

126
2 ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"BIOLOGIA DEL LANGOSTINO Macrobrachium
hobbsi (NATES Y VILLALOBOS 1990) DE LA
REGION DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

JUAN CARLOS MOLINERO VARGAS



MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE CIENCIAS
REGION TUXTLAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: "Biología del langostino Macrobrachium hobbsi (Nates y Villalobos 1990) de la región de Los Tuxtlas, Veracruz"

realizado por Juan Carlos Molinero Vargas

con número de cuenta 8622843-3 , pasante de la carrera de Biólogo

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. Fernando Alvarez Noguera

Fernando Alvarez

Propietario

Biol. José Luis Villalobos Hiriart

José Villalobos Hiriart

Propietario

Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez

Alberto Sánchez Martínez

Suplente

Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda

Suplente

M. en C. Laura de Lourdes Gárdenas Flores

Consejo Departamental de Biología

[Firma]
GENERAL

A mis padres

A mis hermanos

A mi abuelita

con profundo amor ...

" Extraña autocreación del autor por su obra. En general, todo autor espera de su lector que lo comprenda, participando de su propia experiencia, o que recoja un determinado mensaje y lo encarne. El novelista romántico quiere ser comprendido por sí mismo o a través de sus héroes; el novelista clásico quiere enseñar, dejar una huella en el camino de la historia.

Posibilidad alternativa, la de hacer del lector un cómplice, un camarada del camino. Simultaneizarlo, puesto que la lectura abolirá el tiempo del lector y lo trasladará al del autor. Así, el lector podría llegar a ser copartícipe o copadeciente de la experiencia por la que pasa el autor, *en el mismo momento y en la misma forma*. Todo ardid estético es inútil para lograrlo: solo vale la materia en gestación.

Para ese lector, *mon semblable, mon frère*, la obra debe ser de un pudor ejemplar; no engaña al lector, no lo monta a caballo sobre cualquier emoción o cualquier intención, sino que le da algo así como una arcilla significativa, un comienzo de modelado, con huellas de algo que quizá sea colectivo, humano y no individual. Mejor, le da como una fachada, con puertas y ventanas detrás de las cuales se está operando un misterio que el lector cómplice deberá buscar (de ahí la complicidad) y quizá no encontrará (de ahí el copadecimiento). Lo que el autor de esa obra haya logrado para sí mismo, se repetirá (agigantándose, quizá, y eso sería maravilloso) en el lector cómplice ".

Rayuela
J. Cortázar

**Aller vers l'obscur et l'inconnu par
ce qui est plus obscur et inconnu encore**

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Fernando Alvarez, por haber dirigido este trabajo, por el apoyo otorgado y, sobre todo, por la confianza depositada en mí.

Al Biol. José Villalobos, por sus acertados comentarios y sugerencias, así como por su inapreciable sentido crítico.

A los miembros del jurado, por su paciencia y disponibilidad en la corrección del manuscrito, y por las valiosas sugerencias que enriquecieron este trabajo. A todos ellos gracias, Dra. Nora Galindo, M. en C. Laura Cárdenas y Dr. Alberto Sánchez.

A mis compañeros de la Colección de Crustáceos, Margarita, Yola, Tere, Mary, Katya, Carmen, Ceci, por las sugerencias e interés mostrado en la realización de este trabajo; a Rolando y Jorge, por su inapreciable apoyo y amistad. A Rafael por su valiosa ayuda en la colecta de organismos y en la base de datos, por sus sugerencias y por su amistad. A todos ellos gracias.

A mis maestros Catherine Prost y Xu Xiang Ming

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
OBJETIVOS	4
ANTECEDENTES	5
Taxonomía	5
Macrobrachium hobbsi	7
Distribución	8
Ciclo de Vida	9
Desarrollo Larvario	10
Cultivo	11
Alimentación	12
Ecología	13
Explotación y artes de pesca	14
Estudios sobre el Género Macrobrachium en la región de Los Tuxtlas	15
AREA DE ESTUDIO	17
Geología y Orografía	18
Hidrografía	18
Vegetación	19
Clima	19
MATERIAL Y METODO	20
Identificación	22
Determinación del sexo	23
Medición de organismos	24
Medición de huevos	25
Análisis estadístico	25
RESULTADOS	27
Distribución de tallas y proporción de sexos por localidad	30
Variaciones de talla por localidad	33
Comportamiento reproductivo	36
Fecundidad y variaciones en el tamaño de huevo	37
DISCUSION	41
Distribución de la especie	41
Proporción de tallas y sexos por localidad	42
Comportamiento reproductivo	43
Fecundidad y variaciones en el tamaño de huevo	44
Consideraciones para estudios posteriores	47
CONCLUSIONES	48
LITERATURA CITADA	49

RESUMEN

La región de Los Tuxtlas representa una zona muy importante por la gran variedad de formas biológicas que la habitan, así como por el alto endemismo que la caracteriza. *Macrobrachium hobbsi* (Decapoda: Palaemonidae) es la especie de langostino más recientemente descrita para la región, por lo que no existe ninguna publicación (exceptuando la de su descripción) sobre aspectos básicos de su biología. El presente estudio constituye, entonces, la primera contribución acerca de la biología de *M. hobbsi*, Nates y Villalobos 1990. Son presentados aspectos de la distribución de la especie en la región, la composición de tallas y la proporción de sexos a diferentes distancias de la costa, la tallas máximas alcanzadas por sexo, así como un análisis de la fecundidad específica por talla. El material biológico analizado, forma parte de las colectas realizadas en los años 1984, 1985, 1986, 1994 y 1995 por el personal de la Colección de Crustáceos del Instituto de Biología de la UNAM. Los organismos analizados fueron sexados y medidos, y en el caso de las hembras ovígeras, fueron desprendidos los huevos, contados y medidos. Las tallas máximas por sexo registradas fueron 5.47 cm en machos, 4.80 cm en hembras y 5.63 cm en hembras ovígeras; la talla mínima de reproducción registrada fue 2.32 cm. Los resultados de la fecundidad mostraron una relación lineal positiva entre tamaño de la hembras y número de huevos ($n=57$ y $r=.82$). El análisis de varianza que se aplicó en el caso de las hembras ovígeras y no ovígeras, mostró diferencias significativas ($p<0.001$) y $p<0.00003$) en la distribución de tallas en las distintas localidades, no así en el caso de los machos ($p>0.05$). El mismo análisis fue aplicado para las relaciones talla de hembra ovígera-mes de colecta y tamaño de huevo-localidad; en el primer caso, se observó que sí hay diferencias significativas ($p<0.01$), mientras que en el segundo, no hubo diferencias significativas en el tamaño de huevo a distintas localidades ($p>0.65$). Finalmente, se observó que existe un intervalo de tallas (2.9 a 3.8 cm) que representa, desde el punto de vista de la fecundidad específica, la parte más importante a nivel poblacional por ser la que tiene la mayor contribución dentro de la producción total de masa ovígera.

INTRODUCCION

Los crustáceos son un grupo muy exitoso, tomando en cuenta tanto el número de especies que lo compone, como la diversidad de hábitats que ocupan (marinos, salobres, dulceacuñcolas y terrestres), lo que se ve reflejado en una amplia gama de estrategias reproductivas (Vernberg y Vernberg, 1983). En México, la riqueza de especies de crustáceos decápodos dulceacuñcolas es alta debido a la complejidad topográfica que alberga una gran cantidad de cuerpos de agua (Alvarez et. al. 1996); sin embargo, el conocimiento que se tiene de ellas es todavía, en algunos aspectos, muy superficial. Uno de los sitios más interesantes para el estudio de la carcinofauna dulceacuñcola mexicana es la región de Los Tuxtlas, considerada como una zona de gran importancia ecológica debido a la riqueza biológica con que cuenta, así como al número de especies endémicas ahí presentes (Dirzo, 1990). En ella, se encuentra una alta diversidad de crustáceos decápodos pertenecientes a cinco familias, Cambaridae, Pseudohelphusidae, Atyidae, Grapsidae y Palaemonidae. Esta última representada por el género *Macrobrachium*, que además de tener un interés especial desde el punto de vista pesquero, constituye un grupo que genera problemáticas muy interesantes para su estudio, tanto a nivel taxonómico como ecológico. En el primer caso, los problemas surgen básicamente en la identificación a nivel de especie (lo que se acrecienta aún más en estadios larvales y juveniles) ya que las descripciones son realizadas con base a caracteres adultos, como son la forma del rostro y la de los segundos pereiópodos, los que incluso dentro de una misma especie presentan una alta variabilidad. Aunado a esto se presenta una variación durante el desarrollo que da como resultado diferentes morfotipos al interior de una misma población (Holthuis, 1952; Villalobos, 1982).

A nivel ecológico-evolutivo, resulta interesante el estudio de las estrategias reproductivas que han adoptado los organismos en función del ambiente en el que habitan, lo que de alguna manera, representa la evolución de las formas que quedaron separadas una vez que América del Norte y América del Sur se comunicaron a través del levantamiento del puente americano.

En México, se han registrado hasta ahora quince especies, cinco de ellas localizadas en la región de Los Tuxtlas: *M. acanthurus*, *M. heterochirus*, *M. carcinus*, *M. offersi* y la más recientemente descrita, *M. hobbsi*, a la que se le relaciona estrechamente con el grupo *offersi*. Hasta ahora, la única publicación que se tiene acerca de *M. hobbsi*, es la de su descripción, donde los autores mencionan solamente las tallas

registradas para los tipos, el número de huevos de una hembra ovígera y su distribución en las dos vertientes de nuestro país. Esto último, la hace una especie aún más interesante desde el punto de vista ecológico-evolutivo, por haber podido adaptarse en ambas regiones. Este estudio constituye, así, la primera contribución acerca de los aspectos de la distribución de la especie en la región de Los Tuxtlas, la composición de tallas y proporción de sexos a distintas altitudes y distancias de ambientes salobres, así como la fecundidad de la especie y sus posibles implicaciones ecológicas.

OBJETIVO GENERAL

Conocer los aspectos básicos de la biología de *Macrobrachium hobbsi*, así como su distribución en la región de Los Tuxtlas, Veracruz.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Estimar la distribución de la especie en la región centro-oriental de Los Tuxtlas, Veracruz.
2. Determinar la composición de tallas y la proporción de sexos a diferentes distancias de la costa.
3. Determinar para cada sexo las tallas máximas alcanzadas.
4. Determinar si existe una estacionalidad en el comportamiento reproductivo de la especie.
5. Analizar la fecundidad de la especie, así como las variaciones en el tamaño de huevo de acuerdo al tipo de hábitat.

ANTECEDENTES

Los trabajos realizados acerca del género *Macrobrachium* Bate, 1868, han abordado diversos aspectos en función de las características que le dan importancia al grupo. Así, se ha estudiado su distribución, taxonomía, desarrollo larvario, cultivo y ecología; y por lo que concierne a los estudios en nuestro país, destacan principalmente los de índole taxonómico y de cultivo.

Taxonomía

Los langostinos pertenecen a la familia Palaemonidae, que comprende tanto a organismos marinos como dulceacuícolas. Esta familia se divide en tres subfamilias (Holthuis, 1952): Euryrhynchinae, que presenta las dos ramas del flagelo antenular superior libres a través de toda su longitud, no presenta apéndice masculino en los segundos pleópodos del macho y en el caso de las hembras, sin apéndice interno en los segundos pleópodos; las otras dos subfamilias, Pontoninae y Palaemoninae, se caracterizan por presentar las dos ramas del flagelo antenular unidas en su base, y además cuentan con apéndice masculino e interno en los segundos pleópodos. La diferencia entre ambas es que Pontoninae tiene una pleurobranquia en el tercer maxilípodo y dos pares de espinas y uno o dos pares de cerdas en el margen posterior del telson (Holthuis, 1952); mientras que en los Palaemoninae, el género *Macrobrachium* es el más importante por el número de especies que lo comprenden y por la importancia económica de éstas.

A este nivel, los trabajos más importantes realizados para el género *Macrobrachium* son los de Holthuis (1952), quien hizo una revisión detallada acerca de la taxonomía del grupo, proponiendo además a *M. americanum* Bate, 1868, como la especie tipo.

Por otra parte, en nuestro país el grupo *olfersi* ha tenido una amplia radiación adaptativa, por lo que están asociadas a él diversas especies (*M. michoacanus*, *M. digueti* y *M. hobbsi*). Esta radiación adaptativa es considerada como la plasticidad que tienen los organismos en respuesta a las condiciones del medio (Villalobos, 1982).

