

00344



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

12

VARIACIONES BIOMETRICAS DE LOS LANGOSTINOS DEL GENERO Macrobrachium (Decapoda: Palaemonidae) Y SU RELACION CON VARIABLES ABIOTICAS EN EL RIO HUITZILAPAN, VERACRUZ, MEXICO.

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. LUIS MANUEL MEJIA ORTIZ

DIRECTOR DE TESIS: Dr. RAMIRO ROMAN CONTRERAS

MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Con especial cariño

A mis padres

Sra. Carolina Ortiz Treviño y Sr. Cristóbal Mejía Hernández
A quienes les dedico este documento pues realmente se lo merecen todo.

A mis hermanos y sobrinos

Por compartir todos los buenos momentos y además alentarme y muchas veces ayudándome económicamente para seguir adelante.

A Marilú López-Mejía

Por compartir y gozar de tantos momentos conmigo, así como disfrutar del estudio tanto como yo.

Agradecimientos

En realidad en los agradecimientos no siempre se incluyen a todos los que colaboraron, sin embargo, en mucho les agradezco a todas aquellas personas que de una manera u otra estuvieron siempre conmigo aunque por error mío no estén incluidas en la siguiente lista.

Dr. Ramiro Román Contreras

Por impulsarme en cada una de sus pláticas, y transmitirme algunos de sus muchos conocimientos en la dirección de esta tesis.

Dr. José A. Viccon Pale

Por todos sus consejos personales y profesionales otorgados durante estos años de Maestría, asimismo, por todo el apoyo económico y moral brindado durante estos nueve años de conocernos y por las facilidades económicas para la impresión de esta tesis.

Dr. Fernando Alvarez Noguera

Por todos sus consejos brindado durante la realización de la Maestría así como, por su apoyo en la publicación del primer artículo derivado del presente trabajo.

Agradezco las pertinentes correcciones al documento, que en su momento realizaron la Dra Sonia Espina, el Dr. Armando Ortega Salas, el Dr. Enrique Lozano Alvarez y el M. en C. Arturo Rocha Ramírez quienes también fungieron como comité evaluador en la presentación de esta tesis.

Agradezco a todos aquellos autores de diferentes artículos que me enviaron una copia de sus trabajos para ser leídos e integrados en el presente documento.

Este trabajo de tesis fue realizado con el apoyo de el Fondo de Apoyo para las áreas en proceso de consolidación UAM –Xochimilco, 1996-1999 y el Fondo para la modernización de la Enseñanza Superior (FOMES-SEP) mediante el convenio P/FOMES 98-35-04.

Un agradecimiento a la Dra. Martha Signoret Poillon y a la Maestra Celia Bulit Gámez, por todos sus consejos y ejemplos durante esta etapa de mi formación.

Un agradecimiento especial a la Sra Ernestina Pale de Viccon y al Sr José Viccon Castillo (q.e.p.d.) por su amable hospitalidad durante las colectas en la zona de estudio y sobre todo por aquellas charlas tan amenas que siempre recordaré.

Un agradecimiento al Sr. Luis Villalobos por su ayuda en el transporte a los sitios de recolecta y al Ing. Carlos Ros por permitirme realizar recolectas en su rancho cinegético 'Bellreguar de Xochiapa'

Gracias a Laura Ortega, Berenice Miranda, Javier Cruz-Hernández e Irving Téllez por su ayuda en las recolectas de campo y a Marlú López Mejía por su ayuda en el procesamiento de las muestras en el laboratorio.

Gracias a Ma. De Jesús Serna Cerrillo y a Ma. del Carmen Najera Gallegos (Secretarias del Departamento El hombre y su ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana – Kochimilco) por su invaluable ayuda en todos los aspectos administrativos que estuvieron involucrados en este trabajo.

Gracias a los colectores y habitantes de Barranca Grande, Pinillo, Xochiapa, Llano Grande, Jalcomulco, Crucero y la Antigua Veracruz, quienes me ayudaron en aquellas noches de recolecta y además me ofrecieron una hospitalidad y amistad que espero conservar.

CONTENIDO

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	
a) Patrones de distribución y migraciones	4
b) Morfometría y relaciones talla-peso	5
c) Aspectos reproductivos	6
d) Osmoregulación	8
Planteamiento del problema, Hipótesis, Objetivos generales y particulares	9
Area de estudio	10
Materiales y Métodos	12
Resultados	
a) Resultados por época y zona de recolecta	14
b) Relaciones longitud total – peso del total de los organismos recolectados para cada especie	19
c) Relaciones longitud total – longitud del caparazón	20
d) Fecundidad de los langostinos más abundantes	21
e) Resultados obtenidos en cada fecha de muestreo	25
f) Relaciones entre las variables biométricas y las variables abióticas	45
Discusión	
Generalidades	51
a) Relaciones longitud total - peso y longitud total – longitud del caparazón	52
b) Fecundidad	56
c) Relaciones entre las variaciones biométricas y las variables abióticas	57
Conclusiones	59
Literatura citada	60
Anexo	66

RESUMEN

Se realizaron cuatro recolectas de langostinos por medio de nasas y atarrayas en ocho estaciones de muestreo, en el río Huitzilapan, Veracruz, cada 3 meses en 1998, con el fin de investigar dentro del marco ambiental cómo influyen los cambios espacio-temporales en la distribución y composición de las principales poblaciones de langostinos que habitan en el río Huitzilapan. Se identificaron cuatro especies *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) (1.3 hembras por macho), *M. heterochirus* (Wiegmann, 1836) (1.2 machos por hembras), *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) (3.6 machos por cada hembra) y *M. offersii* (Wiegmann, 1836) (1 macho por hembra). Las longitudes y pesos más grandes correspondieron a *M. carcinus* con 215.4 mm y 196 g respectivamente y los más pequeños fueron de *M. offersii* con 44 mm y 1.5 g, respectivamente. La fecundidad mayor fue de 23,852 huevos en *M. carcinus* y la menor con 113 huevos de *M. acanthurus*; en la época de lluvias ambas especies presentaron la mayor gravidez. El tamaño del huevo fue mayor significativamente en *M. heterochirus* a mayor distancia del mar, en un promedio entre 59.8 μm y 65 μm . El mayor número de langostinos y de menor tamaño se encuentran en la parte baja y los más grandes y en menor número se encuentran en la parte alta. En la parte baja se reproducen y las corrientes son mínimas, en la parte media la velocidad de la corriente es alta, sobre todo en época de lluvias. Durante la época de secas (diciembre – mayo), la temperatura varió de 16.7 a 28.6°C, el oxígeno disuelto de 5.45 a 9.09 mg/l, la velocidad de la corriente de 0.2 a 2.36 m/seg, el pH se mantuvo en 7 y la concentración de sales de 4 a 20 u.p.s. Durante la época de lluvias (junio – noviembre) la temperatura fue de 19 a 32.4 °C; el oxígeno disuelto de 6.35 a 13.09 mg/l, la velocidad de la corriente fue de 0.2 a 3 m/seg, el pH se mantuvo en 7 y la concentración de sales en la parte más baja fue de 2 a 10 u.p.s. A una determinada longitud *M. carcinus* tuvo mayor fecundidad, seguido por *M. acanthurus* y *M. heterochirus*; en cuanto a peso, fue mayor en *M. heterochirus*, seguido por *M. carcinus* y *M. acanthurus*. Para *M. heterochirus*, la disminución en la velocidad de la corriente durante las dos épocas en las diferentes zonas, les permitió incrementar el peso, *M. carcinus* y *M. acanthurus* incrementaron su peso debido a la cantidad de alimento que es arrastrado a las partes más bajas del río durante la época de lluvias. Los resultados indican que hay una época de secas y otra de lluvias, lo que modifica el marco ambiental, y con ello se define la época de migración, reproducción y crecimiento; su conocimiento facilitará su explotación racional, así como su cultivo posterior.

INTRODUCCION.

De los artrópodos, los decápodos son los que alcanzan mayores tallas; y son los de mayor valor comercial. Entre éstos, las langostas, langostinos, camarones, jaibas, cangrejos y acociles están sometidos a un régimen de sobre-explotación; en otros se ha logrado cultivarlos, como en el caso del langostino *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), especie que fue introducida en México. En los ríos que desembocan tanto al Golfo de México como al Océano Pacífico habitan 15 especies de langostinos del mismo género (Román *et al.*, 2000), que debido a su excelente sabor algunos son explotados y comercializados tanto en las zonas aledañas a los ríos como en las ciudades alejadas de éstos.

En la cuenca del río Huitzilapan Veracruz, se han registrado las siguientes especies de langostinos de la familia Palaemonidae: *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758), *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836), *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) y *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), (González-Cervantes *et al.*, 1981 y Hernández-Guzmán *et al.*, 1996). A excepción de *M. acanthurus*, las otras especies presentan migraciones a través de los ríos que habitan durante su ciclo de vida (Ibrahim, 1962; Raman, 1965; Granados, 1984b, Gamba y Rodríguez, 1987 y Pereira de Barros, 1995), lo que les permite coincidir en algunos sectores del río durante algún tiempo.

De acuerdo con Viccon-Pale y Corona-García (1992), en el río Huitzilapan la captura comercial de los langostinos se hace con técnicas e implementos artesanales (nasas y atarrayas); aún así, el incremento de la explotación y de los índices de contaminación en el río pueden llevar, en un lapso breve, a una perturbación crítica en el tamaño de las poblaciones de estas especies, lo cual tendrá efectos perjudiciales sobre el ecosistema, principalmente en la disminución de tallas, pesos y cambios en los patrones de distribución en las capturas comerciales del recurso.

Se han realizado numerosos estudios sobre la composición de las poblaciones de estas especies en otros ríos del país y del continente. Por lo que en este sentido existe información sobre la biología, distribución y ecología de cada una de las especies mencionadas. Sin embargo, la mayoría de los estudios son sobre morfometría, principalmente de las relaciones longitud total - peso, longitud del caparazón - número de huevos, crecimiento relativo, proporciones de sexos, estado de madurez y características del hábitat de estos decápodos. En su mayoría, los investigadores han presentado sus resultados sin vincularlos con la captura comercial que se hace de estas especies. Thompson (1971) menciona que el estado (incluyendo el cuerpo o la forma) de una porción de materia es el resultado de un número de fuerzas que representan o simbolizan las manifestaciones de varios tipos de energía, en este caso, para entender la razón del porqué cambian las capturas comerciales que se realizan sobre las poblaciones de langostinos que viven en el río Huitzilapan, se requiere considerar las distintas fuerzas que interactúan en la composición y distribución de los langostinos. Estas fuerzas o manifestaciones de energía en el problema que atañe, están representadas por las variables abióticas (factores fisicoquímicos) que confluyen en este sistema, la relación de estas manifestaciones, así como los cambios en tamaño, peso y forma de algunas biometrías obtenidas de las

poblaciones de los langostinos mencionados, se representarán con ayuda de las técnicas de regresión lineal. Cock (1966) y Gould (1966), así como Lovett y Felder (1989), han propuesto estas técnicas para comparar los cambios en las formas y en tamaño del cuerpo.

Asimismo, en México se han realizado pocas investigaciones sobre las relaciones que puedan existir entre las variables biométricas (longitud total, longitud del caparazón y peso), que se presentan en las capturas comerciales de los langostinos y algunos factores que puedan afectarlas como la temperatura, la salinidad, la velocidad de la corriente, el pH y el oxígeno disuelto, por esta razón, el objetivo de este trabajo es investigar la influencia de los cambios espacio-temporales del habitat sobre la distribución y composición de las capturas comerciales de las especies de langostinos citadas con anterioridad.

Generar esta información permitirá, que en la toma de decisiones vinculadas con la época de veda, la selección de sitios que permitan el cultivo y la conservación del habitat de estos langostinos, se consideren las distintas variables (bióticas y abióticas) que conforman las manifestaciones de energía que generalmente se vinculan en el funcionamiento de un elemento del ecosistema.

ANTECEDENTES

a) Patrones de distribución y migraciones

De acuerdo con Holthuis (1952), *M. carcinus* y *M. olfersii* presentan una distribución desde Florida (U.S.A.), *M. heterochirus* desde México y *M. acanthurus* desde Georgia (U.S.A.) y hasta Brasil; estas especies viven en agua dulce y también en agua salobre.

Ibrahim (1962) describe la migración de *Macrobrachium malcolmsonii* hacia las partes altas de los ríos y hace mención que ésta sucede principalmente durante la noche y se debe al incremento en la salinidad en las partes bajas de los ríos cuando la influencia de la marea es mayor.

Posteriormente Raman (1965) menciona que *M. rosenbergii* migra hacia las partes altas de los ríos después de que completó su desarrollo larval en aguas salobres.

Horne y Beisser (1977) mencionaron la presencia de *M. acanthurus*, *M. ohione*, *M. olfersii* y *M. carcinus* en los ríos San Marcos y Guadalupe en Texas, Estados Unidos de América. Ellos informan que en estos ríos existen presas que limitan la distribución de las tres primeras especies, que probablemente obstaculizan la migración de los langostinos hacia las zonas altas de los ríos

Guest y Durocher (1979) mencionan que la temperatura óptima para la sobrevivencia de varias especies de *Macrobrachium* está entre los 25 °C y 30 °C, y que las temperaturas bajas letales para estos animales son entre los 10 °C y 15 °C, las que pueden limitar su distribución en los cuerpos de agua.

Posteriormente, en un estudio sobre la relación de la recolecta comercial de estos crustáceos en la cuenca del río Huitzilapan con cuatro variables abióticas, Cruz-Márquez y García-Arteaga (1984), anotaron la posibilidad de que los valores de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto encontrados en la parte baja de ella, limitan la presencia de *M. heterochirus* y que los niveles de temperatura y oxígeno disuelto en la parte alta restringen la presencia de *M. carcinus*; mientras que aparentemente el pH limita la presencia de ambas especies

Gamba y Rodríguez (1987) mencionan que los langostinos del género *Macrobrachium* tienen una migración vertical seguida también por un ritmo circadiano. Asimismo, estudian la migración de *M. acanthurus* y *M. olfersii* y hacen énfasis de que, aunque estos animales viven en aguas dulces, requieren de condiciones estuarinas para completar su desarrollo. Sin embargo, también refieren que las hembras ovígeras de *M. acanthurus* son más frecuentes en los estuarios, pero no así las de *M. olfersii*.

Viccon-Pale y García-Corona (1992) observaron que en la cuenca del río Huitzilapan, la composición de la captura artesanal de *M. carcinus* y *M. heterochirus* correspondiente a la biomasa húmeda, la contribución de la primera es mayor que la segunda. Asimismo, informaron que con respecto a la eficacia relativa de las artes de pesca utilizados, las nasas son más eficientes para atrapar *M. carcinus* y las atarrayas lo son para capturar *M. heterochirus*

Hernández-Guzmán *et al.* (1999) muestran en un estudio de doce años sobre *M. heterochirus* en el río Huitzilapan, que esta especie ha disminuido en número y tamaño desde 1983-84 hasta 1996-97.

b) Morfometría y relaciones longitud total - peso

En un estudio de las variaciones morfológicas que presentan cuatro poblaciones de *M. acanthurus* en el estado de Veracruz, Carrillo (1967) encontró que la forma del rostro es muy variable; los juveniles de la especie muestran su extremo ligeramente curvado hacia arriba y los adultos lo tienen casi recto; la dentición del segundo pereiópodo presenta una relación directa entre el número de dientes y la abundancia de cerdas en los espacios de los dientes. Lo anterior lo encontró para las cuatro áreas (Playa Norte, Alvarado, Boca del río y Pueblo Viejo) en las que hizo las recolectas, sin que por esto dejen de pertenecer a *M. acanthurus*.

Villalobos (1967) informó sobre las variaciones que en el pereiópodo mayor del segundo par presenta *M. offersii* para distintas localidades de la vertiente del Golfo de México y encontró, entre otros resultados, que la proporción del isquiópodo en el Escolín y el río Bobos, Veracruz, es igual que la mitad de la longitud del merus, en cambio en el río San Marcos, la Ceiba, Puebla, dicha proporción es mayor que la mitad del merus; la anchura de la quela en el primer sitio es mayor que la longitud del carpus y en los dos siguientes sitios es menor que la longitud del carpus. Según Villalobos, (1967) "esta variabilidad obedece a que la amplia distribución geográfica que da ciertas posibilidades a la especie para adquirir rasgos diferentes del patrón original".

Dobkin *et al.* (1974) encontraron que existe hibridación entre *M. acanthurus* y *M. carcinus*. En 1976 Chávez-Alarcón y Chávez presentaron los resultados de un estudio sobre la biología de *M. carcinus* en el río Actopan por lo que se refiere a datos biométricos encontraron, que la relación longitud total (LT) - peso (P) está representada por una función potencial ($P = 0.000000899LT^{3.182}$) y que la relación longitud total - longitud del cefalotórax (LC) está representada por una función lineal ($LT = 1.366 + 0.474LC$)

Lobao y Lona (1979) mencionan que la relación longitud total - peso de *Macrobrachium holthuisi* que habita en el río Guaecá en Brasil, está representada por el modelo $P = 0.0000061587LT^{3.2303}$ y que no existe una diferencia significativa entre los machos y las hembras con respecto a esta relación.

González-Cervantes *et al.* (1981) refieren que el modelo que mejor describe la relación longitud total - peso para los langostinos *M. carcinus* y *M. heterochirus* de la cuenca del río Huitzilapan, Ver., fue $P = aLT^b$ (en *M. carcinus* $P = 0.011LT^{3.23}$ y en *M. heterochirus* $P = 0.187LT^{2.215}$), siendo a y b constantes en la ecuación.

Lobao *et al.* (1986) estimaron el crecimiento relativo de *M. carcinus* utilizando las relaciones que existen entre longitud del cefalotórax - longitud del abdomen, longitud del telson - longitud del abdomen y longitud del abdomen - longitud total y mostraron que esta especie presenta un patrón de crecimiento isométrico en el río Ribeira de Iguape.

Valenti *et al.* (1987) presentaron los resultados sobre el crecimiento de *M. acanthurus* del mismo río, estimando que la relación longitud total - peso es descrita por el modelo $P = 0.00635TL^{3.25}$, además de que en esta relación no existen diferencias entre los sexos.

Valenti *et al.* (1989a; 1989b), presentan los resultados de dos estudios, uno sobre el crecimiento relativo de *M. acanthurus* en el río Ribeira de Iguape en el que con

base en las relaciones entre longitud del cefalotórax/longitud del abdomen, longitud del telson/longitud del abdomen y longitud del abdomen/longitud total, establecen que esta especie presenta un patrón de crecimiento isométrico; mientras que la fecundidad de *M. acanthurus* en el mismo río, ellos estiman que la relación entre la fecundidad (número de huevos) y la longitud total de los organismos es lineal.

Rovero *et al.* (1993) realizaron un estudio de las relaciones biométricas de *M. acanthurus* en el río Verde, Brasil, para lo que consideraron longitudes de distintas partes del cuerpo, entre ellas la longitud total y la longitud del cefalotórax, el abdomen y el telson, así como el peso de los organismos. Los valores del coeficiente angular obtenido sobre la relación longitud total - peso indican un crecimiento de tipo alométrico en los machos más desarrollados.

