

00344



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA 4
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA
BIOLOGIA Y ECOLOGIA DE *Potimirim glabra*
KINGSLEY (DECAPODA, ATYIDAE) EN
EL RIO COYUCA, GUERRERO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y
RECURSOS ACUATICOS)
P R E S E N T A :
BIOL. MARIO / MARTINEZ MAYEN

DIRECTOR DE TESIS: DR. RAMIRO ROMAN CONTRERAS

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo cariño a mi familia por el apoyo que siempre me ha brindado.

También con mucha estimación y agradecimiento a mis profesores que han fomentado mi vocación por la biología.

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

A Balbina por su todo su apoyo y cariño.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas o a UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo receptor
NOMBRE: María Martínez
Mayén
FECHA: 4 / Feb. / 2003
FIRMA: [Firma]

TECNICÓN
FALTA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente al Dr. Ramiro Román Contreras por la dirección y asesoría de este trabajo, así como por su amistad y apoyo personal.

A los integrantes del jurado: Dr. Felipe Amezcua Linares, Dr. Fernando Álvarez Noguera, Dra. Ma. Luisa Fanjul Peña y Dra. Ma. Luisa Andrea Raz-Guzmán Macbeth, cuyas sugerencias y observaciones enriquecieron este trabajo.

Al Dr. Carlos Robinson por la orientación proporcionada en el tratamiento estadístico de algunos datos. También deseo expresar mi agradecimiento al matemático Ignacio Palomar por su ayuda en la edición de algunas figuras y a la bióloga Rosalina Castillo y M. en C. Jesús Lozada.

A Pedro Gutiérrez Villa por su ayuda en la búsqueda y obtención de una parte de la literatura especializada.

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por las facilidades y apoyo brindado para la realización de este trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

| | |
|---|----|
| Resumen | |
| Introducción | 1 |
| Antecedentes | 2 |
| Hipótesis | 3 |
| Objetivos | 3 |
| Area de estudio..... | 4 |
| Metodología | 7 |
| Resultados | 10 |
| Marco ambiental | 10 |
| Caracterización del sitio de muestreo | 11 |
| Abundancia | 13 |
| Distribución de tallas | 16 |
| Proporción sexual | 22 |
| Madurez sexual | 23 |
| Estados de madurez | 24 |
| Período de reproducción | 26 |
| Fecundidad | 28 |
| Discusión | 33 |
| Marco ambiental | 33 |
| Fauna acompañante | 33 |
| Abundancia | 35 |
| Tallas | 37 |
| Proporción sexual | 39 |
| Madurez sexual | 40 |
| Período de reproducción | 42 |
| Fecundidad | 44 |
| Conclusiones | 49 |
| Literatura citada | 51 |



RESUMEN

El género *Potimirim* tiene una amplia distribución en América la cual abarca desde las costas del Pacífico mexicano hasta la costa Atlántica de Brasil; a pesar de esto, la revisión de la literatura ha demostrado que existe poca información publicada sobre la biología de este género, por lo que el objetivo del presente estudio es aportar información sobre los aspectos biológicos y ecológicos de una población de *Potimirim glabra* del Río Coyuca, Guerrero. La obtención de los organismos se llevó a cabo en los periodos comprendidos entre febrero de 1991 a enero de 1992, y durante febrero, marzo, mayo, octubre y noviembre de 1996. Los individuos se colectaron en la vegetación acuática y entre las raíces de la vegetación riparia con una red de cuchara de 50 cm de diámetro y abertura de malla de 1 mm, empleándose también cernidores con malla de la misma abertura. La temperatura del agua se registró con un termómetro de cubeta. Entre los invertebrados se colectaron insectos, moluscos y siete especies de crustáceos; y entre los vertebrados, seis especies de peces. La mayor abundancia de *P. glabra* ocurrió durante la época de secas cuando el volumen del río disminuye. Durante casi todos los meses se observó un comportamiento unimodal en la distribución de tallas de la subpoblación de ambos sexos, constatándose que el período de reclutamiento principal ocurre posteriormente a la época de lluvias. Durante 1991-92 se obtuvo una proporción sexual paritaria mientras que en 1996 los machos predominaron en razón de 1.36 por cada hembra. En base a la presencia de hembras ovígeras en todos los meses se considera que la reproducción de la especie es continua, con un periodo máximo durante la época de lluvias. Se determinó que las hembras alcanzan su madurez sexual a los 19.9 mm de longitud total durante 1991-1992 y a los 16 mm de longitud total en 1996. La fecundidad no está en relación con la talla de las hembras, pues aún en organismos del mismo tamaño el número de huevos varía considerablemente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

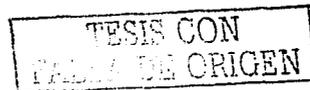
INTRODUCCION

La fauna carcinológica dulceacuícola de nuestro país es relativamente bien conocida, sobre todo aquellas especies que representan importancia comercial como las del género *Macrobrachium*, que han sido bien estudiadas en sus diferentes aspectos (biológicos, ecológicos y acuaculturales) (Martínez-Mayén, 1994), y se ha dejado a un lado a otros grupos que también son importantes en las diferentes cuencas donde habitan. Entre estos crustáceos se encuentra *Potimirim glabra* (Kingsley, 1878), el cual se distribuye en las costas del Pacífico americano desde México hasta Colombia, mientras que en la costa Atlántica se ha colectado desde Panamá, Venezuela, Dominica, hasta Sao Paulo, Brasil (Rodríguez, 1980; Holthuis, 1986).

Potimirim glabra es muy abundante en las partes bajas de los ríos tropicales donde prosperan plantas acuáticas que les sirven de protección, y frecuentemente se asocian con poblaciones juveniles de *Atya* y *Macrobrachium* (Villalobos, 1959; Martínez-Mayén, 1994). Las larvas pasan parte de su desarrollo en agua salobre y posteriormente reingresan al medio dulceacuícola por la desembocadura de los ríos, ascendiendo a través de las zonas marginales hasta llegar finalmente a los sitios de reclutamiento donde se encuentran las poblaciones (Villalobos, 1982).

Por otra parte, aunque la especie no es de importancia económica tiene gran significado ecológico debido a sus hábitos alimentarios, pues junto con otros atyidos desempeña un papel fundamental en la recuperación de los ríos cuando han sido perturbados por eventos naturales como tormentas que causan gran acumulación de sedimentos (Covich, 1988; Pringle, *et al.*, 1993); de igual manera, contribuyen limpiando las hojas de las macrófitas sumergidas permitiendo de ese modo llevar a cabo la fotosíntesis, así como el reciclamiento de la materia orgánica (Fryer, 1960).

Existe muy poca información sobre esta especie. La mayoría de los trabajos abordan temas comparativos, descriptivos y de distribución geográfica, siendo poca la atención prestada a los aspectos biológicos y ecológicos. Por lo anterior, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento básico de estos aspectos en *P. glabra*, de material colectado en el Río Coyuca, Guerrero, costa del Pacífico sur mexicano.



ANTECEDENTES

Los primeros informes de la existencia de especies relacionadas con la familia Atyidae son los de Marcgrave (1648) quien presentó una descripción breve del camarón denominado "guaricuru" en Brasil, el cual sería identificado posteriormente como *Atya scabra* Leach, 1815 por Lemos de Castro en 1962 (Hobbs y Hart, 1982).

En cuanto al género *Potimirim*, de Saussure (1858) describió un atyido colectado en Veracruz, México, al que denominó *Caridina mexicana*. Posteriormente, Kingsley (1878) describió *Atyoida glabra* de material proveniente de Polvón y Corcuera, costa occidental de Nicaragua. Müller (1881) describió a un atyido de Brasil y lo denominó *Atyoida potimirim*, y en 1901 Rathbun creó el género *Ortmannia* para sustituir la denominación genérica de *C. mexicana* y *A. potimirim* (Villalobos, 1982). Bouvier (1925) consideró que las dos especies eran sinónimas e incluyó en su monografía de los atyidos los rasgos de ejemplares procedentes de Cuba. Holthuis (1954) llevó a cabo un estudio crítico sobre la validez taxonómica de los géneros *Atyoida* y *Ortmannia*, y basado en los términos de prioridad los sustituyó por *Potimirim* reestableciendo la validez de la especie propuesta por Kingsley. Villalobos (1959) adoptó la denominación de *Potimirim* enmendando los caracteres diagnósticos del género establecidos por Holthuis, y describió una nueva especie que designó como *Potimirim brasiliiana* que, de acuerdo a Smalley (1963), es sinónima de *P. glabra*.

Entre las referencias publicadas sobre aspectos biológicos generales se encuentran las de Smalley (1963) quien realizó una revisión del género *Potimirim* en América Central, y la de Chace y Hobbs (1969) de la República Dominicana donde además abordaron temas taxonómicos, ecológicos y de distribución de esta especie en la isla. Abele y Blum (1977) mencionaron la distribución de *P. glabra* en el Archipiélago Las Perlas, Panamá, aportando algunos datos de su ecología. En las Antillas, Barnish (1984) colectó a *P. glabra* y la catalogó como una especie de reproducción continua.

Hasta la fecha, son pocos los trabajos realizados en México con la especie en cuestión. Entre ellos destaca el de Villalobos (1959), quien estudió algunas especies del género *Potimirim* aportando algunos aspectos de su biología y variaciones morfométricas. Por su parte, Román-Contreras (1991) colectó a *P. glabra* en la Laguna y el Río Coyuca como parte de la fauna acompañante de *Macrobrachium tenellum*

(Smith, 1871), y la catalogó como un componente importante de la carcinofauna de ese sistema. Recientemente Rodríguez-Almaraz y Campos (1996) registraron por vez primera la presencia de *P. mexicana* en el estero de Canalá, Guayabitos, Nayarit, costa del Pacífico mexicano.

HIPÓTESIS

El ciclo biológico de *Potimirim glabra* está influenciado por factores ambientales como la temperatura del agua y la precipitación pluvial, pero si la temperatura es relativamente alta todo el año, entonces se esperará que la especie tenga reproducción continua y que la presencia de hembras ovígeras se incremente durante la temporada de lluvias.

OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo general establecer un conocimiento básico sobre la biología y ecología de *Potimirim glabra* en su ambiente natural. Los objetivos particulares son los siguientes:

- Describir el hábitat de *P. glabra* y la fauna de acompañamiento en el área de estudio.
- Caracterizar la distribución de tallas de la población y analizar las variaciones temporales de la abundancia.
- Estimar la proporción de sexos en la población.
- Determinar la época reproductiva de la especie en el área, y su relación con la temperatura y la precipitación.
- Determinar la talla de madurez sexual en ambos períodos de muestreo.
- Estimar la fecundidad absoluta por clases de talla.

AREA DE ESTUDIO

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

El flanco costero se encuentra delimitado por la Sierra Madre del Sur de la cual se derivan las sierras de Cuchilla, Malinaltepec y Mihuatlán (Mañón, 1985). El Municipio de Coyuca de Benítez se encuentra ubicado en las tierras bajas de la serranía, al suroeste de Chilpancingo, formando parte de la región denominada Costa Grande, que tiene su inicio en el delta aluvial del Río Balsas, hasta la bahía rocosa de Acapulco.

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

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

B= húmedo

A(a)= caliente sin invierno

i= invierno seco

p= primavera seca

De lo anterior se deduce que no se presentan estaciones anuales bien marcadas, pero sí una época de lluvias y otra de secas, siendo la temperatura media superior a los 27°C (Guzmán-Arroyo, 1987).

En octubre comienza el decremento de las lluvias escaseando en febrero, marzo y abril, e incrementándose desde junio hasta agosto durante la persistencia de los

vientos marinos del sureste. En septiembre, debido al efecto de los ciclones, se produce la mayor precipitación (Delgadillo, 1986).

La vegetación circundante al río se encuentra representada por bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, de los cuales algunas especies son: *Ampelocissus acapulcensis*, *Bursera longipes*, *Casearia corymbosa*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Bumelia persimilis*, *Ficus glabrata*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Plumeria rubra* y *Trema micrantha* (Fonseca y Lozada-Pérez, 1993).

Por otro lado, los rasgos hidrográficos principales de la región lo conforman el Río Coyuca y la laguna del mismo nombre, así como la Laguna de Mitla en la zona cercana, existiendo además cuatro arroyos temporales entre los cuales El Conchero es el más importante.

El Río Coyuca se origina en la serranía en una zona conocida como Arroyo Pintada a 2800 m sobre el nivel del mar; recibe las aportaciones del Río Santiago, el Arroyo Camotal y de varios afluentes secundarios. El área de su cuenca es de 1303 km² y su desarrollo longitudinal alcanza 68 km con un volumen de descarga anual de 975,600,000 m³ (Mañón, 1985). En su recorrido destacan las localidades de Huapanguillo, Las Hamacas, Las Compuertas y Aguas Blancas, atraviesa la población de Coyuca de Benítez, y 8 km aguas abajo se une con el Arroyo de Las Cruces formando un estero denominado Canal del Carrizal que se presenta hacia el borde de sotavento de la barrera arenosa, la cual se abre anualmente durante los meses de septiembre y octubre (Fonseca y Lozada-Pérez, 1993). Este canal meándrico tiene una longitud de 17 km, dividiéndose a ambos lados del río; hacia el occidente funciona como enlace de la Laguna de Mitla al nivel del poblado llamado El Carrizal, mientras que al oriente permite la comunicación con la Laguna de Coyuca (Figura 1)

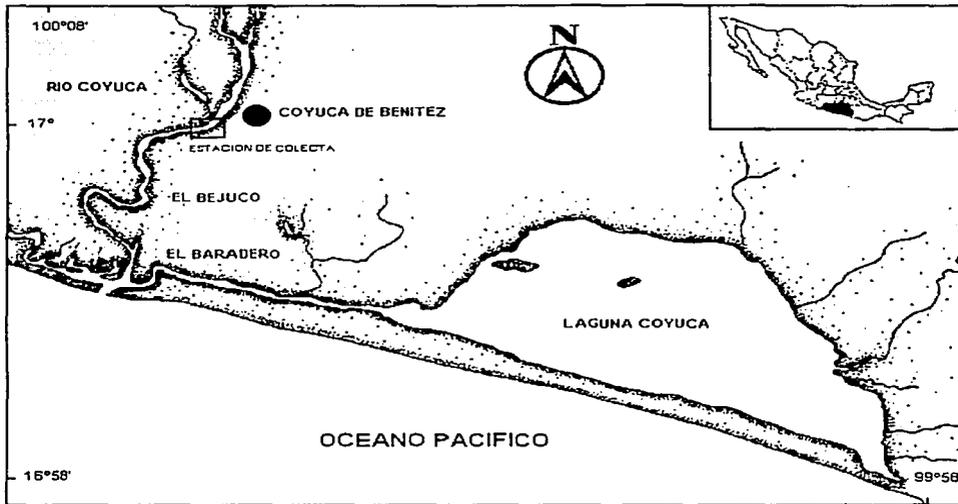


Figura 1.- Área de estudio. Modificado de Yáñez-Arancibia (1978) (escala 1: 100, 000).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

METODOLOGÍA

El material biológico se obtuvo de muestreos realizados mensualmente, en los periodos comprendidos entre febrero de 1991 y enero de 1992, y durante febrero, marzo, mayo, octubre y noviembre de 1996 en el Río Coyuca, en una estación ubicada cerca del puente construido sobre el río, en las proximidades del poblado de Coyuca de Benítez, cuyas coordenadas son 17° 00' 22" latitud norte y 100° 05' 32" longitud oeste; este sitio se eligió por la presencia de organismos durante todo el año.

Los ejemplares fueron colectados en la vegetación acuática y raíces de la vegetación riparia con una red de aro metálico de 50 cm de diámetro y abertura de malla de 1 mm; así mismo, se emplearon cernidores de plástico de similar abertura para coleccionar los especímenes que se encontraban en los troncos enclavados en la arena y en las hojas acumuladas de la orilla. Debido a que el muestreo fue cualitativo y por la considerable heterogeneidad del hábitat no se estandarizaron los datos (captura por unidad de esfuerzo), por lo que no fue posible obtener una estimación cuantitativa de la población; por este motivo los resultados de abundancia expresan únicamente el número de organismos colectados mensualmente (Fidalgo *et al.*, 2001). El material biológico se colocó en frascos de vidrio y se le agregó formaldehído al 10% para su fijación. Se registró la temperatura del agua *in situ* con un termómetro de cubeta convencional. Los datos de temperatura ambiental y de precipitación total del periodo estudiado fueron proporcionados por la estación meteorológica de la SARH, situada en el poblado de Coyuca de Benítez; con objeto de describir el sitio de colecta se obtuvieron ejemplares representativos de la flora y fauna acompañante para su posterior determinación.