La ubicación taxonómica de este género es la siguiente:

Superclase	Crustacea
Clase	Malacostraca
Subclase	Eumalacostraca
Superorden	Eucaridea
Orden	Decapoda
Suborden	Pleocyemata
Infraorden	Caridea
Superfamilia	Palaemonoidea
Familia	Palaemonidae
Subfamilia	Palaemoninae
Género	<i>Macrobrachium</i>

Las características diagnósticas del género *Macrobrachium*, son la presencia de un rostro bien desarrollado, comprimido y dentado; un caparazón provisto de una espina antenal, una espina hepática, así como de una acanaladura branquiostegal. Telson con dos pares de espinas dorsales y dos pares de espinas posteriores. La mandíbula dividida en tres palpos y todos los maxilípedos provistos de exópodos; el tercer maxilípedo, al igual que todos los pereiópodos, provisto de pleurobranquias. En los machos, el primer pleópodo no presenta apéndice interno. *Macrobrachium americanum* Bate 1868, es considerado como la especie tipo del género (Holthuis, 1952).

A nivel de especie, es donde existen serias dificultades para la identificación sobre todo de estadios larvales y juveniles (Holthuis, 1952; Villalobos, 1966; Villalobos 1982), principalmente debido al número restringido de caracteres que se utilizan para la identificación, como son la forma del rostro y las proporciones de los artejos de los segundos pereiópodos, principalmente. Estos presentan una alta variabilidad, aún dentro de una misma especie, que aunada a la variación que se presenta durante el desarrollo, dan como resultado diferentes morfotipos en una población (Holthuis, 1952; Villalobos, 1967). En el caso de las hembras, incluso cuando son adultas, difieren notablemente del macho en la forma de los segundos pereiópodos, lo que las hace parecer organismos juveniles (Holthuis, 1952).

En cuanto a la diversidad del género *Macrobrachium* hasta ahora han sido registradas en la literatura 125 especies, 15 de ellas se distribuyen en nuestro país (Villalobos et al., 1993), y de éstas, cinco se encuentran en la región de Los Tuxtlas: *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. offersi*, *M. heterochirus* y *M. hobbsi*. Esta última, descrita en 1990 por Nates y Villalobos

Macrobrachium hobbsi

A esta especie, se le considera muy cercana al grupo *offersi* debido a la distribución que presenta, a su semejanza en forma y por la ausencia de ornamentación en los tubérculos espinosos de los segundos pereiópodos; además de que su radiación ha sido en las dos vertientes de nuestro país (Nates y Villalobos, 1990). Sin embargo, se le separa del tronco original debido a los dactilos de los segundos pereiópodos. Así mismo, debido a las características que presentan éstos (desigualdad en tamaño) se le relaciona con cuatro especies que se distribuyen en el Pacífico mexicano: *M. digueti*, *M. offersi*, *M. acanthochirus* y *M. michoacanus* (Nates y Villalobos, 1990). De las tres primeras, *M. hobbsi* se distingue porque presenta los dactilopodios de los segundos pereiópodos rectos, no dejando espacio entre los bordes cortantes, rasgo que la acerca a *M. michoacanus*; sin embargo, se diferencia de ésta por la relación longitud/anchura de la palma del segundo pereiópodo mayor, la proporción del carpopodio y en la distribución de las espinas y pubescencia de la superficie externa de la palma del quelípedo mayor (Nates y Villalobos, 1990).

Por otra parte, sus características diagnósticas, además de las señaladas anteriormente, son las siguientes (Nates y Villalobos, 1990): longitud palmar del quelípedo mayor 1.8 veces su anchura, superficie externa armada con espinas grandes en las porciones distal y ventral, área central con espinas pequeñas y cubiertas por pubescencia; carpopodio más corto que la palma, (0.70 a 0.87) y menor o igual que el meropodio, 0.9 a 1.0.

Distribución

Estos organismos presentan una distribución cosmopolita dentro de la zona tropical del planeta, delimitada por la isoterma de los 18 grados (Guzmán et al., 1982). Se les encuentra en climas tropicales y subtropicales, distribuyéndose en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1000 metros por encima de éste (Guzmán, 1988). De acuerdo al hábitat que ocupan, se les ha agrupado en tres categorías: a) Especies troglobias, que son especies restringidas a cavernas o cuencas aisladas, tal es el caso de *M. coconaensis* en el estado de Chiapas; b) Especies ripárias, cuando permanecen en estado adulto en las planicies y estribaciones de las zonas costeras, alejados de ambientes estuarinos, donde llevan a cabo la reproducción; sin embargo, sus formas larvales requieren de mayores gradientes de salinidad, por lo que las hembras ovígeras realizan migraciones hacia los ambientes estuarinos (la mayoría de las especies del género pertenecen a esta categoría); y c) Especies estuarinas, cuyo ciclo de vida se lleva a cabo completamente en aguas estuarinas. Entre estas especies se encuentran *M. tenellum* (en el Pacífico) y *M. acanthurus* (en el Golfo de México y mar Caribe).

La distribución del género *Macrobrachium* en las dos vertientes del continente americano, al igual que la presencia de especies vicariantes en ambas, se presenta como el resultado de la evolución de formas que quedaron separadas al levantarse el puente centroamericano que unió América del Norte con América del Sur (Villalobos, 1982). Las especies geminadas son: *M. amazonicum* - *M. panamense*; *M. surinamicum* - *M. trasandicum*; *M. latum* - *M. hancocki*; *M. acanthurus* - *M. tenellum*; *M. heterochirus* - *M. occidentale*; *M. olfersi* - *M. digueti*, y *M. carcinus* - *M. americanum* (Holthuis, 1952).

En México, se distribuyen quince especies (Villalobos et al., 1993), de las cuales, cinco se localizan en la región de Los Tuxtlas, siendo éstas *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. olfersi*, *M. heterochirus* y *M. hobbsi* (Camacho, et al., 1994). Esta última registrada también para la vertiente occidental, en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Nates y Villalobos, 1990), lo que la hace una de las pocas especies que ha podido establecerse en ambas vertientes del continente.

Ciclo de Vida

Los langostinos pertenecen al género *Macrobrachium* y su ciclo de vida generalmente puede ser dividido en dos fases, una de las cuales se desarrolla en un ambiente dulceacuícola, que comprende tanto la reproducción como la incubación, y la otra en un ambiente salobre, que comprende la etapa larval (Holthuis, 1952; Villalobos, 1982). Sin embargo, un pequeño grupo de especies (e.g., *M. reyesi*, *M. ferrierai*, *M. borelli*, *M. brasiliense* y *M. cortezii*) presenta un desarrollo abreviado, considerado éste como una respuesta adaptativa que tuvieron los langostinos al invadir sistemas dulceacuícolas y posteriormente verse imposibilitados de alcanzar las áreas costeras debido a accidentes geográficos (Sollaud, 1923; Rabalais y Gore, 1985; Pereira, 1994).

La reproducción en este género, se lleva a cabo después de la muda (Sarojini et al., 1984), momento en el que la hembra despidе una feromona que atrae a los machos, siendo sólo el macho dominante el que logra copular con ella. La cópula, que tiene una duración de pocos segundos, se realiza entre tres y ocho horas posteriores a la muda. En este proceso, el macho deposita en la hembra dos paquetes de espermátóforos, que permanecen adheridos a ella. Por su parte, la hembra libera los huevos generalmente en un lapso de 24 horas. Una vez que los huevos han sido fecundados, pasan a la cámara de incubación formada por los esternitos, las pleuras y en su parte inferior por los pleópodos (Holtzschmit, 1988). Ahí se adhieren a otros huevos y a las setas de los pleópodos por medio de una sustancia adhesiva. El número de huevos por hembra está en función de la especie y del tamaño (Shakuntala, 1977; Mashiko, 1990).

Los registros que se tienen acerca del período de incubación, señalan que éste varía de acuerdo a la especie y se relaciona directamente con la temperatura (Truesdale y Mermilliod, 1979). En esta etapa, la hembra constantemente agita los pleópodos, lo que permite una mayor oxigenación de los huevecillos. Al cabo de este tiempo, se inicia la eclosión, proceso que puede durar desde pocas horas hasta un día dependiendo de las condiciones del medio (Cabrera, 1979; Guzmán, 1988).

El primer estadio en el ciclo de vida, es una larva zoea cuyo sistema osmorregulador le permite soportar mayores salinidades. Al respecto, se han registrado, a partir de estudios de laboratorio, las salinidades óptimas para diferentes especies; así, se tiene que para *Macrobrachium rosebergii* De Man, 1879, la salinidad óptima es de 12 o/oo (New y Singholka, 1982); para *M. americanum* Bate, 1878, es de 20 o/oo (Holtschmit y Pfeiler, 1984) y para *M. carcinus* Linnaeus, 1758, de 14 o/oo (Choudhury, 1971), lo que significa que requieren de condiciones estuarinas y no totalmente marinas. Por su parte, el número de estadios larvales, así como el número de días de la etapa larval, varían también de acuerdo a la especie; para *M. rosebergii*, se registran 11 estadios y una duración de 33 a 43 días (Uno y Soo, 1969); para *M. americanum*, también se registran 11 estadios, sin embargo, la duración de la etapa larval aumenta a 59 días (Mónaco, 1975) y en el caso de *M. carcinus*, se han registrado el mismo número de estadios con una duración de 52 días (Choudhury, 1971).

En el caso de los organismos que tienen un desarrollo abreviado, como *M. reyesi* Pereira, 1986, *M. ferrierai* Kensley y Walker, 1988, *M. borelli* Nobili, 1949, *M. brasiliense* Heller, 1948 y *M. cortezi* Rodríguez, 1982; presentan un tamaño de huevo superior (de cuatro a cinco veces más grande), así como una reducción drástica en el número de estadios larvales con respecto a aquellos que conservan toda la etapa larval completa (Pereira y García, 1995).

Desarrollo larvario

Comúnmente se considera que los langostinos requieren del agua salobre para llevar a cabo su primera etapa de vida, mientras que la etapa adulta la desarrollan en ambientes dulceacuícolas (Holthuis, 1980; Villalobos, 1982). Sin embargo, se ha registrado la presencia de especies en cuencas de difícil salida, donde el tamaño de los huevos que presentan las hembras es muy grande (hasta 5 veces mayor) en relación con aquellas especies que migran hacia el agua salobre, planteando con ello un desarrollo abreviado (Villalobos, 1982), además de una adaptación a un ciclo de vida completamente en agua dulce, característica planteada como consecuencia de la invasión hacia los

sistemas dulceacuícolas (Sollaud, 1923; Rabalais y Gore, 1985; Pereira, 1994).

Por ser un grupo de importancia económica, ha sido bien estudiado su desarrollo larval, registrándose inseminaciones artificiales (Sandifer y Smith, 1979) e incluso una hibridación entre *M. rosebergii* y *M. malcomsoni* (Sankoli et al., 1982). Así mismo, estos estudios han llevado a conocer el número de días para la etapa larval en cada una de las especies de importancia económica; de esta manera, se tiene que para *M. rosebergii*, se requieren de 33-43 días; para *M. carcinus*, de 40-52 días; para *M. acanthurus*, de 32-42 días; para *M. americanum*, 59 días; y para *M. tenellum*, 24 días (Holtschmit, 1988).

En cuanto a las características que presentan las larvas en los diferentes estadios, Uno y Kwon (1969) señalan que los ojos en un principio son sésiles, posteriormente se vuelven pedunculados y van apareciendo los urópodos (tercer estadio), dientes dorsales en el rostro (cuarto estadio), modificación del télson que comienza a tornarse más alargado y angosto (quinto estadio), los pleópodos se vuelven birrámeos y presentan setas (octavo estadio), hacia el último estadio el rostro ya cuenta con todos los dientes y una vez siendo postlarva el rostro tiene dientes tanto en la parte inferior como en la superior.

Cultivo

A través del cultivo, los langostinos son ahora una fuente de alimentación constante y predecible, a diferencia de la pesca artesanal donde las capturas son estacionales y asociadas generalmente a la época de lluvias. Los pioneros en este campo, fueron los países asiáticos, donde en un principio se practicó el cultivo extensivo, que consiste en la liberación de crías o reproductores en áreas naturales o artificiales para que pueblen los cuerpos de agua en forma natural y posteriormente son aprovechados vía la pesca (Guzmán, 1988). Posteriormente, se comenzó con el cultivo de larvas y hacia el año 1965 empezaron a utilizarse los cultivos intensivos (Holtschmit, 1988). En este tipo de cultivo, se lleva a cabo todo el seguimiento del ciclo de vida del organismo, logrando la reproducción y obtención de crías. El control de calidad del agua, al igual que de la salinidad y alimentación son estrictos, logrando de éste el sistema más rentable (Guzmán, 1988;

Holtschmit, 1988). Así mismo, la especie más comúnmente utilizada ha sido *M. rosebergii* debido principalmente a que no es tan agresiva como otras especies además de que es de fácil manejo. Su introducción en nuestro país con fines de cultivo fue en el año de 1965 en el estado de Veracruz y posteriormente se comenzó a cultivar en Guerrero (Guzmán, 1988).

