponds: verification and plan for diversification. *Aquaculture Magazine*, November/December, 1985.
- Crisci, V.J. y M.F.A. López. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica, Monografía No. 26, Serie de Biología, Programa de Monografías Científicas, OEA. Washington, D.C., 132 pp. 1983.
- Cuevas, F.M.A. 1980. Tasas respiratorias de Macrobrachium tenellum (Smith). Tesis Biólogo, Facultad de Ciencias. UNAM. 121 pp.
- Delves-Broughton, J. and C.W. Poupard. 1976. Disease problems of prawns in recirculation systems in the U.K. *Aquaculture*, 7: 202-217 pp.
- Dobkin, S., 1970. Manual de métodos para el estudio de larvas y primeras postlarvas de camarones y gambas. Inst. Nac. Inv. Biol. Pesq., Com. Nal. Consul. Pesca. Mexico. Serie Divulgación. (4): 82 pp.
- Dobkin, S., W.P. Azzinaro and J. Van Montfrans. 1974. Culture of Macrobrachium acanthurus and M. carcinus with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimps. Proc. 5th annual Workshop World Mariculture Society. 51-52 pp.
- Dobkin, S., J. van Montfrans, y D.H. Holland. 1975. Selective breeding of the fresh and brackish-water shrimp Macrobrachium acanthurus. Proc. 6th Annual Meeting World Mariculture Soc. 33-36 pp.
- Dugan Ch.C. y T.A. Frakes, 1972. Culture of brackish - freshwater shrimp, Macrobrachium acanthurus, M. carcinus and M. phione. Procc. 3th Annu. Workshop World Mariculture Society. St. Petersburg Fla. 185-191 pp.

- Dugan, C.C., R.W. Haggood and T.A. Frakes. 1975. Development of spawning and mass larval rearing techniques for brackish-freshwater shrimps of the genus Macrobrachium (Decapoda-Palaemonidae). Florida Department of Natural Resources Marine Research Laboratory. No.12: 28 pp.
- Dugger, D.M. and S. Dobkin. 1975. A contribution to knowledge of the larval development of Macrobrachium olfersii (Wiegman, 1863) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 29 (1): 1-32 pp.
- Fisher, W.S., 1977. Epibiotic microbial infestations of cultured crustaceans. Proc. World Maricult. Soc., 8, 673 pp.
- Foster, J.R.M. and T.W. Beard, 1974. Experiments to assess the suitability of nine species of prawns for intensive cultivation. Aquaculture, 3: 355-368 pp.
- Fujimoto, M., T. Fujimura, and K. Kato, 1977. Chapter IV. Pond grow-out systems. In: J.A. Hanson and H. L. Goodwin (editors), Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson, and Ross, PA, pp. 237-254.
- Fujimura, T. 1966. Notes on the Development of a practical mass culturing techniques of the Giant Prawn Macrobrachium rosenbergii. FAO Indo-Pac. Fish. Council. IPFC/C66/WP47.
- , 1968. Development of a prawn Industry. Development of commercially applicable mass rearing techniques for the Giant Prawn, Macrobrachium rosenbergii. Quarterly progress report for Commercial Fisheries Research and Dev. Act.
- , 1970. Notes on progress made in developing a mass culturing techniques for Macrobrachium rosenbergii in Hawaii. FAO Indo-Pac. Fish. Council. IPFC/C70/SYM53
- , 1974. Development of a prawn culture industry in Hawaii. Job completion report: July 1, 1969-June 30, 1972. U.S. Dept. Comn. NOAA, NHFS.
- Fujimura, T. and H. Okamoto, 1970. Notes on progress made in developing a mass culturing technique for Macrobrachium rosenbergii in Hawaii. Indo-Pac. Fish. Council. Proc., 14 Th. Session, Bangkok, Thailand, Symp., 53, 17 pp.
- Gamba, L.A., 1982. Macrobrachium: Its presence in estuaries of the northern Venezuelan coast (Decapoda, Palaemonidae). Carib. J. Scie. 18 (1-4): 23-26 pp.
- George, M.J., 1969. Genus Macrobrachium Bate 1868. Cent. Mar. Fish. Research Inst. Bull. 14: 179-204 pp.
- Gibson, R. T. and Wong, J. K. 1979. A Prawn Population Management Model. ASAE (vol. 22 No. 1) 207-214 pp.