Los organismos fueron determinados de acuerdo a los criterios de Holthuis (1952), Chace y Hobbs (1969), Hobbs y Hart (1982), Villalobos-Hiriart y Nates-Rodríguez (1990). En el laboratorio, a cada uno de los ejemplares de *P. glabra* se les determinó la longitud total comprendida desde la parte apical del rostro hasta el extremo distal del telson; y la longitud cefalotorácica, desde la parte apical del rostro hasta el borde posterior del cefalotórax (Fièvet, 1999).

Una vez obtenidos los datos biométricos se graficaron para obtener los histogramas de frecuencia de cada una de las cohortes y se hizo un seguimiento de las diferentes clases de talla de la población.

No se estimó el crecimiento a partir de los histogramas de frecuencia de talla; sin embargo, se determinó la relación entre la longitud total y cefalotorácica de machos y hembras por separado, y mediante un análisis de covarianza se determinó si existían diferencias de tamaño de los organismos en cada periodo estudiado (Martínez-Mayén, *et al.*, 2000).

La separación de los sexos se estableció mediante el examen de los dos primeros pares de pleópodos, registrándose el sexo tan sólo en aquellos ejemplares que medían de 10 mm en adelante, en los que se puede determinar con certeza el sexo, considerándose inmaduros a los individuos que no superan los 10 mm de longitud total (Chace y Hobbs, 1969).

La fecundidad se determinó por conteo directo de los huevecillos en 238 hembras de diferente talla, ordenándolas en intervalos de 1 mm desde la más pequeña a la de mayor tamaño, tomando en consideración que la masa ovígera fuera lo más compacta posible. Para conocer la relación existente entre el número de huevos y la longitud total se realizó un análisis de correlación simple, considerando como variable independiente el número de huevos. Conforme al criterio de Walsh (1993), la longitud (eje mayor) y el ancho de 10 huevecillos de cada hembra examinada se midieron empleando un microscopio con ocular graduado, los resultados fueron comparados utilizando análisis de varianza de una sola vía aplicada a la longitud total de las hembras y al tamaño de los huevos (eje mayor); mientras que las fases de desarrollo en los huevecillos se establecieron según el criterio de Ling (1969). La proporción de sexos se obtuvo contabilizando el número de machos y hembras de la población, los datos obtenidos se sometieron a una prueba de Chi cuadrada (χ^2) considerando a la proporción teórica con un valor del 50%, esto es, una hembra por cada macho, que es la proporción esperada (Guzmán-Arroyo, 1987); el periodo de reproducción se infirió tomando en consideración la variación mensual del porcentaje de hembras ovígeras (Bauer, 1989). La talla mínima de madurez sexual se obtuvo anotando el porcentaje de hembras ovígeras en cada clase de talla, en intervalos de 1 mm de longitud total en las

ordenadas, y las clases de talla en las abscisas, considerándose como tal la correspondiente al 50% de ejemplares maduros (Lobao *et al.*, 1992).

La escala de madurez sexual se determinó en función del aspecto externo que presentan las hembras (madurez morfológica), según los criterios establecidos por Guzmán-Arroyo (1987) y Lobao *et al.* (1992), de esta manera se proponen cuatro estados de maduración:

- Inmaduras. Identificadas por la ausencia de huevos adheridos a los pleópodos y por no presentar alargamiento de las pleuras abdominales, la gónada no es visible a través del cefalotórax.
- Preovígeras. Caracterizadas por el ensanchamiento de las pleuras abdominales, la parte dorsal y las pleuras comienzan a pigmentarse irregularmente, las gónadas son visibles a través del cefalotórax con un color que varía desde blanquecino hasta rosa pálido.
- Ovígeras. Caracterizadas por la presencia de huevecillos adheridos a los pleópodos, las gónadas tienen una tonalidad que va de rosa pálido a naranja brillante; su tamaño es variable ocupando en ocasiones desde una parte hasta la totalidad del cefalotórax.
- Postovígeras. Hembras sin huevecillos, los pleópodos tienen vellosidades muy evidentes, las gónadas ocupan la totalidad del cefalotórax y presentan un color naranja oscuro que se observa fácilmente a través del caparazón.

RESULTADOS

Marco Ambiental

Durante el periodo de estudio, que comprendió 1991-92, se observó un ciclo de lluvias bien definido, ocurriendo la máxima precipitación de junio a octubre (máxima en junio con 381 mm); mientras que de febrero a abril la precipitación fue nula; en tanto que en los meses de muestreados durante 1996 sólo en octubre se presentó la precipitación pluvial más elevada.

La temperatura ambiental muestra un patrón uniforme durante casi todo el período, a excepción de marzo y mayo de 1996, cuando se registraron los valores más altos (30 y 29.5 °C, respectivamente); el promedio obtenido para 1991-92 es de 26.5 °C, y de 27.4 °C durante 1996.

En general, durante 1991-92 las mayores temperaturas del agua ocurren de febrero a julio y las más bajas de septiembre a octubre, coincidiendo con la época de lluvias; mientras que en febrero y marzo de 1996 se registran las temperaturas más bajas. La temperatura promedio fue de 28.9 y 26.7 °C para 1991-92 y 1996, respectivamente (Tabla 1 y Figura 2).

Tabla 1. Parámetros ambientales obtenidos durante el período estudiado.

| Mes | Temperatura del agua (°C) | Temperatura ambiental (°C)** | Precipitación pluvial mensual (mm)** |
|---------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Febrero 91 | 30.0 | 25.5 | 0.0 |
| Marzo 91 | 31.0 | 25.2 | 0.0 |
| Abril 91 | 29.7 | 25.2 | 0.0 |
| Mayo 91 | 30.5 | 27.8 | 16.5 |
| Junio 91 | 34.0 | 27.2 | 381 |
| Julio 91 | 31.0 | 28.2 | 93.0 |
| Septiembre 91 | 25.0 | 26.5 | 243.5 |
| Octubre 91 | 25.0 | 26.6 | 112 |
| Noviembre 91 | 27.0 | 26.0 | 20.5 |
| Diciembre 91 | 27.7 | 25.5 | 21.5 |
| Enero 92 | 27.0 | 25.1 | 55.0 |
| Febrero 96 | 25.0 | 25.5 | 0.0 |
| Marzo 96 | 25.4 | 30.0 | 0.0 |
| Mayo 96 | 28.3 | 29.5 | 6.5 |
| Octubre 96 | 27.7 | 25.0 | 260 |
| Noviembre 96 | 27.4 | 27.0 | 3.0 |

Datos registrados durante las colectas.

** Media mensual, registrada por la estación meteorológica de Coyuca de Benítez, Gro.

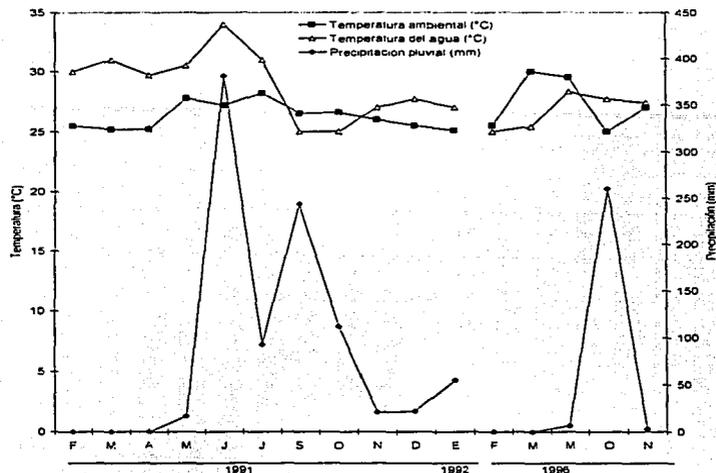


Figura 2.- Variación de los parámetros ambientales durante el período estudiado.

Caracterización del sitio de muestreo

En la estación de colecta de *P. glabra* la corriente se alterna y bifurca siendo en partes rápida y en partes lenta, y el agua es turbia. El lecho alcanza una anchura de 150 m aproximadamente con profundidades de 0.5 a 1.0 m; por largos períodos grandes áreas del fondo permanecen expuestas, principalmente la parte media originando que el agua circule solo por las orillas, existiendo una mayor heterogeneidad de hábitats, distinguiéndose tres biotopos que, de acuerdo a Escobar (1979), pueden clasificarse de la siguiente manera:

Zona arenosa

Se caracteriza por la ausencia de vegetación en el seno del río, el fondo es blando con corriente moderada. En la orilla es común la presencia de pastizales de 1 a 3 m de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

altura, así como troncos enclavados en la arena donde se acumulan ramas, hojarazca y lirios.

Zona fango-arenosa

Se sitúa a los costados de las partes arenosas, la profundidad es muy somera formándose remansos y pequeñas áreas inundadas donde se desarrollan comunidades caracterizadas por fanerógamas arraigadas al sustrato que se mantienen por debajo del agua donde la corriente es más lenta, destacando *Potamogeton crispus*, *Potamogeton* sp., *Marathrum affinis elegans*, *Marathrum* sp., *Podostemum ceratophyllum* y *Najas guadalupensis*, mientras que la vegetación flotante está representada por *Eichhornia crassipes*.

Zona rocosa

Abarca lugares de poca extensión localizados a los costados de las zonas fango-arenosas. Las rocas son pequeñas y están cubiertas de arena, y no existen plantas en este lugar; en las orillas se encuentran abundantes matorrales de *Mimosa pigra* que arraigan sus raíces en el agua; así mismo, es posible visualizar árboles de *Salix chilensis* y de la palmera *Orbignya cohune*. Las tierras aledañas se encuentran cultivadas de cocoteros, pastizales y maíz.

Por otra parte, la abundante vegetación, el acarreo de materia orgánica, la cantidad de hojas y semillas acumuladas en el fondo, la cantidad de espacios que se forman entre las rocas y el sustrato y las galerías que se forman entre las raíces de la vegetación riparia, hacen de este un ambiente óptimo para el establecimiento de diversos organismos acuáticos.

Fauna Acompañante

Entre la fauna más conspicua que comparte el hábitat con *P. glabra* se encuentran crustáceos, peces, insectos y moluscos.

Entre los crustáceos predominan las especies del género *Macrobrachium* como *M. acanthochirus* Villalobos, 1967, *M. occidentale* Holthuis, 1950, *M. digueti* (Bouvier, 1895), *M. michoacanus* Nates-Rodríguez y Villalobos-Hiriart, 1990, *M. americanum*

Bate, 1868, *M. tenellum* (Smith, 1871), así como *Atya margaritacea* A. Milne-Edwards, 1864.

Los peces están representados por *Dormitator latifrons* (Richardson, 1837), *Eleotris pictus* Kner y Steindachner, 1864, *Gobiomorus maculatus* (Günther, 1859), *Poeciliopsis porosus* De Buen, 1943, *Pseudophallus starksi* (Jordan y Culver, 1895) y *Cichlasoma trimaculatum* (Günther, 1868).

Otro grupo conspicuo es el de los insectos acuáticos, de los cuales se colectaron los órdenes Hemiptera, Coleoptera, Odonata, Plecoptera y Trichoptera, mientras que entre los moluscos fue evidente la presencia continua del gastrópodo *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) en la arena y raíces de la vegetación acuática.

Abundancia

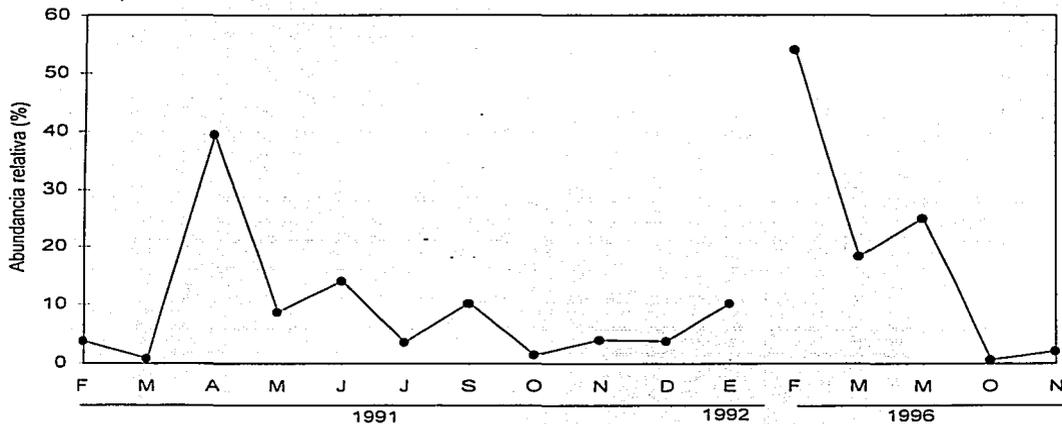
A través del período estudiado se colectaron 4646 especímenes de *P. glabra* (Tabla 2). De manera general, la máxima abundancia durante 1991-92 correspondió a los meses de abril con casi el 40% de los organismos colectados ese año; junio, septiembre y enero con la misma abundancia relativa (Figura 3). Durante marzo se obtuvo la menor abundancia, debido quizás, a la drástica disminución en el volumen del río, originando que la zona de muestreo prácticamente estuviera seca.

Por otra parte, durante 1996 la máxima colecta se obtuvo en febrero y mayo. Es importante hacer notar que en ambos años la menor abundancia se presentó en octubre, lo que probablemente esté relacionado con el régimen hidrológico, pues aún persisten elevados valores de precipitación pluvial lo que dificultó la colecta de los organismos; de igual manera, podría deberse a variaciones naturales de la población.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 2. Composición de la población de *Potimirim glabra* durante los periodos muestreados (abundancia absoluta entre paréntesis).

| Mes | Total de organismos | Inmaduros (%) | Machos (%) | Hembras (%) |
|---------------|---------------------|---------------|------------|-------------|
| Febrero 91 | 67 | 40.3 (27) | 25.4 (17) | 34.3 (23) |
| Marzo 91 | 14 | 21.4 (3) | 14.3 (2) | 64.3 (9) |
| Abril 91 | 704 | 2.4 (17) | 54.5 (386) | 43 (301) |
| Mayo 91 | 156 | 0.64 (1) | 46.8 (73) | 52.6 (82) |
| Junio 91 | 252 | - | 28.6 (72) | 71.4 (180) |
| Julio 91 | 63 | 3.2 (2) | 52.4 (33) | 44.4 (28) |
| Septiembre 91 | 182 | - | 56.6 (103) | 43.4 (79) |
| Octubre 91 | 25 | - | 76 (19) | 24 (6) |
| Noviembre 91 | 73 | 6.9 (5) | 52 (38) | 41 (30) |
| Diciembre 91 | 69 | 29 (20) | 46 (32) | 25 (17) |
| Enero 92 | 181 | 2.20 (4) | 41.4 (75) | 56.3 (102) |
| Febrero 96 | 1542 | 4.3 (67) | 56.7 (875) | 39 (600) |
| Marzo 96 | 523 | 3 (16) | 47.2 (247) | 49.7 (260) |
| Mayo 96 | 714 | 11.1 (85) | 55.6 (397) | 32.5 (232) |
| Octubre 96 | 20 | 5 (1) | 40 (8) | 55 (11) |
| Noviembre 96 | 61 | - | 42.6 (26) | 57.4 (35) |

Figura 3.- Abundancia relativa de *Potimirim glabra* en ambos periodos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Al desglosar el número de organismos correspondiente a cada forma vital (Figura 4) se obtuvo que para 1991-92 los individuos inmaduros se colectaron casi todos los meses, siendo febrero, abril y diciembre cuando se presentó la mayor abundancia, mientras que en 1996 fueron mas abundantes en febrero y mayo.

Durante 1991-92 el mayor número de hembras se colectó en abril (301 organismos), otros meses donde abundaron son junio (180 individuos) y enero (102), mientras que en 1996 sólo en octubre y noviembre fueron escasas.