Posteriormente, Pereira de Barros (1995) publicó un trabajo sobre algunos datos biológicos de *M. offersii* de un arroyo de Santa Catarina, Brasil, en el que registra el modelo $P = aL^b$ como el que mejor describe las relaciones entre el peso y la longitud del caparazón y la longitud del caparazón con la longitud total tanto para hembras como para machos; así también, menciona que la proporción de sexos es de 1.98 hembras por 1 macho y que la temperatura mínima fue de 13°C y el máximo de 25°C. basado en datos de hembras ovígeras obtenidos durante su recolecta (junio-1993/noviembre-1994), él observa que el periodo reproductivo sucede entre diciembre y mayo.

Anger y Moreira (1998) mencionan que en *M. acanthurus* la relación longitud total - peso fue descrita por $P = -6.8747 + 3.4202LT$ en los machos y $P = -5.8806 + 3.1678LT$ en las hembras; asimismo, estiman que en *M. offersii* esta misma relación es representada por el modelo de $P = -7.12 + 3.5971LT$ para los machos y $P = -6.1783 + 3.323LT$ para las hembras.

Hernández-Guzmán *et al.* (1999) mencionan que cuando comparan las recolectas comerciales de *M. heterochirus* realizadas en dos periodos (1983-1984 y 1996-1997), encuentran que los valores de peso y longitud total fueron menores en el segundo periodo con respecto al primero y que la relación longitud total - peso fue descrita por el modelo $P = 0.01657LT^{3.0435}$ cuando se trata de la población capturada el primer periodo (1983-84), y que la expresión matemática $P = 0.15104LT^{3.1308}$ describe la relación citada para la población capturada en el segundo periodo (1996-97).

c) Aspectos reproductivos

Bond y Buckup (1982) sugieren que el ciclo reproductivo de *Macrobrachium borelli* y *Macrobrachium potiuna* parece ser estimulado por las variaciones estacionales de luz más que por las fluctuaciones térmicas del agua.

Granados (1984a) presenta los resultados de algunos aspectos reproductivos de *M. acanthurus* en el río González en Tabasco, en donde encontró que las hembras ovígeras de 70-75 mm de longitud total tienen un promedio de 5, 500 huevecillos, que la proporción de sexos es de 2:1 en favor de los machos y que estos langostinos presentan dos periodos reproductivos al año. También menciona que estos periodos reproductivos cambian según la interacción de estos organismos con los factores abióticos de su habitat.

Lobao *et al.* (1986) presentan los resultados de un estudio sobre la fecundidad de *M. carcinus* en el río Ribeira de Iguape, donde la media de ésta fue de 53,764

huevoecillos, también informan que esta fecundidad aumenta proporcionalmente conforme aumenta la longitud total del animal, lo que expresan con la siguiente función de fecundidad (F), $F = -100.132 + 9439LT$.

En 1985 Ching y Velez, reportan que el periodo de incubación de los huevoecillos de *M. heterochirus* fluctuó entre los 14 y 19 días; asimismo, que las hembras con 6 cm de caparazón presentan hasta 5031 huevoecillos y que para esta especie la salinidad no es un factor que afecte el periodo de incubación no así la temperatura, que cuando presenta valores altos puede acortar dicho periodo.

Valenti *et al.* (1986) publicaron un estudio sobre la dinámica reproductiva de *M. acanthurus* y *M. carcinus* en el río Ribeira de Iguape. Basándose en la relación que tienen el peso de las gónadas con el peso total (índice gonadosomático), ellos encontraron que las dos especies tienen un periodo reproductivo anual entre diciembre y enero para *M. acanthurus* y de febrero a marzo para *M. carcinus*.

En 1988, García-Pérez y Chávez-Alarcón, mencionan que *M. acanthurus* y *M. offersii* se distribuyen principalmente en la parte baja del río La Antigua, y que son más abundantes en septiembre y noviembre; sin embargo, las épocas reproductivas para *M. offersii* son entre el invierno y principios de primavera, en cambio, para *M. acanthurus* registran dos periodos, uno en el invierno y otro entre primavera y verano. Estos autores interpretan que estas especies sincronizan sus periodos reproductivos con fenómenos climatológicos con lo que garantizan que las larvas alcancen áreas de condiciones ambientales adecuadas para completar su desarrollo.

En 1989 Takino *et al.* mencionan que la reproducción de *Macrobrachium petronioi* en el río Bronco, Brasil, sucede con mas intensidad en la primavera que es cuando la temperatura del agua aumenta, al mismo tiempo que las concentraciones de fosfato, dureza total, calcio y magnesio también se incrementan. En cambio, la época de reproducción de *Macrobrachium birai* en este mismo río, ocurre en verano, cuando los valores de temperatura, turbidez, amonio y lluvias son más frecuentes que en el resto del año.

Valenti *et al.* (1989b) mencionan que *M. acanthurus* presenta una elevada fecundidad con una media de 8,929 huevoecillos, y que ésta se incrementa al aumentar la longitud total del animal de manera proporcional, con la siguiente función lineal $F = -14712 + 2411.8 LT$

Corey y Reid (1991) informan que la fecundidad de *M. offersii* se representa matemáticamente por la ecuación $F = -5449.21 + 773.23LT$ y que, en promedio, esta especie presentó 3098 huevoecillos.

Scaico (1992) señala que la relación fecundidad/longitud total de las hembras de *Macrobrachium amazonicum* estuvo representada por la ecuación $F = -658.2 + 22.94LT$, misma que es muy cercana a la referida por otros autores para esta misma especie pero de diferente lugar, este investigador interpreta que tales variaciones en la fecundidad son el resultado de las interacciones del organismo con las condiciones ambientales de su habitat, sin descartar que esta variabilidad puede deberse a las características genéticas de las diferentes poblaciones.

d) Osmoregulación

McNamara y Moreira (1987) recolectaron *M. olfersii* para un estudio sobre el consumo de oxígeno en el río Guaecá en Brasil, cuyas aguas presentaban aproximadamente 22°C de temperatura y una salinidad menor a 1 u.p.s. Estos autores señalan que de acuerdo con Hedgpeth (1957), los organismos de *M. olfersii* son considerados recientes invasores de las aguas dulces, puesto que ellos pueden soportar amplias gamas de variación en la salinidad. Asimismo, hacen énfasis de que durante el ingreso de los animales a las aguas dulces emplean mecanismos de regulación iónicos y osmóticos, con aumento de la captación de oxígeno.

En 1991 Gasca-Leyva *et al.* llevaron a cabo un estudio sobre los efectos que tienen los cambios de temperatura y de salinidad en las necesidades de oxígeno disuelto de *M. acanthurus*. Ellos observaron que al incrementarse la salinidad de 0 a 10 u.p.s. en temperatura de 20°C la tasa de consumo de oxígeno decrecía aproximadamente en un 10%, y al subir la temperatura, la disminución era cada vez menor.

Signoret (1991) menciona que *M. carcinus* son hiperosmóticos en aguas dulces con bajas salinidades manteniendo sus concentraciones osmóticas de hemolinfa entre los 400 y 500 $\mu\text{Osm/kg}$ a 15 u.p.s., estos organismos fueron recolectados en la parte baja del río Huitzilapan.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué influencia tienen en el marco ambiental los cambios espacio-temporales del habitat sobre la distribución, composición y reproducción en las poblaciones de los langostinos *M. acanthurus*, *M. carcinus*, *M. heterochirus* y *M. offersii* en el río Huitzilapan?

HIPOTESIS

Los cambios espacio-temporales del habitat, representados en los modelos y parámetros de las relaciones entre algunas variables biológicas y abióticas influyen de manera distinta en la distribución y composición de las capturas de las diferentes especies.

OBJETIVO GENERAL

Investigar dentro del marco ambiental como influyen los cambios espacio-temporales del habitat sobre la distribución y composición de las capturas de las especies de langostinos que habitan en uno de los afluentes, en el cauce principal y en la desembocadura del río Huitzilapan, Veracruz, México.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Registrar la salinidad, oxígeno disuelto, temperatura, pH y velocidad de la corriente para cada sitio de recolecta y época del año
- Obtener los valores de la longitud total, del caparazón, y del peso de las diferentes especies para cada sitio de recolecta y época del año.
- Relacionar la longitud total, del caparazón, y peso de las especies más importantes y las variaciones de éstos valores con los factores abióticos.
- Estimar la fecundidad de las diferentes especies para cada sitio de recolecta y época del año.
- Relacionar los factores ambientales con la presencia de las especies más importantes

AREA DE ESTUDIO.

La cuenca del río Huitzilapan cubre un área de 2,827 km² y se sitúa entre los 19° 10', 19° 35' de latitud norte y 96° 17', 97° 16' de longitud oeste. Colinda por el norte con la cuenca del río Actopan, hacia el sur con la del río San Francisco y la laguna de San Julián y al occidente con la región hidrológica No. 18 de la República Mexicana (Fig. 1).

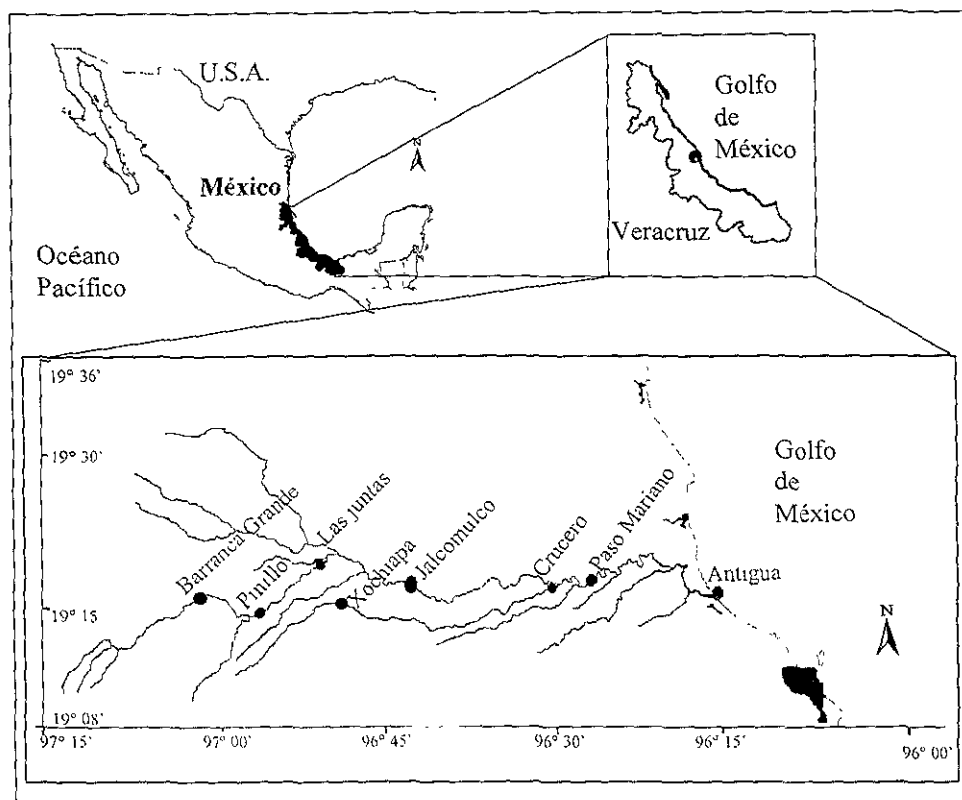


Fig. 1 Localización de la zona de estudio y sitios de muestreo.

Este río tiene su origen en la Sierra Madre Oriental a una altitud de 3400 msnm, al oriente de la población González Ortega en el Estado de Puebla. Fluye hacia el sureste en terreno montañoso y a la altura de Rancho Calixtla varía su rumbo hacia el este-noroeste hasta la confluencia con el río Barranca Grande, a 3 Km al norte del cerro del mismo nombre (Anónimo, 1970)

Este afluente nace a 3,400 msnm en la porción sur occidental del Cofre de Perote, fluye en terrenos de topografía accidentada de fuertes pendientes hasta su afluencia con el río del Resumidero, por la margen izquierda a 1,350 msnm; en este

io el colector general cambia al nombre de Río de los Pescados, sigue su curso noreste y en los límites de los estados de Puebla y Veracruz cambia al noreste (Anónimo, 1970). En el lugar denominado Las Juntas recibe en su margen izquierda las aguas del río Chico, que se forma 5 Km arriba con la unión de los ríos Chilontla y el Comalapa; después de 1.25 Km afluye por la margen izquierda al río Texolo.

Los arroyos que dan lugar al río Texolo se originan en las curvas de nivel entre 500 y 4000 msnm, en la pendiente oriental del Cofre de Perote, siguen un rumbo este - sureste, por terrenos de topografía accidentada de fuertes pendientes y confluyen a 10 km al oriente de Teocelo, Veracruz; a partir de este punto, por el mismo tipo de terrenos, el río Texolo cambia su rumbo hacia el sureste; a 6 km da lugar a la cascada que lleva su nombre y recibe las aguas del río Xico; continúa su rumbo hacia el sureste y ya en Las Juntas, por su margen izquierda, recibe las descargas del río de Las Puentes, el de Mahuixtlan y el río Consolapa, de este último, aproximadamente a 4.5 km de su unión con el colector general.

Dicho recolector general, en este sitio, recibe el nombre de Río Grande. Desde esta confluencia cambia su denominación al de Jalcomulco, que conservará hasta su unión con el Zacoapan. Sigue su curso sureste y aguas abajo en la población de Jalcomulco, Veracruz, fluye por el margen izquierdo al arroyo de Tlacoyunca, continuando su flujo cerca del poblado de Apazapan; de este poblado continúa su curso hacia el este por una zona de meandros y pequeñas elevaciones hasta su afluencia por el margen derecho al río Zacoapan, aguas arriba de Puente Nacional.

La cuenca del río Santa María tiene un área de 335 km, la corriente se origina en los límites de Veracruz y Puebla con una elevación de 1,550 msnm, a 9 km al noroeste de Huatusco, Ver., sigue su curso noroeste en terreno accidentado, de fuertes pendientes que varía a pendientes moderadas a partir de la Hacienda Tetetla, en donde sigue su rumbo hacia el oriente hasta su confluencia con el río La Antigua, a 150 msnm.

El colector continúa su recorrido hacia el oriente a través de terreno plano aprovechable para cultivo, forma un gran número de meandros y a la altura de Paso Mariano fluye por el margen derecho al río Lagartos, sitio en el que se localiza la presa derivadora La Antigua, aguas abajo de este distrito se sitúa la población Villa José Cardel, a partir de donde el curso del recolector general varía hacia el sureste, y 4 km antes de su desembocadura afluye por el margen derecho al río San Juan, que es afluente del Paso de Ovejas.

El río Paso de Ovejas, recolector de afluentes, tiene su origen 9 km al noreste de la población de Huatusco, Veracruz, a una elevación de 1,350 msnm, se inicia con el nombre de río Comapa, fluye en un recorrido de 21 km hacia el oriente a través de terreno montañoso, cambia su nombre a Paso de Ovejas, discurre durante 37 km con un curso hacia el noreste, fluye por el poblado del mismo nombre cruzando terrenos planos aprovechados en cultivos, y al sur de Salmoral cambia el rumbo de su curso hacia el sur, confluye con el río San Juan y con este nombre afluye al río La Antigua que continúa su flujo al este — sureste, y descarga sus aguas en la Boca La Antigua, del Golfo de México (Anónimo, 1970)

MATERIALES Y METODOS.

Se realizaron cuatro recolectas cada tres meses durante 1998 (marzo, junio, septiembre, diciembre). Estas recolectas fueron nocturnas y se efectuaron en ocho sitios de muestreo en el río Huitzilapan (en uno de los afluentes y en el cauce principal, ver mapa 1):

- 1) Barranca Grande, municipio de Cosautlán, Ver. ($19^{\circ} 19.643' N$, $97^{\circ} 01.257' O$).
- 2) Pinillo, municipio de Tlaltetela, Ver. ($19^{\circ} 18.401' N$, $96^{\circ} 56.031' O$).
- 3) Xochiapa, municipio de Huatusco, Ver. ($19^{\circ} 16.61' N$, $96^{\circ} 47.941' O$).
- 4) Las Juntas, municipio de Teocelo, Ver. ($19^{\circ} 22.244' N$, $96^{\circ} 51.377' O$).
- 5) Jalcomulco, municipio de Coatepec, Ver. ($19^{\circ} 09.475' N$, $96^{\circ} 45.674' O$).
- 6) El Crucero, municipio de Puente Nacional, Ver. ($19^{\circ} 19.508' N$, $96^{\circ} 30.790' O$).
- 7) Paso Mariano, municipio de Puente Nacional, Ver. ($19^{\circ} 13.953' N$, $96^{\circ} 27.782' O$).
- 8) La Antigua, municipio de Cardel, Ver. ($19^{\circ} 18.512' N$, $96^{\circ} 16.936' O$).

Los langostinos fueron recolectados con trampas (nasas) y con redes (atarrayas), y se identificaron con base en la forma, el tamaño del segundo pereiópodo, y en la fórmula rostral. Posteriormente se les determinó el sexo y se anotaron los valores obtenidos de las siguientes medidas: la longitud total (que comprende de la punta del rostro hasta la parte anterior del telson), la longitud del caparazón (de la punta del rostro hasta la unión del abdomen con el caparazón) esto último con ayuda de un vernier que tenía una escala en 0.01 mm; asimismo se obtuvo su peso total húmedo utilizando una balanza digital portátil OHAUS, con una precisión de 0.01 g.

A las hembras ovígeras se les midió la longitud del caparazón y la longitud del abdomen, la longitud total y el peso, además se les conservó por separado en bolsas de plástico para contar posteriormente los huevecillos. Esto se hizo de la siguiente forma: primero se separaron los huevecillos en su totalidad, después se colocaron en jeringas de 5 ml de capacidad y se anotaba la cantidad de ml ocupada por los huevecillos, para posteriormente contar los huevos contenidos en una alícuota de 0.2 ml, este dato se extrapolaba para estimar el número de huevecillos que podía tener la hembra en cuestión. También se midieron 30 huevos de cada hembra con la ayuda de un microscopio Olympus.

Así también, durante la recolecta 19.00 y 24.00 horas (debido a que se ha observado mayor actividad de los langostinos durante este periodo de tiempo), se midieron en distintos puntos del área de captura¹, la temperatura (con un termómetro de cubeta con precisión de $1^{\circ}C$), las concentraciones de sales (con un refractómetro AMERICAN OPTICAL con una precisión de 2 u.p.s.); el oxígeno disuelto del agua (con un medidor de oxígeno YSI 5000 ± 0.01 mg/l y 0.1 % de saturación); el pH (con un papel indicador Wattmann con precisión de una unidad) y la velocidad de la corriente (con un corrientímetro General Oceanics, modelo 2035 MK III, 0.02 m/seg).

Los datos de las variables abióticas y biométricas se anotaron en una hoja diseñada ad hoc (Ver Anexo Tabla 1)

¹ Que fueron los límites del área, las partes intermedias, las zonas de mayor o menor corriente, las partes someras o profundas

Análisis estadístico

Se realizaron análisis estadísticos para obtener los siguientes parámetros: medias, máximos y mínimos, la desviación estándar y la varianza, para los datos biométricos obtenidos en cada sitio y fecha de muestreo y separando los sexos, con el fin de encontrar las diferencias que pudieran tener las biometrías mencionadas en cada sitio o fecha de recolecta.