- Goodwin H.L. y J. A. Hanson, 1975. The aquaculture of freshwater prawns. (Macrobrachium species). The Oceanic Inst. Waimanalo, Hawaii. 96 pp.
- Granados, B.A., 1979. Biología y pesquería del langostino del género Macrobrachium en el estado de Tabasco, México. Primer informe Inst. de Biol. Univ. Juárez Auton. de Tab. y S.E.P. 15pp.
- Granados, B.A., 1980. Biología y aspectos poblacionales del langostino de río Macrobrachium americanum (Bate, 1808) (Decapoda: Palaemonidae) en algunas áreas de los estados de Michoacán y Guerrero, México. Tesis Prof. Fac. Cienc., U.N.A.M. México. 110 pp.
- Granados, B.A., 1981. Aspectos reproductivos del "camarón prieto" Macrobrachium acanthurus en la cuenca del Río González, Tabasco México. VII Simp. Latinoamer. Ocean. Biol. Acapulco Gro. 37 pp.
- Granados, B.A., 1984. Aspectos reproductivos del "camarón prieto" Macrobrachium acanthurus (Wiegman, 1836) en la cuenca del Río González, Tabasco México. (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 11 (1): 1-22 pp.
- Granados, B.A., 1984. Biología, Ecología y Pesquería de los langostinos de México. Universidad y Ciencia, Vol. 1 No. 1. 5-23 pp.
- Granados, B.A. y A.M. Guzmán, 1984. Contribución al conocimiento de la biología y aspectos poblacionales de Macrobrachium americanum Bate 1868, en algunas áreas de los estados de Michoacán y Guerrero, México. (Crustacea. Decápoda. Palaemonidae). Universidad y Ciencia, Vol.1 No. 2. 27-51 pp.
- Guzmán A.M., 1975. Biología, Ecología y Pesca del chacal Macrobrachium tenellum en lagunas costeras del estado de Guerrero. Inf. Tec. I. Centro de Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México.
- Guzmán A.M., 1976. Biología, Ecología y Pesca del chacal Macrobrachium tenellum en lagunas costeras del estado de Guerrero. Inf. Tec. II. Centro de Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México.
- Guzmán A.M., 1977. Biología, Ecología y Pesca del chacal Macrobrachium tenellum en lagunas costeras del estado de Guerrero. Inf. Tec. III. Centro de Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México.

- Guzmán A.M., J. Cabrera y C. Kensler., 1977. Notes on Macrobrachium species in Mexico. in Hanson J.A. y Goodwin H.L. (Edit.) Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere. Dowden Hutchinson & Ross Inc. Penn. U.S.A. 437 pp.
- Guzmán A.M. y C. Kensler., 1977. Posibilidad de cultivo de langostino del género Macrobrachium, en el área de Cd. Lázaro Cardenas Mich. Centro de Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. de México. 19 pp.
- Guzmán A.M., C. Kensler y B.A. Granados., 1978. Los langostinos del género Macrobrachium en México y sus posibilidades de cultivo. II. Simp. Asoc. Latinoamer. de Acuicultura, México.
- Guzmán A.M., J.G. Rojas. y L.G. González., 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "chacal" Macrobrachium tenellum (Smith) y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Milla y Tres Palos, Gro., México. (Decapoda: Palaemonidae). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9 (1): 67-80 pp.
- Guzmán, A.M. y R.C. Román. 1983. Parasitismo de Probopyrus pandalicola (Isopoda, Bopyridae) sobre el langostino Macrobrachium tenellum, en la costa Pacifica de Guerrero y Michoacán, México. Procc. Internat. Conf. Marine Resour. of the Pacific. Villa del Mar, Chile. 345-357 pp.
- Guzmán, A.M. 1987. Biología, Ecología y Pesca del Langostino Macrobrachium tenellum (Smith 1871), en Lagunas Costeras del Estado de Guerrero. México. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias del Mar. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAN. México.
- Hagood, R.W. y S.A. Willis. 1976. Cost comparisons of rearing larvae of freshwater shrimp, Macrobrachium acanthurus and M. rosenbergii to juveniles. Aquaculture. 7 : 59-74 pp.
- Hanson, J.A. and H.L. Goodwin, 1977. Shrimp and prawn farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson & Ross, PA. 440 pp.
- Hedgepeth, J.W., 1949. The North American species of Macrobrachium species (river shrimp). Texas J. Sci. 1(3): 28-38 pp.