Los machos presentaron la mayor abundancia en abril y septiembre (386 y 103 especímenes colectados), en tanto que en 1996 la máxima colecta se presentó en febrero (875 organismos).

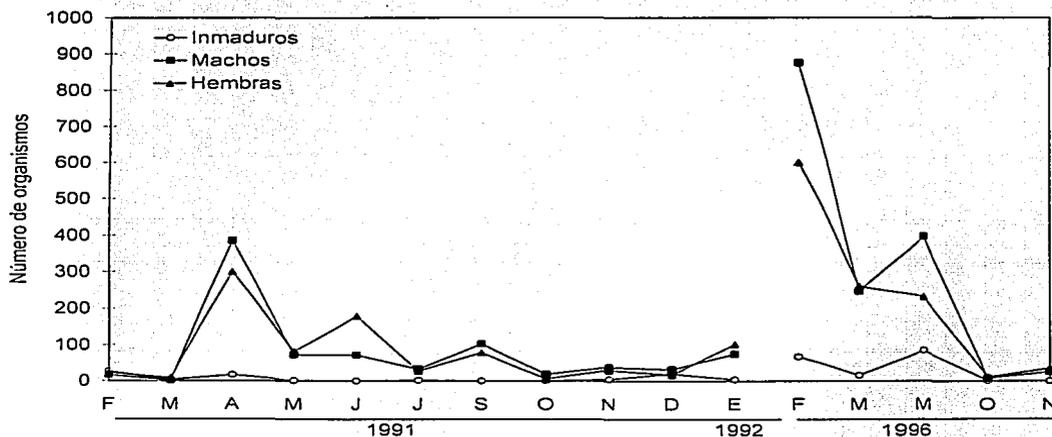


Figura 4.- Variación temporal de la abundancia de *Potimirim glabra*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Distribución de tallas

Con la finalidad de dilucidar el ciclo de vida de la especie y conocer si la estructura poblacional de *P. glabra* en la zona estudiada varía mensualmente, se ha representado la longitud total de los organismos en histogramas, lo cual permite seguir el desplazamiento modal de cada una de las tallas en ambos periodos de estudio.

De manera general, la distribución de frecuencias de talla difiere significativamente entre ambos sexos, siendo las hembras las que dominan en las clases de mayor tamaño, en donde los machos alcanzan 15 mm de longitud total y las hembras 26 mm; a excepción de algunos meses donde se visualizan 2 ó 3 valores modales, la subpoblación de ambos sexos presenta un comportamiento unimodal debido, posiblemente, a la superposición de diversas cohortes propiciada por el reclutamiento de organismos juveniles como resultado de la presencia continua de hembras ovigeras.

Distribución de tallas durante 1991-92

En febrero la moda la conforman individuos inmaduros que oscilan entre 8 y 9 mm los cuales representan el 40% de la muestra. El rango de tamaño en los machos varió entre 11 y 13 mm con una moda de 12 mm, mientras que en las hembras se colectaron especímenes de 19 a 25 mm con un valor modal de 23 mm.

A pesar de que la muestra de marzo es escasa y no existe representatividad con respecto a otros meses, se refleja el rango de tamaños predominantes del mes anterior.

En abril se presenta la mayor heterogeneidad de tallas con un intervalo que abarca especímenes desde 7 hasta 26 mm, esta última medida no volvió a presentarse en subsecuentes muestreos, por lo que es considerada la talla máxima que alcanza *P. glabra* en el Río Coyuca. Se observa también la aparición de las menores tallas de machos y hembras, probablemente como consecuencia del crecimiento del grupo de juveniles reclutados entre febrero y marzo. La moda en las hembras se desplaza a 21 mm y en los machos continúa en 12 mm.

Durante mayo se observa un desplazamiento negativo del valor modal en las hembras ahora conformado por especímenes de 19 mm, así como la desaparición de

las clases de mayor tamaño (25 y 26 mm), mientras que en los machos el valor modal lo constituyen organismos de 13 mm, lo que indudablemente se debe al incremento en talla de los individuos más jóvenes, lo cual es corroborado por el aumento en la frecuencia de organismos entre 13 y 14 mm respecto del mes anterior.

En junio no se colectaron ejemplares juveniles, los machos se distribuyen en un rango de tamaño que abarca desde 12 a 15 mm con el mismo valor modal del mes anterior, mientras que las hembras predominan tallas de entre 19 y 23 mm con un valor modal de 22 mm.

Durante el mes de julio disminuye notablemente la abundancia pero se observa un reclutamiento discreto de ejemplares juveniles de las clases 8 y 9 mm. Los individuos que forman los rangos de menor tamaño en los meses anteriores han crecido desplazando la moda a clases más altas (14 mm en machos y 23 mm en hembras), estos valores modales no volvieron a presentarse en subsecuentes muestreos.

En septiembre y octubre el valor modal se desplaza hacia clases de talla más pequeñas comprendidas entre 17 y 18 mm en las hembras, mientras que en los machos se ubica entre 11 y 12 mm, respectivamente. En ambos meses no se colectaron ejemplares juveniles, lo que pudo estar relacionado con el excesivo volumen del río no permitiendo que puedan reclutarse fácilmente a la población.

Noviembre tiene como característica primordial el reclutamiento de organismos inmaduros de entre 6 y 9 mm debido quizá a la disminución de las lluvias; se puede observar que la moda en las hembras ahora la conforman individuos de 20 mm, mientras que en los machos permanece sin cambio respecto del mes anterior.

En diciembre las hembras presentan un valor modal comprendido entre 19 y 21 mm, mientras que en los machos predominaron organismos de 10 y 12 mm.

En enero se aprecia que disminuye notablemente el porcentaje de organismos inmaduros; las hembras presentan dos modas ubicadas entre 17 y 20 mm, mientras que en los machos se observa un valor modal entre 11 y 12 mm.

Durante 1996 la distribución de los machos fue muy similar; el mes cuando se colectó el rango de tallas mas amplio corresponde a febrero, con organismos de 10 a 15 mm; en tanto que en noviembre únicamente se capturaron especímenes entre 10 y

12 mm; el valor modal del primer muestreo que se encuentra en 11 mm se sostiene hasta octubre y solo en noviembre se desplazó a 10 mm.

Respecto de la distribución de tallas en las hembras, se observa una predominancia de organismos entre 15 y 16 mm en febrero, mientras que en marzo y mayo la moda se desplaza hacia especímenes de 17 mm; en octubre y noviembre se observan 3 valores modales; únicamente en febrero se colectaron todas las tallas cuyo intervalo abarcó de 10 a 24 mm; así mismo, sólo en noviembre los organismos juveniles estuvieron ausentes. Al igual que durante 1991-92, se registraron hembras ovígeras todos los meses. En la figura 5 se presenta la distribución de tallas en ambos periodos de estudio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

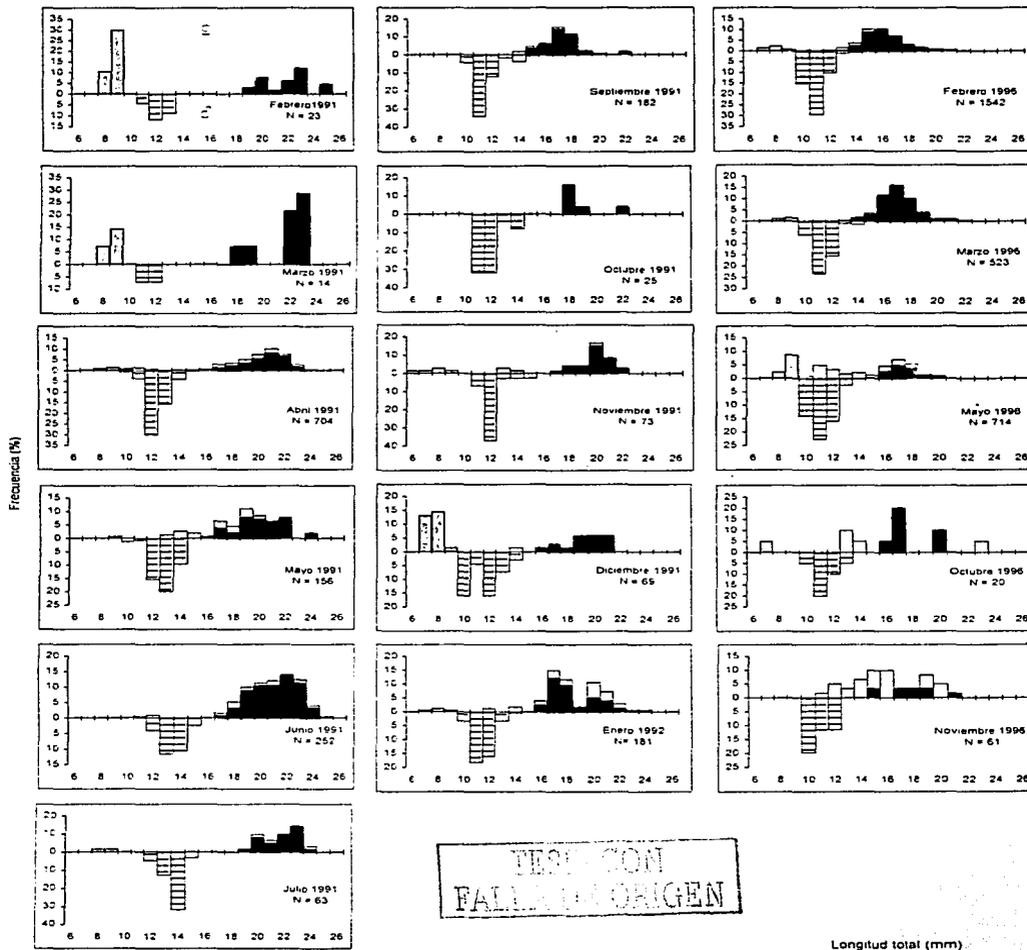


Figura 5.- Distribución de la frecuencia de tallas de *Potimiris glabra* durante 1991-1992, y 1996. Barras parte superior: en gris, juveniles; en blanco, hembras; en negro hembras ovígeras. Barras parte inferior: machos.

El dimorfismo sexual de *P. glabra* se hace evidente al graficar la longitud total contra la longitud cefalotorácica, observándose una correlación lineal alta para los dos períodos. En las figuras 6 y 7 se aprecia que la separación de las líneas entre los sexos ocurre aproximadamente a los 12.5 mm de longitud total en 1991-92, mientras que en 1996 comienza a los 11.5 mm; lo que coincide con el inicio de la madurez sexual de los organismos.

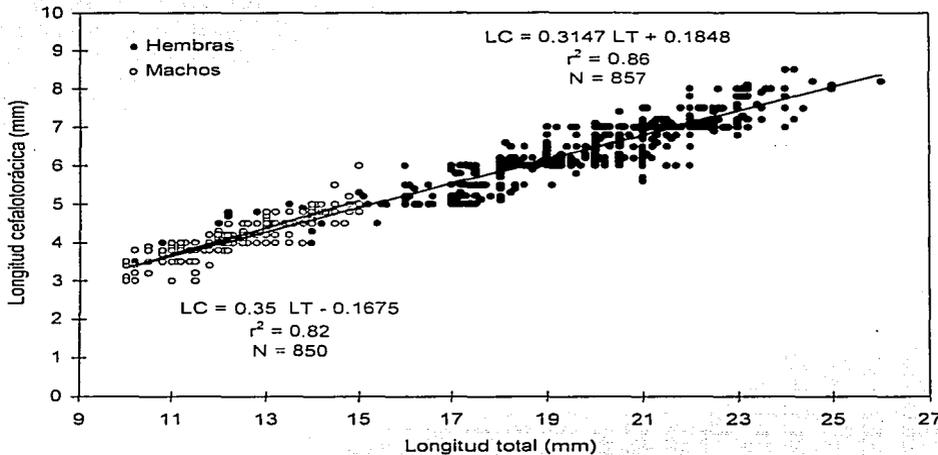


Figura 6.- Relación entre la longitud total-longitud cefalotorácica de machos y hembras de *Potimirim glabra* durante 1991-92.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

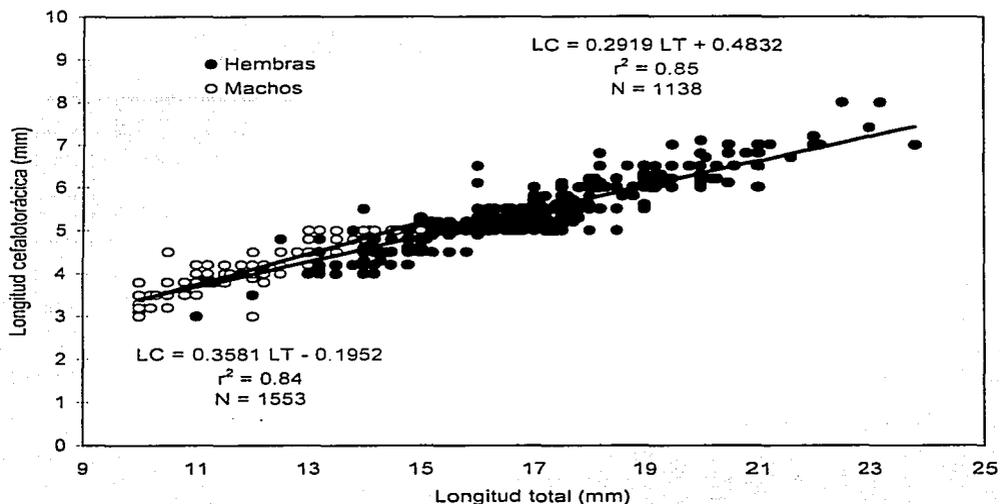


Figura 7.- Relación entre la longitud total-longitud cefalotorácica de *Potimirim glabra* durante 1996.

La media de la longitud total y la desviación estándar de machos y hembras se presentan en la tabla 3, donde se observa que el tamaño de los organismos colectados durante 1996 es menor con respecto a 1991-92, el análisis de covarianza demostró que esta diferencia es estadísticamente significativa ($F_{[1, 2400]} = 93.51$, $P < 0.05$ para machos, y $F_{[1, 1992]} = 72.95$, $P < 0.05$ para hembras).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 3. Longitud total (mm) media y desviación estándar de machos y hembras de *Potimirim glabra*.

| Mes | Machos | Hembras |
|---------------|--------------------------|--------------------------|
| | LT (mm) media \pm d.s. | LT (mm) media \pm d.s. |
| Febrero 91 | 12.24 \pm 0.76 | 22.04 \pm 1.84 |
| Marzo 91 | 11.85 \pm 0.65 | 21.61 \pm 1.77 |
| Abril 91 | 12.45 \pm 0.73 | 19.80 \pm 2.81 |
| Mayo 91 | 12.87 \pm 0.82 | 19.19 \pm 2.51 |
| Junio 91 | 13.50 \pm 0.80 | 20.91 \pm 2.15 |
| Julio 91 | 13.71 \pm 0.70 | 21.88 \pm 1.38 |
| Septiembre 91 | 11.55 \pm 0.92 | 17.24 \pm 1.53 |
| Octubre 91 | 11.99 \pm 0.93 | 18.91 \pm 1.56 |
| Noviembre 91 | 12.31 \pm 0.92 | 19.34 \pm 2.34 |
| Diciembre 91 | 11.60 \pm 1.31 | 19.01 \pm 1.97 |
| Enero 92 | 11.60 \pm 0.75 | 18.59 \pm 2.20 |
| Febrero 96 | 11.13 \pm 0.72 | 16.08 \pm 1.76 |
| Marzo 96 | 11.43 \pm 0.75 | 17.12 \pm 1.50 |
| Mayo 96 | 11.23 \pm 0.82 | 15.27 \pm 2.81 |
| Octubre 96 | 11.42 \pm 0.86 | 17.98 \pm 1.55 |
| Noviembre 96 | 10.81 \pm 0.83 | 16.12 \pm 2.65 |

Proporción sexual

De 1786 organismos que comprendió la colecta del primer período, 850 (47.6%) eran machos y 857 (47.98) eran hembras, es decir, se presentó una paridad de sexos en la población (X^2 , = 0.021, $P > 0.01$). Para 1996, de los 2860 especímenes colectados el 54.3 % fueron machos y el 39.79 % correspondió a las hembras, obteniéndose una relación de 1.36 machos:1 hembra, por lo que se concluyó que estadísticamente la población no alcanza la igualdad de sexos (X^2 , = 63.68, $P < 0.01$).