Asimismo, se realizaron regresiones para describir las relaciones que existen entre las variables bióticas como lo describen Cock (1966) y Gould (1966) así como Lovett y Felder (1989); se seleccionó el mejor modelo entre el exponencial, lineal y multiplicativo, bajo el criterio del mayor coeficiente de determinación estimados con el programa de computo Statgraphics 2.0.

Para examinar las diferencias entre las pendientes de las regresiones calculadas se usó la prueba t de Student's para confirmar la hipótesis de que $b = 3$ en la relación longitud total - peso y $b = 1$ en la relación longitud total - longitud del caparazón. Asimismo, se analizó la significancia de las pendientes con el paquete estadístico de crecimiento relativo en crustáceos REGRANS de Pezzuto (1993).

Se realizó el análisis de conglomerados para relacionar los parámetros biométricos de las relaciones mencionadas y las variables abióticas de cada uno de los sitios y para cada época del año. Se utilizó el método del vecino más cercano y la distancia métrica usada fue la euclidiana, todo esto se hizo con el paquete estadístico Statgraphics 2.0

RESULTADOS

Los resultados están organizados de manera general a particular, primero se describirán las épocas del año y sus zonas así como sus características ambientales, las variaciones biométricas de los langostinos más abundantes, y las preferencias ambientales de cada especie; posteriormente, se presentarán las variaciones en las relaciones longitud total – peso y longitud total – longitud del caparazón para el total de los organismos recolectados según la especie; subsecuentemente, se explicarán las variaciones en la fecundidad estimada para cada especie y finalmente se mostrarán a detalle los resultados de las variaciones ambientales y biométricas por fecha y sitios de muestreo, así como la relación de dichas variaciones biométricas con el marco ambiental que prevaleció durante los muestreos.

a) Resultados por época y zona de recolecta

Se identificaron dos épocas del año, la época de secas (que comprendieron los meses de diciembre a mayo) y la de lluvias (de junio a noviembre). En la primera época, se ubicaron tres zonas en el río, la zona A (alta) que comprendió los sitios de Barranca Grande, Pinillo, Las Juntas y Xochitanga; la zona B (media) con las estaciones de Jalcomulco, Crucero y Paso Mariano y la Zona C (baja) con La Antigua (Fig 2).

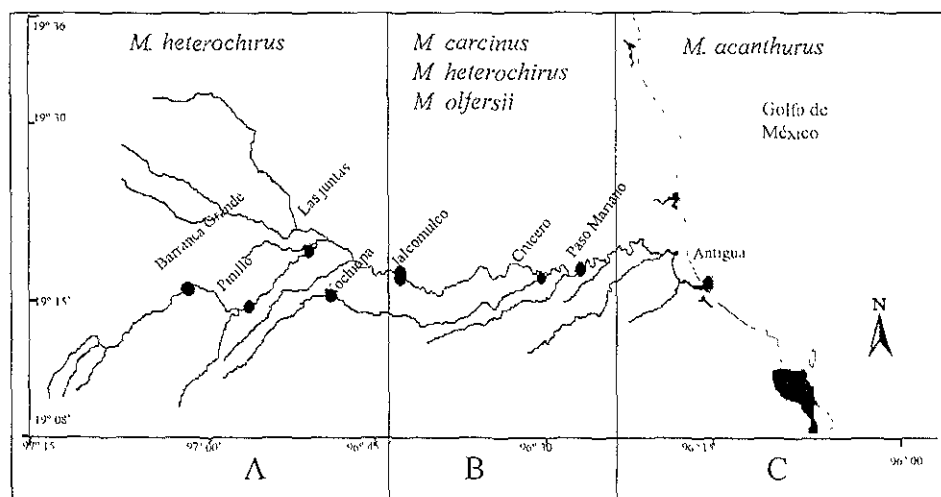


Fig 2 - Ubicación de las zonas A (alta), B (media) y C (baja) en el río Huitzilapan durante la época de secas.

En la primera zona (A), se recolectaron 53 organismos de *M. heterochirus* dos machos por cada hembra, y un animal de *M. carcinus*. Los valores de temperatura oscilaron

entre 16.7 y 21.5°C; la velocidad de la corriente fue de 0.2 a 2.36 m/seg; el oxígeno disuelto fue de 5.45 a 9.31 mg/l; con un porcentaje de saturación de 58.4 a 100.7% y el pH se mantuvo en 7

En la segunda zona (B), se recolectaron 162 de *M. carcinus* con 2 hembras por cada macho recolectado; 143 organismos de *M. heterochirus* con una proporción de un macho por cada hembra capturada y 19 de *M. olfersii*. Los valores de temperatura oscilaron entre 18.53 y 27.27 °C, la velocidad de la corriente fue de 0.13 a 1 m/seg; el oxígeno disuelto fue de 6.61 a 9.09 mg/l; con un porcentaje de saturación de 77.7 a 105.9 %. El pH se mantuvo en 7 y la salinidad fue nula.

En la tercera zona (C), se capturaron 354 ejemplares de *M. acanthurus* con una proporción de sexos de 19 machos por cada hembra capturada. La temperatura fluctuó entre 18.38 y 28.65 °C; la velocidad de la corriente osciló entre 0.18 y 0.52 m/seg; el oxígeno disuelto osciló entre 7.08 y 8.68 mg/l; el porcentaje de saturación registrado fue de 85.8 % como valor mínimo y de 102.3 % de valor máximo, la concentración de sal en el agua fue de 4 a 20.6 u.p.s.

En la segunda época (lluvias), se ubicaron dos zonas en el río la zona A (alta-media) con las estaciones de Barranca Grande, Pinillo, Las Juntas, Xochitlapan y Jalcomulco, y la zona B (media-baja) con los sitios de Crucero, Paso Mariano y La Antigua (Fig. 3).

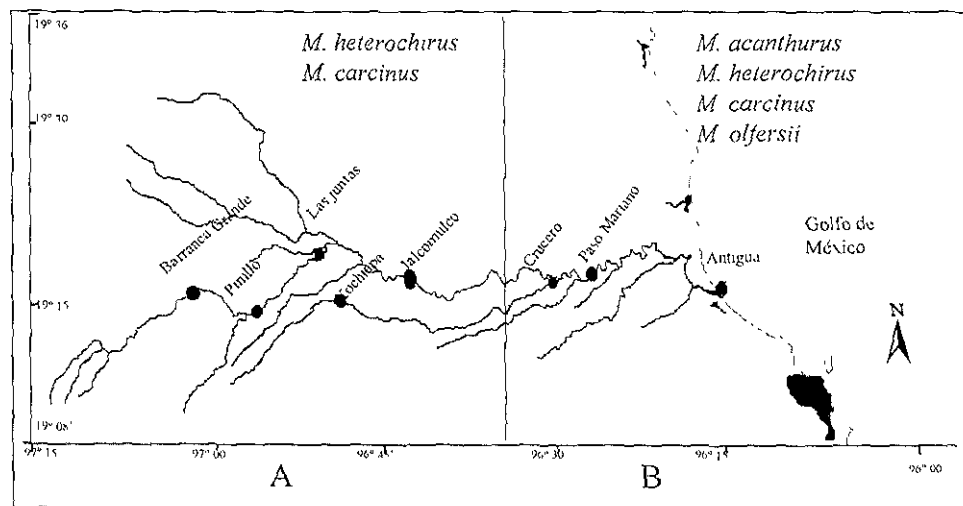


Fig 3.- Ubicación de las zonas A (alta-media) y B (media-baja) en el río Huitzilapan durante la época de lluvias

En la primera zona (A) se capturaron 70 organismos de *M. heterochirus* con una proporción de 1.5 machos por cada hembra recolectada; y 8 langostinos de *M. carcinus*, todos ellos machos. Los valores de temperatura oscilaron entre 19 y 19

27.6°C; la velocidad de la corriente fue de 0.33 a 3 m/seg; el oxígeno disuelto de 6.35 a 13.65 mg/l; el porcentaje de saturación de 80.5 a 160.9 %; el pH se mantuvo en 7 y la salinidad fue nula.

En la segunda zona (B) se capturaron 674 organismos de *M. acanthurus* con una proporción de 1.2 machos por cada hembra; 105 de *M. heterochirus* con una proporción de 2.3 hembras por cada macho; 83 organismos de *M. carcinus* con una proporción de 2 hembras por cada macho capturado y 6 de *M. offersii* un macho por cada hembra recolectada. La temperatura osciló entre 24.96 y 32.4 °C, la velocidad de la corriente fue de 0.2 a 2.2 m/seg, el oxígeno disuelto fluctuó de 5.14 a 13.09 mg/l y el porcentaje de saturación varió de 68.3 a 163.8 %, el pH se mantuvo en 7 y la salinidad fue de 10 a 20 u.p.s.

Se identificaron tres especies importantes en el río Huitzilapan: *M. acanthurus*, *M. carcinus* y *M. heterochirus*, mismas que se distribuyeron de la siguiente forma: en la época de secas, en la zona A se recolectaron organismos de *M. heterochirus*, en la zona B se recolectaron *M. heterochirus* y *M. carcinus*, y en la zona C sólo se recolectaron *M. acanthurus*; en cambio, en la época de lluvias, en la zona A se recolectaron animales de *M. heterochirus* y *M. carcinus*, y en la zona B decápodos de las especies *M. carcinus* y *M. acanthurus* (fig. 4).

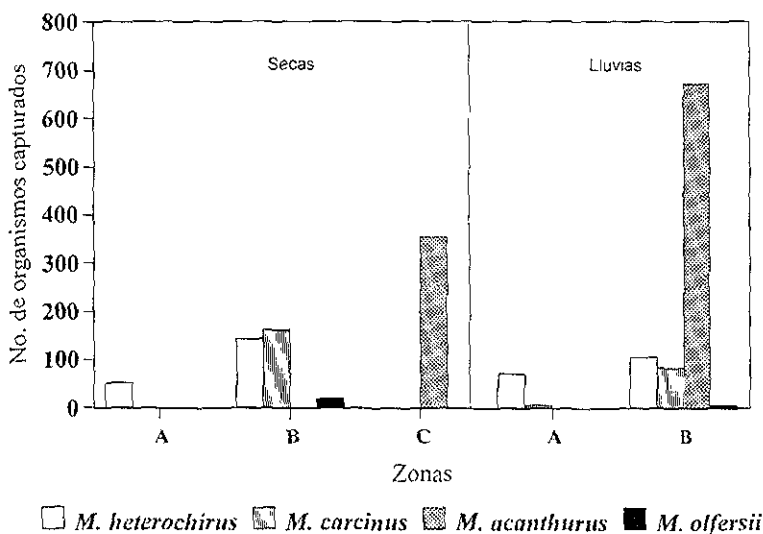


Fig. 4 Número de organismos capturados para cada especie en las distintas épocas y zonas de recolecta.

M. heterochirus prefiere las zonas de bajas temperaturas, altas concentraciones de oxígeno disuelto y bastantes caídas de agua, en cambio *M. carcinus* prefiere las zonas

en donde existen posas, menor velocidad de corriente y una temperatura más alta que la especie anterior, pero *M. acanthurus* prefiere las zonas salobres y una temperatura más alta, en contraste con las especies mencionadas. De estas zonas la zona baja y media en las dos épocas son las más importantes pues es aquí en donde se recolectaron en su mayoría las hembras ovígeras de las especies.

Las variaciones biométricas para cada especie según la época y zona de recolecta se representaron principalmente en la relación longitud total – peso para *M. acanthurus* (fig. 5) la pendiente fue mayor en lluvias que en secas y lo anterior se le atribuye a la mayor disponibilidad de alimento en lluvias debido al arrastre de muchos materiales por el aumento de la cantidad de agua así como su velocidad, estos animales preferentemente se les encuentra en la zona baja en las dos épocas y su migración no es tan evidente como *M. heterochirus* o *M. carcinus*.

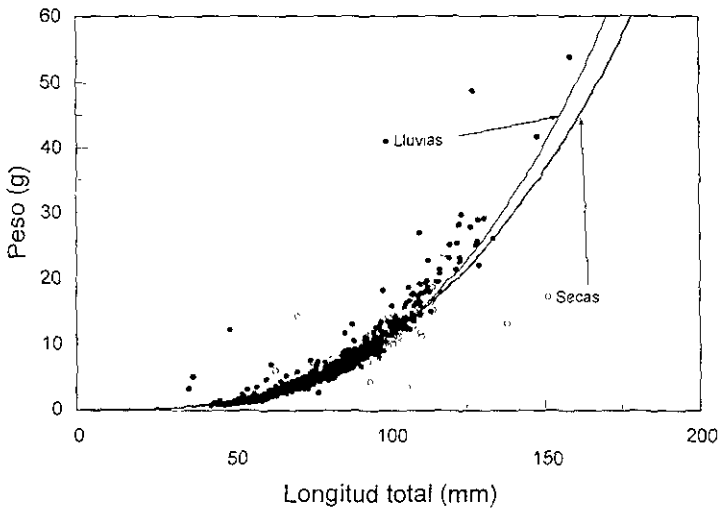


Fig 5 - Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total – peso para *Macrobrachium acanthurus* recolectados en la zona más baja, tanto en la época de lluvias (B) [$P=0.00000681LT^{3.11}$ ($r^2=0.913$)], y secas (C) [$P=0.0000207LT^{2.67}$ ($r^2=0.851$)]

Para *M. carcinus* (fig. 6), a pesar de que las diferencias en las pendientes no es tan evidente como en la especie anterior, ocurre algo similar, pues es en lluvias cuando estos animales incrementan su peso con mayor rapidez que en la época de secas, en ambas épocas estos decápodos se encuentran en la zona media-baja. Esta zona no presentan tanta velocidad de corriente como la zona alta pero tampoco presenta salinidad como la zona más baja, por lo que la disponibilidad de alimento es fundamental durante la época de lluvias para que organismos de una misma talla presenten valores de peso diferentes.

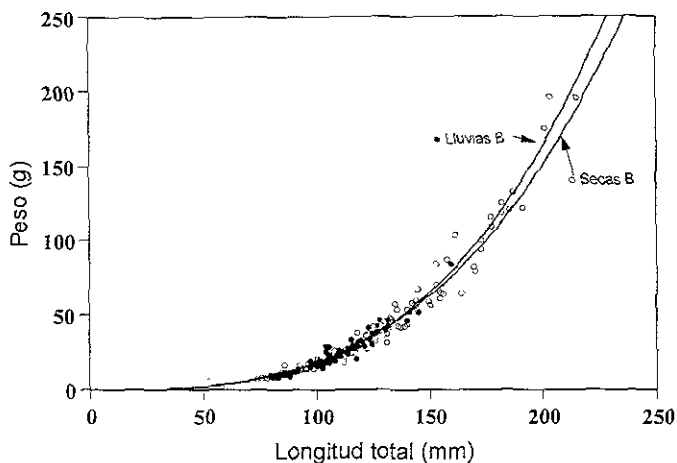


Fig 6.- Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total - peso para *Macrobrachium carcinus* recolectados en la zona B, tanto en la época de lluvias [$P= 0\ 0000705LT^{3.2}$ ($r^2= 0\ 949$)], y secas [$P= 0\ 000015LT^{3.04}$ ($r^2= 0\ 971$)]

En *M. heterochirus* (fig. 7), que fue la especie con mayor distribución dentro del río, durante la época de secas, los organismos que se recolectaron en la zona A presentaron menor pendiente que los recolectados en la zona B, esto debido a que en la primera zona la velocidad de la corriente era mucho mayor que en la segunda, y por lo tanto la energía que estos animales pueden destinar para incrementar de peso, la ocupan en sostenerse en el fondo del río o para migrar o emigrar durante esta época del año. En cambio durante la época de lluvias la zona A presentó mayor pendiente que la zona B, aquí ocurrió lo contrario, pues en la zona B, para esta época las cantidades de agua así como su velocidad fueron mucho mayores que en la zona A, por lo que los organismos tenían que ocupar su energía en sostenerse o bien se encontraban escondidos y solo los organismos más pequeños fueron recolectados; por el contrario, en la zona A, la cantidad de agua fue menor y los organismos dedicaron su energía en incrementar su peso. Es evidente que cuando el ambiente no está ejerciendo presión sobre estos animales, ellos aprovechan estos momentos para mudar y crecer, así como reproducirse pues en secas *M. heterochirus* presentó el mayor número de hembras ovígeras.

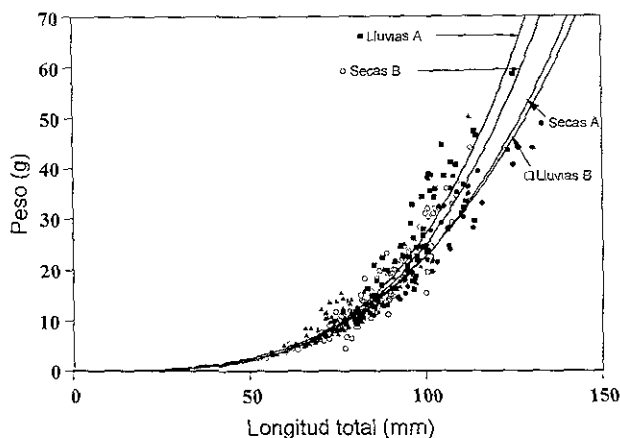


Fig. 7 - Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total - peso para *Macrobrachium heterochirus* recolectados durante la época de secas en la zona A [$P=0.00000601LT^{3.29}$ ($r^2=0.945$)] y en la zona B [$P=0.0000157LT^{3.6}$ ($r^2=0.925$)], así como durante la época de lluvias en la zona A [$P=0.00000952LT^{3.73}$ ($r^2=0.838$)] y en la zona B [$P=0.0000127LT^{3.13}$ ($r^2=0.818$)]

b) Relaciones longitud total - peso del total de los organismos recolectados para cada especie.

Al hacer el análisis para el total de las capturas, la relación longitud total - peso para las hembras de *M. acanthurus*, fue descrita por el modelo $P=0.0000052526LT^{3.16812}$ ($r^2=0.965$), para los machos con el modelo $P=0.0000082916LT^{3.07615}$ ($r^2=0.905$) y cuando se analizó a toda la población el modelo fue $P=6.68 \times 10^{-6}LT^{3.12}$ (fig. 8). Para las hembras de *M. carcinus* el modelo fue $P=0.0000051127LT^{3.26102}$ ($r^2=0.912$) y para los machos $P=0.00000115287LT^{3.52937}$ ($r^2=0.907$); asimismo, para toda la población el modelo fue $P=8.7 \times 10^{-7}LT^{3.6}$ (fig. 8). En *M. heterochirus* se estimó el modelo $P=0.0000058030 * LT^{3.26675}$ ($r^2=0.939$) para las hembras y $P=0.0000050458 * LT^{3.35544}$ ($r^2=0.898$) para los machos, y para la población total el modelo fue $P=2.95 \times 10^{-6}LT^{3.46}$ (Fig. 8). Lo cual significa que a una misma longitud *M. heterochirus* pesa más que *M. carcinus* que a su vez pesa más que *M. acanthurus*. Esto puede deberse a que la primera especie presenta el segundo par de pereiópodos muy desarrollados en comparación con las otras dos, y que a pesar de estar documentado que *M. carcinus* presenta mayor peso que los demás, en este lugar los pescadores utilizan trampas no selectivas y capturan organismos muy pequeños.