- Hepher, B. y Y. Prugining. Cultivo de peces comerciales, Basado en las experiencias de las granjas piscícolas en Israel. Ed. LIMUSA. México 316 pp. 1985.
- Hobbs H.H., 1973. Two new troglobitic shrimps (Decapoda: Alpheidae and Palaemonidae) from Oaxaca, Mexico. Bull. Assoc. Mexican Cave Stud., 5, 73-80 pp.



- Hobbs, H.H. Jr., H.H. Hobbs III y M.A. Daniel. 1977. A review of the troglobitic decapod crustaceans of the Americas. Smithsonian Contributions to Zoology. Number 244: 50-52 pp.
- Holthuis, L.B., 1950. The Decapoda of the Siboga Expedition, Part X. I Subfamily Palaemonidae. Siboga Exped. Monogr. 39a 9: 1-268 pp.
- Holthuis, L.B., 1952. A general revision of the palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Allan Hancock Found. Publ., Occ. Paper 12: 11-132 pp.
- Holthuis, L.B. 1977. Cave shrimps (Crustacea Decapoda, Natantia) from Mexico. En Subterranean fauna of Mexico. Accademia Nazionale dei Lincei. Roma. Cuaderno No. 171-III: 188-195 pp.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO species catalogue. Vol 1 Shrimps and prawns of the world (An annotated catalogue of species of interest to fisheries). FAO Fish. Synop., (125) Vol.1: 261 pp.
- Holthuis, L.B. y A.J. Provenzano, 1970. New distribution records for species of Macrobrachium with notes on the distribution of the genus in Florida. (Decapoda: Palaemonidae). Crustaceana. 2 (19): 211-213 pp.
- Holthuis, L.B. y H. Rosas., 1965. List of species of shrimps and prawns of economic value. FAO Fish. Tech. Pap. 52: 1-20 pp.
- Holtschmit, K.H. y E. Pfeiler., 1984. Efect of salinity on survival and development of larvae and postlarvae of Macrobrachium americanum Bate (Decapoda Palaemonidae). Crustaceana 46 (1): 23-28 pp.
- Huang, S.G., B. Y. Leu y J.C. Chen, 1981. Effects of eyestalk ablation on growth and molt of fresh water prawn Macrobrachium rosenbergii. Bull. Inst. Zool. Acad. Sin. 20 (2): 41-48 pp.
- INDIRENA (Mision China). 1979. Obtencion de estados larvales y postlarvales del camarón de agua dulce Macrobrachium carcinus (Linnaeus) en el laboratorio. Ministro de Agricultura. Proyecto para el desarrollo de la acuicultura. Marina. Cartagena, Bogotá. 1(1): 34 pp.
- John, M.C., 1957. Bionomics and Life history of Macrobrachium rosenbergii (De Man). Bull. Central Research Inst., Univ. Kerala. Ser. C (Nat. Sci.), 5(1): 93-102 pp.
- Johnson, D.S. 1960. Sub specific and infraespecific variation in some freshwater prawns of the Indo-Pacific region. in Purchon, R.D., ed. Proc. of the Centenary and Bicentenary Congress of Biology. Singapore. 259-267 pp.

- Johnson, S.K., 1977. Handbook of crawfish and freshwater shrimp diseases. TAMU-SG-77-605. College Station. Tex. 4-21 pp.
- Johnson, S.K., 1978. Some disease problems in crawfish and freshwater shrimp culture. FDDL-S11, Texas A & M University. College Station
- Kensler, C.B., A. Weller y J.M. Grande., 1974. El desarrollo y cultivo del langostino de río en Michoacán y Guerrero, México. Cont. Est. Pesq. México. PNUD/FAO México. 36 pp.
- Kneale, D.C. and J.W. Wang, 1979. A laboratory investigation of Macrobrachium rosenbergii nursery production. Proc. World Maricult. Soc. 10: 359-368 pp.
- Koshy, M. y K.K. Tiwari, 1975. Cluth size and its relation to female size in 2 species of fresh water shrimps of the genus Macrobrachium (Crustacea, Caridea, Palaemonidae), from Calcutta India. J. Inland Fish. Soc. India. 7: 109-111 pp.
- Lee C.L. y D.R. Fielder, 1983. The effect of salinity and temperature on the larval development of the fresh water prawn. Macrobrachium australiense from south eastern Queensland Australia. Acuaculture. 26 (1-2): 167-177 pp.