La proporción de sexos durante el período estudiado favoreció a las hembras en febrero, marzo, mayo, junio y enero; en tanto que en 1996 prevalecieron en marzo, octubre y noviembre (Figura 8).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

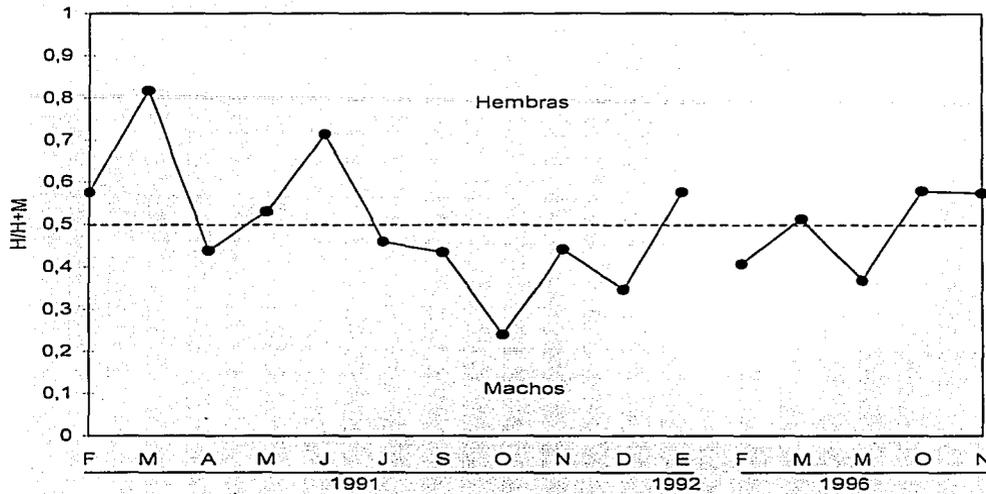


Figura 8.- Proporción mensual de sexos en la población de *Potimirim glabra*.

Madurez sexual

Para establecer este factor se utilizó una curva acumulativa de la distribución de frecuencias de tallas de las hembras ovigeras. Al comparar la talla de maduración de *P. glabra* se observa que los organismos colectados en 1996 maduran a los 16 mm de longitud total, y los de 1991-92 a los 19.9 mm (Figura 9). Los valores estadísticos se presentan a continuación:

| | 1991-92 | 1996 |
|---------------------------|---------|-------|
| Media | 20.20 | 16.75 |
| Mediana* | 19.9 | 16.00 |
| Coefficiente de variación | 10.21 | 9.23 |

*Mediana o longitud del 50%

TESIS CON
TALLA DE ORIGEN

En la tabla se observa que los valores de la mediana y media son muy cercanos para ambos periodos. El hecho de que durante 1996 la maduración sea más precoz indica que no existe una talla específica a partir de la cual los organismos comienzan a reproducirse.

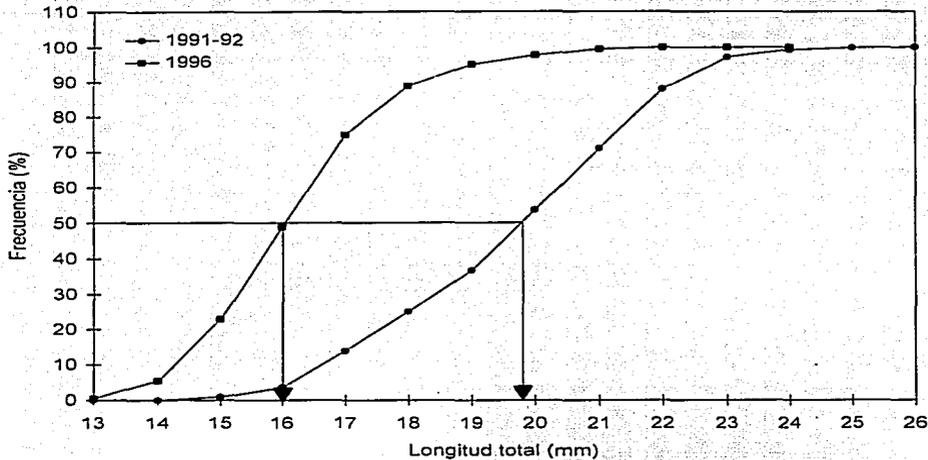


Figura 9.- Distribución de la frecuencia acumulativa de la longitud total de hembras ovígeras.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Estados de madurez

Las hembras inmaduras presentaron una talla de 10 mm de longitud total y únicamente abundaron en mayo de 1996, mientras que las hembras prevígeras mantuvieron un patrón de abundancia muy similar en ambos periodos, los rasgos característicos de este estado de madurez se presentan en hembras de 12 mm de longitud total. En cuanto a las hembras ovígeras, se observó que predominaron durante todo el ciclo a excepción de noviembre de 1996, la talla mínima encontrada en este trabajo fue de 13 mm de longitud total considerándose, por lo tanto, la talla de primera madurez; en tanto

que las hembras postovigeras (organismos mayores de 13 mm de longitud total) solo abundaron en noviembre de 1996 (Tabla 4 y figura 10). La presencia de hembras en estados de madurez gonádica avanzada en casi todas las colectas sugiere que las hembras de *P. glabra* pueden tener varios desoves al año.

Tabla 4. Porcentaje de la frecuencia mensual de hembras en cada estado de madurez sexual.

| Mes | Inmaduras | Preovigeras | Ovigeras | Postovigeras |
|---------------|-----------|-------------|----------|--------------|
| Febrero 91 | - | - | 100 | - |
| Marzo 91 | - | - | 100 | - |
| Abril 91 | 4.32 | 14.61 | 68.77 | 12.29 |
| Mayo 91 | 3.65 | 20.73 | 68.29 | 7.31 |
| Junio 91 | - | 5 | 86.11 | 8.88 |
| Julio 91 | - | - | 89.28 | 10.71 |
| Septiembre 91 | - | 6.32 | 87.34 | 6.32 |
| Octubre 91 | - | - | 100 | - |
| Noviembre 91 | 10 | 3.33 | 86.66 | - |
| Diciembre 91 | 5.88 | - | 94.11 | - |
| Enero 92 | 1.96 | 8.82 | 61.76 | 27.45 |
| Febrero 96 | 2 | 6.83 | 86.33 | 4.83 |
| Marzo 96 | 0.77 | 2.03 | 93.46 | 3.46 |
| Mayo 96 | 37.93 | 9.91 | 41.37 | 10.77 |
| Octubre 96 | 18.18 | 9.09 | 63.63 | 9.09 |
| Noviembre 96 | 11.42 | 11.42 | 25.71 | 51.42 |

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

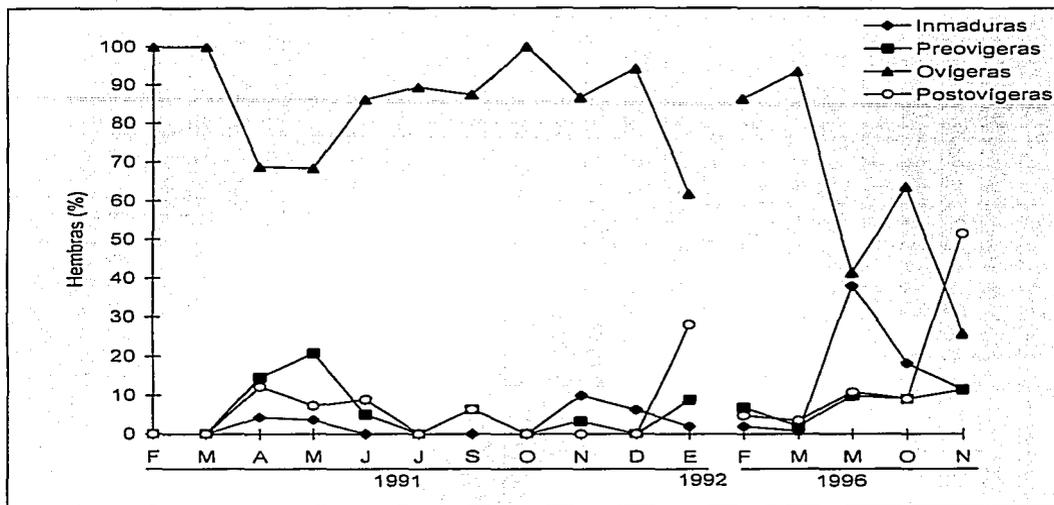


Figura 10-. Frecuencia mensual de hembras en cada estado sexual.

Periodo de reproducción

Potimirim glabra presentó dos periodos de máxima reproducción ocurriendo el primero de ellos en febrero; en marzo se capturó un número reducido de ejemplares, por lo que el número de hembras no es representativo; en abril y mayo la actividad reproductiva disminuyó, y durante este periodo, la reproducción está influenciada por la temperatura del agua que osciló entre 29.7 y 31°C; a partir de junio el aumento del porcentaje de hembras ovigeras coincidió con las máximas precipitaciones pluviales registradas en el área que se extienden hasta octubre, cuando se alcanzó otro pico importante de reproducción. En noviembre y diciembre disminuyó el porcentaje de hembras ovigeras pero se mantuvieron valores altos siendo enero el periodo en el cual se presentó el porcentaje mínimo de hembras ovadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Durante 1996 los meses con la mayor actividad reproductiva correspondieron a febrero y marzo; en octubre ocurrió un nuevo pico de hembras ovígeras que coincidió con la precipitación pluvial más alta registrada en ese año, mostrando un patrón similar respecto a 1991-92 (Figura 11). En la tabla 5 se presenta el número de hembras ovígeras colectadas por sesión de muestreo, donde se advierte que los valores de la talla media son menores durante 1996.

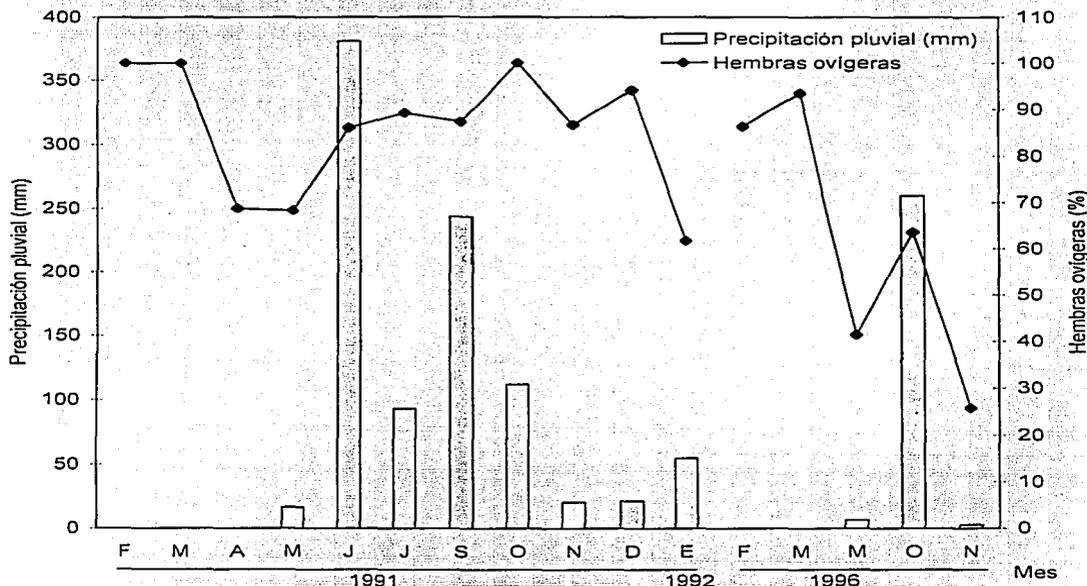


Figura 11.-Variación mensual del porcentaje de hembras ovígeras de *Potimirim glabra* con respecto de la precipitación pluvial.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 5. Distribución mensual de hembras ovígeras y tamaño de las mismas.

| Mes | N | Longitud total (mm) | | |
|---------------|-----|---------------------|--------|------------------|
| | | Mínima | Máxima | Media \pm d.s. |
| Febrero 91 | 23 | 19 | 25 | 22.04 \pm 0.73 |
| Marzo 91 | 9 | 18.5 | 23 | 21.61 \pm 1.09 |
| Abril 91 | 207 | 16 | 26 | 20.6 \pm 1.02 |
| Mayo 91 | 56 | 16 | 24 | 20.13 \pm 0.48 |
| Junio 91 | 155 | 17.4 | 25 | 21.18 \pm 0.26 |
| Julio 91 | 25 | 19 | 24 | 21.90 \pm 0.50 |
| Septiembre 91 | 69 | 15 | 22.5 | 17.36 \pm 0.31 |
| Octubre 91 | 6 | 18 | 22 | 18.9 \pm 1.14 |
| Noviembre 91 | 26 | 17.4 | 22.3 | 19.35 \pm 0.42 |
| Diciembre 91 | 16 | 16.5 | 21.2 | 19.33 \pm 0.72 |
| Enero 92 | 63 | 16 | 22.22 | 18.46 \pm 0.40 |
| Febrero 96 | 518 | 13 | 23.8 | 16.36 \pm 0.13 |
| Marzo 96 | 243 | 14 | 22.5 | 17.18 \pm 0.17 |
| Mayo 96 | 96 | 15 | 20 | 17.58 \pm 0.21 |
| Octubre 96 | 7 | 16.2 | 20.5 | 17.98 \pm 1.14 |
| Noviembre 96 | 9 | 15 | 21 | 17.76 \pm 0.18 |

Fecundidad

La fecundidad absoluta es interpretada como el número de huevos que se producen en un desove, los cuales se encuentran adheridos a los pleópodos de la hembra.

La relación entre el número de huevos y la longitud total en forma conjunta se expone en la figura 12 observándose que existe una gran dispersión de puntos; la relación es bien descrita por la ecuación potencial $F = 0.0807 LT^{3.046}$ ($r^2 = 0.72$).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

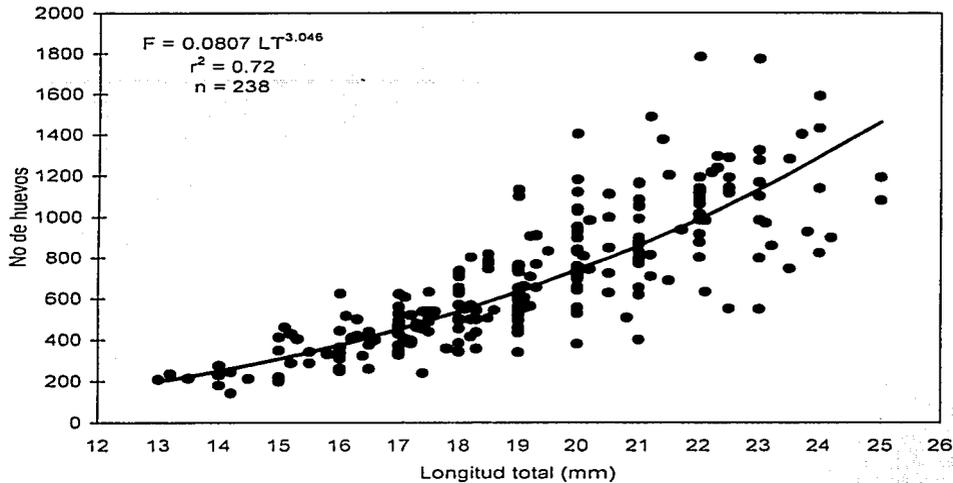


Figura 12-. Relación entre la longitud total y la fecundidad de *Potimirim glabra* (ambos periodos).

Para el período 1996 la relación potencial de fecundidad-longitud total presenta el más alto grado de determinación:

| Período | Ecuación | Coefficiente de determinación (r^2) |
|---------|--------------------------|---|
| 1991-92 | $F = 0.1902 LT^{2.7656}$ | 0.59 |
| 1996 | $F = 0.0534 LT^{3.1759}$ | 0.79 |

En función de los resultados obtenidos en la estimación de la fecundidad, se encontró que el número de huevos es mayor conforme se incrementa la talla del organismo, sin embargo, este aumento no siempre es gradual debido a que algunas hembras de menor tamaño pueden producir desoves más numerosos existiendo en individuos de las mismas tallas variaciones en cuanto al número de huevos, siendo las hembras de 24 mm las que presentan mayor fecundidad promedio. La cantidad de

huevecillos contabilizados para los ejemplares colectados en 1991-92 varía desde 240 en hembras de 17 mm, hasta 1847 en especímenes de 21 mm; mientras que en 1996 el rango de fecundidad es de 144 huevos en organismos de 14 mm hasta 1288 en hembras de 22 mm (Tabla 6).