El cultivo de estos organismos se lleva a cabo en estanques de fibra de vidrio, de cemento o de madera recubiertos con pintura epóxica o algún otro producto no tóxico. El color debe ser oscuro y el acabado liso. Los parámetros fisicoquímicos más importantes a considerar en el cultivo son: salinidad (oscilando entre las 12 ppm), temperatura (entre 26° y 31° C), oxígeno disuelto (cercano a saturación) y luz (fotoperíodo de 14 horas) (Holtschmit, 1988; Guzmán, 1988). La dieta utilizada es muy variada en función de los hábitos de los langostinos, siendo los principales ingredientes: *Artemia*, cladóceros, huevo de pescado, calamar, pasta de huevo, gusanos y productos vegetales. Aunque el alimento varíe, la proporción de proteína debe mantenerse constante en un nivel óptimo (27-35 %) (Deshinaru y Shigueno, 1972).

En nuestro país, además de *M. rosebergii*, otras especies son cultivadas: *M. acanthurus*, *M. americanum* y *M. tenellum*, llevándose a cabo esta práctica en 19 estados, destacando entre ellos Veracruz, Tabasco y Oaxaca (Arana, 1974; Kensler, 1975; Holtschmit, 1988; Guzmán, 1988).

Allmentación

Los langostinos, debido a sus hábitos oportunistas y omnívoros, presentan un amplio espectro trófico. En algunas especies como *M. acanthurus* y *M. carcinus*, destacan como componentes principales de su dieta, las plantas superiores y las algas (Pérez y Segura, 1981), aunque también se alimentan de otros langostinos y de restos de peces. Otras especies (e.g., *M. tenellum*) consumen insectos, pequeños moluscos, crustáceos, anélidos y restos de organismos (Guzmán, 1988); incluso pueden llegar al canibalismo (Ling, 1969) particularmente en el momento de la muda (Cabrera, 1980). Basado en este espectro trófico, se les considera politróficos (Hobbs, 1991), pues sirven además como descomponedores de materia orgánica al fragmentar material que puede

ser atacado por microorganismos. Así mismo, son consumidos por una gran variedad de organismos, desde insectos acuáticos y arañas que atacan principalmente a organismos pequeños, hasta todos los grupos de vertebrados que consumen langostinos adultos. De esta manera, su importancia como eslabones de las cadenas tróficas es multifactorial, alimentándose en varios niveles tróficos (politrofismo) y sirviendo como alimento prácticamente a todos los grupos de animales presentes en el ecosistema.

Ecología

Una de las características más importantes de este grupo, es la territorialidad, lo que representa uno de los principales problemas para el cultivo de las especies. La territorialidad se manifiesta principalmente por aquellos organismos de mayor tamaño y de quelas más grandes, siendo éstos los factores principales para la dominancia (Peebles, 1979). Las interacciones en las poblaciones de langostinos provocan, cuando la densidad de la población es muy alta, una inhibición en el crecimiento, a lo que se le llama "efecto toro" (Fujimura y Okamoto, 1970). Este efecto se observa sólo en los machos, ya que las hembras muestran en general un tamaño uniforme (Cohen, 1981). En el caso de los machos, éstos presentan tres morfotipos, que corresponden al tamaño de las quelas: a) los de quelas más grandes, dominantes y muy territoriales; b) los de quelas de tamaño intermedio, agresivos también pero dominados por los primeros; y c) los de quelas pequeñas, que por su talla pueden confundirse con hembras, éstos son sumisos y se encuentran en constante movimiento (Holtschmit, 1988). Esta conformación puede cambiar, se ha observado que en sistemas de cultivo, cuando los machos dominantes son cosechados, los dominados aumentan rápidamente su crecimiento (Malecha, 1977).

La desigualdad de tallas se plantea, en el caso de *M. rosebergii*, como consecuencia de la competencia por el alimento, aunque se ha observado en cultivos que los más chicos son los primeros en llegar al alimento (Ra'anán y Sagi, 1985). Así mismo, se considera que el enanismo en el grupo, se debe a la liberación de una feromona, que se incrementa con el aumento de machos dominantes (Salmerón, 1985). Por lo que concierne a la reproducción, los registros que se tienen en

condiciones de laboratorio, señalan que los tres morfotipos son capaces de reproducirse, empleando cada uno de ellos estrategias diferentes (Holtschmit, 1988). El gasto de energía en el crecimiento, en la protección de la hembra así como en la defensa del territorio, reduce la capacidad de regenerar apéndices en los organismos más grandes; mientras que los de menor talla, gastan menos energía en crecer y aunque tienen menor probabilidad de fertilizar a las hembras, están adaptados a las condiciones cambiantes del medio (Ra'anan y Sagi, 1985).

Por otra parte, la variación en el tamaño que presentan los huevos y la biomasa de éstos en relación al tamaño de la hembra, han sido revisados, encontrándose para las hembras con huevos grandes una relación inversa entre el tamaño de la hembra y el de los huevos (Shakuntala, 1977). Así mismo, las condiciones hidrogeográficas aunadas a factores genéticos determinan la diversidad en el tamaño de los huevos, observándose este fenómeno aún en las hembras de la misma especie (Mashiko, 1990). El mismo autor registra tres variedades en el tamaño, correspondiendo cada una a ambientes con salinidad diferente: en esteros observa el menor tamaño, en aguas interiores el mayor y un tamaño intermedio en aguas salobres.

Explotación y artes de pesca

En México, las especies de langostino explotadas a nivel nacional registradas por el Instituto Nacional de Pesca son seis: *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. americanum*, *M. olfersi*, *M. tenellum* y *M. rosembergii*. Aunque se desconoce el porcentaje con el que cada especie contribuye al total de la captura, el mismo Instituto, registra para el período 1985-1990 un descenso en la captura de este recurso, de 3800 toneladas por año a poco más de 2000 toneladas. Los meses donde se registra la mayor captura son: febrero, marzo y julio; y con excepción de *M. rosembergii*, existe un período de veda que va de agosto a octubre. La zona que contribuye con el mayor porcentaje a la producción total (65.08 %), es la zona pesquera número tres, que corresponde a los estados de Tamaulipas y Veracruz.

Por otra parte, las artes de pesca utilizadas en la captura del langostino son diversas, existen métodos directos e indirectos, los

primeros consisten en: a) captura manual, donde el organismo es colectado con las manos removiendo las piedras bajo las que se esconde; b) haces de ramas, en este caso se aprovecha que los langostinos se refugian en la vegetación sumergida, ésta es desprendida y sacudida sobre una red; c) red de cuchara, que presenta una luz de malla de 1 cm y que se utiliza para capturar a los organismos tanto en los rápidos de los ríos como entre la vegetación sumergida; d) fisgas, son carrizos o varas largas con una punta metálica; e) arpón, consiste en una punta metálica que se dispara a través de una liga; f) atarraya, con un diámetro de 1.5 a 3.5 metros, una luz de malla de 0.5 a 1.5 cm y plomos en la relinga, este arte puede ser lanzado desde una embarcación, o bien, desde la orilla del río.

Por su parte, los métodos indirectos son: a) el aro, que consiste en un aro metálico construido generalmente en alambrión al que se le une una red con luz de 15 mm; b) la naza, construida de bejuco, cerrada con una entrada de embudo y se lastra con una piedra, en la cual el langostino una vez que entra ya no puede salir y c) el tinaco, que a diferencia de las anteriores es una trampa abierta en la que el langostino es atrapado al estar alimentándose. Las carnadas utilizadas para cebar las trampas son el pescado salado y asoleado y la pulpa de coco (Pérez y Segura, 1981; Guzmán, 1988).

La pesca del langostino, se realiza especialmente durante la noche. Las nazas y los tinacos son colocados al atardecer en los lugares de corriente rápida, mientras que los aros se colocan en zonas de poca corriente (Pérez y Segura, 1981; Guzmán, 1988). Una vez capturados, los langostinos son comercializados a través de un intermediario que los distribuye en las ciudades, o bien, los pescadores lo hacen en los poblados más cercanos, señalan los mismos autores.

Estudios sobre el género *Macrobrachium* en la región de Los Tuxtlas

Los trabajos realizados sobre crustáceos en la región de Los Tuxtlas, son escasos. Se plantea que esta zona está determinada por los componentes biogeográficos neártico y neotropical (Alvarez, F. y J. L. Villalobos, en prensa). Los mismos autores, señalan también que existe un apilamiento de especies provocado por la limitación en el número disponible de cuerpos de agua, al igual que por el aislamiento de la

región; de tal manera que se han encontrado hasta cuatro distintos grupos de crustáceos compartiendo el mismo hábitat. Al respecto, Rodríguez (1986) menciona una exclusión competitiva entre cangrejos y acociles; por su parte, Villalobos (1982) explica el desplazamiento de las especies dando mayor peso al factor de la altitud. Camacho et al. (en prensa) plantean un solapamiento de nichos, provocado por la reducción del espacio disponible, fenómeno conocido como "crowding effect" (Lovejoy et al., 1986).

M. hobbsi constituye la especie más recientemente descrita para la región, por lo que se desconocen tanto los aspectos básicos de su biología como sus requerimientos ambientales. La única publicación realizada a la fecha es la de su descripción, en donde los autores señalan las tallas observadas en machos y hembras, el número de huevos por hembra, así como su distribución en las dos vertientes de nuestro país.

AREA DE ESTUDIO

La región de Los Tuxtlas conjunta una gran diversidad de ambientes, resultado de altitudes que van desde los 0 a más de 1000 msnm, así como de una marcada heterogeneidad topográfica. Este conjunto de sucesiones montañosas, cuya ubicación geográfica se sitúa entre los $18^{\circ} 10'$ y $18^{\circ} 40'$ de latitud norte y los $94^{\circ} 45'$ y $95^{\circ} 25'$ de longitud oeste (Fig. 1), está limitado al este por el Golfo de México y al norte, sur y oeste, por la planicie costera (Dirzo, 1991). Es pues, la extensión más oriental de la cadena montañosa del eje volcánico transversal, cuya gran importancia se basa en que contiene la fracción de selva alta perenifolia más norteña del continente, representando así una isla de alta biodiversidad, donde la biota se compone de especies de climas tropicales y de climas templados, además de un alto número de especies endémicas (Dirzo, 1991).

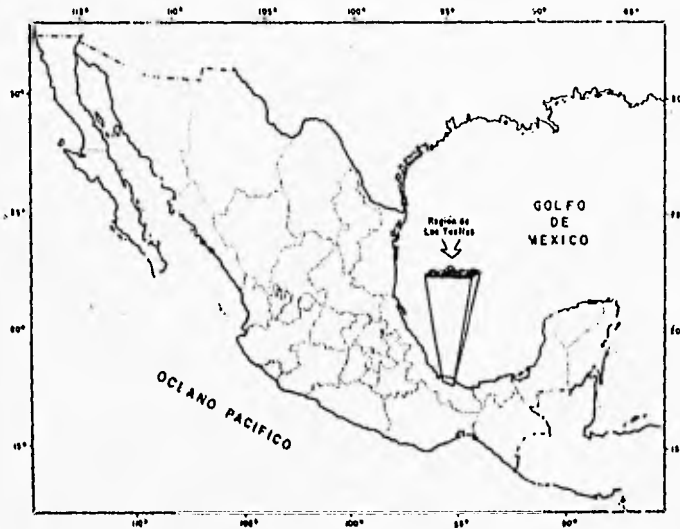


Figura 1. Localización geográfica de la Sierra de Los Tuxtlas (Tomado de Gómez, A. y C. Vázquez, 1976).-

Geología y Orografía

La región de Los Tuxtlas está caracterizada por una compleja serie de elevaciones montañosas, con una extensión de 40 km de largo por 18 km de ancho. El suelo se encuentra cubierto por material volcánico que data del Oligoceno al Reciente, y se compone principalmente por arenas y cenizas (Ríos, 1952).

Por su parte, la alta heterogeneidad topográfica, es consecuencia de la sucesión de montañas y de la gran cantidad de pequeños volcanes, lo que da como resultado una gran cantidad de hábitats (Andrie, 1964). Los volcanes más importantes por su altura son el volcán San Martín con 1700 msnm, el volcán Santa Martha con 1650 msnm y el volcán San Martín Pajapan con 1145 msnm (Lot, 1976). Hacia la costa, dominan ambientes de dunas que se interrumpen ocasionalmente por acantilados rocosos (Coll de Hurtado, 1970).