- Lewis, J.B. y J.Ward., 1966. Developmental stages of the palaemonid shrimp Macrobrachium carcinus (Linnaeus) Crustaceana 9(2): 137-148 pp.
- Lewis, J.B., J.Ward y A. Mc. Iver, 1966. The breeding cycle, growth and food of the freshwater shrimp Macrobrachium carcinus (Linnaeus). Crustaceana. 1 (10): 48-52 pp.
- Liao, D.S. and T.I.J. Smith, 1981. Test marqueting of freshwater shrimp, Macrobrachium rosenbergii, in South Carolina. Aquaculture, 23: 373-379 pp.
- Lighthner, Donald V. 1983. Diseases of cultured Panaeid shrimp. CRC Handbook of Mariculture Volume I Crustacean Aquaculture. Boca Raton Florida.
- Limpadanai, D. and Tansakul, R. 1980. Culture of giant freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii) in a small reservoir. Aquaculture, 20:257-260 pp.
- Ling, S.W. and A.B.O. Merican, 1961. Notes on the life and habits of adults and larval stages of Macrobrachium rosenbergii (de Man). Proc. Indo-Pac. Fisheries Council, 9 (2): 55-61 pp.
- Ling, S.W. 1967. Methods of rearing and culturing M. rosenbergii (de Man). FAO. BCSP/67/E/31. 15 pp.

- Ling, S.W. 1969. The general Biology and development of Macrobrachium rosenbergii (de Man). FAO. Fish. Rept. 3 (57): 589-606 pp.
- Ling, S.W. y T.J. Costello. 1976. Review of culture of freshwater prawns. FAO Tech. Conf. Aquaculture. FIR:AQ/Conf/76/R/29. 12 pp.
- Ling, S.W. and T.J. Costello, 1976. The culture of freshwater prawns: A review. In: T.V.R. Pilay and Wm. A. Dill (Editors). Advances in Aquaculture. Fishing News Book Ltd., England, pp. 299-305 pp.
- Lu, D.T., M.N. Lin, Y.Y. Ting, D.E. Pérez y J. Chang, 1976. reproducción de camarón de río y de mar (I). Sistema de tanques de Taiwan. Dirección general de recursos naturales renovables, Honduras, serie de pesca, 4: 1-15 pp.
- Lynn, J.W., J.W. and W.H. Clark Jr., 1983. A morphological examination of sperm-eggs interaction in the freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii). Biol. Bull., 164: 146-458.
- Maddox, M.B. and J.J. Manzi., 1976. The effects of algal supplements on static system culture of Macrobrachium rosenbergii (De Man) larvae. Proc. World Maricul. Soc., 7. 677 pp.
- Malecha, S.R., 1977. Genetics and selective breeding of Macrobrachium rosenbergii. In: J.A. Hanson and H.L. Goodwin (Editors), Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson, and Ross, PA, pp. 328-355.
- Malecha, S.R., 1978. Aquaculture of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii in Hawaii; History present status and application to other areas. Mimeo. Paper presented at Brazilian Aquaculture Conference, Recife, Brasil July 1978.
- Malecha, S., D. Sarver, and D. Onizuka, 1980. Approaches to the study of domestication in the freshwater prawn, M. rosenbergii, with special emphasis on the Anuenue and Malaysian stocks. Proc. World Maricult. Soc., 11: 500-528 pp.
- Malecha, S.R., 1983. Commercial pond production of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. In: J. R. Moore and J.P. MacVey (Editors), C.R.C. Handbook of mariculture. Volume I. Crustacean Aquaculture, C.R.C., Press, Inc., Boca Raton, Fl., pp. 231-259 pp.
- Mancebo, V.J., 1978. Growth in tank-reared populations of the Malaysian prawn, Macrobrachium rosenbergii (de Man). Proc. World Maricult. Soc., 9: 83-90 pp.
- Manzi, J.J., M.B. Maddox, and P.A. Sandifer, 1977. Algal supplement enhancement of Macrobrachium rosenbergii (De Man) larviculture. Proc. World Maricul. Soc., 8: 207-223 pp.

- Martínez, P.C., M.C. Chávez y G.M. Palomo, 1980. Avances sobre el semicultivo del langostino Macrobrachium tenellum. Mem. 2o Simp. Latinoamer. Acua. México. 1: 641-662 pp.