Tabla 6. Número de huevos producidos por hembras ovígeras en función de su longitud total.

| Longitud total (mm) | Periodo 1991-92 | | Promedio \pm d.s. |
|---------------------|-----------------|--------|----------------------|
| | Mínimo | Máximo | |
| 15 | 343 | 462 | 405 \pm 67.77 |
| 16 | 263 | 625 | 417 \pm 86.06 |
| 17 | 240 | 623 | 485.11 \pm 42.21 |
| 18 | 343 | 818 | 575.72 \pm 59.93 |
| 19 | 340 | 1132 | 679.69 \pm 79.54 |
| 20 | 527 | 1402 | 869.52 \pm 82.40 |
| 21 | 401 | 1847 | 922 \pm 120.66 |
| 22 | 551 | 1784 | 1072.27 \pm 103.08 |
| 23 | 549 | 1773 | 1069.66 \pm 184.19 |
| 24 | 824 | 1591 | 1214.66 \pm 248.25 |
| 25 | 1081 | 1193 | 1137 \pm 109.75 |
| | Periodo 1996 | | |
| 13 | 209 | 236 | 220 \pm 16.04 |
| 14 | 144 | 277 | 215.5 \pm 37.91 |
| 15 | 200 | 430 | 311.85 \pm 64.64 |
| 16 | 250 | 517 | 374.1 \pm 55.07 |
| 17 | 328 | 632 | 460.2 \pm 43.70 |
| 18 | 385 | 802 | 568.2 \pm 79.15 |
| 19 | 440 | 910 | 636.2 \pm 95.71 |
| 20 | 381 | 1111 | 742.5 \pm 124.74 |
| 21 | 618 | 1085 | 854 \pm 162.31 |
| 22 | 983 | 1288 | 1085 \pm 198.28 |
| 23 | - | - | - |
| 24 | - | - | 928 \pm 0.00 |

El análisis de varianza de una sola vía demostró que existen diferencias significativas de fecundidad en hembras de la misma talla en ambos periodos ($F_{(17, 197)} = 21.06$, $P < 0.05$).

Los huevecillos son de forma oval y se encuentran implantados en la región abdominal permaneciendo adheridos por medio de filamentos, lo que permite condiciones adecuadas de oxigenación y limpieza durante su desarrollo. A medida que el desarrollo embrionario se lleva a cabo los huevos van cambiando de color; su tono va desde amarillo claro hasta café oscuro. Las observaciones realizadas confirman que a medida que se desarrollan los huevecillos aumenta el tamaño de la masa ovígera

y la coloración se hace más intensa. A continuación se anotan las características de los huevos de *P. glabra* en sus diversas fases de desarrollo:

Fase 1. Los huevecillos presentan gran cantidad de vitelo el cual se distribuye uniformemente en toda su superficie, es opaco y presenta coloración amarillo claro.

Fase 2. Huevecillos segmentados, se aprecia una interfase de color amarillo-naranja, así como la existencia de espacios en su eje mayor.

Fase 3. Durante esta fase disminuye la cantidad de vitelo. Se aprecian ligeramente algunos apéndices que se han formado y aparecen los esbozos de los ojos, como una línea oscura.

Fase 4. Se observa a través de la membrana la larva zoea con el abdomen doblado sobre la parte ventral del cefalotórax, su color es café oscuro.

Durante el análisis de las masas de los huevos se observó que no todos ellos se encontraban en la misma fase en que se determinó la masa total de acuerdo a su color y desarrollo; sin embargo, pocas hembras presentaron esta característica.

En la tabla 7 se presenta el porcentaje de huevecillos en cada una de las fases para cada mes de colecta, donde se observa que la fase 1 tiene las frecuencias de ocurrencia más altas, sobre todo en los meses de julio, noviembre y diciembre de 1991, por lo que en función de estos datos, los meses donde probablemente ocurriría la mayor eclosión de huevecillos serían, abril y junio del 91, así como en febrero y marzo del 96.

Tabla 7. Porcentaje de huevecillos en cada fase de desarrollo.

| Mes | Fases | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Febrero 91 | 39.13 | 4.34 | 34.78 | 21.73 |
| Marzo 91 | - | 22.22 | 44.44 | 33.33 |
| Abril 91 | 18.93 | 18.27 | 7.30 | 24.21 |
| Mayo 91 | 20.73 | 19.51 | 14.63 | 13.41 |
| Junio 91 | 26.11 | 21.11 | 10.55 | 28.32 |
| Julio 91 | 46.42 | 10.71 | 25 | 7.14 |
| Septiembre 91 | 27.84 | 26.58 | 10.12 | 22.78 |
| Octubre 91 | 33.33 | 33.33 | 16.66 | 16.66 |
| Noviembre 91 | 43.33 | 16.66 | 10.0 | 16.66 |
| Diciembre 91 | 47.05 | 29.41 | 11.76 | 5.88 |
| Enero 92 | 19.60 | 13.72 | 17.64 | 10.78 |
| Febrero 96 | 27.33 | 23.66 | 12.83 | 22.49 |
| Marzo 96 | 35.76 | 13.07 | 16.92 | 27.68 |
| Mayo 96 | 17.24 | 7.75 | 3.01 | 13.35 |
| Octubre 96 | 27.27 | 18.18 | 18.18 | - |
| Noviembre 96 | 2.85 | 8.57 | 5.71 | 8.56 |

Por otra lado, se observó que el tamaño de los huevecillos (eje mayor) fue ligeramente más grande durante 1996 (Figura 13), por lo que el análisis de varianza de una sola vía demostró que esta diferencia es significativa ($F_{(7, 2372)} = 106.30, P < 0.05$) para cada fase en ambos periodos.

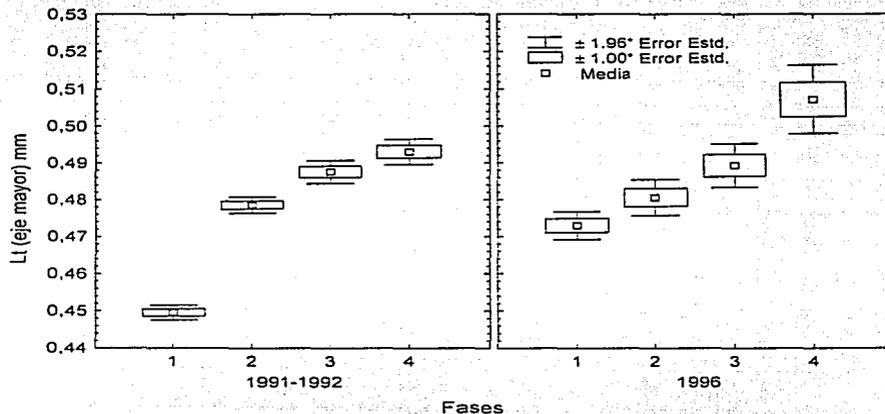


Figura 13.- Comparación de la talla media entre ambos periodos para cada fase de desarrollo en los huevecillos de *Potimirim glabra*.

DISCUSION

Marco ambiental

El Río Coyuca se encuentra comprendido en la subregión Central Mexicana perteneciente a la Región Holártica (Bănănescu,1992). La temperatura del agua y ambiental nunca fueron menores a 25° C, pero se observaron fluctuaciones hasta de 7°C en junio, al inicio de la época de lluvias, lo que se debe a lo somero del agua en el área de muestreo donde se registraron valores elevados por insolación.

La temperatura ambiental mostró un comportamiento más regular con respecto a la del agua con valores que oscilaron entre 25.2 y 30.5°C. Guzmán-Arroyo (1987) mencionó que la temperatura media en la depresión del Balsas es superior a los 28°C, mientras que para el área costera de Guerrero ocurrieron temperaturas promedio de 27.7°C durante los meses de febrero a mayo, y de 25.5°C de junio a enero durante la década de 1971-1980. Por otra parte, Román-Contreras (1991) refirió temperaturas del agua y ambiental mayores de 21°C en la Laguna Coyuca, y señaló que no existe diferencia marcada entre las estaciones del año.

En este trabajo no se encontró una relación bien definida entre la temperatura ambiental y la precipitación; Mañón (1985), por su parte, observó que cuando las lluvias son escasas se incrementa la temperatura ambiental, la cual alcanza su máximo valor antes del inicio de la época lluviosa, y posteriormente disminuye conforme se incrementan las precipitaciones; en cuanto a la relación de la precipitación pluvial con la temperatura del agua, se observó que conforme se acentúan las lluvias gradualmente comienza a descender la temperatura debido, sobre todo, al incremento en el volumen del río. Los valores de temperatura del agua y precipitación obtenidos anteriormente en la estación meteorológica de Coyuca de Benitez confirman esta tendencia, por lo que es de esperarse una situación similar en todos los años.

Fauna acompañante

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

En cuanto a los peces *E. pictus* y *G. maculatus*, Yáñez-Arancibia (1978) ha registrado su presencia en el sistema lagunar de Guerrero, mencionando su ingreso ocasional a los ríos del Pacífico, y los considera como componentes dulceacuícolas de tipo detritívoro. Estas especies se encuentran casi siempre en el fondo, cerca de las orillas cubiertas de zacatales y debajo de troncos caídos; Alpírez (1985) refirió a *E. pictus* como una especie depredadora de los langostinos de río y otros peces juveniles.

Dormitator latifrons es abundante en ríos, aguas salobres y pantanos de manglar (Chang, 1984); su alimentación consiste fundamentalmente de detrito y restos vegetales considerándose como consumidor primario de tipo detritívoro, pero dependiendo de la cantidad de alimento y la época del año puede comportarse como consumidor primario omnívoro incorporando a su dieta anélidos y copépodos. Esta especie es capturada durante la época de lluvias, siendo la explotación básicamente de las gónadas, las cuales alcanzan buen precio en los mercados locales.

Cichlasoma trimaculatum es una especie que caracteriza por su abundancia a la ictiofauna del área, representando a nivel local un recurso pesquero importante. Se cataloga como consumidor primario omnívoro, consumiendo peces, moluscos, insectos, detrito y plantas. Cuando son adultos ingieren crustáceos, indicando que pueden comportarse como consumidores secundarios (Yáñez-Arancibia, 1978).

Poeciliopsis porosus ha sido reportado recientemente por Román-Contreras (1991) en la Laguna Coyuca, pero no se conoce mucho de su biología; sus hábitos alimenticios son omnívoros, consume desde algas hasta pequeños crustáceos e insectos, por su tamaño no tiene importancia económica, pero son de gran ayuda para el control de insectos acuáticos, especialmente de hematófagos que en su fase adulta transmiten enfermedades (Velasco, 1976).

Pseudophallus starksi se conoce en las regiones estuarinas y desembocaduras de los ríos del noroeste y sur de México, pero aparentemente no existía registro de su presencia en los ríos costeros de Guerrero (Martínez-Mayén, 1994). Estos organismos se distribuyen entre las raíces de la vegetación acuática, y su alimentación consiste fundamentalmente de pequeños organismos zooplanctónicos.

Por lo que se refiere a los insectos, Román-Contreras (1991) mencionó que es uno de los grupos más abundantes y diversos que se colecta entre la vegetación

sumergida, además de que algunos son parte de las cadenas alimenticias y/o depredadores de pequeños crustáceos y langostinos juveniles.

Con respecto a los moluscos, *M. tuberculata* es una especie introducida que anteriormente estaba restringida a África y Asia (Pilsbry y Bequaert, 1927). Presenta gran capacidad adaptativa a ambientes lóticos y lénticos de zonas tropicales. Algunos tremátodos utilizan a estos moluscos como agentes intermediarios de su ciclo vital, convirtiéndolos en fuente de transmisión de enfermedades parasitarias al ser ingeridos por crustáceos y peces e indirectamente por el hombre (Pilsbry y Bequaert, 1927).

Perera *et al.* (1990) observaron que *M. tuberculata* es un efectivo agente de control biológico contra algunos caracoles intermediarios, además de ser ovoviviparo y partenogenético. Este hecho es de gran importancia debido a que en el área Román Contreras (1991) registró la presencia de *Biomphalaria* sp., un molusco que actúa como hospedero intermediario potencial de varios platelmintos que producen enfermedades como la esquistosomiasis y la fasciolosis, entre otras. La presencia de *M. tuberculata* resultó continua y abundante durante el período estudiado, esta especie se distribuye principalmente entre las raíces de la vegetación riparia y en la arena.

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

Abundancia

Las fluctuaciones en la abundancia de los organismos están asociados muchas veces a los cambios que se suscitan en el medio ambiente como respuesta a los factores físicos, químicos y biológicos. En este trabajo no se obtuvo una estimación cuantitativa de la población de *P. glabra*, por lo que no fue posible relacionar los cambios de

abundancia con los factores ambientales; sin embargo, en términos generales, el mayor número de organismos se colectó durante la época de secas cuando el nivel del río es bajo y la temperatura del agua se incrementa. De acuerdo con Bauer (1989), en los trópicos no existe una marcada variación de la temperatura, razón por la cual la mayor abundancia de organismos probablemente sea el resultado de los especímenes que se reclutan una vez terminado el período de lluvias, así como al aumento de disponibilidad de recursos alimenticios (Covich *et al.*, 1991).

Contrariamente, Abele y Blum (1977) infirieron para la misma especie, que la mayor abundancia ocurrió en la temporada de lluvias; sin embargo, el lugar donde se colectaron los organismos fueron pequeños arroyos y charcas los cuales en la época de sequía tienden a desaparecer.

Luna Morales (1989) reportó que las máximas abundancias de *P. mexicana* se presentaron durante el período otoño-invierno (época de nortes) en el estuario del Río La Antigua, Veracruz, amén de que se colecta durante todo el año.

Por otra parte, durante la época de lluvias se colectaron menos especímenes debido al incremento en el volumen del río, lo cual ocasiona que, probablemente, parte de la población sea arrastrada por la corriente a zonas bajas donde hay mayor disponibilidad de refugios para los organismos (de Silva y de Silva 1989; Covich *et al.*, 1991), así como a posibles migraciones reproductivas a dichas áreas (Villalobos, 1982; Walsh y Mitchell, 1995).

La mayor parte de los especímenes de *P. glabra* colectados en el área estuvieron representados por fases adultas con respecto a los juveniles, cuya presencia fue continua aunque muy escasa, lo que probablemente esté influenciado por el método de colecta, pues las formas jóvenes podrían haber escapado con cierta facilidad através de la abertura de la malla y el cernidor, por lo que una manera de compensar esta deficiencia sería el uso de "artes de colecta" menos selectivos, o bien la colecta específica de estas fases juveniles (Guzmán-Arroyo, 1987). El mismo hecho reportó Smalley (1963) al colectar *P. glabra* en Costa Rica, de donde hace mención que la mayor parte de la muestra estaba representada por organismos adultos que son relativamente fáciles de capturar.

Puede afirmarse que aún habiéndose realizado un muestreo cualitativo, las muestras obtenidas de la población son representativas (excepto marzo de 1991 cuando se colectaron sólo 14 ejemplares) considerando que se obtuvieron casi todas las tallas de la especie, y de acuerdo con Miller y Payne (1993), mientras mayor sea la muestra más se aproxima a la medición real de una población.

Tallas

La distribución de frecuencia de talla es una característica dinámica que cambia a través del tiempo como resultado de los patrones reproductivos, de crecimiento, mortalidad y reclutamiento (D'Onghia, *et al.*, 1998).

El crecimiento y la mortalidad no se cuantificaron en este trabajo, pero de acuerdo con Hart (1980), las altas temperaturas favorecen el rápido crecimiento de los organismos lo que ocasiona que exista un mayor número de generaciones por año, razón por la que es factible colectar especímenes de diferente talla todo el tiempo; por otra parte, los organismos muy fecundos deben sufrir por término medio una mortalidad alta (Pianka, 1982), lo cual podría ser el caso de *P. glabra* en función del alto número de huevos que produce.