Hidrografía

La formación volcánica de Los Tuxtlas se localiza entre zonas fluviales formadas por las cuencas de los ríos Papaloapan y Coatzacoalcos (Lot, 1976). Además, debido a la gran heterogeneidad topográfica, en Los Tuxtlas, existe una gran variedad de ambientes acuáticos, litoral rocoso, lagunas costeras, litoral arenoso, manglar, ríos y lagos (Coll de Hurtado, 1970; Andrie, 1964). Los ríos varían de arroyos de montaña, formados en ojos de agua o por escurrimientos que se producen en éstas durante la temporada de lluvias, como el río que desemboca en la Laguna Escondida, hasta grandes ríos caudalosos localizados en la planicie costera, como es el caso del río Máquinas. Existen también, una gran cantidad de lagunas formadas en conos volcánicos o en depresiones entre montañas, tal es el caso de Laguna Escondida, Laguna Encantada, Laguna Zacatal y el Lago de Catemaco (Andrie, 1964; Coll de Hurtado, 1970; Dirzo, 1991). Este último, tercero en dimensión de nuestro país, es el más importante de la región, además de que da origen a ríos caudalosos como es el caso del Río Grande de San Andrés, ubicado en la vertiente sureste (Lot, 1976).

Por otra parte, los escurrimientos hacia el Golfo, se llevan a cabo por las lagunas costeras (Laguna Ostión y Laguna de Sontecomapan, a

ésta última desembocan los ríos Coscoapan y la Palma) o bien, por ríos. En la vertiente norte, los más importantes son: arroyo Oro, río de Cañas y río Cold; mientras que en la vertiente sureste es el río Grande de San Andrés (Lot, 1976).

Las localidades muestreadas fueron los ríos: **La Palma**, ubicado en los 18° 33' N y los 95° 03' W, con una altitud de 20 msnm y a una distancia de 800 metros de la desembocadura; **Máquinas**, con una ubicación geográfica situada en los 18° 37' N y los 95° 05' W, una altitud de 15 msnm y su distancia con respecto de la desembocadura al mar fue de 1000 metros; **Coscoapan**, ubicado entre los 18°33' N y los 95° 02' W, este sitio de colecta correspondió a la desembocadura del río en la Laguna de Sontecomapan, por lo que su altitud se consideró como de 0 msnm; y por último, el río **Cabañas**, cuya ubicación geográfica fue de 18° 35' N y 95° 03' W, este río fue el de mayor altitud, 50 msnm, y su distancia de la costa fue de 200 metros.

Vegetación

Se han señalado para esta región unos diez hábitats típicos caracterizados por su vegetación (Dirzo, 1991), siendo éstos: selva alta perennifolia, selva alta perennifolia sobre pedregal, selva mediana perennifolia, selva de altura con liquidámbar, selva con encinos, selva alta perennifolia de altura, bosque tropical y bosque enano. Cada uno de estos hábitats está asociado a la topografía que se presenta en la región (Dirzo, 1991).

Clima

Se considera cálido-húmedo el clima de la región, con una precipitación anual cercana a los 5000 mm, lo que la hace una de las zonas más lluviosas del país (Lot, 1976). Se distinguen dos temporadas que afectan la dinámica ecológica en este sitio, la época de nortes, que se presenta de noviembre a febrero, caracterizada por períodos lluviosos con temperaturas bajas y vientos fuertes que alcanzan los 80 km por hora; y la época seca, que corresponde al período de marzo a mayo (Dirzo, 1991).

MATERIAL Y METODO

El material biológico utilizado, fue colectado durante los años 1984, 1985, 1986, 1994 y 1995 (Tabla 1), y se encuentra depositado en la Colección de Crustáceos del Instituto de Biología. Las localidades muestreadas fueron los ríos Máquinas, La Palma, Cabañas, Coscoapan, además se obtuvo un registro excepcional de la Laguna Escondida (Fig. 2). La altitud de estas localidades varió de 0 (Coscoapan) a 50 msnm (Cabañas), y en el caso de Laguna Escondida (que no fue considerada para el análisis por presentar un solo registro) su altitud es de 200 metros. Los sitios mejor representados corresponden al río La Palma y al río Máquinas, ubicados en la planicie costera a unos 800 m de la desembocadura, para el caso del primero, y 1000 m de la costa para el segundo. En ambos, la altitud fue de 20 y 15 respectivamente. La localidad donde se realizó el menor número de muestreos fue el río Cabañas, que se ubica a una altitud de 50 m. Las colectas corresponden a los meses de febrero, marzo, mayo, junio, julio, agosto, octubre y diciembre; siendo junio, julio, agosto y diciembre los mejor representados por el número de organismos capturados. La captura se realizó con la ayuda de nasas, redes de cuchara y manualmente. Cada organismo colectado, fue identificado, sexado y medido (longitud total y longitud del cefalotórax).

Tabla 1. Meses de colecta por año.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
84								X				
85						X		X		X		
88		X	X				X					X
94								X		X		
95					X	X	X	X				

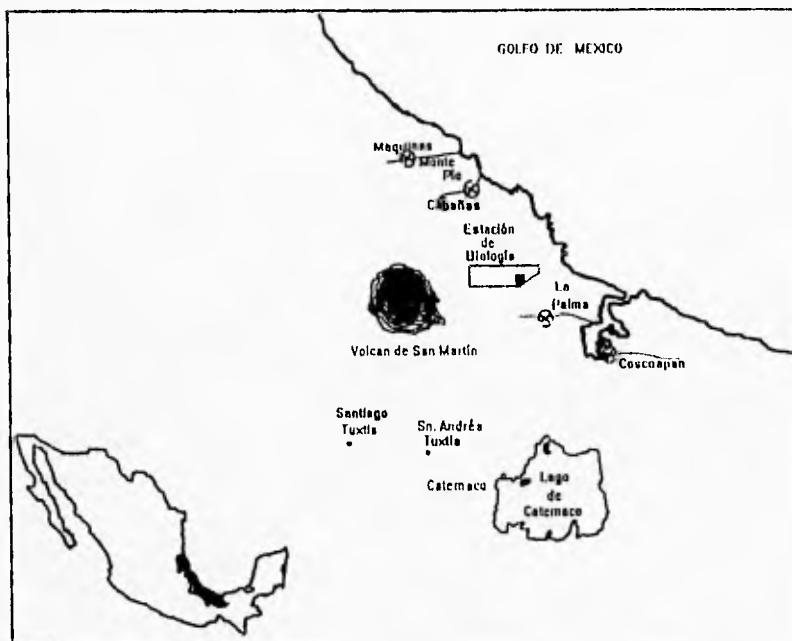


Figura 2. Mapa de las localidades muestreadas (Tomado de Gómez, A. y C. Vázquez, 1976).

Identificación

La identificación de los organismos, se realizó siguiendo los caracteres diagnósticos propuestos por Nates y Villalobos (1990) que son: un rostro recto, orientado hacia abajo, presentando de 14 a 16 dientes dorsales, de los cuales cinco o seis son posteriores a la órbita y tres o cuatro ventrales; la forma (igual) y el tamaño (desigual) de los segundos pereiópodos, cuya quela está cubierta con espinas grandes y los dedos cierran completamente sin dejar un hueco entre los bordes cortantes (Fig. 3).

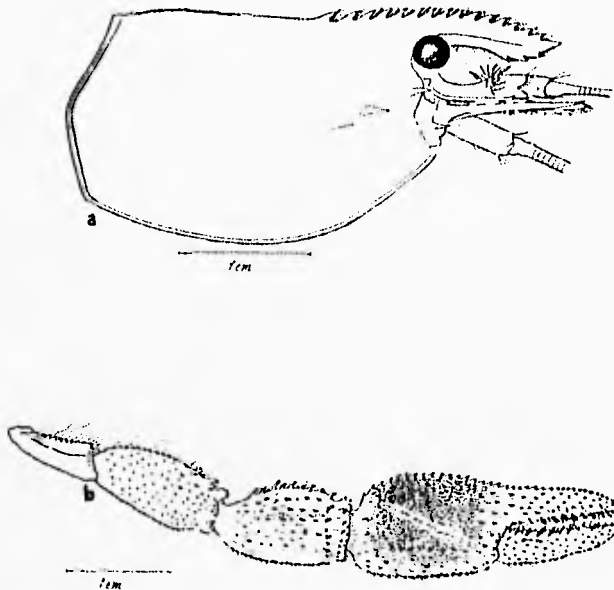


Figura 3. *Macrobrachium hobbsi*: a, Vista lateral del caparazón; b, Segundo pereiópodo (Tomado de Nates y Villalobos, 1990).

Determinación del sexo

Los langostinos presentan dimorfismo sexual distinguiéndose básicamente los machos por la presencia de un apéndice masculino localizado en el margen interno del endópodo del segundo pleópodo. La distinción de los sexos, puede también hacerse al comparar el tamaño de los segundos pereiópodos, que en el caso de los machos, alcanzan los mayores tamaños (Holthuis, 1952). Sin embargo, cuando los machos adultos llegan a perder sus quelas, al regenerarlas asemejan hembras, pues el tamaño de éstas no vuelve a ser el mismo. Por otra parte, es importante señalar que en tallas pequeñas, la distinción de los sexos es muy difícil, por lo que en este trabajo se tomó la talla mínima de los machos (ya que son éstos los que presentan el carácter distintivo) para agrupar a los organismos en juveniles y adultos. Así, la distinción entre los sexos se realizó a través de la revisión del segundo par de pleópodos. En los machos, además del apéndice interno, se presenta el apéndice masculino, ambos se articulan en el tercio proximal del margen interno del endopodito (Fig. 4).

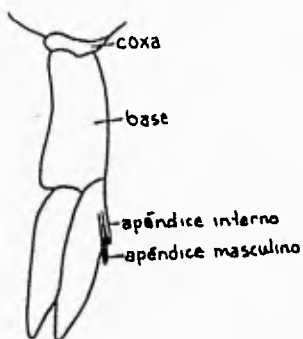


Figura 4. *Macrobrachium hobbsi*: Segundo pleópodo mostrando el apéndice masculino (Tomado de Chace y Bruce, 1993).

Medición de los organismos

Los langostinos colectados fueron divididos en cuatro grupos: machos, hembras, hembras ovíferas y juveniles (este último, por el número tan pequeño de organismos que presentó, no se tomó en cuenta para el análisis). Para la medición de cada organismo, se utilizó un vernier con precisión de 0.05 cm. Se tomaron dos medidas que correspondieron a la longitud total, que va de la punta del rostro a la punta del télson, y a la longitud del cefalotórax, del margen posterior de la órbita del ojo al margen posterior del caparazón (Fig.5).

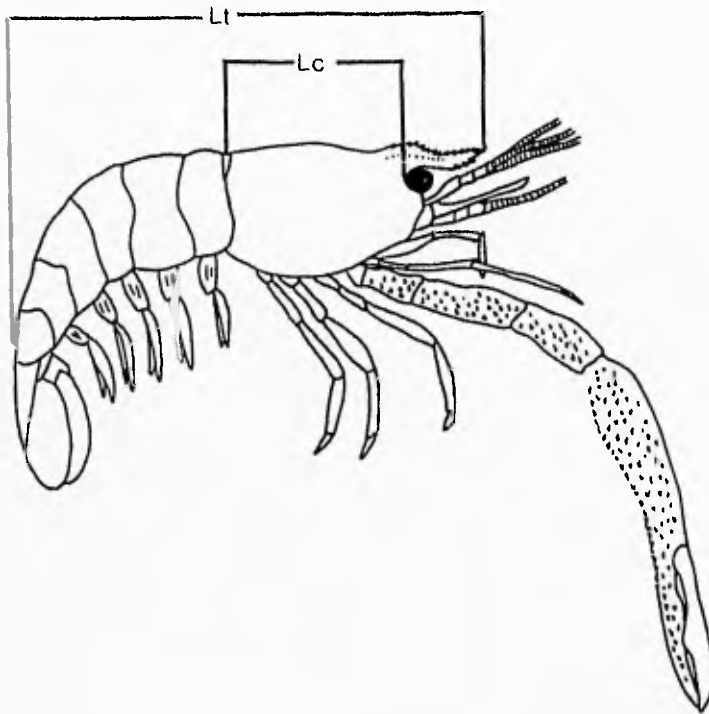


Figura 5. Vista lateral de *Macrobrachium* sp. señalando la longitud total y la longitud del cefalotórax (Tomado de Hobbs, 1952)

A las hembras ovígeras se les desprendió cuidadosamente la masa ovígera, que a su vez fue separada. La fecundidad fue calculada para cada hembra ovígera como el número total de huevecillos. Esto se realizó de la siguiente manera: la masa total de huevos se diluyó en una solución de volumen conocido de alcohol. La dilución era agitada para provocar que todos los huevos estuvieran en suspensión, momento en el que se tomó un mililitro con una pipeta Pasteur; los huevos contenidos en él se contaron en una cámara de conteo Sedgewick-Rafter que contiene exactamente 1 ml. El procedimiento se repitió hasta que la variación en el número de huevos contados no fuera mayor al 10 %. Posteriormente, el promedio se multiplicó por el número total de mililitros de la solución, cuyo resultado da una aproximación del número total de huevos.