- Martínez, S.L. 1975. Biología del camarón de agua dulce Macrobrachium acanthurus (W. 1836) (Decápoda-Palaemonidae) de la ciénega del Totumo y su cultivo experimental en estanques. Div. pesqu., Bogota, Colombia. XI (1).
- Menasveta, P. and S. Piyatiratitivorakul, 1980. Effects of different culture systems on growth, survival, and production of the giant freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man). Provisional Report No. 9, Proceedings of the Giant Prawn Conference, Bangkok, Thailand, 15-21, June, pp. 247-269 pp.
- Mendez, G.M., 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decápoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Bol. Inst. Mar Perú- Callao, Vol.5, 170 pp.
- Mercado, P., 1959. Proyecto para una estación rústica dedicada al cultivo de los langostinos. Bol. Pisic. Rural S.I.C. México, 9 (5-6): 6-9 pp.
- Miyajima, L.S., 1977. About Macrobrachium species. In Hanson, J.A. y H.L. Goodwin, Edit. Shrimp and prawn farming in the Western Hemisphere. Capp. II. Dowden, Hutchinson & Ross, P. Apenn. 201-209 pp.
- Mónaco, G. 1975. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp Macrobrachium americanum (Bate). Aquaculture. 6: 369-375 pp.
- Monroy, P.S., 1987. Modelo biotecnológico de una granja de cultivo de langostino malayo Macrobrachium rosenbergii en México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 97 pp.
- Moore J.R. and J.P. MacVey (Editors), C.R.C. Handbook of mariculture. Volume I. Crustacean Aquaculture, C.R.C., Press, Inc., Boca Raton, Fl.
- Moreno, G. Arnoldo. 1981. Experimentos sobre alimentación con Macrobrachium rosenbergii (de Man) en condiciones de policultivo. Tesis para obtener el título de oceanólogo U.A.B.C. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Ensenada Baja California.
- Nagamine, C., A.W. Knight, A. Maggenti, and G. Paxman, 1980. Effects of androgenic gland ablation on male primary and secondary sexual characteristics in the Malaysian prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man) (Decapoda, Palaemonidae), with first evidence of induced fertilization in a nonhermaphrodite decapod. Gen. Comp. Endocrinol., 41: 423-441 pp.

- Nakamura, R., 1975. A preliminary report on the circadian rhythmicity in the spontaneous locomotor activity of Macrobrachium rosenbergii and its possible application to prawn culture. Proc. World Maricul. Soc., 6: 37-41 pp.
- Negrete, R.P., 1977. Fecundidad en el langostino Macrobrachium tenellum (Smith, 1871) (Decapoda, Palaemonidae) en la Laguna de Tres Palos, Gro., México. Tesis Prof., Fac. Ciencias., UNAM. 50 pp.
- New, M.B., 1976. A review of dietary studies with shrimps and prawns. Aquaculture, 9: 101-144 pp.
- New, M. B. and S. Singholka, 1984. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of Macrobrachium rosenbergii. FAO. Fish. Tech. Rep., (225):116 pp.
- Newman, M.J. and P.L. Lutz, 1982. Temperature effects on feed ingestion and assimilation efficiency of nutrients by the Malasian prawn, Macrobrachium rosenbergii (de Man). J. Worl Maricul. Soc., 13: 95-103.
- Pannikar, N.K., 1937. The prawn industry of the Malabar Coast. Bombay Nat. Hist. Soc., 39: 343-346 pp.
- Pannikar, N.K., 1968. Osmotic behaviour of shrimps and prawns in relation to their biology and culture. FAO Fish. Rep. 57(2): 527-538 pp.
- Patra, R.W.R., 1976. The fecundity of Macrobrachium rosenbergii. Bangladesh J. Zool. 4 (2): 63-72 pp.
- Patra, R.W.R., 1977. Seasonal abundance and sex ratio of the natural population of Macrobrachium rosenbergii. Bangladesh J. Zool. 5 (2): 101-106 pp.
- Peebles, J.B., 1977. A rapid technique for molt staging in live Macrobrachium rosenbergii. Aquaculture, 12: 175-180 pp.
- Peebles, J.B., 1978. Molting and Mortality in Macrobrachium rosenbergii. Proc. World Maricult. Soc., 9: 39-46 pp.
- Peebles, J.B., 1979. Molting, movement, and dispersion in the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. J. Fish. Res. Bd., Can. 36: 1080-1088 pp.