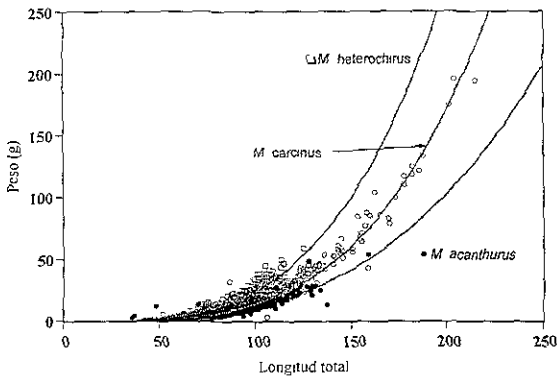


Fig 8.- Estimación de las relaciones longitud total - peso para las tres especies más abundantes capturadas en los cuatro meses en los distintos sitios de captura.

c) Relaciones longitud total - longitud del caparazón

La relación longitud total - longitud del caparazón de las hembras de *M. acanthurus*, fue descrita por el modelo $LC = \exp(11.3 + 0.041LT)$ ($r^2=0.937$), y para los machos el modelo $LC = \exp(15.4 + 0.112LT)$ ($r^2=0.863$) fue el que mejor describió la relación; sin embargo, cuando se analizó a la población total el modelo fue $LC = -1.8 + 0.49LT$ ($r^2=0.95$) (fig. 9). Para las hembras de *M. carcinus* el modelo que mejor describió esta relación fue $LC = 0.32862 + 0.43119LT$ ($r^2=0.917$) y para los machos $LC = 0.17484 + 0.4389LT$ ($r^2=0.924$); el modelo $LC = 3.66 + 0.422LT$ ($r^2=0.915$) describió la relación para toda la población (fig. 9). Para las hembras de *M. heterochirus* el modelo que mejor describe la relación fue $LC = 0.28463LT^{1.08077}$ ($r^2=0.933$) y $LC = 0.347244LT^{1.04699}$ ($r^2=0.943$) para los machos; para toda la población el modelo fue $LC = -3.71 + 0.463LT$ ($r^2=0.932$) (Fig. 9). En este caso los valores negativos del intercepto con el eje de las "y" para *M. heterochirus* y *M. acanthurus* el modelo estima que estos valores serían el valor más pequeño cuando la longitud total es cero, lo cual en la naturaleza no es posible puesto que al eclosionar los huevecillos estos animales tienen una longitud total y una longitud del caparazón, sin embargo la muestra analizada no contaba con animales demasiado pequeños y con algunos animales grandes, para estas dos especies ya que tenemos una parte de toda la población y por lo tanto se estimó un valor negativo. En cambio en *M. carcinus* el valor más pequeño de la longitud del caparazón indica la longitud que pueden tener los organismos al eclosionar sus huevecillos

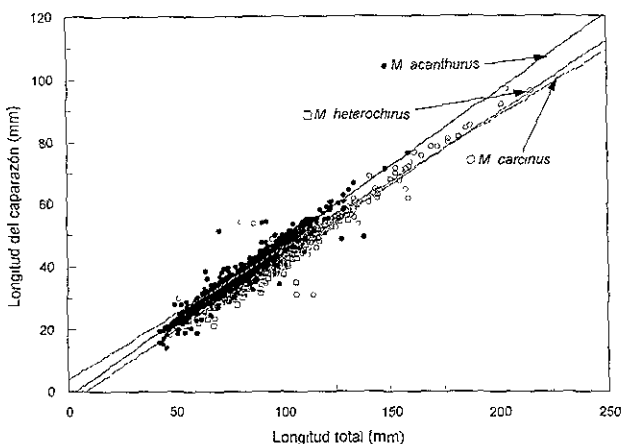


Fig 9 - Estimación de las relaciones longitud total - longitud del caparazón para las tres especies más abundantes capturadas en los cuatro meses en los distintos sitios de captura.

d) Fecundidad de los langostinos más abundantes.

Se recolectaron 124 hembras de *M. acanthurus* de las cuales 36 estaban ovígeras, lo que representa el 29 % del total con longitudes totales de 42 a 110.4 mm. En la fig. 10 se muestra la relación entre la longitud del abdomen - el número de huevos, que es representada por la ecuación $F = 0.00118LA^{3.95}$ con un coeficiente de determinación de 0.623.

En este caso de fecundidad el modelo potencial con una pendiente por arriba del valor de 3 indica que los huevos tienen un volumen y que de este volumen y de su tamaño dependerá también el número que pueda contener el abdomen de estos animales, pues a una misma longitud podemos contar un número diferente de huevos, sin embargo no se debe olvidar que las condiciones fisiológicas de las hembras y los inconvenientes que tienen que librar (capturas con atarrayas, hongos, mala fecundación), influyen de manera significativa en el número de huevos.

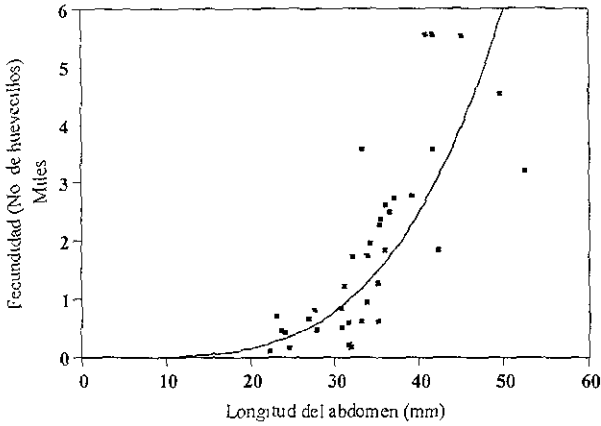


Fig 10- Estimación de la relación longitud del abdomen - fecundidad para *Macrobrachium acanthurus*.

Se capturaron 146 hembras de *M. carcinus* de las cuales 16 presentaron huevos. Las hembras ovígeras representan el 11 % del total con longitudes totales que van de 46.4 a 127.7 mm; en la Fig. 11 se muestra la relación entre la longitud del abdomen - el número de huevos, que es descrita por $F = 0.00151LA^{3.94}$, con un coeficiente de determinación de 0.808

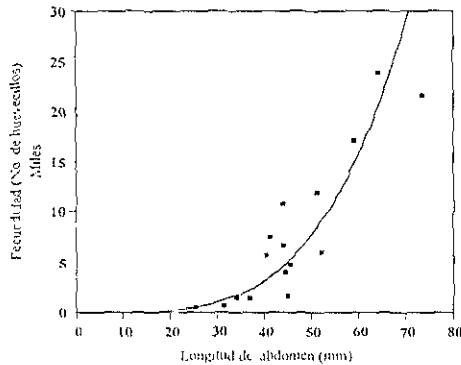


Fig 11- Estimación de la relación fecundidad/longitud del abdomen, para *Macrobrachium carcinus*

Se recolectaron 160 hembras de *M. heterochirus* con longitudes de 51.7 a 153.1 mm, de las que 54 estaban ovígeras, lo que representa el 33.75 por ciento del total; en la Fig. 12 se muestra la relación entre el número de huevos y la longitud del abdomen descrita por $F = 0.0106LA^{3.35}$ con una $r^2 = 0.301$

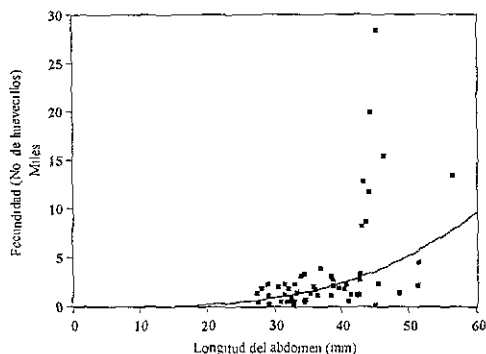


Fig 12- Estimación de la relación longitud del abdomen - fecundidad para *Macrobrachium heterochirus*

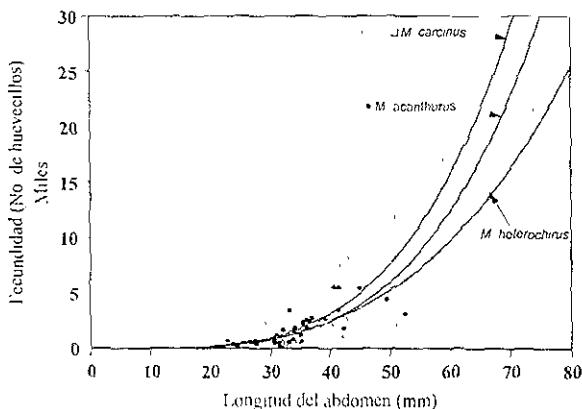


Fig 13 Comparación de la relación longitud del abdomen - fecundidad de *M. acanthurus*, *M. carcinus* y *M. heterochirus*

Tamaño y número de huevos

De los sitios de recolecta establecidos al inicio de la investigación sólo en cuatro de ellos (Las Juntas, Jalcomulco, Paso Mariano y La Antigua) se recolectaron hembras ovígeras de las tres especies, y en general son los más bajos en altura y más cercanos a la costa. Los langostinos *M. acanthurus* presentaron hembras ovígeras durante los

meses de junio y septiembre en la parte baja del río La Antigua; se recolectaron hembras ovígeras de *M. carcinus* durante los meses de marzo, junio y septiembre en la parte media-baja del río (Paso Mariano y La Antigua) y hembras ovígeras de *M. heterochirus* durante los meses de marzo, junio y septiembre en la parte media-alta del río Huitzilapan (Jalcomulco y Paso Mariano).

En *M. acanthurus* la presencia máxima de hembras ovígeras se observó en septiembre, cuando el 70 % de las hembras ovadas fueron capturadas. La fecundidad varió de 113 a 5568 huevos con una media de 1886 ± 1578 huevos y fue significativamente más grande en septiembre que en junio (Prueba de Student $t = 2.35$, $P < 0.05$). La media de la talla de todos los huevos fue de $63.25 \mu\text{m}$ (de 46.0 a $83.4 \mu\text{m}$), siendo significativamente más largos en junio (Prueba de student $t = 14.86$, $P < 0.00001$).

En *M. carcinus* las hembras ovígeras fueron restringidas a la sección más baja del río en Paso Mariano y La Antigua, y algunas veces los adultos estuvieron presentes en Las Juntas el mes de mayor ocurrencia fue en septiembre. El tamaño promedio de las hembras ovígeras no varió significativamente ni por sitio (Prueba de Student $t = 0.22$, $P > 0.05$) ni por la época del año (ANVA, $F = 2.93$, $P > 0.05$). Asimismo, la fecundidad fue estadísticamente la misma en Paso Mariano y La Antigua (Prueba de student $t = 0.57$, $P > 0.05$). Sin embargo, el promedio del tamaño del huevo difiere significativamente con la época del año (ANVA, $F = 15.09$, $P < 0.0001$) siendo más pequeña en marzo con un promedio de $49.7 \pm 1.07 \mu\text{m}$, intermedio en junio con una talla promedio de $54.28 \pm 0.47 \mu\text{m}$ y más grandes en septiembre con un promedio de $56.95 \pm 0.76 \mu\text{m}$.

En *M. heterochirus* el promedio de la longitud total de las hembras ovígeras no varió significativamente con la época del año (ANVA, $F = 0.55$, $P > 0.05$). La fecundidad varió de 293 a 28512 huevos con un promedio de 3659 ± 5392 huevos. Sin embargo, la fecundidad media en marzo, junio y septiembre no varió significativamente entre sí (ANVA, $F = 1.48$, $P > 0.05$). El promedio del tamaño de los huevos fue de $60.14 \mu\text{m}$ (de 45.0 a $73.0 \mu\text{m}$). En junio, cuando las hembras ovígeras fueron encontradas en tres estaciones (Paso Mariano, Jalcomulco y Las Juntas) y en junio fueron más frecuentes, el tamaño del huevo se incrementó significativamente con la distancia hacia el mar de un promedio de $59.8 \mu\text{m}$ a $65.8 \mu\text{m}$ (ANVA, $F = 21.93$, $P = 0.0001$). La estacionalidad del año en que se recolectaron los organismos también tuvo un efecto significativo sobre el tamaño del huevo como se muestra en las variaciones obtenidas en Paso Mariano cuando el tamaño del huevo varió entre $55.4 \mu\text{m}$ en marzo y $59.8 \mu\text{m}$ en Junio (ANVA, $F = 74.71$, $P < 0.00001$). A una misma longitud de abdomen en esta muestra *M. carcinus* presentó mayor número de huevos seguido por *M. acanthurus* y por *M. heterochirus*, asimismo, para las dos primeras especies después de los 20 mm de longitud de abdomen son sexualmente maduras, en cambio para la última especie esto ocurre después de los 25 mm de longitud del abdomen (Fig. 13).

e) Resultados obtenidos en cada fecha de muestreo

a.1) Marzo de 1998

Se recolectaron un total de 263 organismos de los cuales 172 fueron *Macrobrachium heterochirus*, 73 de *Macrobrachium carcinus* y 18 de *M. offersii*, no se capturó ningún ejemplar de *Macrobrachium acanthurus*.

Se encontró que la especie *M. heterochirus* se distribuye en la mayor parte de los sitios de muestreo, en cambio *M. carcinus* y *M. offersii* fueron más abundantes en las partes más bajas del río (Fig. 14).

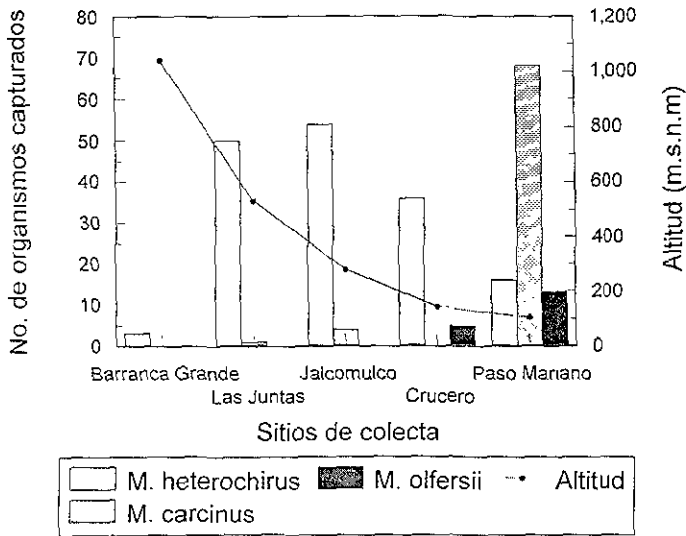


Fig. 14 - Número de organismos capturados para cada especie en los distintos sitios de recolecta y la altitud registrada en éstos.

Los valores de temperatura a lo largo del gradiente longitudinal se fueron incrementando al disminuir la altitud y los sitios estuvieron más cercanos a la costa. Con respecto a la velocidad de la corriente, los valores más altos se obtuvieron en los sitios intermedios (Jalcomulco, Xochiapa y Paso Mariano). El oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación en este gradiente altitudinal no presentó ninguna tendencia; esto quiere decir que los valores aumentaban o disminuían indistintamente a los cambios de altitud en los diferentes sitios. Los valores de pH no presentaron cambios (el pH fue de 7), y la salinidad sólo se incrementó en La Antigua con 4 u.p.s (Fig. 15).

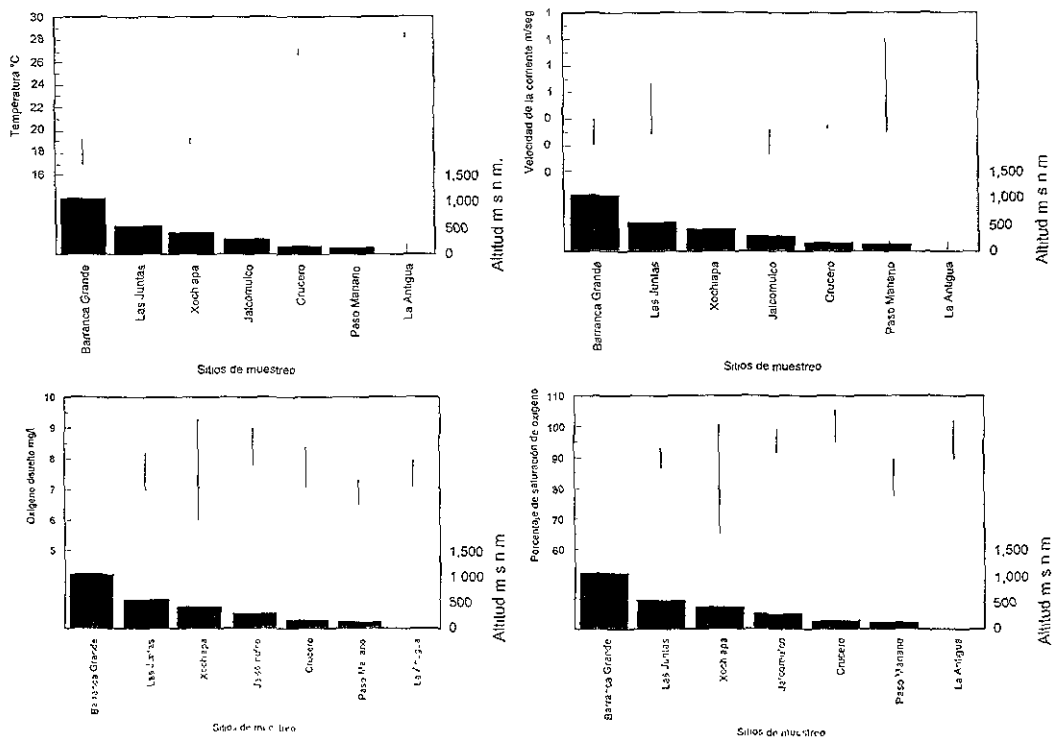


Fig 15 - Datos mínimos y máximos de las variables ambientales en los distintos sitios de muestreo que presentaron variaciones en sus valores, comparados con la disminución de la altitud de estos lugares.

a.2) Junio de 1998

Se recolectaron un total de 589 organismos de los cuales 126 fueron *M. heterochirus*, 50 *M. carcinus*, 2 *M. oifersii* y 411 *M. acanthurus*

Se encontró que *M. heterochirus* se distribuye en la mayor parte de los sitios de muestreo, con excepción de la parte baja del río, donde la más abundante fue *M. acanthurus* (fig. 16)

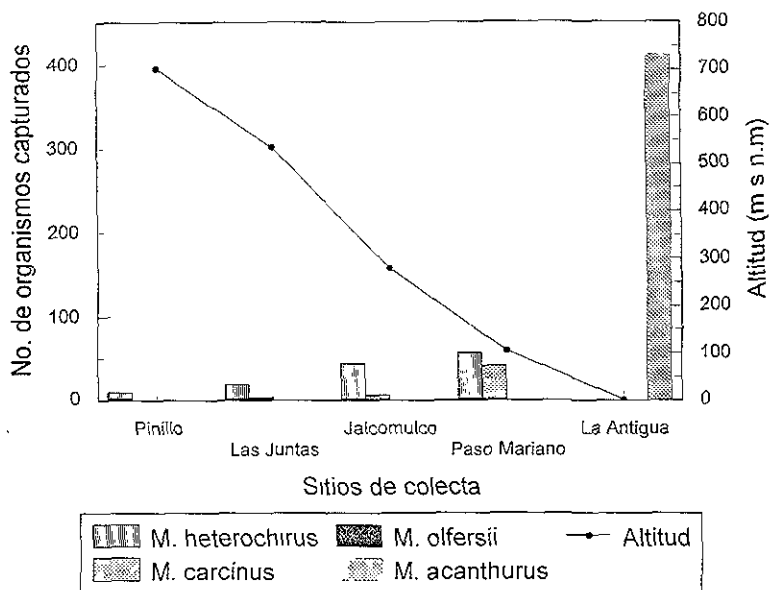


Fig. 16 - Número de organismos capturados para cada especie en los distintos sitios de recolecta y la altitud registrada en éstos.