El escaso desplazamiento de los valores modales en la población de machos y hembras de *P. glabra* debe interpretarse como un reemplazo poblacional en la que existen las mismas clases de talla durante casi todos los meses (Amezcuá-Linares, comunicación personal), y de acuerdo con de Arruda de Leme (2002) esto sugiere que los patrones de reproducción, reclutamiento, crecimiento y mortalidad de la población presentan un patrón regular a lo largo del tiempo. Fiévet (1999) reportó para *Alya innocous* (Herbst, 1792) una estructura poblacional similar en diferentes estaciones de colecta del Río Bananier, Guadalupe, asociando esta igualdad de tallas con el reclutamiento continuo de los organismos. Por otra parte, si *P. glabra* se reprodujera estacionalmente habría que esperar marcadas diferencias en los valores de la población; de esta forma, el hecho de que en algunos meses exista más de una moda se debe a que el reclutamiento no ocurre con la misma intensidad durante todos los meses (Bauer, 1989).

De acuerdo con Medina-Mantelatto *et al.* (1995), la población parece tender a la estabilidad en función del patrón unimodal de la longitud total presentada durante la mayor parte del año por las subpoblaciones de machos y de hembras, lo cual refleja que la estación de colecta presenta las características ecológicas favorables para el establecimiento de *P. glabra*, además de que no se vislumbran riesgos que pongan en peligro su existencia en la zona (Román-Contreras, 1991).

Por otro lado, se observó una mayor abundancia de organismos durante 1996, aunque con longitud total menor en promedio con respecto a 1991-92. Según Guzmán-Arroyo *et al.* (1982), esto debe ser considerado como un fenómeno de densodependencia, propiciado como respuesta al medio ambiente, así como a la disponibilidad de espacio y alimento; vale decir que es posible que la talla varíe entre poblaciones e incluso en una misma población de un período a otro (García y Le Reste, 1981). De igual forma, tales diferencias podrían estar influenciadas por factores genéticos que se traducirían en variaciones de la tasa de crecimiento en ambos períodos (Hartnoll, *et al.*, 1993).

No existen trabajos donde se lleve a cabo el seguimiento completo del desarrollo larval de esta especie hasta su fase juvenil, lo que podría dar una base sobre su edad aproximada; por tal motivo, y tomando en consideración que los organismos indeterminados de *P. glabra* más pequeños colectados (6 mm de longitud total) son similares en tamaño al último estadio juvenil de *Micratya poeyi* (Guérin-Méneville, 1855) obtenido en laboratorio (Hunte, 1979a), una especie familiarmente cercana, se propone que la edad aproximada de reclutamiento a la población podría corresponder a dos y medio meses.

Los valores de longitud total de *P. glabra* son comparables a los de otras especies del género, tomando en cuenta que Román *et al.* (1987) colectaron organismos de *P. mexicana* de hasta 26.5 mm, mientras que Abele (1972) registró tallas de 22.8 mm para *P. potimirim*; así mismo, los valores de longitud total de *P. glabra* observados en el presente trabajo son menores a los reportados por Fryer (1977), Rodríguez (1980), y Fiévet (1999), y muy similares a los referidos por Abele y Blum (1977).

Debido a su pequeño tamaño estos organismos no tienen importancia económica, pero se sabe que algunas especies del género *Caridina*, de similar o igual tamaño que *P. glabra*, son cultivados comercialmente y vendidos como alimento vivo para peces de acuario (Hung *et al.*, 1993) e inclusive, se aprovechan como fuente alimenticia en algunas localidades de Asia (Jalihal *et al.*, 1994). Fidalgo (1987), al estudiar la productividad individual de *Atyaephyra desmaresti* (Millett, 1831), enfatizó que la alta tasa de materia orgánica incorporada por estos organismos a sus tejidos hace de ellos buenos candidatos para ser utilizados como alimento en peces y otros animales de nivel trófico superior.

La correlación lineal entre la longitud total y la longitud cefalotorácica de *P. glabra* es similar al patrón descrito por Ribeiro-Molina (1987) para *P. brasiliensis*. Resultados semejantes también fueron obtenidos por Darnell (1956) para *A. scabra*, y por Hobbs y Hart (1982) para *A. innocuous*; por Mashiko *et al.* (1991), y por Hancock y Bunn (1997) en *Limnocaridina tanganyikae* Calman, 1899 y *Paratya australiensis* Kemp, 1917, respectivamente.

La separación de las líneas de regresión (Figuras 6 y 7) entre ambos sexos comienza a darse muy tempranamente, lo que coincide con los cambios morfológicos derivados del inicio de la madurez sexual. Al respecto, Hartnoll (1982) mencionó que el crecimiento de los crustáceos es similar entre los sexos hasta la madurez. Similarmente, conforme crecen los organismos, la separación de las rectas es más notable evidenciando el dimorfismo sexual que existe en la especie.

Darnell (1956) y Cubillas *et al.* (1989) mencionaron que la separación de las rectas para *A. scabra* es debido a que las hembras, conforme crecen, poseen un abdomen más amplio que los machos debido a su condición ovígera; las hembras de *P. glabra* no solamente presentan un abdomen más amplio, sino que son de mayor tamaño que los machos, razón que explica el comportamiento de las líneas de regresión en las figuras 6 y 7.

Proporción sexual

Durante el período de 1991-92 se mantuvo una relación paritaria entre machos y hembras, mientras que en 1996 predominaron los machos. De acuerdo a Krebs y

Davies (1984), la relación entre los sexos en una población debe tender hacia la razón numérica 1:1, y una desigualdad puede deberse al dimorfismo sexual, donde un sexo es mayor que otro, como sucede en *P. glabra*. Weener (1972), por su parte, concluye que difícilmente es encontrada una relación numérica estable de la población, sugiriendo que las diferencias pueden deberse a factores como la longevidad y mortalidad diferencial, a distinta tasa de crecimiento, y a movimientos migratorios.

Para *Palaemon adspersus* Rathke, 1837 y *Palaemon squilla* (Linneo, 1758), Berglund (1981) estableció que la desviación en la proporción sexual es causada por mortalidad diferencial, toda vez que los machos son más pequeños y difíciles de visualizar por los depredadores, mientras que las hembras, en función de su mayor tamaño, son más susceptibles a ser depredadas.

Esta podría ser la respuesta al por qué de la preponderancia de machos en la población durante 1996; sin embargo, no se descarta el hecho de que las hembras pudieran realizar migraciones reproductivas a zonas más bajas del río; al respecto, Walsh (1995) reportó en hembras ovigeras de *P. australiensis* desplazamientos hacia la zona estuarina, mencionando que en los machos este comportamiento es menos evidente; la presencia continua de hembras ovigeras en el Río Coyuca, apoya en parte esta suposición, aunque según Fiévet (1999), en los atyidos no hay evidencia que compruebe tal hecho.

Abele y Blum (1977) reportaron la prevalencia de hembras en poblaciones de *P. glabra* procedentes del Archipiélago Las Perlas, Costa Rica. Ribeiro-Molina (1987) registró una dominancia de machos de *P. brasiliensis* en Ubatuba, Brasil y mencionó que el crecimiento diferencial es el principal factor que influye en la proporción de sexos; mientras que Luna-Morales (1989) obtuvo una paridad de sexos en el estuario del río La Antigua, Veracruz para *P. mexicana*; contrariamente, Román *et al.* (1987) reportaron para la misma especie una relación entre hembras y machos de 2:1 en el sistema Palizada-Boca Chica, Campeche.

Madurez Sexual

La madurez sexual es considerada como un aspecto importante biológicamente porque representa la etapa en que los organismos son capaces de producir nuevos individuos;

esta fase es caracterizada por el desarrollo de distintos procesos fisiológicos que incluyen el desarrollo del tejido gonadal, la producción de oocitos y/o espermaticos, y la vitelogénesis en las hembras (Harrison, 1990). En los decápodos, la edad a la cual se presenta la madurez sexual varía desde 4 meses hasta 6 años (Wickins, 1982).

Chace y Hobbs (1969) reportaron hembras maduras de *P. glabra* de 6.2 mm de longitud cefalotorácica (18-19 mm de longitud total); Abele y Blum (1977) señalaron tallas de madurez de 15 mm de longitud total, mientras que Holthuis (1986) refirió hembras ovígeras de 7 mm de longitud cefalotorácica (21 mm de longitud total). Luna-Morales (1989) considera que las hembras de *P. mexicana* son sexualmente maduras a los 11 mm de longitud en función de su condición ovígera.

En este trabajo se encontró que *P. glabra* alcanza la madurez sexual a los 19.9 mm de longitud total en 1991-92, y a los 16 mm en 1996. De acuerdo a Guzmán-Arroyo *et al.* (1982) y a Lobao *et al.* (1992), el tamaño en el que las hembras alcanzan la madurez sexual está íntimamente ligado al tamaño medio de los individuos en la población; los resultados del presente trabajo concuerdan con dicha aseveración debido a que la talla de madurez sexual obtenida gráficamente en los periodos mencionados es muy similar al tamaño promedio real de la población de hembras ovígeras.

Con respecto a la madurez en los machos, Abele y Blum (1977) consideraron que *P. glabra* es sexualmente maduro a partir de los 8.3 mm de longitud, mientras que *P. mexicana* alcanza la madurez a los 8 mm (Luna-Morales, 1989); en muestreos posteriores realizados por el presente autor se colectaron ejemplares de 8 mm de longitud total y 2 mm de longitud cefalotorácica los cuales presentaban el apéndice masculino totalmente desarrollado, por lo tanto, se propone esta última como la talla mínima de madurez sexual en los machos del género *Potimirim*.

Babu (1963) señaló machos sexualmente maduros de *Caridina propinqua* De Man, 1908, de entre 9 y 10 mm, mientras que las hembras maduran a los 15 mm. De Silva (1988b) citó tallas mínimas de 12 mm para *Caridina pristis* Roux, 1931 en Sri Lanka, y Mashiko *et al.* (1991) en *Caridina* sp refirió organismos maduros de 18 mm; por su parte, Jalihal *et al.* (1994) puntualizó que la madurez en las especies de este género ocurre aproximadamente de uno a dos meses después de la eclosión larval.

Las tallas de la primera reproducción en *P. glabra* (13 mm y 15 mm) no se presentan frecuentemente en la población de hembras maduras, pero su aparición en las colectas es importante porque se relaciona con la estrategia reproductiva de la especie. En zonas tropicales y subtropicales los organismos alcanzan rápidamente la madurez sexual debido a la influencia que ejercen los factores bióticos y abióticos del medio ambiente sobre la reproducción (Gracia, 1985), en el caso particular de *P. glabra*, la temperatura del agua y la precipitación pluvial son los agentes que podrían acelerar su madurez (Dudgeon, 1985).

En cuanto a los estadios de maduración propuestos en este trabajo, se ha reportado que cambios morfológicos similares fueron observados por Hobbs y Hart (1982) en distintas especies del género *Atya* y en palemónidos como *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) y *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Nagamine y Knight, 1980; Granados-Berber, 1984), por lo que es de esperarse que la escala de madurez sexual propuesta en este trabajo también tenga aplicación en otras especies de la familia Atyidae.

Período de reproducción

Durante todos los meses se colectaron hembras ovígeras de *P. glabra*, lo cual indica que su reproducción es continua, pero de acuerdo con Valenti (1987), en los crustáceos dulceacuícolas existe un corto periodo en el cual la reproducción es más intensa; en el presente caso, la mayor actividad reproductiva ocurrió durante la estación lluviosa (junio a octubre), lo cual se confirmó por el incremento en el porcentaje de hembras ovígeras en esa época, por la casi nula presencia de organismos juveniles en ese periodo, y por su aparición en los meses subsiguientes.

Según de Silva (1988a) y Odinetz-Collart (1991), el inicio de los ciclos reproductivos en los crustáceos dulceacuícolas es un fenómeno ligado a la temperatura y al ciclo hidrológico; de esta manera, para los atyidos que habiten zonas de climas templados donde existe una estacionalidad bien marcada, el aumento de la temperatura es el principal factor que estimula la reproducción, como sucede con *Neocaridina serrata* (Dudgeon, 1985) y *A. desmaresti* (Galhano, 1979; Fidalgo, 1989).

Potimirim glabra se distribuye en zonas de climas tropicales y subtropicales donde la temperatura es más alta, favoreciendo con ello la rápida maduración gonádica y la embriogénesis. En el presente estudio la temperatura nunca fue menor de 25°C, razón por la cual durante todo el año predominan hembras maduras, no siendo la temperatura un factor limitante en este sistema para el proceso reproductivo.

Por otra parte, se ha propuesto que la precipitación pluvial es la principal variable climática que estimula la reproducción de los crustáceos que habitan los ríos tropicales debido a que actúa sobre la concentración de nutrientes, alteración del pH, aumento en la concentración de oxígeno disuelto y la turbidez (Maier, 1978; Takino *et al.*, 1989); similarmente, es al final de la época de secas cuando se presentan las condiciones favorables para la producción de fitoplancton, el cual se incrementa con el inicio de las lluvias y el sobreflujo del río, lo cual representa una ventaja adaptativa; por una parte, la corriente permite la dispersión larvaria hacia las zonas de crianza y por otra, aumenta la disponibilidad de alimento para las larvas permitiendo una mayor sobrevivencia (de Silva, 1988a; Odinetz-Collart, 1991; Hancock y Bunn, 1997).

Esta estrategia parece encajar con el patrón reproductivo observado en *P. glabra* en el Río Coyuca, así como en otras localidades. Smalley (1963) colectó en Centroamérica hembras ovígeras de *P. glabra* durante la época de lluvias en enero y julio, y supuso que la especie tiene reproducción continua; además, infirió que el régimen hidrológico afecta la actividad reproductiva. El aumento de hembras ovígeras durante la época de lluvias también fue observado por Abele y Blum (1977) en Costa Rica, mientras que en Santa Lucía, Barnish (1984) registró hembras ovígeras de mayo a julio, proponiendo que la reproducción es continua.

Para *P. mexicana* y *A. scabra*, Capistrán-Barradas (1992) obtuvo un patrón reproductivo asociado a la época lluviosa en función de la abundancia larval de estas especies en el estuario del Río La Antigua, Veracruz; similarmente, Galvao y Bueno (2000) relacionaron la abundancia de hembras ovígeras de *A. scabra* en Brasil con la temperatura y alta precipitación pluvial, puntualizando además que la especie se reproduce todo el año; mientras que Martínez-Mayén y Román-Contreras (2000) encontraron una relación significativa entre el porcentaje de hembras ovígeras de *A. margaritacea* y la precipitación pluvial en el Río Coyuca.

En contraparte, *P. australiensis* y *Paratya curvirostris* (Heller, 1862) se reproducen cuando el nivel y sobreflujo del río son bajos (Williams, 1977; Carpenter, 1983), lo que les permite completar dos períodos reproductivos (Hancock y Bunn, 1997). En *P. glabra* no se conoce el número de desoves que pueden ocurrir en la naturaleza; sin embargo, de acuerdo a los datos obtenidos en el presente estudio, las hembras producen varios desoves debido a que éstas presentan gónadas maduras y huevecillos en distintas fases de desarrollo durante todo el año, por lo que puede considerarse a *P. glabra* como una especie multivoltina.

Fecundidad

El número de huevos producidos por las especies es una característica distintiva y tiene significado ecológico que se refleja en la estrategia reproductiva. Generalmente, la relación entre la fecundidad de cada hembra y la longitud de su cuerpo es de tipo potencial, mientras que en algunas especies esta relación es lineal (Sastry, 1983; Clarke, 1993).

En base a los resultados obtenidos en este estudio, el número de huevos producidos por las hembras de *P. glabra* en ambos periodos del estudio se correlaciona positivamente ($r = 0.72$) de manera potencial con la longitud total. El hecho de que exista variabilidad en el número de huevos en organismos de similar tamaño puede deberse a la condición del animal y la de algunos huevecillos (Clarke, 1993), a la fertilización incompleta, y a la inadecuada adherencia de los huevecillos a los pleópodos originada por el incremento en su volumen (Balasundaram y Pandian, 1982; Oh y Hartnoll, 1999), reportándose como un hecho común en algunos crustáceos decápodos y peces (Lobao *et al.*, 1985).