- Peebles, J.B., 1980. Competition and habitat partitioning by the Giant freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana, 38: 49-54 pp.

- Pérez, C.H. y M.C. Segura, 1981. Contribución al conocimiento de la estructura poblacional y algunos aspectos de la Biología de las especies de langostino: Macrobrachium acanthurus (Wiegmann 1836) y Macrobrachium carpinus (Linne 1758), en el estado de Tabasco. Tesis Prof. ENEP. Iztacala. Univ. Nal. Autónoma de México. 66 pp.
- Polovina, J. Brown, H. Hom, D. and Lindsey Y. 1979. A Statistical Information System for the prawn Industry in Hawaii. University of Hawaii Sea Grant Program. Honolulu, Hawaii. 96 : 822 pp.
- Ra'anana, Z. and Cohen. D. 1980. Production of the Fresh water Prawn, Macrobrachium rosenbergii. in Israel. Winter Activities. Aquaculture 20: 47-57 pp.
- Ra'anana, Z. 1983. The effects of size ranking on the molting cycle of juvenile stages of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii when reared individually and in pairs (Decapoda, Caribea). Crustaceana, 45(2): 131-138 pp.
- Ra'anana, Z. and D. Cohen, 1984. The effect of group interactions of the development of size distribution in Macrobrachium rosenbergii (de Man) juvenile populations. Biol. Bull., 166: 21-31 pp.
- Radway, A. K. 1966. A Method of Fitting Growth Curves of the von Bertalanffy Type to observed data. J. Fish. Res. Bol. Canada, 23 (2); 1966 pp.
- Rajyalakshmi, T., 1961. Studies on maturation and breeding in some estuarine palaemonid prawns. Proc. Natl. Inst. Sci. India. Part B, Biol. Sci. 27(4): 179-188 pp.
- Rajyalakshmi, T., 1966. On the age and growth of some estuarine prawns. Indo Pacific. Indo-Pac. Fish. Council. Proc., Session 11(II): 52-83 pp.
- Raman, K., 1964. On the location of a nursery ground of the giant prawn Macrobrachium rosenbergii de Man. Current Sci., 33 (1): 27-28 pp.
- Raman, K., 1967. Observations on the Fishery and biology of the giant Freshwater prawn, Macrobrachium rosenbergii de Man. Proc. Symp. Crust. Part II., pp. 649-669 pp.
- Rao, R.M., 1965. Breeding behavior in Macrobrachium rosenbergii (de Man). Fish. Tech. (India), 2(1): 19-25 pp.
- Rodríguez de la Cruz, M.C., 1965. Contribución al conocimiento de los palaemonidos de México II. Palaemonidos del Atlántico y vertiente oriental de México con descripción de dos especies nuevas. An. Inst. Nac. Invest. Biol. Pesq. 1: 71-112 pp.

- Rodríguez de la Cruz, M.C., 1968. Contribución al conocimiento de los palemonidos de México III. Palemonidos del Golfo de California, con notas sobre la Biología de Macrobrachium americanum. FAO. Fish. Repp., 2 (57): 373-380 pp.
- Rodríguez, Marín Ma.F. y J. F. Reprieto García. El cultivo del camarón azul (Penaeus stylirostris) Stimpson. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora México, 1984 pp.
- Román C.R., 1975. Contribución al conocimiento de la Biología y Ecología de Macrobrachium tenellum (Smith). (Crustacea, Decapoda, Palemonidae). Tesis Prof. Fac. Cienc. Univ. Nal. Autón. México. 84 pp.
- Román C.R., 1979. Contribución al conocimiento de la Biología y Ecología de Macrobrachium tenellum (Smith). (Crustacea, Decapoda, Palemonidae). An. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 6 (2): 137-159 pp.
- Sánchez, C., 1975. Desarrollo juvenil del camarón de río Macrobrachium tenellum en estanques de arcilla y concreto. Minist. Agric. y Gan. El Salvador, C.A. Inf. Tec. 2(2): 1-15 pp.
- Sánchez, C., 1976. Desarrollo de Macrobrachium tenellum. Conferencia técnica de la FAO sobre acuicultura. Kyoto, Japón. 8 pp.
- Sandifer, P.A., J.S. Hopkins and T.L.L. Smith, 1974. Observations on salinity tolerance and osmoregulation in Laboratory-reared Macrobrachium rosenbergii postlarvae (Crustacea: Caridea). Aquaculture, 6: 103-114 pp.