Medición de huevos

De cada hembra se escogieron al azar diez huevos y se midieron. Las mediciones de los huevos se realizaron con la ayuda de un ocular con reglilla adaptado a un microscopio estereoscópico de disección. De cada huevo se tomaron dos medidas en una escala de milímetros, que correspondieron a los diámetros máximos y mínimos.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se llevó a cabo en una hoja de cálculo y consistió en dos etapas. En la primera, se agruparon los organismos de acuerdo al sexo. De cada grupo, se hizo la estadística descriptiva, lo que permitió conocer tallas máximas, mínimas, distribución de tallas por sexos, por localidad y por mes; así como el análisis de regresión y correlación para conocer la relación existente entre longitud total y longitud de caparazón, al igual que para relación número de huevos-longitud total.

La segunda parte del análisis se realizó después de haber obtenido los resultados descriptivos de los diferentes grupos. En ella se utilizaron pruebas de análisis de varianza, con el objeto de conocer la significancia de las variaciones en los valores obtenidos en cada uno de los grupos en las distintas localidades. Las variables tratadas fueron: a) talla-localidad (para cada grupo), b) talla de hembra ovígera-época del año, y c) tamaño

de huevo-localidad. En el primer caso, se planteó la siguiente hipótesis: Suponiendo que *M. hobbsi*, como la mayoría de los langostinos, requiera del agua salobre para llevar a cabo su etapa larval, el patrón de tallas observado sería, entonces, encontrar tallas chicas cercanas a ambientes salobres y tallas grandes alejadas de éstos.

En el segundo caso, debido a que los datos obtenidos en la época de secas fueron muy pocos, en el análisis de varianza que se aplicó, sólo se contempló la época de lluvias, así, la hipótesis propuesta fue que las tallas de las hembras reproductivas en la misma época son iguales.

Finalmente, en el tercer análisis de varianza, la hipótesis planteada fue que si el tamaño de huevo está en relación con el de la hembra (Shakuntala, 1977), entonces se esperaba encontrar una variación marcada debido al amplio intervalo de tallas que presentaron las hembras ovígeras capturadas.

De esta manera, se pudo relacionar el comportamiento de los datos con una serie de factores propios de la biología de los langostinos y de su relación con el hábitat donde se distribuyen.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 443 organismos, de ellos 176 fueron hembras, 210 machos y 57 hembras ovígeras. El intervalo de talla de los organismos capturados se ubicó entre 1.05 y 5.63 cm de longitud total. El grupo de los machos presentó el intervalo de talla mayor, así como una mayor frecuencia en cada una de éstas. Las hembras ovígeras fueron el grupo más pequeño y su intervalo de talla se ubicó entre 2.32 y 5.63 cm, con dos modas que fueron 2.9 y 3.2 cm. Por su parte, las hembras presentaron un intervalo entre 1.0 y 4.6 cm, con moda 1.6 cm (Fig. 6). A través del análisis de regresión, se observó para los tres grupos una relación lineal entre la longitud del cefalotórax y la longitud total, con pendientes similares para las tres categorías, 0.28 para hembras, 0.31 para machos y 0.30 para hembras ovígeras (Fig. 7). Las tallas máxima y mínima correspondieron a una hembra ovígera y a una hembra no ovígera respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Tallas máximas, mínimas y promedio de los organismos colectados.

	Máxima	Mínima	Promedio	Error Estándar
Machos	5.47	1.34	3.18	0.07
Hembras	4.80	1.05	2.18	0.05
Ovígeras	5.63	2.32	3.33	0

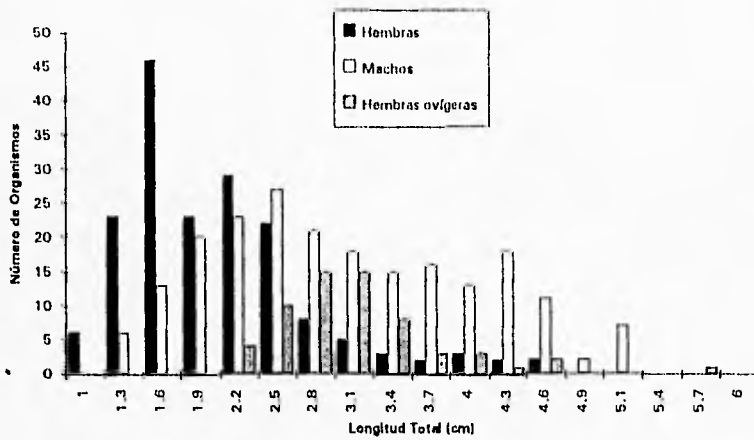
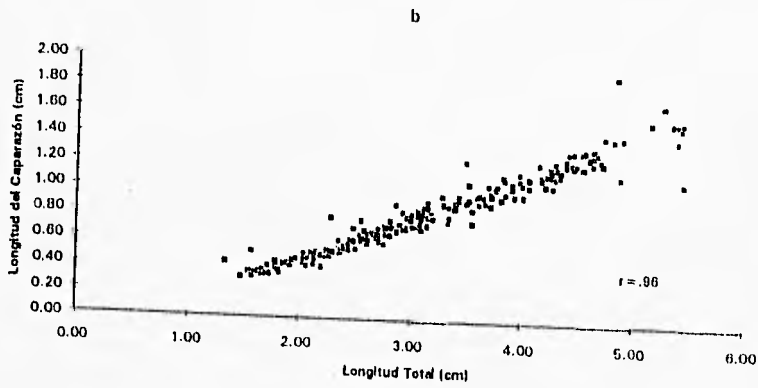
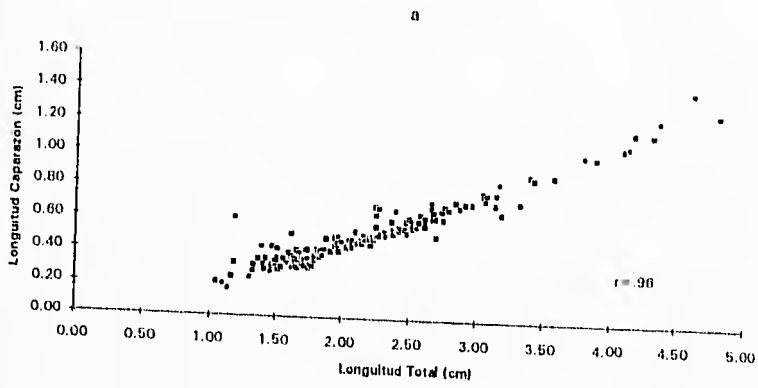


Figura 6. Proporción de sexos en la muestra total de los organismos colectados durante los años 1984, 1985, 1986, 1994 y 1995.



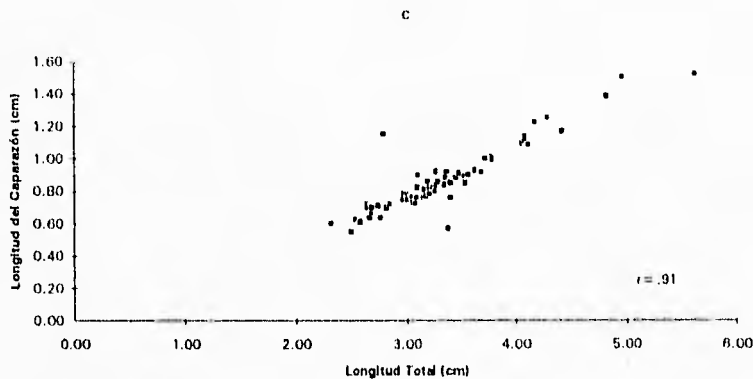


Figura 7. Relación observada entre la longitud del caparazón y la longitud total en los organismos colectados: a) hembras, b) machos y c) hembras ovígeras.

Distribución de tallas y proporción de sexos por localidad

Las localidades muestreadas se ubicaron en un gradiente latitudinal desde el nivel del mar (río Coscoapan) hasta los 50 metros (río Cabañas) además de un registro ocasional a unos 200 metros de altitud (Laguna Escondida). El menor esfuerzo de captura se llevó a cabo en los ríos Cabañas y Coscoapan, mientras que en los ríos La Palma y Máquinas fue donde se realizó el mayor número de colectas.

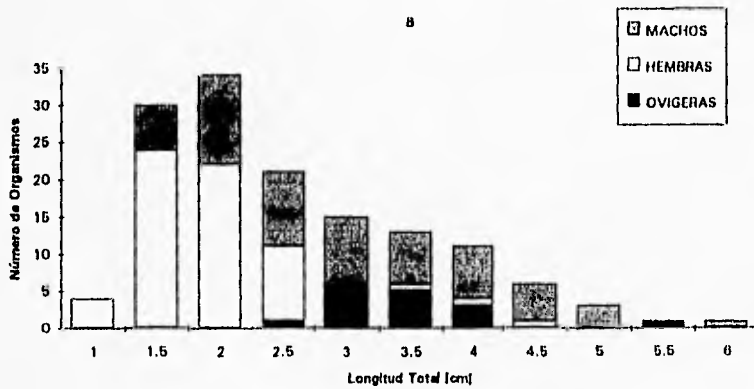
Río Máquinas .- Este río, no presenta barreras físicas que pudieran obstaculizar el desplazamiento de los langostinos a lo largo del río. Esta localidad fue la segunda mejor representada (137 organismos), además de que en ella se capturó el mayor registrado para hembra ovígera (5.6 cm) (Fig. 8a). Por su parte, los machos presentaron un intervalo de tallas de 2.5 a 5.5 cm. Finalmente, las hembras colectadas en este sitio presentaron tamaños pequeños 1 a 2.5 cm, y solamente tres sobrepasaron este intervalo.

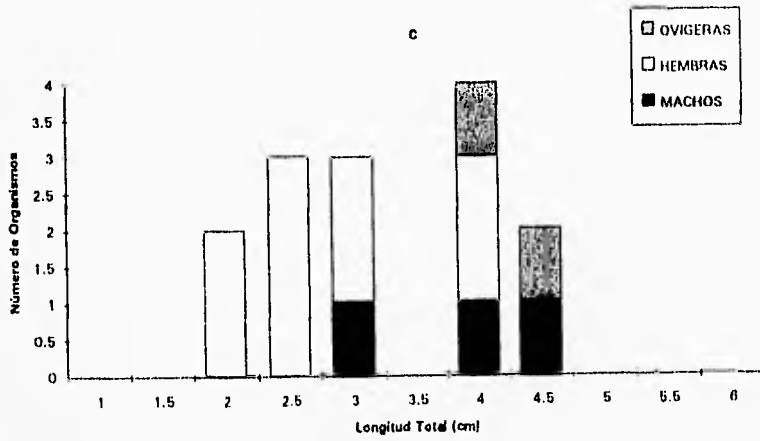
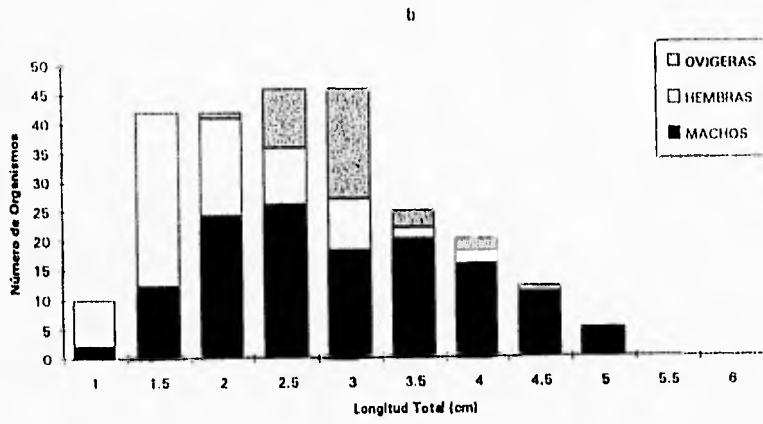
Río La Palma.- En esta localidad fue donde se capturó la mayor cantidad de organismos (247), cuyo intervalo de tallas fue de 1 a 5 cm (Fig. 8b). Las hembras capturadas fueron principalmente de tamaño pequeño; los machos, por su parte, presentaron un amplio intervalo de tallas (1 a 5 cm),

con un promedio que varió entre 2 y 3.5 cm. Las hembras ovíferas tuvieron un intervalo de 2 a 4 cm.