Los valores de temperatura a lo largo del gradiente longitudinal se fueron incrementando al disminuir la altitud y los sitios fueron más cercanos a la costa. En cambio, la velocidad de la corriente decreció en los tres primeros sitios y se incrementó en las partes medias del río y de nuevo disminuyó en las partes bajas. El oxígeno disuelto y el porcentaje de saturación en este gradiente altitudinal disminuyó muy poco al disminuir la altura; sin embargo, en La Antigua se presentó nuevamente un incremento de los valores. Los valores de pH no presentaron cambios (el pH fue de 7), y la salinidad registrada siempre fue de 0 u.p.s (Fig. 17).

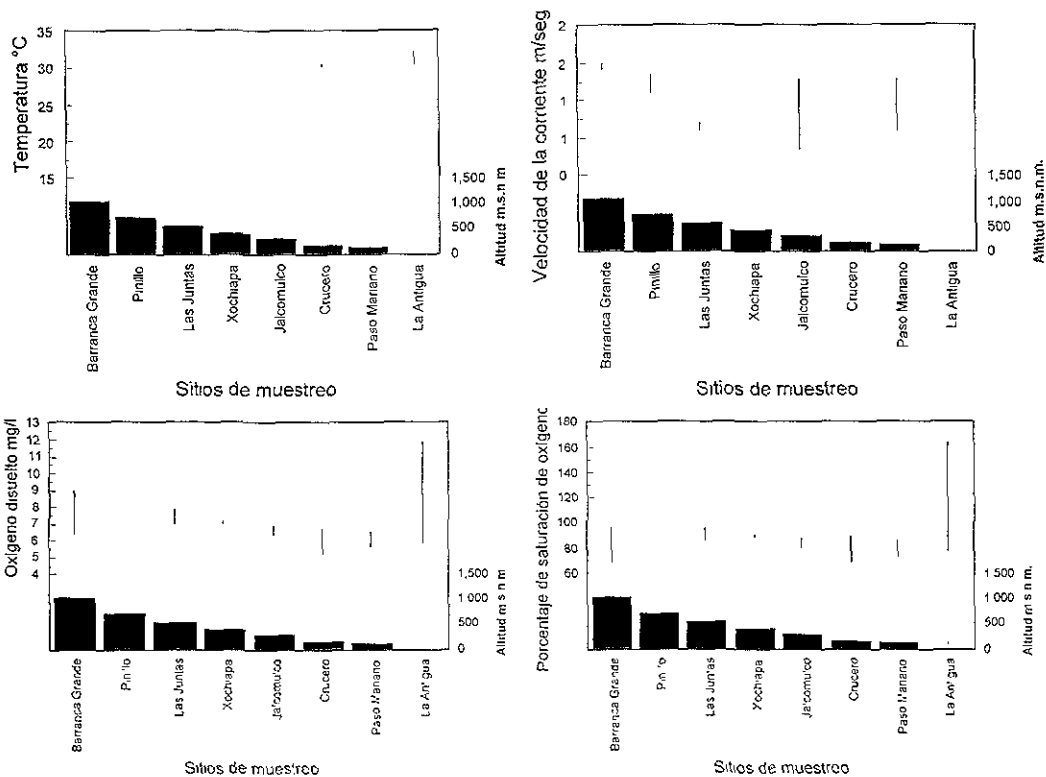


Fig 17 - Datos mínimos y máximos de las variables ambientales en los distintos sitios de muestreo que presentaron variaciones en sus valores, comparados con la disminución de la altitud de estos lugares

a.3) Septiembre de 1998

Se colectaron un total de 366 organismos de los cuales 56 fueron *M. heterochirus*, 42 *M. carcinus*, 5 *M. offersii* y 263 *M. acanthurus*.

Sólo se recolectaron organismos en los dos sitios más bajos del río y *M. acanthurus* fue la más abundante en comparación con las otras tres especies, sin embargo, *M. carcinus* fue recolectada en La Antigua, situación que no sucedió en las dos recolectas anteriores (fig 18).

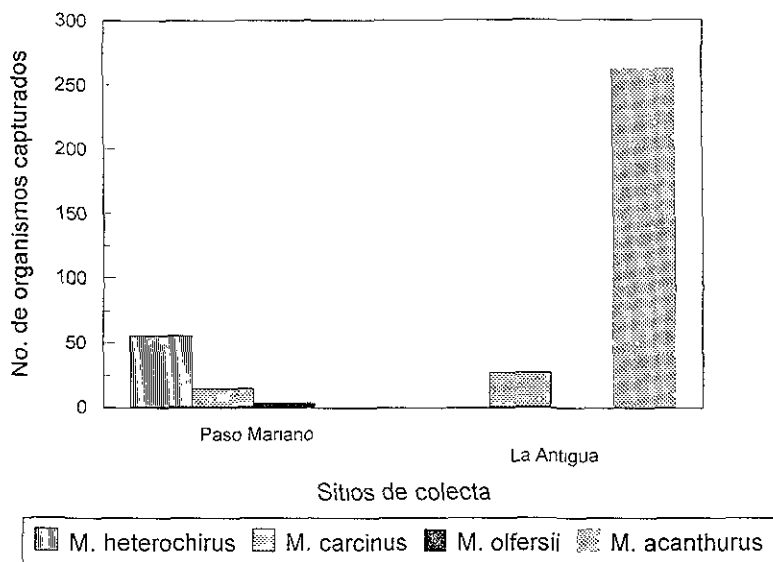


Fig. 18 - Número de organismos capturados para cada especie en los sitios de recolecta

Los valores de temperatura a lo largo del gradiente longitudinal se fueron incrementando conforme disminuyó la altitud y los sitios estuvieron más cercanos a la costa. Tal situación es contraria a la que se registró para la velocidad de la corriente, pues los valores más altos se obtuvieron en los sitios más altos. El oxígeno disuelto disminuyó conforme disminuía la altura de los sitios de recolecta, el porcentaje de saturación no presentó ninguna tendencia, los valores se incrementaron o disminuyeron indistintamente a la altitud de los sitios de recolecta. Los valores de pH no presentaron cambios (el pH fue de 7), y la salinidad sólo se incrementó a 10 u.p.s. en el sitio de La Antigua, en la desembocadura del río (Fig. 19).

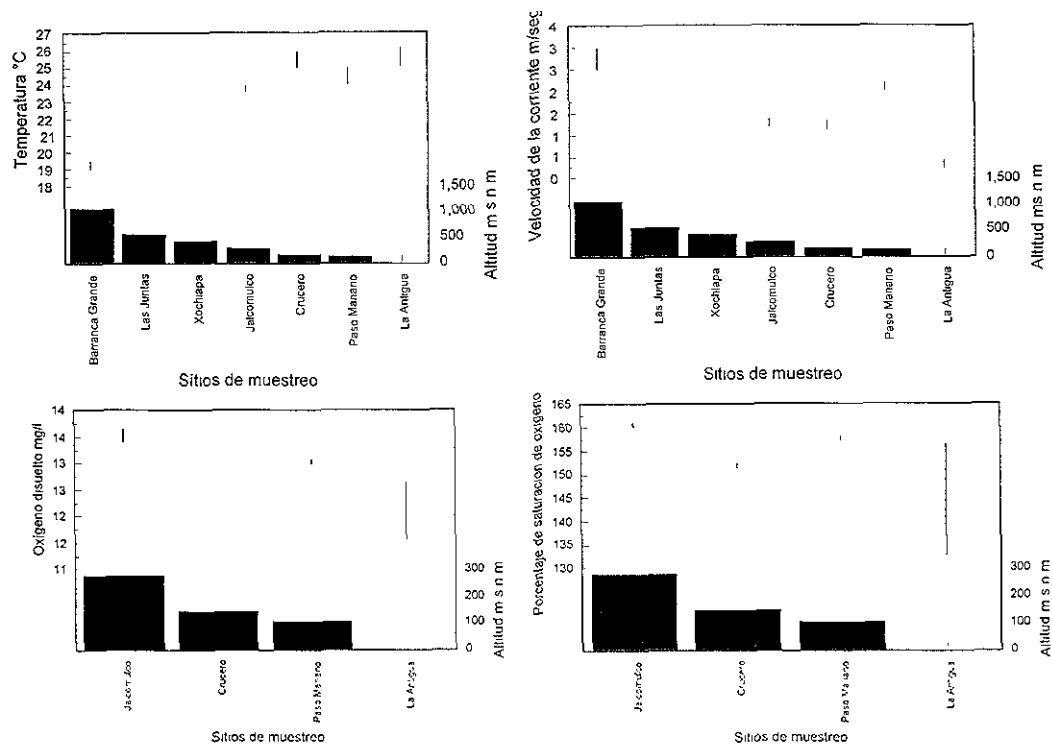


Fig 19.- Datos mínimos y máximos de las variables ambientales en los distintos sitios de muestreo que presentaron variaciones en sus valores, comparados con la disminución de la altitud de estos lugares

a 4) Diciembre de 1998

Se recolectaron un total de 469 organismos de los cuales 24 fueron *M. heterochirus*, 90 *M. carcinus*, 1 *M. offersii* y 354 *M. acanthurus*.

Sólo se recolectaron organismos en los dos sitios más bajos del río (Paso Mariano y La Antigua), y en un sitio intermedio (Jalcomulco), la especie *M. acanthurus* fue la más abundante, como sucedió en septiembre, en comparación con las otras tres especies (Fig. 20).

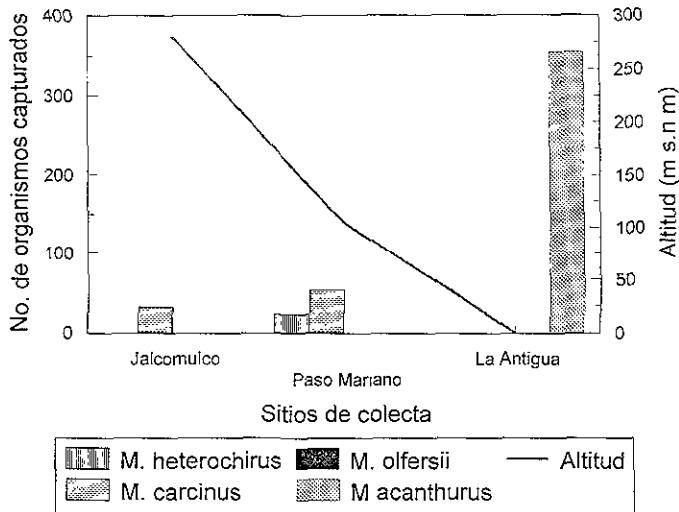


Fig. 20.- Número de organismos capturados para cada especie en los distintos sitios de recolecta y la altitud registrada en éstos.

Los valores de temperatura a lo largo del gradiente longitudinal aumentaron a medida que disminuyó la altitud y los sitios estuvieron más cercanos a la costa. Una situación contraria a lo que se observó en la velocidad de la corriente, ya que los valores más elevados se obtuvieron en los sitios más altos. El oxígeno disuelto disminuyó al disminuir la altura de los sitios de recolecta. Los valores de pH no presentaron cambios (el pH fue de 7), y la salinidad sólo se incremento en el sitio de La Antigua, precisamente en la desembocadura del río, con 20 u p s. (Fig. 21).

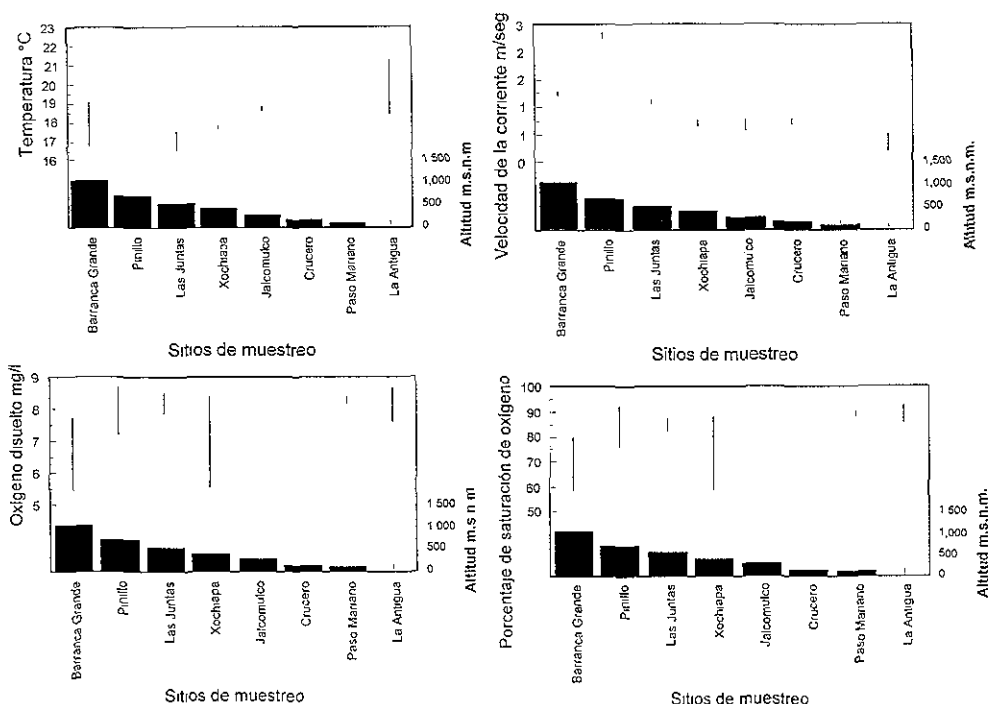


Fig. 21 - Datos mínimos y máximos de las variables ambientales en los distintos sitios de muestreo que presentaron variaciones en sus valores, comparados con la disminución de la altitud de estos lugares.

b) Resultados obtenidos en cada sitio de muestreo

1) Barranca Grande

En el sitio de recolecta, Barranca Grande sólo se recolectaron tres organismos de *M. heterochirus*, dos machos y una hembra, y no es posible hacer las relaciones longitud total - peso y longitud total - longitud del caparazón.

Los valores de temperatura de marzo de 1998 oscilaron entre 17 y 19.2°C; la velocidad de la corriente fue de 0.2 a 0.4 m/seg; el oxígeno disuelto fue de 5.94 mg/l; con porcentaje de saturación de 64.1%.

En junio de 1998 los valores de temperatura oscilaron entre 19.19 y 19.23°C; la velocidad de la corriente fue de 1.4 a 1.5 m/seg; el oxígeno disuelto fue de 7.68 mg/l, y el porcentaje de saturación de 83.2.1%

En septiembre de 1998 la temperatura fue de 19°C; la velocidad de la corriente de 2.5 a 3 m/seg, y no fue posible medir el oxígeno disuelto.

En diciembre de 1998, la temperatura osciló entre 16.7 y 19.06° C; la velocidad de la corriente presentó valores máximo y mínimo de 1.3 y 1.2 m/seg, el oxígeno disuelto fue de 5.45 a 7.79 mg/l y el porcentaje de saturación entre 59 y 80.1 %.

2) Pinillo

En este sitio de muestreo durante las recolectas de marzo y de septiembre, no fue posible medir variables ambientales debido a que existieron condiciones desfavorables para bajar a la barranca que incluso podrían resultar peligrosas. Sin embargo, durante la recolecta de junio se capturaron ocho especímenes de *M. heterochirus*, todos ellos machos, y los valores de temperatura oscilaron entre 22.37 y 22.48 °C, la velocidad de la corriente fue de 1.11 a 1.36 m/seg, el oxígeno disuelto en esa fecha fluctuó entre 8.44 y 8.5 mg/l, y el porcentaje de saturación estuvo entre 97.4 y 98 %.

En este lugar no se recolectó ningún organismo en diciembre. La temperatura fue de 18.1° C; la velocidad de la corriente fue de 2.26 a 2.36 m/seg; el oxígeno disuelto fluctuó entre 7.42 y 8.74 mg/l y el porcentaje de saturación fue de 76.1 a 91.6 %.

3) Las Juntas

En el mes de marzo, en Las Juntas se capturaron 50 individuos de *M. heterochirus* con atarraya. La proporción de sexos fue de dos machos por cada hembra. La relación longitud total - peso (fig. 22) muestra que a una misma talla, estos animales pesan más en junio que en marzo, y que después de 80 mm los organismos de junio incrementan su peso con mayor rapidez que los de marzo, en la relación longitud total - longitud del caparazón (fig. 23) en junio la velocidad de crecimiento del caparazón es mayor pero no tan diferente de marzo, esto puede deberse a que en junio está terminando la época de lluvias y que en un lugar en donde la velocidad de la corriente es significativa, cuando no existe ésta, los organismos aprovechan para incrementar su peso más que su longitud. En este lugar sólo se capturó un organismo de *M. carcinus*. Los valores de temperatura oscilaron entre 21.3 y 21.5° C; la velocidad de la corriente fue de 0.29 a 0.67 m/seg; el oxígeno disuelto presentó un valor mínimo y un máximo de 7 y 8.27 mg/l, respectivamente, y el porcentaje de saturación fluctuó entre 87.1 y 93.6 %.

En el mes de junio se recolectaron 18 individuos de *M. heterochirus* con atarraya, de los cuales dos fueron hembras y 16 machos. La relación longitud total - peso y la relación longitud total - longitud del caparazón para este mes de recolecta se muestran en las figuras 22 y 23. Asimismo, en este lugar se capturaron tres organismos de *M. carcinus*. Los valores de temperatura oscilaron entre 25.45 y 25.74° C; la velocidad de la corriente fue de 0.6 a 0.37 m/seg; el oxígeno disuelto presentó un valor mínimo y un máximo de 6.99 y 7.97 mg/l, respectivamente, y el porcentaje de saturación fluctuó entre 85.7 y 97.2 %. En el mes de septiembre no fue posible hacer las mediciones en este sitio debido a que existieron condiciones desfavorables.

En el mes de diciembre no se recolectó ningún organismo y la temperatura osciló entre 18.38 y 21.31° C; la velocidad de la corriente fluctuó entre 1.05 y 1.15 m/seg; el oxígeno disuelto tuvo valores entre 7.89 y 8.54 mg/l y el porcentaje de saturación osciló entre 82.6 y 87.5 %.