- Sandifer, P.A., J.S. Hopkins, and T.J. Smith., 1977. Production of juveniles. In: Hanson and Goodwin (Editors), Shrimp and prawn farming in the western hemisphere. Dowden, Hutchinson and Ross, PA, 220-229 pp.
- Sandifer, P.A. and T.L.J. Smith, 1975. Effects of population density on growth and survival of Macrobrachium rosenbergii reared in recirculating water management systems. Proc VI World Maricult. Soc. 43-54 pp.
- Sandifer, P.A. and T.L.J. Smith, 1979. A method for artificial insemination of Macrobrachium prawns and its potential use in inheritance and hybridation studies. Proc. World Maricul. Soc., 10: 403-418 pp.
- Sandifer, P.A. and J.W. Lynn, 1980. Artificial insemination of caridean shrimp. W.H. Clark, Jr. and T.S. Adams (Editors). Advances in Invertebrate Reproduction. Elsevier North Holland, Inc., pp. 271-288 pp.

- Santiago L.G. y Valencia, A.M. 1982. Cultivo Comercial del Langostino Macrobrachium rosenbergii en Aguas Blancas, Guerrero. SePesca Delegación Federal del Edo. de Gro. México.
- Scudder, K.M., E. Pasanello, J. Krafur and K. Ross., 1981. Analysis of locomotory activity in juvenile giant Malasian prawns, Macrobrachium rosenbergii (De Man) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana, 40: 31-35 pp.
- Segal, E. and A. Roe, 1975. Growth and behavior of post juvenile Macrobrachium rosenbergii (de Man) in close confinement. Proc. World Maricult. Soc., 6: 67-88 pp.
- Sevilla, Ma. L. Acuicultura. CECSA. México 218 pp. 1982.
- Shakuntala, K., 1976. A note on the change in egg weight during the early development of Macrobrachium rude (Heller). J. Inland Fish. Soc. India, 8: 109-110 pp.
- Shakuntala, K., 1977a. Yolk utilization in the freshwater prawn Macrobrachium lamarrei. J. Anim. Morphol. Physiol. 24 (1): 13-20 pp.
- Shakuntala, K., 1977b. The relation between body size and number of eggs in the freshwater prawn Macrobrachium lamarrei, (H. Milne Edwards) (Decapoda, Caridea). Crustaceana. 33 (1): 17-22 pp.
- Shang, Y.C., 1981. Freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii) production in Hawaii: Practices and economics. Sea Grant Miscellaneous Report. UNHH-SEAGRANT-MR-81-07 pp.
- Sick, L.V. and H. Beaty., 1974. Culture Techniques and nutritional studies for larval stages of the giant prawn, Macrobrachium rosenbergii. Georgia Mar. Sci. Center, Univ. Georgia, Tech. Rept. Ser. No. 74-5, 30 pp.
- Silverthorn, S.U. and A.M. Reese, 1978. Cold tolerance at three salinities in post-larval prawns, Macrobrachium rosenbergii (de Man). Aquaculture, 15: 249-255 pp.
- Sindermann, C.J., 1977. Freshwater shrimp diseases. General. In diseases diagnosis and control in North American marine Aquaculture. Ed. C.J. Sindermann. Dev. Aquacult. Fish. Sci., 6: 78-85 pp.
- Singh, T., 1980. The isosmotic concept in relation to the aquaculture of the giant prawn, Macrobrachium rosenbergii. Aquaculture, 20: 251-256 pp.
- Smith, T.L.J., and P.A. Sandifer, 1979. Observations on the behavior of the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii (de Man) to artificial habitats. Mar. Behav. Physiol. 6: 131-146 pp.



- Smith, T.L.J. and P.A. Sandifer, 1979. Development and potential of nursery systems in the farming of Malaysian prawn M. rosenbergii (de Man). Proc. World. Maricult. Soc., 10: 369-381 pp.
- Smith, T.L.J., W. Waltz and P.A. Sandifer, 1980. Processing yields for malaysian prawns and the implications. Proc. World Maricul. Soc. 8:251-264 pp.
- Smith, T.L.J., P.A. Sandifer, and W.E. Jenkins, 1980. Growth and survival of prawns, Macrobrachium rosenbergii, pond-reared at different salinities. Provisional Report No. 9. Proceeding of the Giant Prawn Conference, Bangkok, Thailand, 15-21 June, 20 pp.