Abele y Blum (1977) encontraron en *P. glabra* una correlación logarítmica entre la longitud total y la fecundidad, y mencionaron que el número de huevos varía de 240 a 885 en hembras de entre 15 y 21 mm, lo cual no concuerda con los datos de este estudio, pues hembras de esas tallas produjeron 462 y 1847 huevos, respectivamente. Luna Morales (1989) estableció para *P. mexicana* una fecundidad de 60 huevos como mínimo en hembras de 11 mm y de 476 como máximo en organismos de 22 mm, y concluyó que no existe proporcionalidad entre el tamaño de la hembra y la fecundidad

debido a que hembras de menor talla son más fecundas, característica también encontrada en este trabajo. Por su parte, Ribeiro-Molina (1987) apuntó una correlación lineal positiva entre la longitud cefalotorácica y la fecundidad, encontrando un valor promedio de 515 huevos en *P. brasilliana*.

El número de huevos producidos por *P. glabra* es alto comparado con otras especies de atyidos. Los miembros de la familia más evolucionados de los géneros *Caridina*, *Syncaris*, *Halocaridina* y *Troglocaris* producen pocos huevos (5 a 100), mientras que en los géneros más primitivos como *Paratya*, *Atyaephyra* y *Atya* el número de huevecillos es mayor (100 a 10 000) (Carpenter, 1983).

Thorson (1950), estudiando el desarrollo en varios grupos de invertebrados marinos, concluyó que las especies con desarrollo directo producen una menor cantidad de huevos en relación con aquellas que tienen varios estadios larvales donde el número de huevos es mayor; por su parte, de Silva (1988a) mencionó que el hecho de tener una fecundidad alta es una estrategia reproductiva que asegura una mayor sobrevivencia larval, siendo común en especies que requieren agua salobre para completar su ciclo biológico como *Atya* y *Potimirim* (Hunte, 1979b; Fiévet, 2000).

Según Shokita (1981) y Hayashi y Hamano (1984), el tamaño de los huevos en los crustáceos dulceacuícolas se relaciona con el número de éstos y con la duración de los estadios larvales. Los organismos con huevos medianos y grandes usualmente son menos fecundos y tienen un desarrollo larval abreviado ó directo, mientras que las especies con huevos pequeños tienen una fecundidad alta y un desarrollo larval prolongado, requieren de agua salobre y en ocasiones salinidades mayores de 15 ‰ para el crecimiento de las larvas (Araújo-Abrunhosa y Gomes-Moura, 1988; Walsh, 1993). En la tabla 8 se muestra la variación existente en el tamaño de los huevecillos en diferentes especies de atyidos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 8. Tabla comparativa de longitud promedio en huevecillos de diferentes especies de atyidos.

| Especie | Tamaño (mm) | Tipo | Autor |
|--|-------------|---------|---------------------------------------|
| <i>Atya margaritacea</i> | 0.51 x 0.31 | Pequeño | Bouvier (1925) |
| <i>Atya scabra</i> | 0.42 x 0.32 | Pequeño | Araújo-Abrunhosa y Gomes-Moura (1988) |
| <i>Caridina propinqua</i> | 0.49 x 0.36 | Pequeño | Babu (1963) |
| <i>Caridina pristis</i> | 1.26 x 0.83 | Grande | de Silva (1988b) |
| <i>Caridina kumariae</i> de Silva, 1990 | 1.56 x 1.05 | Grande | de Silva (1990) |
| <i>Caridina mccullochi</i> Roux, 1926 | 0.77 x 0.62 | Mediano | Benzie (1982) |
| <i>Halocaridina rubra</i> Holthuis, 1973 | 0.93 x 0.71 | Mediano | Couret y Wong (1978) |
| <i>Potimirim brasiliiana</i> | 0.55 x 0.33 | Pequeño | Villalobos (1959) |
| <i>Potimirim glabra</i> | 0.50 x 0.30 | Pequeño | Davies (1964) |
| <i>Potimirim glabra</i> | 0.45 x 0.27 | Pequeño | este estudio |
| <i>Potimirim glabra</i> | 0.50 x 0.30 | Pequeño | este estudio |

En función de los resultados obtenidos, los huevos que produce *P. glabra* son de tamaño pequeño, típico de los organismos con desarrollo larval planctotrófico. A medida que el desarrollo embrionario transcurre, los huevecillos van cambiando de tamaño y color, lo que coincide con etapas bien definidas del desarrollo. En los especímenes analizados se registraron huevecillos de 0.45 x 0.27 mm en las primeras etapas, y de 0.50 x 0.30 mm en huevos próximos a eclosionar. Estos resultados difieren a los reportados por Davies (1964) para la misma especie, quien obtuvo tamaños de 0.50 mm x 0.30 mm en el desove y de 0.65 mm x 0.32 mm en las últimas etapas, puntualizando que este aumento es causado por la absorción de agua a través de la membrana interna y por el embrión.

De acuerdo con Walsh (1993), la variación en tamaño de los huevecillos de una misma especie en diferentes áreas se debe al número de huevecillos empleados en las mediciones, a las diferencias en la metodología utilizada, y a las variaciones geográficas y ambientales de los hábitat examinados; mientras que la diferencia de tamaño en los huevecillos de una misma población se debe a variaciones en la cantidad de alimento en el medio ambiente (Mashiko, 1990); sin embargo, en el presente caso no hay concordancia debido a que durante casi todo el año existe gran cantidad de materia orgánica en la zona de colecta de *P. glabra*.

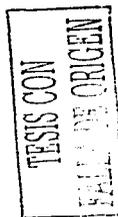
En relación al color de los huevos, Couret y Wong (1978) mencionaron para *Halocaridina rubra* unidades de color marrón; Babu (1963) reportó un color gris oscuro para *C. propinqua*; en *A. margaritacea* la variación va desde naranja brillante en las primeras etapas, a castaño claro en huevos oculados (Martínez-Mayén, 1994). Por su parte, Ling (1969) anotó huevecillos color naranja en *M. rosenbergii* y Granados-Berber (1984) observó variaciones de amarillo canario a ámbar oscuro para *M. acanthurus*.

El color de los huevecillos observado en *P. glabra* va de amarillo claro en las primeras etapas de segmentación hasta café oscuro en la etapa de eclosión, coincidiendo con la disminución del vitelo y la aparición del pigmento de los ojos; de igual manera, las proteínas del vitelo contienen pigmentos carotenoides que dan una coloración característica a los huevos durante las diversas fases del desarrollo embrionario (Harrison, 1990).

En *P. glabra* no se conoce el período de incubación de los huevecillos pero de acuerdo a observaciones de Ribeiro-Molina (1987) en *P. brasilliana*, éste es de 14 a 17 días a temperaturas entre 20 y 23°C, y de 12 a 14 días a temperaturas de 25 a 28°C. Hart (1980) refirió un período de incubación para *C. nilotica* de 11 días a 30°C, y de 40 días a 18°C; en *P. curvirostris*, el desarrollo embrionario se lleva a cabo en 28 días en un intervalo de temperatura de 14 a 18°C (Carpenter, 1983), mientras que para *A. margaritacea* el período de incubación es de 17.4 días a 24°C (Figueroa-Lucero *et al.*, 1997).

De lo anterior se deduce que para cada una de las especies mencionadas existen períodos específicos de incubación, los que generalmente son mayores en especies con fecundidad baja y huevos grandes; así mismo, este período depende directamente de la temperatura del agua (Hart, 1980; Bond y Buckup, 1982).

En los crustáceos las fases del desarrollo embrionario (blastulación, gastrulación, aparición de cromatóforos y de apéndices larvales) no varía de una especie a otra (Sastry, 1983). Comparando el estado de desarrollo de los huevecillos de *P. glabra* con el desenvolvimiento embrionario de *M. rosenbergii* en el estudio realizado por Ling (1969), la segunda fase correspondería a la gastrulación, donde se lleva a cabo la división total, siendo los blastómeros pequeños, lo que les confiere una forma granular; en este estadio también se observan espacios vacíos en los ejes mayores dando lugar



a la formación del blastoporo y a los primeros rudimentos embrionarios; en la fase tres, el vitelo disminuye ocupando la mayor parte del caparazón de la larva y se observa el rudimento óptico con pigmentación bien definida, esta característica se observa entre los 8 y 9 días posteriores al desove; mientras que en *P. glabra* este estadio se alcanza después de cinco días, aproximadamente (Davies, 1964). En la fase cuatro, la larva se ha desarrollado totalmente y está próxima a la eclosión, Ling (1969) mencionó que esta fase es alcanzada a los 12 días después del desove.

Ribeiro-Molina (1987) reportó que en *P. brasilliana* el desarrollo embrionario se caracteriza por una segmentación total transformándose el embrión en larva nauplio, la cual eclosiona finalmente como larva zoea; para *P. glabra* no existen datos al respecto pero, en función de que *P. brasilliana* es una especie muy allegada, se presume la posibilidad de que ambas tengan un desarrollo similar.

Por otro lado, la relación directa entre el tamaño de las gónadas y el desarrollo de los huevecillos también fué observada por Williams (1977) en *P. australiensis*, señalando la misma correspondencia; mientras que Bauer (1992) observó una correlación directa entre el desarrollo de los huevecillos y el tamaño gonadal en carideos marinos; por su parte, Galvao y Bueno (2000) refirieron un patrón similar en las gónadas y los huevecillos de *A. scabra*, explicando que esto comprueba la producción de desoves sucesivos durante su fase reproductiva.

TESIS CON
FALLA DE CALZEN

CONCLUSIONES

La diversidad del hábitat permite que coexista una gran variedad de especies, colectándose desde insectos hasta peces en diferentes fases de desarrollo.

El mayor número de organismos se colectó durante la época de secas cuando el nivel del río es más bajo y se facilita su concentración.

La distribución de tallas de machos y hembras presentó, durante la mayoría de los meses, un comportamiento unimodal, siendo las hembras las que dominan en las clases de mayor tamaño.

Durante 1991-92 se presentó una paridad en la proporción de sexos, mientras que en 1996 el número de machos fue mayor que el de las hembras, lo que puede deberse a que las hembras son más fáciles de capturar en función de su mayor tamaño, no descartándose la posibilidad de migraciones hacia zonas bajas del río.

La talla de maduración sexual de las hembras ocurrió a los 19.9 mm durante 1991-1992, y en 1996 a los 16 mm de longitud total, mientras que en los machos los caracteres sexuales aparecen a los 8 mm de longitud total.

El período reproductivo principal se presenta en la temporada de lluvias, pero la presencia de hembras ovígeras durante todos los meses muestreados sugiere que la reproducción es continua, concordando, en términos generales, con información publicada para otras especies de carídeos que habitan ríos tropicales.

El tamaño y color de la gónada dependen del grado de desarrollo de los huevecillos; los estados de madurez propuestos para *P. glabra* coinciden con los cambios morfológicos de otras especies de la familia Atyidae y algunas especies del género *Macrobrachium*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La relación entre la fecundidad y la longitud total no es directamente proporcional, sino que existe una variación en el número de huevecillos producidos, aún en organismos de la misma talla. En comparación con otros atyídos, *P. glabra* produce una gran cantidad de huevos pequeños, característico de especies con desarrollo larval planctotrófico.

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN

LITERATURA CITADA

Abele, L. G., 1972. Introductions of two freshwater decapod crustaceans (Hymenosomatidae and Atyidae) into Central and North America. *Crustaceana*, 23 (3): 209-218.

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

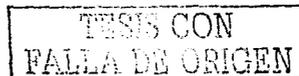
Alpírez-Quesada, O., 1985. Taxonomía, biología y ecología de la guavina *Gobiomorus maculatus* (Gunther, 1859) (Pisces: Eleotridae) de las planicies costeras de la vertiente del Pacífico de Costa Rica. Tesis de Maestría, Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. 123 p.

Araújo-Abrunhosa, F. & M. Gomes-Moura, 1988. O completo desenvolvimento larval do camarão *Atya scabra* (Leach) (Crustacea: Decapoda: Atyidae), cultivado em laboratório. *Arquivos de Ciências do Mar*, 27: 127-146.

Arruda Leme, M. H. de, 2002. A comparative analysis of the population biology of the mangrove crabs *Aratus pisonii* and *Sesarma rectum* (Brachyura, Grapsidae) from the north coast of Sao Paulo State, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 22 (3): 553-557.

Balasundaram C. & T. J. Pandian, 1982. Egg loss during incubation in *Macrobrachium nobilii* (Henderson & Mathai). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 59: 289-299.

Babu, N., 1963. Observations on the biology of *Caridina propinqua* De Man. *Indian Journal of Fisheries*, 10: 107-117.



Bănărescu, P., 1992. Distribution and Dispersal of Freshwater Animals in North America and Eurasia. Zoogeography of Fresh Waters. Vol. 2. AULA-Verlag Wiesbaden. Federal Republic of Germany. 519-1091 p.

Barnish, G., 1984. The freshwater shrimps of Saint Lucia, West Indies (Decapoda, Natantia). *Crustaceana*, 47 (3): 314-320.

Bauer, R. T., 1989. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 127: 175-187.

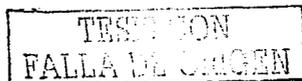
Bauer, R. T., 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebrate Reproduction and Development*, 22 (1-3): 193-202.

Benzie, J. A. H., 1982. The complete larval development of *Caridina mccullochi* Roux, 1926 (Decapoda, Atyidae) reared in the laboratory. *Journal of Crustacean Biology*, 2 (4): 493-513.

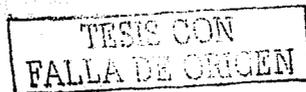
Berglund, A., 1981. Sex dimorphism and skewed sex ratios in the prawn species *Palaemon adspersus* and *P. squilla*. *Oikos*, 36: 158-162.

Bond, G. & L. Buckup, 1982. O ciclo reprodutor de *Macrobrachium borellii* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relações com a temperatura. *Revista Brasileira de Biologia*, 42 (3): 473-483.

Bouvier, E. L., 1925. Recherches sur la morphologie, les variations, la distribution géographique des crevettes de la famille des Atyides. *Encyclopedie Entomologique, Serie A*, 4: 1-370.



- Capistrán-Barradas, A., 1992. Ocurrencia larval de *Potimirim mexicana* (De Saussure) y *Atya scabra* (Leach) (Decapoda: Atyidae) en el estuario del Río La Antigua. Tesis Profesional. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 20 p.
- Carpenter, A., 1983. Population biology of the freshwater shrimp *Paratya curvirostris* (Heller, 1862) (Decapoda, Atyidae). *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 17: 147-158.
- Chace, Jr., F. A. & H. H. Hobbs, Jr., 1969. The freshwater and terrestrial decapod crustaceans of the West Indies with special reference to Dominica. *United States National Museum Bulletin*, 292: 258 p.
- Chang, B. D., 1984. Tolerances to salinity and air exposure of *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae). *Revista de Biología Tropical*, 32 (1): 155-157.
- Clarke, A., 1993. Reproductive trade-offs in caridean shrimps. *Functional Ecology*, 7: 411-419.
- Couret, Jr. C. L. & Wong D. C. L., 1978. Larval development of *Halocaridina rubra* Holthuis (Decapoda, Atyidae). *Crustaceana*, 34 (3): 301-309.
- Covich, A. P., 1988. Atyid shrimp in the headwaters of the Luquillo Mountains, Puerto Rico: filter feeding in natural and artificial streams. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 23: 2108-2113.
- Covich, A. P., T. A. Crowl, S. L. Johnson, D. Varza & D. L. Certain, 1991. Post-Hurricane Hugo increases in atyid shrimp abundances in a Puerto Rican Montane Stream. *Biotropica*, 23 (4a): 448-454.



Cubillas, H. L. F., Benítez, R. G. & Chávez A. Z., 1989. Aspectos de la población de *Atya scabra* (Leach) en el Río La Antigua, Veracruz, México. Resúmenes del X Congreso Nacional de Zoología, México D. F. p. 20

Davies, C. C., 1964. A study of the hatching process in aquatic invertebrates. IX. Hatching within the brood sac of the ovoviviparus isopod, *Cirolana* sp. (Isopoda, Cirolanidae). X. Hatching in the freshwater shrimp, *Potimirim glabra* (Kingsley) (Macrura, Atyidae). *Pacific Science*, 18 (4): 378-384.