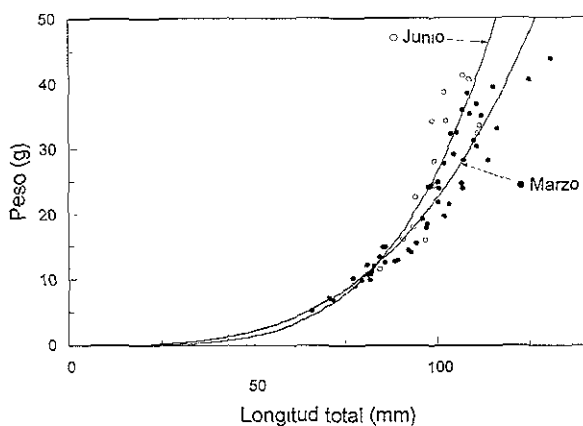


Fig 22.- Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total- peso para *Macrobrachium heterochirus*, recolectados en Las Juntas en los meses de marzo [$P=0.0000046LT^{3.342}$ ($r^2=0.9342$)] y junio [$P=0.000001LT^{4.207}$ ($r^2=0.873$)] de 1998

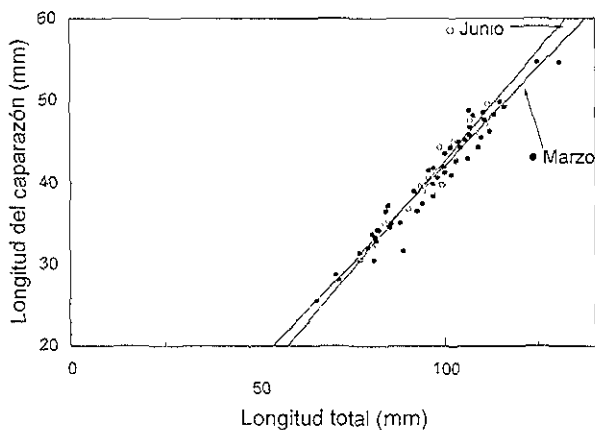


Fig 23 - Comparación de las líneas estimadas en la relación longitud total - longitud del caparazón para *Macrobrachium heterochirus*, recolectados en Las Juntas en los meses de marzo [$LC=-5.68+0.476LT$ ($r^2=0.951$)] y junio [$LC = -10.8+0.533LT$ ($r^2=0.948$)] de 1998

4) Xochiapa

En los tres meses de recolecta no se capturó ningún langostino. Sólo se midieron las variables abióticas. En el mes de marzo, los valores mínimos y máximos de la temperatura fueron de 18.7 y 19.3 °C respectivamente, la velocidad de la corriente en

promedio se registró entre 0.31 y 0.32 m/seg; la concentración de oxígeno disuelto fue entre 6 y 9.31 mg/l; y el porcentaje de saturación varió de 65.3 a 100.7 %. En el mes de junio la temperatura osciló entre 27.57 y 27.61 °C, la velocidad de la corriente no se midió puesto que era demasiado baja, la concentración del oxígeno disuelto fue de 7.01 y 7.24 como valores mínimos y máximos respectivamente y el porcentaje de saturación estuvo entre 88.9 y 91.5 %. En el mes de septiembre no fue posible acceder a este sitio debido a las fuertes lluvias. En el mes de diciembre la temperatura fluctuó entre 17.68 y 17.82° C; la velocidad de la corriente osciló entre 0.66 y 0.78 m/seg; el oxígeno disuelto presentó valores máximos y mínimos de 5.56 y 8.41 mg/l, respectivamente; el porcentaje de saturación fue entre 58.4 y 88.2 %.

5) Jalcomulco

En el mes de marzo se capturaron con nasas 54 especímenes de *M. heterochirus*. La proporción de sexos fue de 1.4 machos por cada hembra. Sólo se capturaron 4 organismos de *M. carcinus*; dos machos y dos hembras. Los valores de la temperatura fluctuaron entre 18.53 y 18.56 °C; la velocidad de la corriente en promedio osciló entre 0.13 y 0.33 m/seg; el oxígeno disuelto presentó valores mínimos y máximos de 7.78 y 9.09 mg/l; y el porcentaje de saturación registrado estuvo entre 92 y 99.7 %.

La relación longitud total - peso (fig. 24) muestra que la pendiente de junio a pesar de ser mayor que la de marzo no es muy diferente, y que a partir de los 75 mm de longitud total los organismos incrementan su peso de manera casi similar, siendo en junio en donde se incrementa con mayor rapidez, en la relación de longitud total - longitud del caparazón (fig. 25) se observa que en este lugar la longitud del caparazón se incrementa con más rapidez en marzo que en junio, aquí ocurre lo contrario a lo observado en Las Juntas pues la energía que no se utiliza para mantenerse en el río cuando la velocidad de la corriente es escasa (pues en este lugar empiezan a aparecer posas de más de 2 metros de profundidad y la pendiente de la zona es menor), se encausa al incremento de la longitud del caparazón más que al incremento del peso.

En el mes de junio, con nasas se capturaron 44 especímenes de *M. heterochirus*, con una proporción de sexos de 1.75 machos por cada hembra. Sólo se capturaron 5 machos de *M. carcinus*. Se colectó un macho de *M. olfersii*. Los valores de la temperatura fluctuaron entre 27.55 y 27.7 °C; la velocidad de la corriente en promedio osciló entre 0.33 y 1.3 m/seg; el oxígeno disuelto presentó valores mínimos y máximos de 6.35 y 6.95 mg/l; y el porcentaje de saturación registrado estuvo entre 80.5 y 88.4 %

En septiembre no se capturó langostino alguno. La temperatura fue de 23.6 °C; la velocidad de la corriente osciló entre 1.2 y 1.4 m/seg; el oxígeno disuelto presentó valores mínimos y máximos de 13.41 y 13.65 mg/l, y el porcentaje de saturación fue de 160.9 %.

En diciembre se capturaron 33 organismos de *M. carcinus*, con una proporción de sexos de dos machos por cada hembra recolectada. Se capturó un macho de *M. heterochirus*. Las relaciones longitud total - peso y longitud total - longitud del caparazón se muestran en la figura 26. La temperatura presentó valores entre los 18.56 y los 18.83 °C; la velocidad de la corriente fluctuó entre 0.56 y 0.78 m/seg; el oxígeno disuelto varió entre 7.63 y 7.67 mg/l y el porcentaje de saturación fue de 82 %.

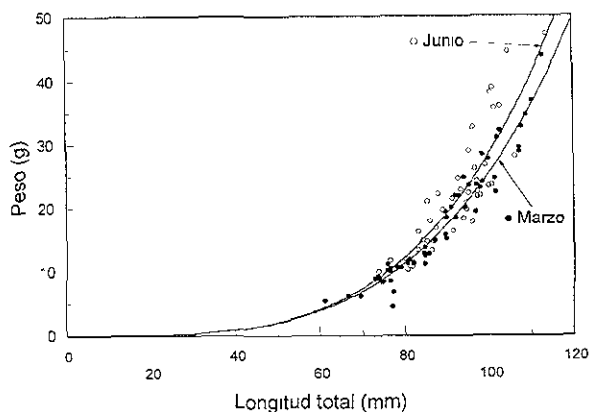


Fig. 24 - Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total - peso para *Macrobrachium heterochirus*, recolectados en Jalcomulco, en los meses de marzo [$P=0.0000011LT^{3.66}$ ($r^2=0.915$)] y junio [$P=0.00000077LT^{3.78}$ ($r^2=0.812$)] de 1998

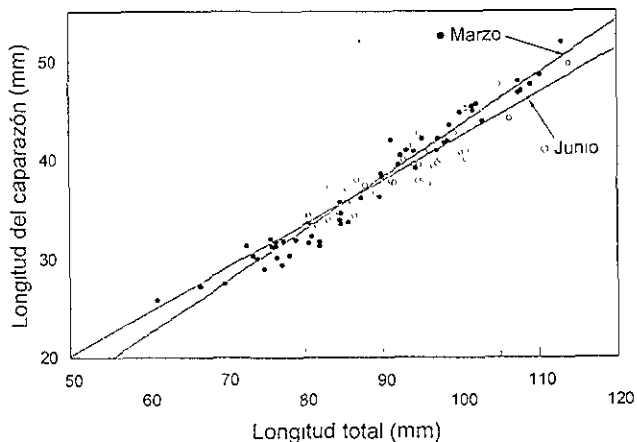


Fig. 25 - Comparación de las líneas estimadas en la relación longitud total - longitud del caparazón para *Macrobrachium heterochirus*, recolectados en Jalcomulco, en los meses de marzo [$LC=-9.3+0.528LT$ ($r^2=0.963$)] y junio [$LC=-2.01+0.443LT$ ($r^2=0.855$)] de 1998

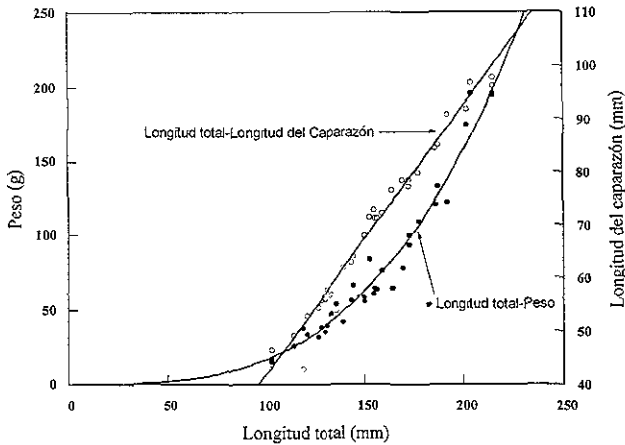


Fig 26 - Estimación de las relaciones longitud total - peso [$P = 0.00000697LT^{3.19}$ ($r^2 = 0.965$)] y longitud total - longitud del caparazón [$LC = -8.56 + 0.550LT$ ($r^2 = 0.977$)] para *Macrobrachium carcinus*, recolectados en Jalcomulco en el mes de diciembre de 1998

6) Crucero

En el mes de marzo se recolectaron 16 organismos de *M. heterochirus* con una proporción de un macho por cada hembra. La relación longitud total - peso (fig. 27) en comparación con las otras curvas estimadas para esta misma especie en los dos sitios anteriores la pendiente es aún más pequeña, y la línea estimada en la relación longitud total - longitud del caparazón (fig. 27) se mantiene casi igual que la pendiente estimada para marzo en Jalcomulco, lo cual indica que en sitios en donde la corriente es menor y la temperatura mayor, a pesar de que en estas fechas en este lugar el oxígeno disuelto decrece, los organismos de esta especie tienden a utilizar su energía más en incrementar la longitud del caparazón que en incrementar su peso. También se recolectaron cinco ejemplares de *M. olfersii*. Los valores de temperatura presentaron cambios entre 26.63 y 27.27°C; el promedio de cambios en la velocidad de la corriente fue de 0.21 a 0.35 m/seg; el oxígeno disuelto osciló entre 7.11 y 8.41 mg/l; y el porcentaje de saturación de 88.2 y 105.9 %. En el mes de junio no se capturaron langostinos y la temperatura osciló entre 30.19 y 30.58 °C, la velocidad de la corriente fue de 1.2 m/seg, el oxígeno disuelto fluctuó de 5.14 a 6.75 mg/l y el porcentaje de saturación varió de 68.3 a 90.2 %. En el mes de septiembre no se logró recolectar langostinos. La temperatura fue de 24.96° C; la velocidad de la corriente cambió de 1.1 a 1.35 m/seg; el oxígeno disuelto fue de 12.52 mg/l y el porcentaje de saturación de 151.4 %. En el mes de diciembre no se recolectaron langostinos y la temperatura fue de 21.83° C; la velocidad de la corriente osciló entre 0.68 y 0.8 m/seg; el oxígeno disuelto fue de 8.57 mg/l y el porcentaje de saturación de 97.6 %.

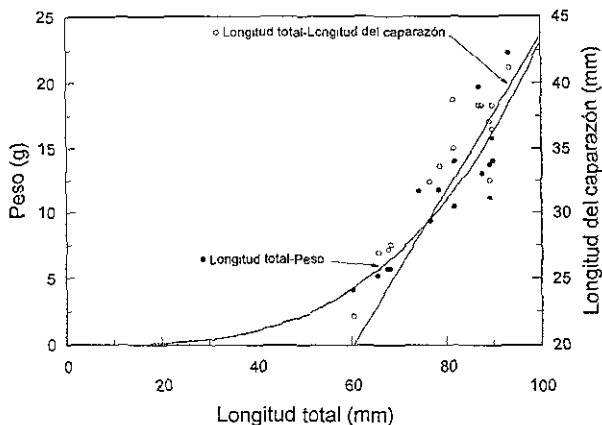


Fig 27 - Estimación de las relaciones longitud total - peso [$P=0.0000046LT^{3.35}$ ($r^2=0.859$)] y la longitud total - longitud del caparazón [$LC=-16.1+0.596LT$ ($r^2=0.376$)] para *Macrobrachium heterochirus*, recolectados en Crucero durante marzo de 1998

7) Paso Mariano

En el mes de marzo se recolectaron ejemplares de *M. carcinus*, *M. heterochirus* y *M. olfersii*; de *M. carcinus* se recolectaron 68 ejemplares con una proporción de 1.4 de hembras por cada macho capturado; de *M. heterochirus* los organismos recolectados fueron 49 con 1 macho por hembra recolectada; para *M. olfersii* se recolectaron 13 animales (12 machos y una hembra). Los valores de la temperatura fluctuaron entre 25.38 y 25.41 °C; los valores de la velocidad de la corriente oscilaron entre 0.3 y 1 m/seg; el oxígeno disuelto varió entre 6.51 y 7.38 mg/l; y el porcentaje de saturación del oxígeno presentó valores mínimos y máximos de 77.7 y 89.9 respectivamente.

En el mes de junio se recolectaron las mismas especies (*M. carcinus*, *M. heterochirus* y *M. olfersii*). De *M. carcinus* se recolectaron 41 ejemplares con una proporción de 1.4 de hembras por cada macho capturado. Se recolectaron 55 organismos de *M. heterochirus* con una proporción de 1.2 machos por hembra recolectada; se colectó un sólo ejemplar hembra de *M. olfersii*. Los valores de la temperatura fluctuaron entre 29.59 y 29.64 °C; la velocidad de la corriente osciló de 0.6 a 1.3 m/seg; el oxígeno disuelto registrado varió de 5.57 a 6.61 mg/l; y el porcentaje de saturación del oxígeno presentó valores mínimos y máximos de 73.2 y 86.8 % respectivamente.

En el mes de septiembre se recolectaron las mismas especies (*M. carcinus*, *M. heterochirus* y *M. olfersii*); de *M. carcinus* se recolectaron 14 ejemplares con una proporción de 1.5 de hembras por cada macho capturado. Se recolectaron 50 individuos de *M. heterochirus* con una proporción de 3.5 hembras por macho recolectado; se recolectaron 4 ejemplares de *M. olfersii* una hembra y tres machos. La temperatura fue de 25 °C; la velocidad de la corriente osciló de 2 a 2.2 m/seg; el

oxígeno disuelto registrado varió de 12.98 a 13.09 mg/l; y el porcentaje de saturación del oxígeno presentó valores mínimos y máximos de 157 y 158.4 % respectivamente.

En el mes de diciembre se recolectaron las mismas especies (*M. carcinus*, *M. heterochirus* y *M. offersi*). De *M. carcinus* se recolectaron 57 ejemplares con una proporción de sexos de 3 hembras por cada macho recolectado. Se recolectaron 23 organismos de *M. heterochirus* de los cuales dos fueron hembras. Solo se capturó un macho de *M. offersi*. La temperatura osciló entre 18.88 y 19.02° C; la velocidad de la corriente fue de 1.4 m/seg; el oxígeno disuelto fluctuó entre 8.18 y 8.43 mg/l; el porcentaje de saturación entre 88.3 y 90.6 %.

Para *M. carcinus* la comparación de la relación longitud total - peso para cada mes de recolecta (fig. 28) muestra que en la velocidad con que se incrementa el peso es menor en marzo, y mayor en junio con estimaciones intermedias en septiembre y diciembre, y que la estimación de la misma relación en diciembre pero en Jalcomulco (fig. 26) es muy similar a la registrada en este sitio. Asimismo, en la relación longitud total - longitud del caparazón (fig. 29) en septiembre *M. carcinus* presenta un incremento de longitud del caparazón muy por debajo al registrado en marzo, junio o diciembre y además la ordenada en el origen es muy alta en comparación con las otras fechas de recolecta, lo cual indica que sólo los organismos de ciertas longitudes del caparazón en adelante pueden mantenerse en este sitio por la época de lluvias ya que en septiembre la época de lluvias esta completamente desarrollada y que los organismos utilizan la energía para sostenerse en el fondo del río pues en este mismo mes se capturaron organismos en La Antigua que en sus relaciones longitud total - peso y longitud total - longitud del caparazón presentaron pendientes muy similares (fig. 35) a las reportadas en este lugar.

Para *M. heterochirus* en la comparación de las relaciones longitud total - peso (fig. 30) para cada mes de recolecta muestran que la velocidad con que aumentan de peso es mayor en diciembre que en los otros meses de recolecta, asimismo después de los 80 mm los organismos cambian la rapidez con que incrementan su peso al igual que en Las Juntas, lo mismo sucede en la relación longitud total - longitud del caparazón (fig. 31) aunque las diferencias entre las pendientes estimadas en esta relación no son muy grandes. Los valores de las variables abióticas en el mes de diciembre para este lugar son semejantes a los registrados en Las Juntas para el mes de marzo, fecha en la que se colectó mayor número de individuos en ese lugar. En este sitio de Paso Mariano en el mes de diciembre es cuando el río empieza a descender su nivel de agua y el acarreo de materiales sólidos es menor que en septiembre, lo cual permite a los langostinos salir de sus madrigueras y aprovechar toda la materia orgánica arrastrada en la época de lluvias.

Para *M. offersi* en la relación longitud total - peso (fig. 32) la pendiente es muy grande debido a la poca cantidad de animales capturados en este sitio y en la relación longitud total - longitud del caparazón (fig. 32) sucede lo mismo pues debido a los pocos datos la recta se ajusta bastante bien.

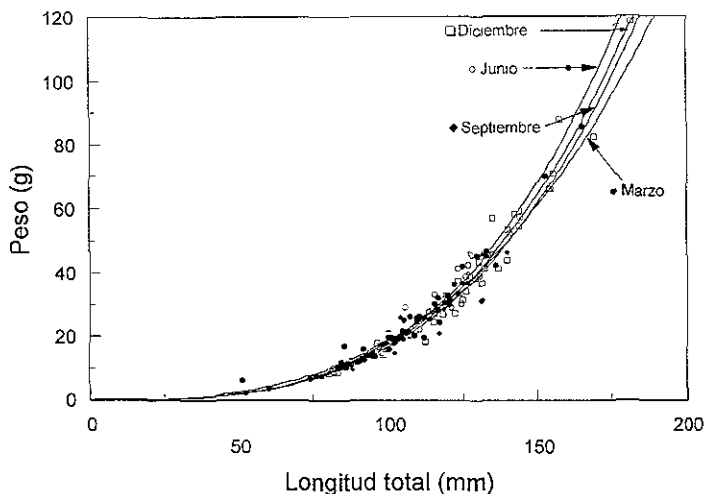


Fig. 28.- Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total - peso para *Macrobrachium carcinus*, recolectados en Paso Mariano en los meses de marzo [$P = 0.000028LT^{2.91}$ ($r^2 = 0.944$)]; junio [$P = 0.0000052LT^{3.27}$ ($r^2 = 0.971$)]; septiembre [$P = 0.0000061LT^{3.22}$ ($r^2 = 0.929$)] y diciembre [$P = 0.0000065LT^{3.21}$ ($r^2 = 0.977$)] de 1998.