- , and A.A. Stokes, 1981. Effects of population structure al stocking and density on production and economics potential of prawn (M. rosenbergii) farming in temperate climates. Paper presented at the 12 th Annual Meeting of the World Maricul. Soc. 32 pp.
- Smitherman R.D., Moss D.D. y E.L. Diaz, 1974. Observations on the Biology of Macrobrachium americanum Bate from a pond environment in Panama. 5 Th. Ann. Meet. World Mariculture Soc. Charleston. S.C. 29-40 pp.
- Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification. Freeman, San Francisco, Ca., XV, 573 pp. (1973).
- Strenth N.E., 1976. A review of the sistematics and Zoo Geography of the fresh water species of palaemonetes of North America Crustacea Decapoda. Smithson, Contrib. Zool. (228): 1-27 pp.
- Stuardo, J., A. Martínez, A. Yañez A., J.A. Weinborn y J. Ruiz. 1974. Prospección de los recursos biológicos y pesqueros del sistema lagunar de Guerrero y parte del litoral rocoso de Michoacán. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. Informe Mimeografiado. 60 pp.
- Uno, Y. and K.C. Soo., 1969. Larval development of Macrobrachium rosenbergii reared in the laboratory. J. Tokyo Univ. Fish., 55(2): 179-190 pp.
- Villalobos, A., 1966. Estudio de los Palemonidos de México. I. Macrobrachium acantochirus n. spp., del sureste de México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autòn. México. Ser. Zool. 27 (1,2): 167-174 pp.
- Villalobos, A., 1969. Problemas de especiación en America de un grupo de Palemonidos del género Macrobrachium. FAO. Fish. Rep. 3 (57): 1055-1066 pp.
- Villalobos, A. 1982. Decapoda. En Herlbert, S.H. y A. Villalobos

- Villalobos, A. 1982. Decapoda. En Heribert, S.H. y A. Villalobos (Edit.). *Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies*. 215-239 pp.
- Villalobos, A., M.A. Zamora, J. Correa, J.L. Espinoza, y M.L. Nieto., 1982. Evaluación de la Disponibilidad de postlarvas de M. tenellum (Smith), determinación de sus posibilidades de semicultivo en las microregiones PIDER, Costa Grande y Atoyac del estado de Guerrero. Informe Final. Deleg. Estat. de Pesca. Edo. de Guerrero. PIDER. 122 pp.
- Weinborn, J.A., 1977. Prospección preliminar de la fauna carcinológica en el sistema lagunar del estado de Guerrero y Litoral de Michoacán, con referencia a las especies de importancia económica. Programa de estudio de la zona costera de los estados de Michoacán y Guerrero. Informe II etapa. Cent. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. 120 pp.
- Wheaton, F.W., 1982. *Aquacultural Engineering*. John Wiley & Sons, New York. 706 pp.
- Wickens, J.F., 1976. Prawn Biology and culture. *Oceanogr. Mar. Biol. Rev.* 14: 435-507 pp.
- Wickens, J.F. and T.W. Beard., 1974. Observations on the breeding and growth on the giant freshwater Prawn Macrobrachium rosenbergii (De Man) in the laboratory. *Aquaculture*. 3: 159-174 pp.
- Willis, S.A., R.W. Hagwood, and G.T. Eliason, 1976. Effects of four stockings densities and three diets on growth and survival of postlarval M. rosenbergii and M. acanthurus. *Proc. World Maricult. Soc.*, 7: 655-665 pp.
- Willis, S.A. and M.E. Berrigan, 1977. Effects of stocking size and density on growth and survival of M. rosenbergii (de Man) in ponds. *Proc. World Maricult. Soc.*, 8:251-264 pp.
- Willis, S.A. and M.E. Berrigan, 1978. Effects of fertilization and selective harvest on ponds culture of M. rosenbergii in Central Florida. Completion report for U.S. Dept. of Commerce N.O.A.A., N.M.F.S., PL 88-309, No. 2-298-R-1 Job 3B, April-Oct.1978, 33 pp.
- Yañez-Arancibia, A., J.C. Gomez y V.L. Vargas. 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino Galeichthys caeruleascens (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México. *An. Centro de Cien. del Mar y Limnol. UNAM*. 3(1): 125-180 pp.
- Yung, C. Shang and Takuji Fujimura, 1977. The production economics of freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii) farming in Hawaii. *Aquaculture* 11(1977) 99-110 pp.