Darnell, R. M., 1956. Analysis of a population of the tropical freshwater shrimp *Atya scabra* (Leach). *The American Midland Naturalist*, 55: 131-138.

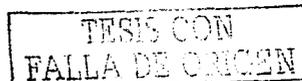
Delgadillo, C. E., 1986. Evaluación de la materia orgánica particulada en la Laguna de Coyuca de Benítez, estado de Guerrero, durante el ciclo de otoño 1983-verano 1984, y su relación con la percepción remota. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 85 p.

D'Onghia, G., P. Maiorano, A. Matarrese & A. Tursi, 1998. Distribution, biology, and population dynamics of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Decapoda, Natantia, Aristeidae) in the North-Western Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Crustaceana*, 71 (5): 518-544.

Dudgeon, D., 1985. The population dynamics of some freshwater carideans (Crustacea: Decapoda) in Hong Kong, with special reference to *Neocaridina serrata* (Atyidae). *Hydrobiologia*, 120: 141-149.

Escobar, D. J. G., 1979. Carideos (Palaemonidae y Atyidae) en los ríos de la región de Santa Marta. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas- Punta Betón* 11: 97-133.

Fidalgo, M. L., 1987. About the individual productivity of the freshwater shrimp *Atyaephyra desmaresti* Millet. *Limnética*, 3: 197-203.



Fidalgo, M. L., 1989. Biology of the freshwater shrimp *Atyaephyra desmaresti* Millet (Decapoda: Natantia) in the River Douro, Portugal. I. Life cycle and individual growth. *Archiv für Hydrobiologie*, 116 (1): 97-106.

Fidalgo, M. L., A. P. Carvalho & P. Santos, 2001. Population dynamics of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) from the Aveiro Region, Portugal (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, 74 (4): 369-375.

Fièvet, E., 1999. An experimental survey of freshwater shrimp upstream migration in an impounded stream of Guadeloupe Island, Lesser Antilles. *Archiv für Hydrobiologie*, 144 (3): 339-355.

Fièvet, E., 2000. Passage facilities for diadromous freshwater shrimps (Decapoda: Caridea) in The Bananier River, Guadeloupe, West Indies. *Regulated Rivers: Research & Management*, 16: 101-112.

Figueroa-Lucero, G., Ma. C. Hernández-Rubio & R. Ramírez-Granados, 1997. Reproducción y crecimiento larvario de *Atya margaritacea* (Milne-Edwards) (Decapoda: Atyidae) en condiciones de laboratorio. *Zoología Informa* (36-37): 83-93.

Fonseca, R. M. & L. Lozada-Pérez, 1993. Estudios Florísticos en Guerrero. No 1. Laguna de Coyuca. En: N. Diego-Pérez & R. M. Fonseca (eds.). Facultad de Ciencias, UNAM. 22 p.

Fryer, G., 1960. The feeding mechanism of some atyid prawns of the genus *Caridina*. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 64: 217-244.

Fryer, G., 1977. Studies on the functional morphology and ecology of the atyid prawns of Dominica. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London (B)* 277(952): 57-129.



Galhano, M. E., 1979. Seasonal changes in *Atyaephyra desmaresti* (Decapoda Natantia). *Publicações do Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre"*, 145: 11-26.

Galvao, R. & L. S. Bueno, 2000. Population structure and reproductive biology of the Camacuto shrimp, *Atya scabra* (Decapoda, Caridea, Atyidae), from Sao Sebastiao, Brazil. In: J. C. von Vaupel-Klein & F. R. Schram (eds.), *The Biodiversity Crisis and Crustacea: Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress, Amsterdam, The Netherlands, Vol 2: 291-299.*

Garcia, S. & L. Le Reste, 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fisheries Technical Paper*, 203: 215 p.

Gracia, G. A., 1985. Variación estacional en la fecundidad de la langosta *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) (Crustacea: Decapoda: Palinuridae). *Ciencias Marinas*, 11 (1): 7-27.

Granados-Berber, A. A., 1984. Aspectos reproductivos del "camarón prieto" *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la cuenca del Río González, Tabasco, México (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 11 (1): 1-22.

Guzmán-Arroyo, M., 1987. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en lagunas costeras del Estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. 300 p.

Guzmán-Arroyo, M., J. L. Rojas-Galaviz, & L. D. González-González, 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "chacal" *Macrobrachium tenellum* y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, México. (Decapoda: Palaemonidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 9 (1): 67-80.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Hancock, M. A. & S. E. Bunn, 1997. Population dynamics and life history of *Paratya australiensis* Kemp, 1917 (Decapoda: Atyidae) in upland rainforest streams, south-eastern Queensland, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 48: 361-369.
- Harrison, K. E., 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *Journal of Shellfish Research*, 9 (1): 1-28.
- Hart, R. C., 1980 Embryonic duration and post-embryonic growth rates of the tropical freshwater shrimp *Cardina nilotica* (Decapoda: Atyidae) under laboratory and experimental field conditions. *Freshwater Biology*, 10: 297-315.
- Hartnoll, R. G., 1982. Growth: 111-196. In: D. E. Bliss (ed.), *The Biology of Crustacea*. Vol. 2. Embryology, morphology and genetics. Academic Press. New York.
- Hartnoll, R. G., A. D. Bryant & P. Gould, 1993. Size distribution in spider crab population-spatial and temporal variation. *Journal of Crustacean Biology*, 13 (4): 647-655.
- Hayashi, K. I. & T. Hamano, 1984. The complete larval development of *Caridina japonica* De Man (Decapoda, Caridea, Atyidae) reared in the laboratory. *Zoological Science*, 1 (4): 571-589.
- Hobbs, Jr., H. H. & C. W. Hart, Jr., 1982. The shrimp genus *Atya* (Decapoda: Atyidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 364: 142 p.
- Holthuis, L. B., 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. II. The Subfamily Palaemoninae. *Allan Hancock Foundation Occasional Papers*, 12: 396 p.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Holthuis, L. B., 1954. On a collection of decapod crustacea from the Republic of El Salvador (Central America). *Zoologische Verhandelingen*, 23: 1-43.

Holthuis, L. B., 1986. Fresh-water shrimps of the family Atyidae (Crustacea: Decapoda) from western Colombia. *Journal of Crustacean Biology*, 6 (3): 438-445.

Hung, M. S., T. Y. Chan & H. P. Yu, 1993. Atyid shrimps (Decapoda: Caridea) of Taiwan, with descriptions of three new species. *Journal of Crustacean Biology*, 13 (3): 481-503.

Hunte, W., 1979a. The complete larval development of the freshwater shrimp *Micratya poeyi* (Guérin-Meneville) reared in the laboratory (Decapoda, Atyidae). *Crustaceana, Supplement*, 5: 153-166.

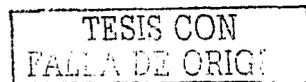
Hunte, W., 1979b. The complete larval development of the freshwater shrimp *Atya innocous* (Herbst) reared in the laboratory (Decapoda, Atyidae). *Crustaceana, Supplement*, 5: 231-242.

Jalihal, D. R., G. B. Almelkar & K. N. Sankolli, 1994. Atyid shrimps of the genus *Caridina* H. Milne Edwards, 1837. Potential crustacean material for experimental biology. *Crustaceana*, 66 (2): 178-183.

Kingsley, J. S., 1878. Notes on the North American Caridea in the Museum of the Peabody Academy of Science at Salem, Mass. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*: 89-98.

Krebs, J. R. & N. B. Davies, 1984. Behavioural Ecology: An evolutionary approach. Oxford: Blackwell Scientific Publications. London. 493 p.

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



Lobao, V. L., W. Controni Valenti & J. T Cardoso de Mello, 1985. Fecundidade em *Macrobrachium carcinus* (L.) do Rio Ribeira de Iguape. *Boletim do Instituto de Pesca*, 12 (3): 1-8.

Lobao, V. L., J. V. Lombardi, S. G. Melo, H. P. de Barros, E. Hortencio. & E. A. Roverso, 1992. Estudos populacionais de *Macrobrachium birai* Lobao, Melo & Fernandes e *Macrobrachium petronioi* Melo, Lobao & Fernandes das regioes de Cananéia e Juréia (SP- Brasil): I. Dinâmica da Reprodução. *Boletim do Instituto de Pesca*, 19: 49-62.

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

Maier, M. H., 1978. Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. *Boletim do Instituto de Pesca*, Sao Paulo, 5 (2): 75-90.

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

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

Martínez-Mayén, M., R. Román-Contreras, A. Rocha-Ramírez & S. Chazaro-Olvera, 2000. Relative growth of *Atya margaritacea* A. Milne-Edwards, 1864 (Decapoda, Atyidae) from the southern Pacific coast of Mexico. *Crustaceana*, 73 (5): 525-534.

Martínez-Mayén, M. & R. Román-Contreras, 2000. Aspects of the reproduction of *Atya margaritacea* A. Milne-Edwards, 1864 (Decapoda, Atyidae) in a population from the Mexican Pacific. *Crustaceana*, 73 (8): 913-923.

TESIS CON
FALLA DE OPORTUNIDAD

ESTA TESIS NO SALE

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.

Mashiko, K., S. Kawabata & T. Okino, 1991. Reproductive and populational characteristics of a few caridean shrimps collected from Lake Tanganyika, East Africa. *Archiv für Hydrobiologie*, 122 (1): 69-78.

Medina-Mantelatto, F. L., A. Fransozo & M. L. Negreiros-Fransozo, 1995. Population structure of *Hepatus pudibundus* (Decapoda: Calappidae) in Fortaleza Bay, Brazil. *Revista de Biología Tropical*, 43 (1-3): 265-270.

Miller, A. C. & B. S. Payne, 1993. Qualitative versus quantitative sampling to evaluate population and community characteristics at a Large-river mussel bed. *American Midland Naturalist*, 130: 133-145.

Nagamine, C. M. & A. W. Knight, 1980. Development, maturation, and function of some sexually dimorphic structures of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 39 (2): 141-152.

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

Oh, C. W. & R. G. Hartnoll, 1999. Brood loss during incubation in *Philocheras trispinosus* (Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. *Journal of Crustacean Biology*, 19 (3): 467-476.

Odinetz-Collart, O., 1991. Strategie de reproduction de *Macrobrachium amazonicum* en Amazonie Centrale (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). *Crustaceana*, 61 (3): 253-270.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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

Pianka, E., R., 1982. *Ecología Evolutiva*. Ediciones Omega, Barcelona, España. 365 p.

Pilsbry, A. H. & J. Bequaert, 1927. The aquatic mollusks of the Belgian Congo. With a geographical and ecological account of Congo malacology. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 53: 69-259.

Pringle, C. M. G., A. Blake, A. P. Covich, K. M. Buzby & A. Finley, 1993. Effects of omnivorous shrimp in a montane tropical stream: sediment removal, disturbance of sessile invertebrates and enhancement of understory algal biomass. *Oecologia*, 93: 1-11.

Ribeiro-Molina, F. M. L., 1987. *Biología de Potimirim brasiliiana* Villalobos, 1959 (Crustacea, Decapoda, Atyidae). Tesis Doctoral. Instituto de Biociencias. Universidade de Sao Paulo, Brasil. (Resumen)

Rodríguez, G., 1980. Los crustáceos decápodos de Venezuela. *Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas*. 444 p.

Rodríguez-Almaraz, G. A. & E. Campos, 1996. New locality records of freshwater decapods from Mexico (Crustacea: Atyidae, Cambaridae and Palaemonidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 109 (1): 34-38.

Román-Contreras, R., 1991. *Ecología de Macrobrachium tenellum* (Decapoda: Palaemonidae) en la Laguna de Coyuca, Guerrero, Pacífico de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 18 (1): 109-121.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Román, R., I. E. Sánchez & M. A. Molina, 1987. Observaciones biológicas y ecológicas de *Potimirim mexicana* (Saussure) en el sistema Palizada del Este-Boca Chica, Laguna de Términos, Campeche. Resúmenes del IX Congreso Nacional de Zoología, Villahermosa, Tabasco, México.

Sastry, A. N., 1983. Ecological aspects of reproduction: 179-270. In: Vernberg F. J. & W. B. Vernberg (eds.) The Biology of Crustacea. Vol. 8. Environmental Adaptations. Academic Press. New York.

Secretaría de Gobernación: Gobierno del Estado de Guerrero, 1988. Los Municipios de Guerrero. Colección Enciclopedia de los Municipios de México. 400 p.

Shokita, S., 1981. Life-history of the family Atyidae (Decapoda, Caridea). *Aquabiology*, 12 (1): 15-23.

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

Silva, K. H. G. M. de, 1988b. Studies on Atyidae (Decapoda, Caridea) of Sri Lanka. IV. Some aspects of the population ecology of the endemic freshwater shrimp *Caridina pristis* Roux, 1931. *Crustaceana*, 54 (3): 225-243.

Silva, P. K. de & K. H. G. M. de Silva, 1989. Aspects of the population ecology of a tropical freshwater shrimp *Caridina fernandoi* Arud and Costa, 1962 (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Archiv für Hydrobiologie*, 117 (2): 237-253.

Silva, K. H. G. M. de, 1990. *Caridina kumariae*, a new species from Sri Lanka and some aspects of its ecology (Decapoda, Atyidae). *Crustaceana*, 59 (1): 9-24.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Smalley, A. E., 1963. The genus *Potimirim* in Central America (Crustacea, Atyidae). *Revista de Biología Tropical*, 11 (2): 177-183.
- Takino, M., V. L. Lobao, T. Golubeff & J. L. Lombardi, 1989. Relações entre fatores climáticos e abióticos e o período reprodutivo das populações de *Macrobrachium birai* Lobao, Melo & Fernandes e de *Macrobrachium petronioi* Melo, Lobao & Fernandes (Decapoda, Palaemonidae) do Rio Branco (Cananéia-SP-Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca*, Sao Paulo, 16 (1): 67-80.
- Thorson, G., 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 25: 1-45.
- Valenti, W. C., 1987. Comportamento reprodutivo de camarões de água doce. *Anais de Etologia*, 5: 195-200.
- Velasco, C. R., 1976. Los peces de agua dulce del estado de Chiapas. Publicaciones del Gobierno del Estado de Chiapas. 143 p.
- Villalobos, F. A., 1959. Contribución al conocimiento de los Atyidae de México (Crustacea, Decapoda). Estudio de algunas especies del género *Potimirim* (= *Ortmanina*), con descripción de una especie nueva en Brasil. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 30 (1-2): 269-330.
- Villalobos, F. A., 1982. Decapoda: 226-239. In: Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies. Hurlbert, S. & A. Villalobos Figueroa (eds.). San Diego State University, San Diego California. 529 p.
- Villalobos-Hiriart, J. L. & J. C. Nates-Rodríguez, 1990. Dos especies nuevas de camarones de agua dulce del género *Macrobrachium* Bate. (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), de la vertiente occidental de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 6 (1): 1-11.

- Walsh, C. J., 1993. Larval development of *Paratya australiensis* Kemp, 1917 (Decapoda: Caridea: Atyidae), reared in the laboratory, with comparisons of fecundity and egg larval size between estuarine and riverine environments. *Journal of Crustacean Biology*, 13 (3): 456-480.
- Walsh, C. J., 1995. Ecology of epifaunal caridean shrimps in the Hopkins River estuary, and the role of estuaries in the life history of the atyid *Paratya australiensis* Kemp, 1917 in southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology*, 20: 467-468. (Thesis abstracts)
- Walsh, C. J. & B. D. Mitchell, 1995. The freshwater *Paratya australiensis* (Kemp, 1917) (Decapoda: Atyidae) in estuaries of South-western Victoria, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 46: 959-965.
- Wenner, A. M., 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. *The American Naturalist*, 106 (949): 321-350.
- Wickins, J. F., 1982. Opportunities for farming crustaceans in western temperate regions: 87-176. In: Muir, J. F & R. J. Roberts (eds.), Recent Advances in Aquaculture. Vol. 2. Westview Press. Colorado.
- Williams, W. D., 1977. Some aspects of the ecology of *Paratya australiensis* (Crustacea: Decapoda: Atyidae). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 28: 403-415.
- Yáñez-Arancibia, A., 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Publicación Especial*, 2: 306 p.