Río Coscoapan.- Correspondió a la localidad donde los organismos capturados presentaron en promedio los menores tamaños (Fig. 8c), 1.72 cm para hembras, 2.58 cm para machos y 3.8 cm para hembras ovíferas. Las hembras fueron el grupo más numeroso con 23 organismos, seguidas de los machos con 10 organismos y hembras ovíferas con 3 organismos. El intervalo de tallas observado fue de 1 a 4 cm.

Río Cabañas.- En este sitio, los tamaños capturados fueron en promedio los más grandes (Fig. 8d), 3.09 cm para hembras, 4.3 cm para machos y 4.7 cm para hembras ovíferas, además de que el intervalo de tallas observado en esta localidad es muy pequeño 2 cm a 4.9 cm. En esta localidad, el grupo mejor representado fue el de las hembras.





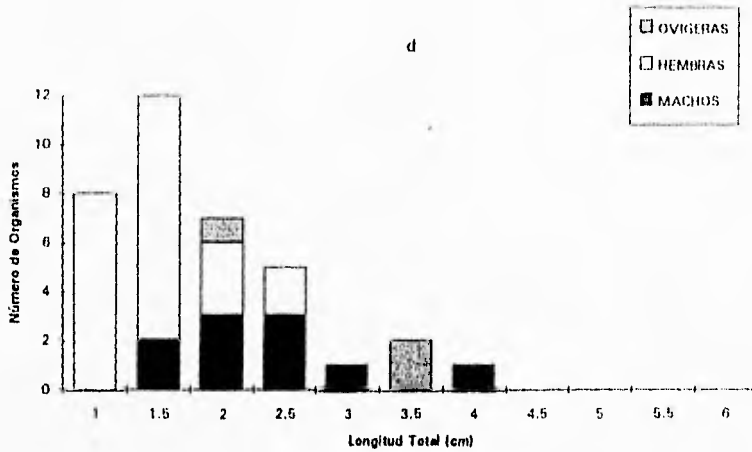


Figura 8. Distribución de tallas y proporción de sexos por localidad. a) Máquinas, b) La Palma, c) Cabañas y d) Coscoapan.

Variaciones de talla por localidad

El resultado del análisis de varianza aplicado para el grupo de las hembras mostró un promedio similar (2.2 cm) para los ríos La Palma y Máquinas; mientras que en los ríos menos muestreados se observó lo siguiente: el río Cabañas (con el menor número de organismos colectados) presentó el mayor promedio en talla (3.09 cm) y el río Coscoapan el menor (1.7 cm). Esta prueba muestra una diferencia significativa en las tallas observadas (Tabla 3) (ANDEVA con localidad como tratamiento, $P < 0.001$). Por lo que se rechazó la hipótesis planteada. Con ello se propone, entonces, que la distribución de tallas no está en función del ambiente salobre.

Por su parte, los resultados obtenidos en el análisis de los machos colectados mostraron, con la misma prueba los siguientes valores: la mayor talla promedio correspondió al río Cabañas con 4.03 cm y la menor al río Coscoapan con 2.58 cm, mientras que los ríos Máquinas y La Palma presentaron tallas promedio similares nuevamente 3.23 cm y 3.19 cm respectivamente. El análisis no mostró diferencias significativas

en los valores observados (ANDEVA con localidad como tratamiento, $P > 0.05$) (Tabla 4).

En cuanto a las hembras ovígeras, en éstas se aplicó la misma prueba obteniéndose los siguientes resultados: Sí hubo diferencias significativas en las tallas observadas en las distintas localidades, (ANDEVA con localidad como tratamiento, $P < 0.00003$) (Tabla 5). La mayor talla promedio observada correspondió al río Cabañas con 4.72, la menor se colectó en el río La Palma 3.14, lo cual difirió de las observaciones anteriores donde el río Coscoapan presentaba los menores valores; por su parte, en los ríos Máquinas y Coscoapan se colectaron organismos con tallas promedio de 3.7 y 3.8 respectivamente. En este caso, nuevamente se rechazó la hipótesis, al igual que para el grupo de las hembras no ovígeras. Esto plantea un cuestionamiento interesante acerca de la necesidad del agua salobre en esta especie para desarrollar su etapa larval.

Tabla 3. Análisis de varianza de las tallas en hembras capturadas en todas las localidades.

Localidad	Num. de org.		Promedio			
La Palma	79		2.22			
Máquinas	63		2.15			
Coscoapan	23		1.72			
Cabañas	9		3.09			

Fuente de variación	SC	gl	CM	Fcal.	P	Ftab.
Entre grupos	12.56	3	4.18	9.20	0.001	2.65
En los grupos	77.31	170	0.45			
Total	89.87	173				

Tabla 4. Análisis de varianza de las tallas en machos capturados en todas las localidades.

Localidad	Num. de org		Promedio			
La Palma	133		3.19			
Máquinas	59		3.22			
Coscoapan	10		2.58			
Cabañas	3		4.03			
Fuente de Variación						
	SC	gl	CM	Fcal.	P	Ftab.
Entre grupos	5.92	3	1.97	1.99	0.05	2.64
En los grupos	198.9	201	0.98			
Total	204.8	204				

Tabla 5. Análisis de varianza de las tallas en hembras ovígeras capturadas en todas las localidades.

Localidad	Num. de org.		Promedio			
La Palma	35		3.14			
Máquinas	15		3.7			
Cabañas	2		4.72			
Coscoapan	3		3.81			
Fuente de Variación						
	SC	gl	CM	Fcal.	P	Ftab.
Entre grupos	7.62	3	2.54	9.71	.00003	2.78
En los grupos	13.35	51	0.26			
Total	20.97					

Comportamiento reproductivo

Las hembras ovígeras capturadas, se analizaron también de acuerdo a la temporada de captura, observándose un claro aumento tanto en número como en intervalo de talla para el mes de julio y, por otra parte, el mes donde se colectó el menor número de hembras ovígeras fue mayo (Fig. 9). Así mismo, en esta región se presentan dos épocas, una de secas que corresponde a los meses de marzo, abril y mayo, y otra de lluvias (que a su vez está influida por la temporada de Nortes) a ésta corresponden los demás meses del año. En la primera, se colectaron 6 organismos cuyo intervalo de tallas fue de 2.54 cm a 4.06 cm, por su parte, en la segunda, se colectaron 65 organismos cuyos tamaños se ubicaron en un intervalo de 2.3 a 5.6 cm. El mes en el que se logró la mejor captura fue julio con 29, seguido de junio y agosto con 19 y 17 respectivamente (Tabla 6).

El análisis de varianza correspondiente incluye únicamente meses en los cuales se colectaron más de cinco hembras ovígeras, quedando así, excluidos los meses de la temporada de secas. Los resultados obtenidos señalaron que sí hay diferencias significativas, el tamaño promedio más alto correspondió al mes de junio 3.85 cm y el menor al mes de julio 3.13 (ANDEVA con mes como tratamiento, $P < 0.01$) (Tabla 7).

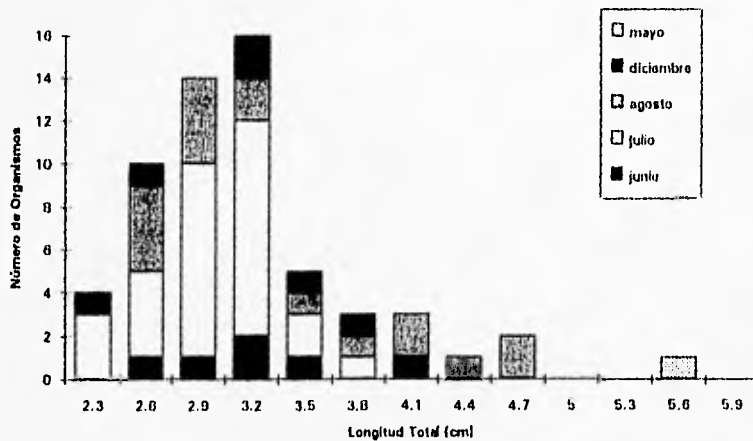


Figura 9. Frecuencia de tallas de hembras ovígeras capturadas por mes.

Tabla 6. Número de organismos capturados por mes.

Mes	Número	Talla Promedio
junio	19	3.85
julio	29	3.13
agosto	17	3.51
diciembre	6	3.30

Tabla 7. Análisis de varianza de las tallas de hembras colectadas en distintos meses.

Mes	Número	Promedio
junio	19	3.85
julio	29	3.13
agosto	17	3.51
diciembre	6	3.30

Fuente de Variación	SM	gl	CM	Fc	P	Ft
Entre grupos	6.27	3	2.90	3.96	0.01	2.74
En los grupos	35.31	67	0.52			
Total	41.58	70				

Fecundidad y variaciones en el tamaño de huevo

El número de huevos que se encontró en cada hembra estuvo en relación directa con el tamaño de ésta. Se observó que existe un aumento progresivo en el número de huevos de acuerdo al incremento en tallas que presente la hembra (Fig. 10). El número máximo osciló entre 4066 y 360, correspondiendo éstos a los valores máximo y mínimo, con un promedio de 992 (Tabla 8).

Los registros del tamaño de huevo fueron agrupados por localidad con el fin de compararlos, observándose que su número no está en

relación con el tamaño de los mismos. Aunque en los ríos Máquinas y La Palma, se presentaron resultados promedio similares (0.057 cm), y por su parte, en los ríos Coscoapan y Cabañas se encontraron los valores más pequeño y más grande respectivamente (0.055 y 0.058 cm) (Tabla 9), el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre los tamaños (Tabla 10). Lo que plantea que el tamaño de huevo es el mismo al interior de la especie, independientemente de la altitud a la que se encuentre.

Por otra parte, en relación con la fecundidad observada y con la proporción de tamaños en hembras ovígeras, se observó que las tallas pequeñas, al igual que las mayores, contribuyen con los menores porcentajes en la producción de huevos a nivel poblacional, y que son las hembras que presentan una talla entre 2.9 y 3.8 aquellas que realizan la mayor contribución a la producción de huevos de la población (Tabla 11).

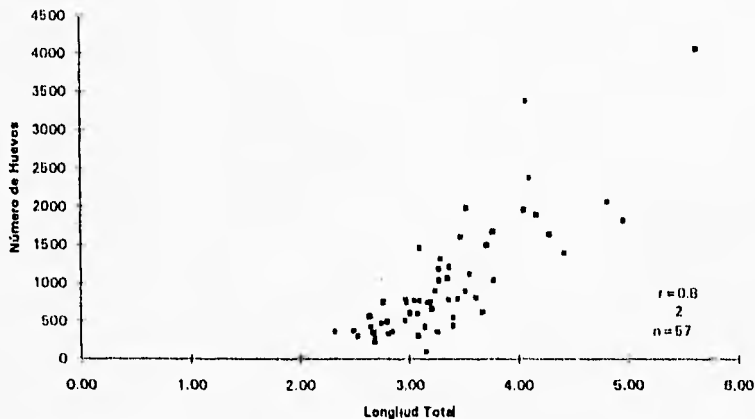


Figura 10. Relación entre el número de huevos y la talla de la hembra.

Tabla 8. Número de huevos por hembra.

Promedio	992
Número Máximo	4066
Número Mínimo	360

Tabla 9. Tamaños de los huevos por localidad. Valores promedio, máximos y mínimos.

	La Palma	Máquinas	Coscoapan	Cabañas
Promedio	0057	0057	0055	0058
Máximo	0076	0072	0064	0064
Mínimo	0044	0044	0048	0052

Tabla 10. ANDEVA aplicado a los tamaños de huevo en las distintas localidades.

Localidad	Num. de datos	Promedio				
La Palma	429	0057				
Máquinas	148	0057				
Cabañas	20	0058				
Coscoapan	30	0055				
Fuente de Variación	SC	gl	CM	Fc	P	Ft
Entre grupos	00	3	00	1.08	0.65	2.61
En los grupos	0.01	623	00			
Total	0.01	626				

Tabla 11. Contribución a la producción total de huevos de acuerdo al tamaño de las hembras.