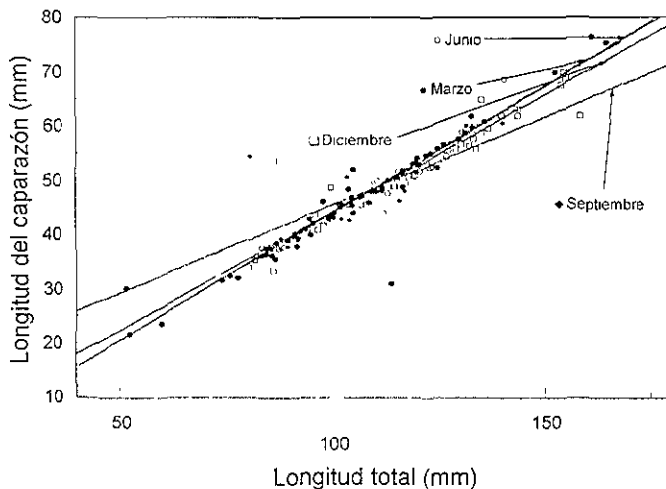


Fig. 29 - Comparación de las líneas estimadas en la relación longitud total - longitud del caparazón para *Macrobrachium carcinus*, recolectados en Paso Mariano en los meses de marzo [$LC = -2.8619 + 0.4661LT$ ($r^2 = 0.9187$)]; junio [$LC = -2.96 + 0.468LT$ ($r^2 = 0.954$)], septiembre [$LC = 12.9409 + 0.3238LT$ ($r^2 = 0.5347$)] y diciembre [$LC = 0.501 + 0.434LT$ ($r^2 = 0.909$)] de 1998

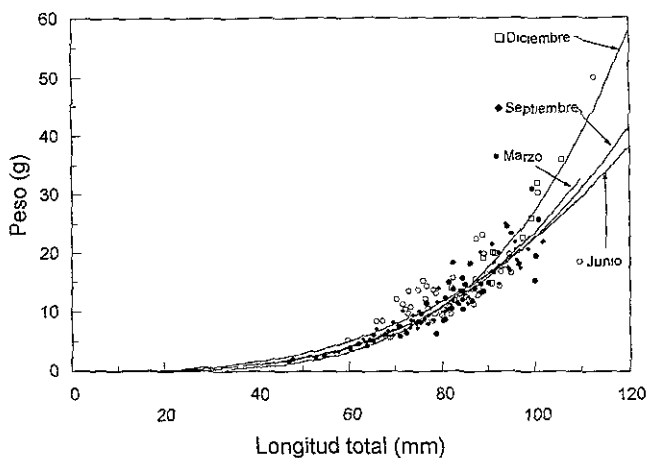


Fig. 30.- Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total - peso para *Macrobrachium heterochirus*, recolectados en Paso Mariano en los meses de marzo [$P=0.0000028LT^{3.46}$ ($r^2=0.931$)], junio [$P=0.000034LT^{2.91}$ ($r^2=0.694$)]; septiembre [$P=0.0000055LT^{3.3}$ ($r^2=0.925$)] y diciembre [$P=0.00000014LT^{4.14}$ ($r^2=0.882$)] de 1998.

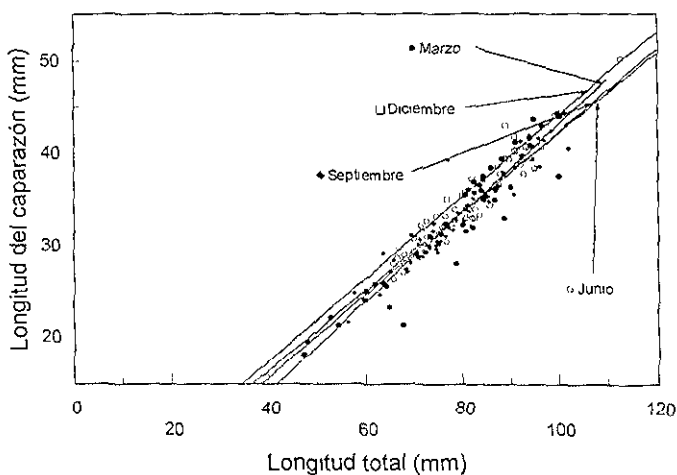


Fig. 31 - Comparación de las líneas estimadas en la relación longitud total - longitud del caparazón para *Macrobrachium heterochirus*, recolectados en Paso Mariano, en los meses de marzo [$LC=-5.14+0.483LT$ ($r^2=0.91$)]; junio [$LC=-0.7073+0.4285LT$ ($r^2=0.9209$)]; septiembre [$LC=-2.02+0.443LT$ ($r^2=0.911$)] y diciembre [$LC=-0.403+0.445LT$ ($r^2=0.858$)] de 1998

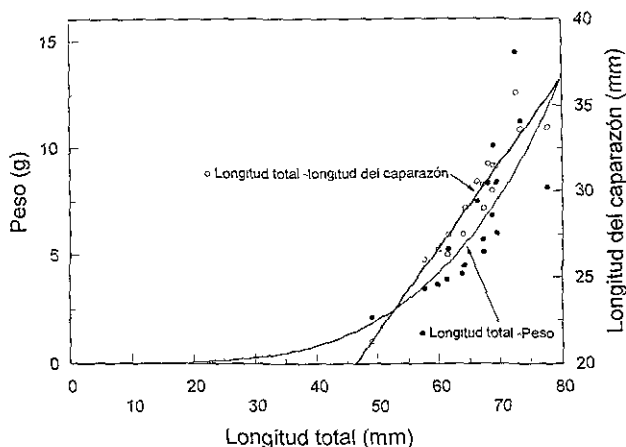


Fig. 32 - Estimación de las relaciones longitud total - peso [$P = 0.00000032LT^4$ ($r^2 = 0.767$)] y longitud total - longitud del caparazón [$LC = -2.84 + 0.492LT$ ($r^2 = 0.904$)] para *Macrobrachium olfersii*, recolectados en Paso Mariano, en el mes de marzo de 1998

8) La Antigua

En el mes de marzo no se capturaron ejemplares; únicamente se midieron las variables abióticas. La temperatura fluctuó entre 28.1 y 28.65 °C; mientras que el medidor de la velocidad de la corriente no alcanzó a detectar la velocidad; el oxígeno disuelto osciló entre 7.08 y 7.99 mg/l, el porcentaje de saturación registrado fue de 89.9 % como valor mínimo y de 102.3 % de valor máximo, la concentración de sal en el agua fue de 4 u.p.s.

En junio se capturaron 411 organismos de *M. acanthurus* (8 hembras y 403 machos), y también se recolectó una hembra de *M. carcinus*. La temperatura en ese mes osciló entre 30.41 y 32.4 °C, la velocidad de la corriente fue de 0 m/seg, el oxígeno disuelto fluctuó entre 5.86 y 11.89 mg/l, el porcentaje de saturación del oxígeno entre 78 y 163.8 %, la salinidad presentó concentraciones de hasta 20 u.p.s.

En septiembre se capturaron 263 animales de *M. acanthurus* con una proporción de sexos de 1.7 machos por cada hembra capturada. Se recolectaron 27 langostinos *M. carcinus* con una proporción de 2.8 hembras por cada macho recolectado. Sólo se capturó una hembra de *M. olfersii*. La temperatura promedio fue de 25.68 °C, la velocidad de la corriente presentó valores mínimos y máximos de 0.2 y 0.4 m/seg respectivamente, el oxígeno disuelto osciló entre 10.94 y 12.67 mg/l, el porcentaje de saturación de este gas estuvo entre 132.6 y 156.6 %, la concentración de la salinidad fluctuó de 2 a 10 u.p.s.

En diciembre se capturaron 354 langostinos de *M. acanthurus* con una proporción de sexos de 19 machos por cada hembra capturada. La temperatura fluctuó entre 18.38 y 21.31° C; la velocidad de la corriente osciló entre 0.18 y 0.52 m/seg; el oxígeno disuelto de 7.75 a 8.68 mg/l; el porcentaje de saturación estuvo entre 85.8 y 92.4 %. La salinidad promedio fue de 20.66 u.p.s.

Para *M. acanthurus* la comparación de la relación longitud total - peso (fig. 33) para cada mes de recolecta muestra que después de los 120 mm de longitud total en junio y septiembre los langostinos incrementan su peso con más rapidez que en diciembre, y para la relación longitud total - longitud del caparazón (fig. 34) no existen diferencias entre los meses de recolecta, esto puede deberse a que en estos meses de junio y septiembre inicio y desarrollo de la época de lluvias estos animales por el hecho de vivir en la parte más baja del río reciben todo el alimento que se arrastra en esa época y que finalmente en este sitio la velocidad de la corriente es muy poco pues la pendiente del lugar es casi nula.

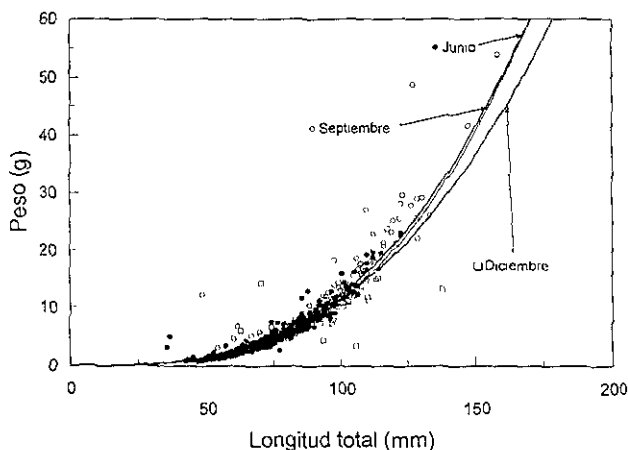


Fig 33 - Comparación de las curvas estimadas en la relación longitud total - peso para *Macrobrachium acanthurus*, recolectados en La Antigua, en los meses de junio [$P = 0.0000068LT^{3.11}$ ($r^2 = 0.913$)]; septiembre [$P = 0.0000011LT^{3.01}$ ($r^2 = 0.878$)] y diciembre [$P = 0.0000207LT^{2.87}$ ($r^2 = 0.851$)].

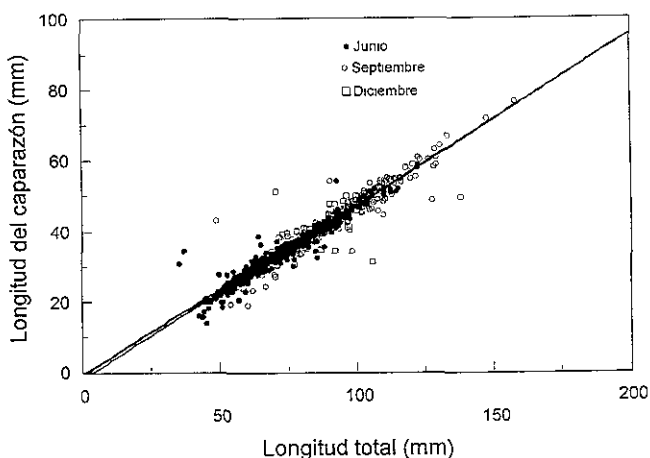


Fig. 34.- Comparación de las líneas estimadas en la relación longitud total - longitud del caparazón para *Macrobrachium acanthurus*, recolectados en La Antigua, en los meses de junio [LC= $-1.02+0.481LT$ ($r^2= 0.932$)]; septiembre [LC= $-1.88+0.487LT$ ($r^2= 0.915$)] y diciembre [LC= $-0.672+0.48LT$ ($r^2= 0.861$)] de 1998

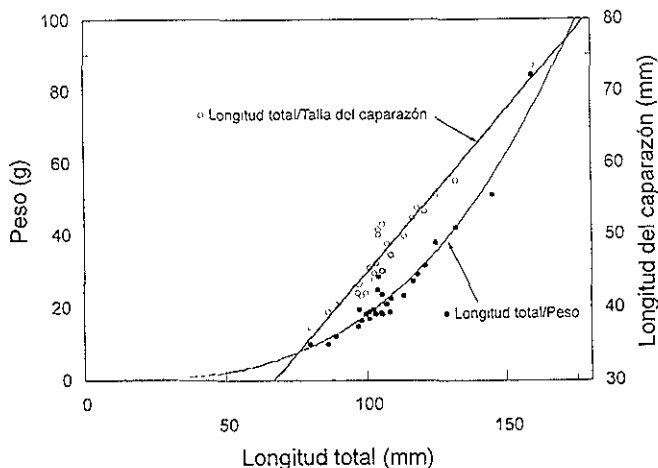


Fig. 35.- Estimación de las relaciones longitud total - peso [$P= 0.0000136LT^{3.06}$ ($r^2= 0.934$)] y la longitud total - longitud del caparazón [LC= $-0.428+ 0.452LT$ ($r^2= 0.944$)], para *Macrobrachium carinus*, recolectados en La Antigua en el mes de septiembre.

f) Relaciones entre las variaciones biométricas y las variables abióticas.

Con la finalidad de relacionar los parámetros biométricos y las variables ambientales se realizó una zonificación del río en las distintas fechas de recolecta y se hizo un análisis de agrupación usando el método del vecino más cercano y la distancia euclidiana por fechas de recolecta entre las variables abióticas y la frecuencia de las distintas especies.

En marzo el río se divide en tres zonas alta, media y baja (fig. 36), además el número de organismos de *M. heterochirus*, *M. carcinus* y *M. offersii* se relacionan con la velocidad de la corriente (fig. 37). Esto se debe a que en este mes el río presentó diferencias en cuanto a la velocidad de la corriente y temperatura. En los sitios en donde había mucha velocidad de la corriente *M. heterochirus* fue más abundante y como se mencionó en sus relaciones biométricas, se puede observar que cuando la velocidad de la corriente es muy grande, estos animales utilizan más energía en mantenerse en el fondo del río o en las zonas de mucha corriente y altos niveles de oxígeno disuelto; pero cuando la temperatura aumenta como en Las Juntas durante junio, el oxígeno disminuye. Estos cambios en el ambiente se ven reflejados en las relaciones biométricas, pues las pendientes cambian, algunas de manera muy evidente; por otro lado, la zonificación del río es también aplicable para la distribución de los organismos, pues en la parte alta existen sólo *M. heterochirus*, en la parte media confluyen las tres especies siendo más frecuente *M. carcinus*, y en la parte baja no fueron registradas ninguna de las tres, *M. acanthurus*, que habita en esta zona, no fue capturada en este mes de recolecta.

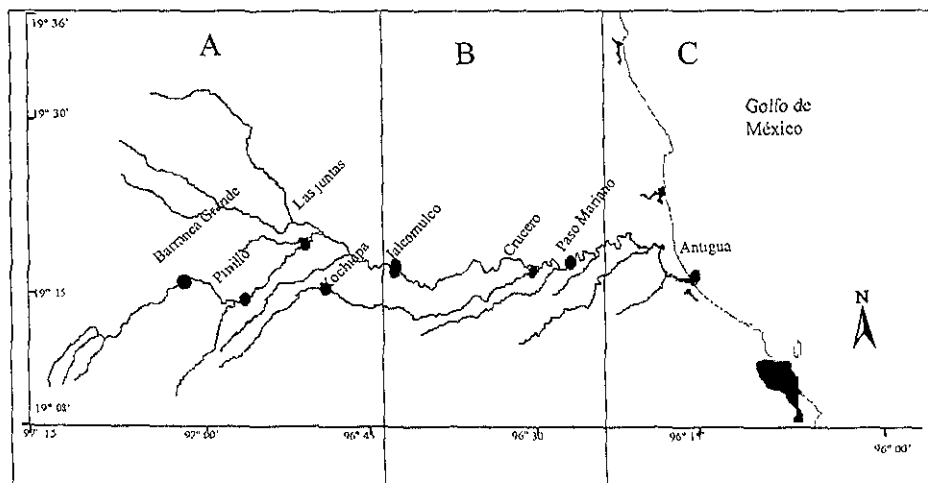


Fig. 36.- Zonificación del río Huitzilapan para el mes de marzo de 1998. Zona A (1045 - 300 m) Zona B (280 - 105 m) y Zona C (100 - 0 m).

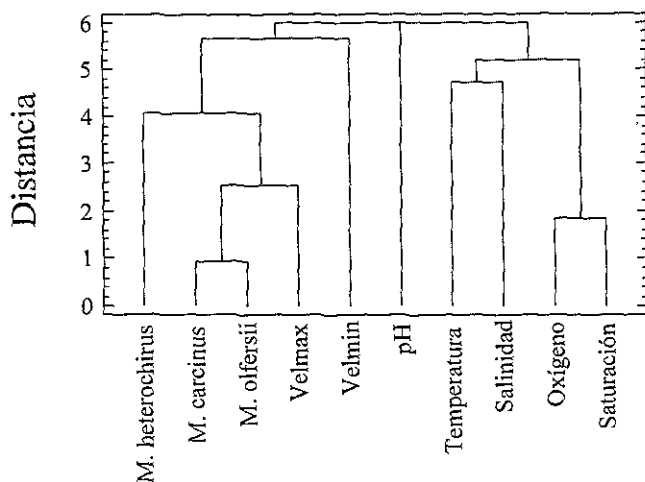


Fig. 37 Relación de las variables ambientales y la frecuencia de las diferentes especies capturadas en el mes de marzo

En junio debido a las características ambientales del río, se divide en dos zonas: la parte alta-media y la parte baja (fig. 38); en esta fecha *M. acanthurus* se relaciona con la salinidad presente en la parte baja y *M. heterochirus* y *M. carcinus* con la velocidad de la corriente (fig. 39). En general, la zona A presentó un incremento en la temperatura y un decremento en la concentración de oxígeno disuelto (fig. 17); sólo en La Antigua se presentaron organismos de *M. acanthurus* en esta fecha terminaba el periodo de secas y algunas poblaciones incrementaron su peso en comparación con el mes anterior, pero otras incrementaron el crecimiento del caparazón. Es evidente que cuando el ambiente no está ejerciendo presión sobre estos animales, aprovechan estos momentos para mudar y crecer, así como para reproducirse, pues en junio, *M. heterochirus* presentó el mayor número de hembras ovígeras, sobre todo en Jalcomulco y Paso Mariano.

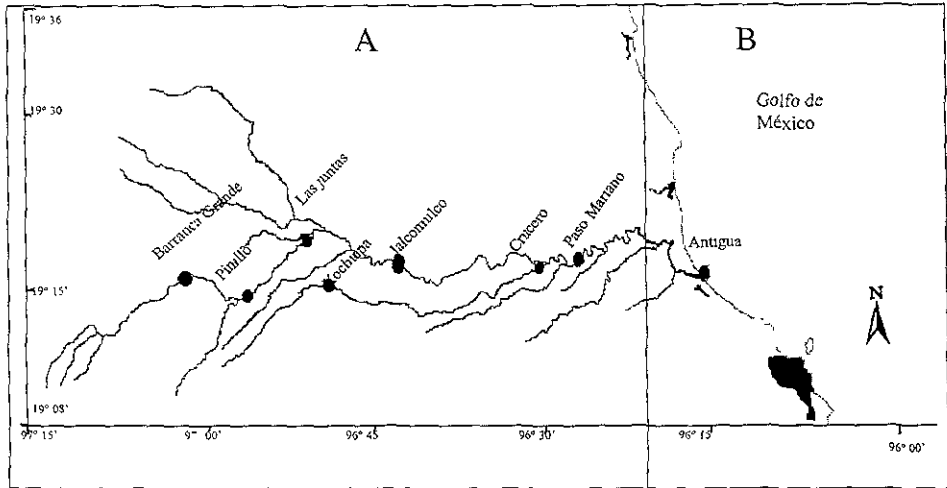


Fig 38 - Zonificación del río Huitzilapan para el mes de junio de 1998. Zona A (1045 -100 m) y Zona B (100 - 0 m).