Tamaño	Producción (No. de huevos)	Promedio	Organismos (%)	Contribución (%)
2.3-2.6	1029	343	5.2	1.81
2.6-2.9	4213	421.3	17.7	7.44
2.9-3.2	7795	649.5	23.1	13.76
3.2-3.5	13301	886.7	24.9	23.49
3.5-3.8	9612	1201.5	14.1	16.97
3.8-4.1	5333	2666.6	3.4	9.41
4.1-4.4	5906	1968.6	5.2	10.43
4.4-4.7	1388	1388	1.6	2.45
4.7-5.0	3973	3973	3.4	7.01
5.0-5.9	4066	4066	1.7	7.18

DISCUSION

Distribución de la especie

De acuerdo a los datos presentados en este estudio, se considera que *M. hobbsi* es una especie que está bien representada en la región, habitando diferentes ambientes acuáticos a distintas altitudes. A excepción del ejemplar encontrado en Laguna Escondida (200 metros de altitud), todos fueron colectados en un intervalo altitudinal de 0 a 50 m. Analizando este patrón, se podría plantear lo siguiente:

-- Si consideramos que realizar grandes recorridos contracorriente implica una demanda de energía importante (Lucas, 1993). Se plantea que las diferencias en talla están ligadas a la capacidad que tienen los organismos más grandes para alcanzar mayores altitudes y mayores distancias de la costa en su recorrido (e.g., río Cabañas). Al respecto se ha señalado la capacidad que tienen algunas especies para recorrer grandes distancias, incluso se ha registrado que *M. carcinus*, *M. americanum* y *M. tenellum* y *M. rosebergii*, tienen la capacidad de salir del río para buscar otros cuerpos de agua (Horne y Beisser, 1977; Villalobos, 1982). Todas estas especies presentan tallas considerablemente superiores a las observadas en *M. hobbsi*, por lo que se les puede encontrar, en el caso de *M. carcinus* y *M. americanum* hasta los 1500 m de altitud y a grandes distancias de la costa (Villalobos, 1982).

Por otra parte, tallas pequeñas observadas a grandes distancias del agua salobre (río Máquinas 1000 m. y río La Palma 800 m.), ambiente considerado como el óptimo para el desarrollo de la etapa larval, plantean dos posibilidades:

a) La especie tiene la capacidad en algún momento de llevar a cabo su ciclo completamente en agua dulce, lo que probablemente disminuiría su adecuación, pero permitiría no interrumpir la reproducción.

b) El desplazamiento río-arriba es posibilitado por la poca altitud (río Máquinas 15 m y río La Palma 20 m). Sin embargo, en este aspecto seguiría habiendo la restricción del gasto energético además de que habría la necesidad de preguntarse acerca de la talla en que inicia la migración.

En este estudio se observó, por otra parte, que al menos una parte de la población de *M. hobbsi* (aquellos organismos colectados cerca de ambientes salobres) responde también a los requerimientos de agua salobre para el desarrollo de la etapa larval, lo que representa uno de los puntos de convergencia importantes dentro de la biología de las especies del género *Macrobrachium*.

Proporción de tallas y sexos por localidad

En los langostinos se observa, como una de las características básicas que contribuye a la estructura de la población, la territorialidad (Peebles, 1979), que está determinada por el tamaño de quela presentado por los machos, teniendo ésta una influencia marcada en la distribución de sexos y tallas. Aunado a la territorialidad, otros factores influyen también en la distribución de los sexos y tallas de los organismos en los distintos ambientes (e.g., migraciones de las hembras y de organismos juveniles).

En este estudio, se observó que en las distintas localidades los organismos no presentan una territorialidad marcada, pues en un mismo espacio se encontraron ejemplares de tallas pequeñas y grandes, incluso hembras ovígeras (obs. pers.).

En cuanto a las características que presenta cada una de las localidades, y asumiendo que *M. hobbsi* desarrolla su etapa larval en ambientes salobres, se observó que en el río Coscoapan, con un ambiente prácticamente de este tipo, las tallas capturadas son las menores en promedio, habiendo una proporción mayor de hembras con un intervalo de talla de 1 a 2.5 cm; por el contrario, en el río Cabañas, que es el sitio más alejado de la costa y con accidentes geográficos que representarían obstáculos para los langostinos, se capturaron las mayores tallas promedio, correspondiendo también la mayor proporción a las hembras cuyo intervalo de talla fue de 2 a 4 cm.

Las localidades mejor representadas, los ríos La Palma y Máquinas, presentaron diferentes distancias a la desembocadura; el primero, ubicado a unos 800 metros de la laguna de Sontecomapan, y el segundo, a unos 1000 metros del mar. Ambos sitios mostraron una proporción inversa en los sexos; mientras que en el primero el grupo mayoritario correspondió al los machos, en el segundo lo fueron las

hembras ovígeras y, por su parte, las hembras no ovígeras se mantuvieron constantes. El sitio de colecta en el río La Palma, se registró la talla más pequeña para un macho 1 cm así como el mayor intervalo para ése grupo (1 a 5 cm). Por su parte, en el río Máquinas se colectó la hembra ovígera más grande 5.6 cm. Las características que presentan cada uno de los ríos son similares, ambos se encuentran en la planicie y no hay barreras físicas que aislen a las poblaciones. La presencia de tallas pequeñas en ambos, abre la posibilidad de que la migración río arriba se pueda llevar a cabo rápidamente, o bien, que pequeños de la población desarrollen su ciclo de vida en agua dulce.

De esta manera, las variaciones observadas de tallas por localidad, señalan que los organismos de menor talla se encuentran, generalmente, en condiciones estuarinas o cerca de éstas; mientras que organismos adultos, de tallas mayores son aquellos que han invertido más tiempo para realizar el recorrido en los ríos, es decir, que al transcurrir los desplazamientos río arriba se obtiene un incremento en la talla, lo que gradualmente les permitiría una mayor capacidad de desplazamiento. Así mismo, es interesante señalar, que en esta especie la reproducción comienza desde tallas muy pequeñas, lo que puede sugerir una presión, sea debida a interacciones biológicas (depredación), o bien, a interacciones con el medio (ambiente inestable), hacia la especie que tendría efectos interesantes a nivel de la estructura poblacional (e.g., reclutamiento, densidad de la población, territorialidad) (Stearns, 1994).

Comportamiento reproductivo

La reproducción en algunas especies de langostino, está determinada por factores como la temperatura (Truesdale y Mermilliod, 1979), o bien, está asociada a la época de lluvias (Guzmán, 1988). Para el caso de *M. hobbsi*, se observó de acuerdo a los organismos capturados, que hay hembras ovígeras en las distintas épocas que afectan a la región; sin embargo, es posible que este proceso se vea favorecido tanto por un aumento en la temperatura, como por la precipitación pluvial (Corey y Reid, 1991), tal como se observa en la Figura 10, donde en los meses más cálidos y con mayor precipitación

pluvial, el número de hembras ovígeras capturado fue muy alto. Esto, sin embargo, habría que comprobarse muestreando durante todo el año.

El efecto que tiene la época de lluvias sobre las poblaciones de langostinos es muy importante, ya que genera el acarreo de una gran cantidad de nutrientes y materia orgánica que se transporta hacia los ríos, aumentando su caudal al formarse pequeños riachuelos y escurrimientos en las elevaciones montañosas que llevan consigo todo ese aporte, siendo éste uno de los factores que propiciarían la creación de condiciones óptimas para la época reproductiva. Por otra parte, en época de secas el caudal de los ríos disminuye; sin embargo, el papel politrófico de los langostinos aunado a posibles migraciones, posteriores a la cópula, hacia sitios con mayor cantidad de nutrientes y oxígeno disuelto, sería una estrategia para no interrumpir la reproducción, lo que plantearía la posibilidad de un ciclo completamente en agua dulce.

Fecundidad y variaciones en el tamaño de huevo

La fecundidad en la mayor parte de las especies de langostino, está determinada por la talla de la hembra, observándose una relación lineal positiva entre estas variables (Truesdale y Mermilliod, 1979; Shakuntala, 1977); mientras que el tamaño de huevo depende por una parte, del número de éstos en la masa ovígera (Shakuntala, 1977) y por la otra, de las condiciones hidrogeográficas del hábitat, habiendo una relación inversa entre la salinidad y el tamaño (Mashiko, 1990). A nivel poblacional, el número y el tamaño de huevo en un evento reproductivo es la respuesta evolutiva de las especies para optimar la adecuación individual, incluyendo adaptaciones a condiciones ambientales cambiantes (Stearns, 1994). Así, el organismo realiza una inversión reproductiva que responde a la densidad de la población, a interacciones biológicas, al aporte de nutrientes y a la temperatura (Shakuntala, 1977; Mashiko, 1990; Stearns, 1994).

En *M. hobbsi*, se observó una relación lineal positiva entre el número de huevos y el tamaño de la hembra; mientras que el tamaño de huevos observado en las distintas localidades muestreadas no presenta, de acuerdo al análisis de varianza, diferencias significativas. Esto permite sugerir que en la especie la talla del huevo no varía, independientemente

de la estrategia que adopte la especie (reproducirse temprana o tardíamente). Así mismo, se ha planteado que en tanto la distribución de la especie se presente en condiciones ambientales constantes, el tamaño del huevo al interior de las especies del género *Macrobrachium* permanece constante también (Corey y Reid, 1991).

Por otra parte, se registró un intervalo de tallas de hembras ovíferas muy amplio, que va de 2.3 hasta los 5.6 cm. La diferencia en fecundidad que implica este intervalo tan amplio es de más de 3800 huevos, considerando a la hembra con menor número de huevos (343) y a la que tuvo el mayor número (4066). Este patrón crea, entonces, la disyuntiva de madurar pronto con una baja fecundidad o de hacerlo tardíamente con una alta fecundidad. Analizando este problema desde dos puntos de vista, se plantea lo siguiente:

Primero, a nivel individual la maduración temprana representa para el organismo, una mayor probabilidad de que su descendencia llegue más pronto a la talla reproductiva, simplemente porque el tiempo de pasar de un estado a otro se reduce considerablemente. La adecuación del individuo, se ve entonces favorecida, ya que su progenie comienza a reproducirse tempranamente (Stearns, 1994). Sin embargo, a la maduración temprana están asociados ciertos costos. A nivel general, la diferencia en fecundidad de un organismo pequeño versus un organismo de mayor talla constituye la principal disyuntiva. En el caso de los langostinos, el costo de madurar temprano tendría que ver con la posición que guardan las hembras dentro del sistema fluvial, es decir, como se ha demostrado en este y otros estudios, las hembras de mayor talla se encuentran río arriba a cierta distancia de las desembocaduras al mar, y por su parte, las hembras más pequeñas se localizan en las inmediaciones de éstas. De esta manera, la progenie de cada uno de los tipos de hembras, al eclosionar puede encontrar condiciones ambientales muy diferentes. Adicionalmente a las condiciones de salinidad, corriente, temperatura y otras, se debe considerar que cerca de las áreas estuarinas o salobres, la diversidad aumenta con respecto a las partes altas de los ríos, pudiendo esto significar un mayor número de depredadores potenciales. Ejemplificando, se podría pensar que la progenie de hembras pequeñas en zonas de desembocadura encontraría un medio ambiente desfavorable debido a la presión por depredación,

mientras que la progenie de hembras grandes en las zonas altas de los ríos encontrarían un ambiente más favorable y al migrar río abajo, durante la incubación, al llegar al área de desembocadura su talla les permitiría enfrentar con mayor éxito a la depredación. Otro factor que puede ser considerado es la calidad de la progenie, si viene de una hembras grande o pequeña. Se asume que a mayor talla mejor será la calidad de la progenie, debido a que la hembra puede disponer de una mayor cantidad de energía para invertir en la producción de huevos. Finalmente, una reproducción temprana acorta el tiempo de generación (tiempo transcurrido entre el nacimiento y la reproducción), lo que rápidamente incrementa la adecuación. Así, se plantea que mientras la maduración temprana puede ofrecer grandes ventajas numéricas a nivel individual, la combinación de factores podría tener un efecto negativo sobre la adecuación del individuo.

Considerando el problema a nivel de especie, y tomando en cuenta que el objetivo de ésta es la preservación de su "pool" genético, los langostinos encuentran, de esta manera, una buena estrategia para la transmisión de su información genética en un período de tiempo corto.

Segundo, a nivel poblacional la gama tan amplia de tallas reproductivas aunado a que la fecundidad está correlacionada con la talla de la hembra, hacen compleja la determinación del balance reproductivo de la población. Para determinar el efecto que tiene la composición de tallas de hembras ovígeras sobre el potencial reproductivo de la población es necesario tomar en cuenta si el madurar y reproducirse temprano reducen la sobrevivencia y, si una hembra que se reproduce temprano puede después crecer y volver a reproducirse a una talla más grande. Considerando los datos generados en este estudio, se puede concluir que las hembras pequeñas (2.9 - 3.8 cm), el grupo más numeroso, son las que tienen una contribución más grande dentro del potencial reproductivo de la población. Las hembras grandes (> 4.4 cm) por su parte, a pesar de que pueden producir dos veces más huevos por evento reproductivo, son muy raras y su contribución al total de la población es muy pequeño (10.64 %).

Por otra parte, se podría calcular la talla óptima de reproducción si se tuvieran valores para los costos y beneficios de madurar y reproducirse a una talla dada. En este aspecto, la talla óptima, es

considerada de manera general, como aquella donde la diferencia entre los beneficios y los costos se maximiza, traduciéndose en una mayor adecuación (Stearns, 1994). Sin embargo, para el caso de *M. hobbsi*, además de considerar las posibilidades numéricas habría que considerar la distribución por talla dentro de los ríos y estuarios.

Consideraciones para estudios posteriores

Los estudios acerca de la carcinofauna dulceacuícola de México, son todavía insuficientes para entender la historia natural de las especies, así como las relaciones filogenéticas que guardan entre sí. En el caso específico de los langostinos, estudios futuros deberán considerar, a nivel taxonómico, básicamente aspectos morfológicos, genéticos y de desarrollo embrionario con el fin de superar los problemas de diferenciación de especies y sus posibles relaciones. De ellos, el aspecto genético es tal vez el más interesante. Estos estudios, por una parte, son sumamente escasos, y por otra, la alta variabilidad de formas que se observa aún dentro de una misma especie podría plantear, como punto de partida, que este grupo presenta una alta diversidad genética.

En cuanto a las historias de vida, se considera que el punto más importante de éstas es la reproducción, ya que la conservación de la especie dependerá de las estrategias que se adopten en ese proceso. En los langostinos, se plantea que requieren del agua salobre para llevar a cabo su etapa larval; sin embargo, resulta interesante el hecho de que organismos de tallas muy pequeñas se encuentren a grandes distancias de ambientes salobres, lo que sugiere que en determinadas circunstancias pueden llevar a cabo su ciclo completamente en agua dulce. Los estudios de desarrollo larvario se han enfocado, por obvias razones, a las especies de importancia comercial, en mi opinión sería importante considerarlos también para aquellas especies que probablemente tienen la capacidad de desarrollarse completamente en agua dulce sin necesidad de un desarrollo abreviado.

Desde el punto de vista del papel que juegan en los ecosistemas, son necesarios estudios para conocer la importancia que les confiere su amplio espectro trófico en el proceso de transferencia de energía. Los estudios de contenido estomacal podrían ser una primera aproximación.

CONCLUSIONES

1.- Se encontró que *Macrobrachium hobbsi*, tiene una distribución amplia en la región de Los Tuxtlas, habitando los ríos de la planicie costera. Con este estudio, se amplió la distribución señalada para la especie en la región, ya que sólo se había registrado en el río La Palma.

2.- Se plantea la posibilidad de que *M. hobbsi* tenga distintas estrategias reproductivas, que impliquen desplazamientos hacia ambientes salobres para desarrollar su etapa larval, pero también que pueda en algún momento permanecer en ambiente dulceacuícola durante todo su ciclo de vida.

3.- Las tallas promedio así como las máximas alcanzadas por cada sexo fueron: 2.18 y 4.80 cm respectivamente para hembras, 3.18 y 5.47 cm para machos y, 2.32 y 5.63 cm para hembras ovígeras.

4.- Se plantea que *M. hobbsi* se reproduce durante todo el año existiendo un máximo en la época de lluvias como lo señalan Truesdale y Mermilliod (1979) y Corey y Reid (1991), para otras especies de langostino.

5.- La fecundidad de *M. hobbsi* está determinada por la talla de la hembra, observándose una relación lineal positiva entre las dos variables. Así mismo, el tamaño de los huevos no se ve modificado en función del número de éstos en la masa ovígera, ni en función de la localidad en la que se encontró la especie.

6.- El intervalo de tallas que contribuye en mayor medida al mantenimiento de la población es de 2.9 a 3.8 cm, ya que son éstas las que aportan el mayor porcentaje de la producción total de masa ovígera. No así las tallas pequeñas ni las grandes debido a su poca producción y a su bajo número, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Alvarez, F., Villalobos, J. L. y E. Lira 1996. Decapoda. En: Llorente, J., García, A. N. y E. González (Eds). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Instituto de Biología- CONABIO. 660 pp.
- Alvarez, F. y J. L. Villalobos. en prensa. Decapodos. En: E. González, R. Dirzo y R. Vogth (Eds). Historia Natural de Los Tuxtlas, CONABIO-Instituto de Biología.
- Andrie, R. F. 1964. A biogeographical Investigation of the Sierra de Tuxtla in Veracruz, Mexico. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. University of Buffalo. U.S.A..
- Arana, F. 1980. Datos sobre el cultivo del "langostino asiático" *Macrobrachium rosebergii* (De Man) en México. Memorias del Segundo Simposio Latinoamericano de Acuacultura. Tomo 1. Departamento de Pesca. México.
- Cabrera, J. M., Chávez, C. y C. Martínez, 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en laboratorio. Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología. 50(1): 127-152.
- Camacho, M. E. Alvarez, F. y J. L. Villalobos. en prensa. Langostinos (Decapoda:Palaemonidae). En: E. González, R. Dirzo y R. Vogth (Eds). Historia Natural de Los Tuxtlas, CONABIO-Instituto de Biología.
- Chace, F. A., Jr. & A. J. Bruce. 1993.. The Caridean Shrimp (Crustacea: Decapoda) of the Albatros Philippine Expedition 1907-1910. Part.6:Superfamily Palaemonidae. Smithsonian Contributions to Zoology, 543:1-152.
- Choudhury, P. C. 1971. Responses of larval *Macrobrachium carcinus* to variations in salinity and diet (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 20(2): 113-120.

- Cohen, D. 1981. Population profile development and morphotypic differentiation in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosebergii* (De Man). *Journal of the World Maricultural Society* 12(2): 231-243.
- Coll de Hurtado, A. 1970. Carta geomorfológica de la región costera de Los Tuxtlas, Estado de Veracruz. *Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 3: 23-28.
- Corey, S. y D. M. Corey. 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. *Crustaceana* 60(3): 270-294.
- Guzmán, A. M. 1987. *Biología, Ecología y Pesca del langostino Macrobrachium tenellum* (Smith 1971), en lagunas costeras del Estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral, ICMYL, UNAM, 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 Mitla y Tres Palos, Guerrero, México (Decapoda: Palaemonidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. 9(1): 67-80.
- Fujimura, I y L. Okamoto. 1970. Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macrobrachium rosebergii* in Hawaii. Indo-Pacific Fisheries Council (FAO). IPFC/C70/SYM53.
- Lovejoy, T. E. , R. O. Bierregaard, A. B. Rylands, J. R. Malcolm, C.E. Quintela, L. H. Harper, K. S. Brown, A. H. Powell, G. V. N. Powell, H. O. R. Shubart, M. B. Hays. 1986. Edge and effects of isolation on Amazon forest fragments. In: M. E. Soule (ed.), *Conservation Biology*. Sinauer Associates Inc.
- Hobbs III, H. H. 1991. Decapoda: In: Thorp J. H. y A. P. Covich (Eds). *Ecology and Classification of North America Freshwater Invertebrates* pp. 823-857.

- Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae, Allan Hancock Foundation Occasional Papers (12): 1-396.
- Horne, F. y S. Beisser. 1977. Distribution of river shrimp in the Guadalupe and San Marcos rivers of central Texas, U.S.A (Decapoda, Caridea). *Crustaceana* 33 (1): 56-59.
- Holstchmit, M. 1988. Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. FONDEPESCA. 133 pp.
- Holstchmit, K. H. y E. Pfeiler. 1984. Effect of salinity on survival and development of larvae and postlarvae of *Macrobrachium americanum* Bate (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana* 46(1): 23-28.
- Ling, S. W. 1969. The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO 57(3): 589-606.
- Lot-Helgueras, A. 1976. La estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: pasado, presente y futuro: In: Gómez, A., Vázquez, C., del Amo, S. y A. Butanda (Eds). Regeneración de Selvas, pp. 31-70. C.N.E.B..
- Lucas, A. 1993. Bioénergétique des Animaux Aquatiques. Masson. Paris. 179 pp.
- Malecha, S. R. 1977. Genetic and selective breeding of *Macrobrachium rosenbergii*. In: J. A. Hanson y H. L. Goodwin (eds.). Shrimp and Prawn farming in the Western Hemisphere, pp. 328-355. Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. E. U.
- Mashiko, K. 1990. Diversified egg and clutch sizes among local populations of the fresh-water prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan). *Journal of Crustacean Biology* 10 (2): 306-314.
- Monaco, G. 1975. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium americanum* (Bate). *Aquaculture* 6: 369-375.

- Nates, J. C. y J. L. Villalobos. 1990. Dos nuevas especies de camarones de agua dulce del género *Macrobrachium* Bate, (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), de la vertiente occidental de México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 61(1): 1-11.
- New, M. B. y S. Singholka. 1982. Freshwater prawn farming. A manual for the Culture of *Macrobrachium rosebergii*. FAO, Fisheries Technics. 116 pp.
- Peebles, J. B., 1979. The roles of prior residence and relative size in competition for shelter by the Malaysian prawn *Macrobrachium rosebergii*. *Fishery Bulletin* 76(4): 905-911.
- Pereira, G. A. y J. V. García. 1995. Larval development of *Macrobrachium reyesi* Pereira (Decapoda: Palaemonidae), with a discussion on the origin of abbreviated development in palaemonids. *Journal of Crustacean Biology* 15 (1): 117-133.
- Pérez, C. H. y M. J. Segura, 1981. Contribución al conocimiento de la estructura poblacional y algunos aspectos de la biología de las especies del langostino: *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836) y *Macrobrachium carcinus* (Linne 1758) en el estado de Tabasco. Tesis. ENEP Iztacala. México. 66 pp.
- Ra'anan, Z. y A. Sagi. 1985. Alternative mating strategies in male morphotypes of the freshwater prawn *Macrobrachium rosebergii* (De Man). *Biological Bulletin* 169: 595-601.
- Ríos, M. F. 1952. Estudio geológico de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. *Asociación Mexicana Geológica Petrol. Bol.*, 4:325-376.
- Rodríguez, G. 1986. Centers of radiation of freshwater crabs in the Neotropics. In: R. H. Gore & K. L. Heck (eds.), *Crustaceans Issues 4: Biogeography of the Crustacea*. A. A. Balkema, Rotterdam.

- Salmerón, J. J. 1985. Efectos de la densidad, interacción química, interacción visual, preferencia de color y efecto de color de sustrato en el crecimiento de postlarvas del langostino *Macrobrachium rosebergii* (De Man). Tesis de Maestría I. T. E. S. M. Guaymas, México.
- Sandifer, P. A. y T.I. J. Smith 1979. A method for artificial insemination of *Macrobrachium* prawns and its potential use in inheritance and hybridization studies. Proceedings of World Maricultural Society 10: 403-418.
- Sarojini, R., Mirajkar, M. S. y R. Nagabhushanam 1984. Sex pheromone in the freshwater prawn, *Macrobrachium kitnensis*. Animal Biology 29(1): 61-68.
- Secretaría de Pesca, 1994. Atlas Pesquero de México. Secretaría de Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, México 234 pp.
- Shakuntala, K. 1977. 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.
- Stearns, S. C. 1994. The Evolution of the Life Histories. Oxford University Press. New York. 249 pp.
- Truesdale, M. F. y W. J. Mermilliod. 1979. The river shrimp *Macrobrachium ohione* (Smith) (Decapoda, Palaemonidae): its abundance, reproduction, and growth in the Atchafalaya river basin of Louisiana, U.S.A..Crustaceana 36 (1): 61-73.
- Uno, Y. y K. C. Soo. 1969. Larval development of *Macrobrachium rosebergii* reared in the laboratory. Tokio University Fisheries 55(2): 179-190.
- Vernberg, W. B. y F. J. Vernberg, 1983. Environmental Adaptations. En: Bliss (Ed) The Biology of Crustacea. Academic Press. 383 pp.

- Villalobos, A. 1967. Problemas de especiación en América de un grupo de Palaemónidos del género *Macrobrachium*. In: Actas de la Conferencia Científica Mundial sobre Biología y Cultivo de Camarones y Gambas. FAO Document FR:BCSP /67/E/62, 11 p.
- Villalobos, A. 1967. Estudio de los palaemónidos de México I. *Macrobrachium acanthochirus* una nueva especie del SE de México. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología 25(1/2): 167-174.
- Villalobos, A. 1982. Decapoda: In: Hurlbert, S. H. y A. Villalobos (Eds). Aquatic Biota of Central America. San Diego State University, San Diego, California, pp. 215-240.

- J'ai seize ans, dit Henri-Maximilien. Dans quinze ans, on verra bien si je suis par hasard l'égal d'Alexandre. Dans trente ans, on saura si je vaudrais ou non feu César. Vais-je passer ma vie à auner du drap dans une boutique de la rue aux Laines? Il s'agit d'être homme.

- J'ai vingt ans, calcula Zénon. A tout mettre au mieux, j'ai devant moi cinquante ans d'étude avant avant que ce crâne se change en tête de mort. Prenez vos fumées et vos héros dans Plutarque, frère Henri. Il s'agit pour moi d'être plus qu'un homme

L'Ouvre au Noir
M. Yourcenar