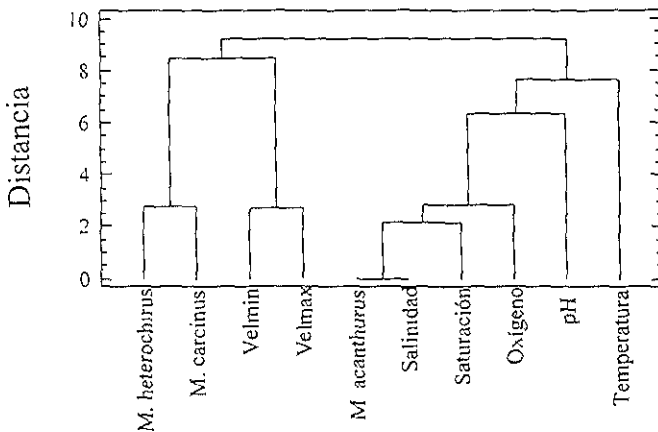


Fig 39 Relación de las variables ambientales y la frecuencia de las diferentes especies capturadas en el mes de junio

En septiembre el río se divide en dos zonas: la parte alta y la parte media-baja (fig. 40); en esta fecha *M. acanthurus* y *M. carcinus* se relacionan con la salinidad (fig. 41), pues

debido a la cantidad de agua que por la época de lluvias fluía por la cuenca, *M. carcinus* fue recolectado en La Antigua; en cambio, en la parte alta el río presentó tal perturbación por la época que no se registró ninguna asociación entre el número de organismos recolectados y las variables abióticas. Sin embargo, es en este mes cuando *M. carcinus* y *M. acanthurus* muestran la mayor frecuencia de hembras ovígeras; asimismo, en la Antigua es en este mes cuando *M. acanthurus* incrementa su pendiente en la relación longitud total - peso, lo cual se puede atribuir a que precisamente es la especie que recibe toda la materia arrastrada en época de lluvias y ante tal abundancia de alimento estos animales tienden a crecer. Asimismo, la razón por la cual se registra *M. carcinus* en esta fecha en el sitio más cercano a la costa indica que la velocidad de la corriente es de tal magnitud que estos animales se ven obligados a descender en altitud para poder sobrevivir; y al mismo tiempo, la cantidad de alimento como en *M. acanthurus*, le proporciona un medio adecuado para realizar su reproducción. Por otro lado, es en este mes cuando *M. heterochirus* y *M. offersii* no presentan ninguna asociación con alguna variable abiótica debido a que éstas no están ni decreciendo ni aumentando conforme el flujo del agua como en las otras fechas de recolecta, sino que la perturbación por la cantidad de agua es de tal magnitud que no existieron tendencias de las variables estudiadas.

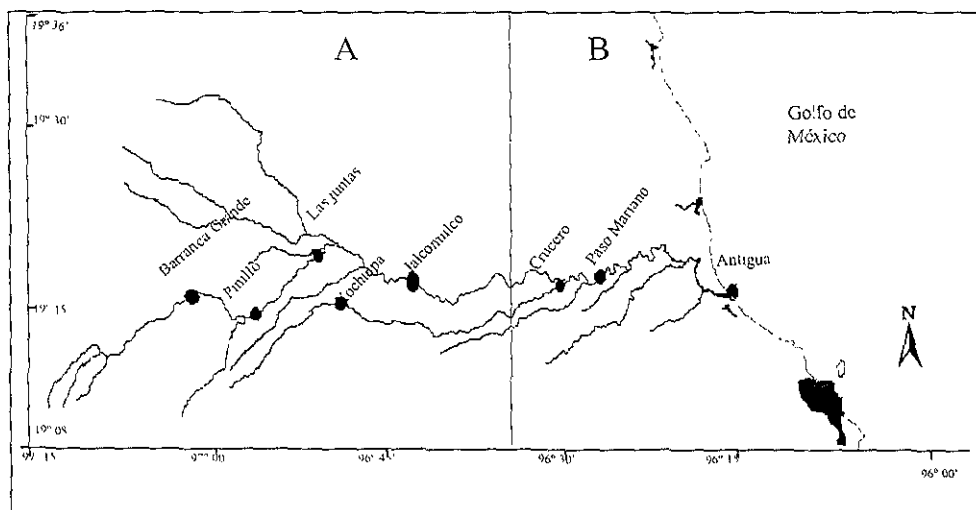


Fig 40 - Zonificación del río Huitzilapan para el mes de septiembre de 1998. Zona A (1045 - 160 m) y Zona B (145 - 0 m)

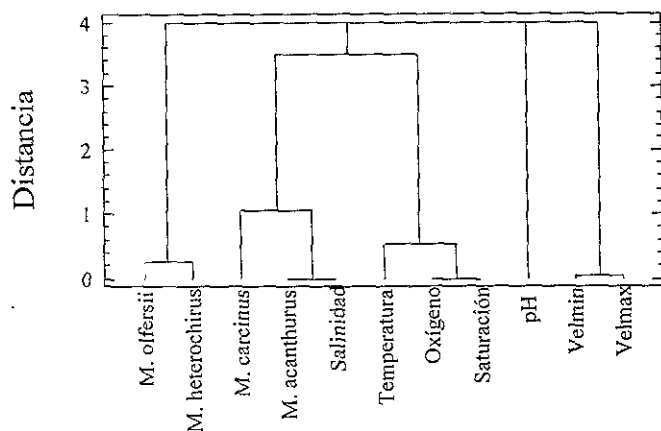


Fig. 41 Relación de las variables ambientales y la frecuencia de las diferentes especies capturadas en el mes de septiembre.

En diciembre el río se dividió en tres zonas; la parte alta, la media y la baja (fig. 42), en esta fecha *M. acanthurus* se relacionó con la salinidad pero *M. heterochirus* y *M. carcinus* no se relacionaron con ninguna variable abiótica (fig. 43); al parecer, es el momento de transición en el que el río vuelve a la estabilidad de marzo, pues algunos sitios como Paso Mariano presentaron valores en sus variables abióticas semejantes a Las Juntas, a unos 400 metros de altitud más arriba, y es también en este mes cuando *M. heterochirus*, que se colectó en Paso Mariano, presentó una pendiente mucho más grande que la registrada con anterioridad en el mismo sitio; esto puede deberse a que en este sitio la velocidad de la corriente empieza a descender y estos animales salen de sus madrigueras o refugios para alimentarse, y como, en el río ha quedado gran cantidad de materia orgánica en su lecho, además de que ha arrastrado muchos invertebrados bentónicos de los cuales estos animales se alimentan, la abundancia de alimento hace que estos animales obtengan un incremento en peso mucho más rápido que en otras fechas o en otros lugares

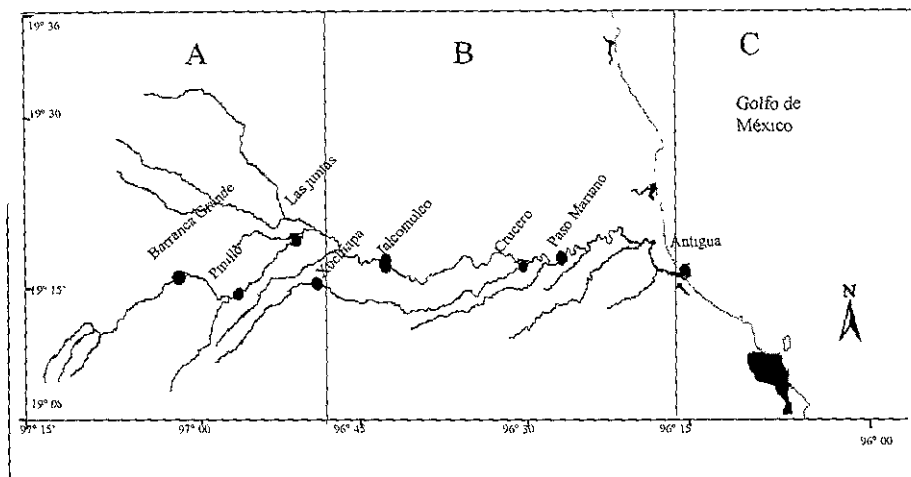


Fig. 42 Zonificación del río Hutzilapan para el mes de diciembre de 1998. Zona A (1045-400 m) Zona B (400-5 m) y Zona C (5-0 m).

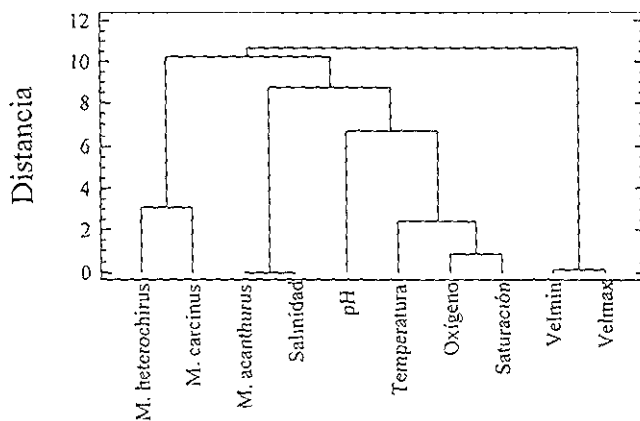


Fig. 43 Relación de las variables ambientales y la frecuencia de las diferentes especies capturadas en el mes de diciembre

DISCUSION

Generalidades

Los langostinos de la especie *M. heterochirus* se distribuyen en casi todo el río Huitzilapan, en sitios que van desde los 1100 m a los 45 m sobre el nivel del mar, lo cual es una gama mucho mayor a la informada por Fièvet (1999) para las Antillas. En cambio, el intervalo altitudinal de distribución de *M. carcinus* y *M. acanthurus* en el río Huitzilapan, coincide a la observada por este autor, las cuales van de 0 a 550 m y de 0 a 5 m, respectivamente. *M. offersii* fue capturado en una amplitud de 0 a 100 m de altura, lo cual es más alto que lo registrado por Pereira de Barros (1995) en Brasil. Asimismo, McNamara (1987), basado en estudios de osmoregulación, informa que esta especie es considerada como invasora reciente en los habitats acuáticos.

M. heterochirus fue capturado en las partes frías y rápidas del río Huitzilapan (18 a 22 °C); *M. carcinus* y *M. offersii* se capturaron en las partes del río con corrientes moderadas y temperaturas de 22 a 27 °C y más cálidas; y *M. acanthurus* en las partes más cálidas y lentas del río con influencia marina (27 a 31 °C). Los intervalos de temperatura en los meses de recolecta estuvieron entre 16 y 31° C, lo cual coincide con Guest y Durocher (1979) que mencionan que la temperatura óptima para la sobrevivencia de algunas especies de *Macrobrachium* está entre 25° y 30° C, y que las temperaturas bajas letales para estos animales son entre 10° y 15° C.

Estos resultados concuerdan también con lo expuesto por Cruz-Márquez y García-Arteaga (1984) para *M. heterochirus* y *M. carcinus*, en cuanto a que los valores de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto registrados en la parte baja del río Huitzilapan, limitan la presencia de *M. heterochirus*; y que los niveles de temperatura y oxígeno disuelto en la parte alta, restringen la presencia de *M. carcinus*; mientras que el pH no es un factor que limite la presencia de estas dos especies.

De la misma manera, para *M. acanthurus* los resultados coinciden con Gamba y Rodríguez (1987) puesto que estas especies viven en aguas dulces pero requieren condiciones estuarinas para completar su desarrollo larval al igual que *M. offersii*, sólo que debido a su tamaño pequeño tiene bajo valor comercial; por lo que esta especie no es tan aceptada por los pescadores ribereños en el río Huitzilapan.

Los cambios en los valores de captura entre los meses estudiados, así como los cambios en la talla y peso, confirman la migración longitudinal que realizan estos animales, como ha sido mencionado por otros autores, (Ibrahim, 1962; Raman, 1965; Horne y Beisser, 1977; Granados, 1984b; Gamba y Rodríguez, 1987; Pereira de Barros, 1995; Camacho *et al.* 1997; March *et al.* 1998 y Fièvet, 1999). A los langostinos del género *Macrobrachium*, esta migración longitudinal les permite coincidir en espacio durante un tiempo determinado en el río Huitzilapan.

En el río Huitzilapan existen represas que pueden obstaculizar la migración de los palaemonidos. Entre los sitios de captura de Jalcomulco y Crucero (zona B de secas) existe una represa, y entre Paso Mariano y La Antigua existe otra (zona B de lluvias). Ambas son derivadoras de los distritos de riego de la región, cuyos canales pueden albergar langostinos que no completan su ciclo de vida; las larvas aparentemente no alcanzan las aguas salobres del río. De acuerdo a los datos obtenidos en otros estudios (Hernández-Guzmán *et al.* 1999), las poblaciones de *M. heterochirus* que habitan las partes altas están empezando a decrecer, lo cual ha

sucedido en otras áreas como, por ejemplo, en el sur de Estados Unidos de América (Horne y Beisser 1977)

a) Relaciones longitud total - peso y longitud total - longitud del caparazón

a.1) Diferencias entre las zonas y las épocas en los parámetros de las relaciones.

Como se observó, en algunos sitios las capturas fueron nulas y en algunas fechas de recolecta en las capturas fueron mínimas; la poca accesibilidad a estos sitios en condiciones extremas (nortes o lluvias) impidieron obtener datos que permitieran conocer la situación tanto ambiental como de las poblaciones de langostinos que existen en estos lugares. Sin embargo, en la mayoría de los sitios se obtuvieron capturas bastante regulares que permitieron realizar la comparación de las curvas de crecimiento relativo estimado para cada especie en los distintos sitios y fechas de recolecta con coeficientes de determinación en general, superiores al 0.75 %.

Los modelos que describen la relación longitud total - peso de *M. heterochirus* son potenciales entre las zonas y épocas de recolecta; en este caso en particular, el cambio de los valores de los parámetros implica un cambio en la composición de la captura; en la primera zona en secas la pendiente fue menor que en la zona B. Asimismo, la abundancia de los machos fue mayor en la primera zona, por lo que se esperaría que como en estos organismos el dimorfismo sexual es marcado (Holthuis, 1952), y los machos tienen el segundo par pereiópodos más grande que las hembras y un peso mayor, a una misma longitud, los organismos de la zona A en época de secas presentaran mayor peso, sin embargo, sucede lo contrario, y lo que está actuando sobre los organismos de esta especie son las condiciones ambientales, pues en la primera zona la velocidad de la corriente fue mayor que en la segunda y los organismos, al no tener la presión ambiental sobre de ellos, pueden dedicar su energía a incrementar el peso. Asimismo, en la época de lluvias ocurrió lo contrario, pues es en la zona A (alta) en donde la cantidad de agua que fluye por el río es menor que en la zona B (baja), los organismos incrementan su peso con mayor rapidez, además de que las hembras en esta época en la zona B, fueron más abundantes que los machos. Como se mencionó anteriormente, *M. heterochirus* presenta una amplia distribución a lo largo del río Huitzilapan, la migración que estos organismos realizan tanto hacia las partes bajas cuando las hembras están ovadas y antes de la época de lluvias, como la migración de los organismos juveniles hacia la parte alta en época de secas con la finalidad de madurar y reproducirse, provoca un cambio constante en la población de estos organismos a lo largo del río Huitzilapan

Asimismo, en *M. carcinus* el modelo potencial describe la relación longitud total - peso en los distintos épocas y zonas de recolecta. Pero las diferencias en las pendientes para esta especie pueden deberse principalmente a la cantidad de alimento que es arrastrado por la corriente en época de lluvias y no tanto por la misma velocidad de la corriente, pues en la zona B la velocidad de la corriente es menor en comparación con la zona A. Para *M. offersi* en este sitio, que fue el único en el cual se logró una captura que permitiera realizar una estimación de las relaciones mencionadas, el modelo potencial describió la primera relación y el modelo lineal describió la segunda.

Como se puede apreciar, la variación en los valores de los parámetros se puede atribuir a las condiciones ambientales. En la zona B durante la época de secas, cuando concurren tres de las cuatro especies de este estudio, los parámetros no se repiten al comparar sólo las épocas de captura, por lo que es posible suponer que existen otros factores que provocan las variaciones observadas como lo menciona Teissier (1960). Este autor señala que el crecimiento relativo puede variar ampliamente en una misma especie y aún en un mismo estado de desarrollo debido a la situación fisiológica de los individuos y a las condiciones de su habitat; dichas variaciones son más evidentes al comparar el crecimiento de varias especies.

En *M. acanthurus* el modelo potencial también describe la relación entre la longitud total y el peso; y el modelo lineal, la relación longitud total - longitud del caparazón. Sin embargo, al igual que *M. carcinus* el incremento en las pendiente de la primera relación durante la época de lluvias se debe principalmente al acceso que puede tener esta especie al alimento durante la época de lluvias. Esta especie se capturó únicamente en La Antigua, la cual fue la única localidad que presentó valores de salinidad por arriba de 4 u.p.s.

a.2) Diferencias entre las especies en los parámetros de las relaciones.

Valenti *et al.* (1987) mencionan que las hembras de *M. acanthurus* son más pequeñas que los machos. Asimismo, Hernández-Guzmán *et al.* (1999) mencionan que en el río Huitzilapan los machos de *M. heterochirus* capturados durante el periodo 1984-1985 fueron, en promedio, más grandes que las hembras y, sin embargo, los mismo autores refieren que durante 1996-1997 las hembras fueron más grandes que los machos.

El crecimiento de los organismos de ambos sexos hasta la maduración es diferente; desde ese momento las hembras tienen un crecimiento más lento debido a un prolongado periodo de intermuda ocasionado por el proceso de la reproducción e incubación de los huevecillos, razón por la cual las hembras de los decápodos generalmente son más pequeñas (Hartnoll, 1982)

Asimismo, es posible que las diferencias encontradas en las capturas de langostinos en este estudio, se deban a la captura sistematizada de machos que realizan los pescadores locales para su venta comercial.

En la Tabla 2 podemos observar que el modelo potencial estimado para *M. carcinus* en la relación entre la longitud total y el peso, coincide con lo publicado en la literatura y que, en general, la pendiente tiene un valor superior de 3.0 (Chávez-Alarcón y Chávez, 1976; González-Cervantes *et al.*, 1981 y Valenti *et al.*, 1994); lo mismo sucede con la relación longitud total - longitud del caparazón, en donde sólo Chávez-Alarcón y Chávez (1976) mencionan un modelo lineal con pendiente de 0.4 similar a la calculada en el presente trabajo.

La relación entre la longitud total y el peso en *M. heterochirus* es descrita de manera general por el modelo potencial, y solamente Hernández-Guzmán *et al.* (1999) presentan un modelo exponencial para las hembras con pendiente de 3.0; sin embargo, la relación longitud total y longitud del caparazón no es citada en la literatura para esta especie.

La relación longitud total - peso en *M. acanthurus* también se ajusta con un modelo potencial y sólo Anger y Moreira (1998) la describen como una relación lineal, esto no concuerda con los resultados antes expuestos además de que provoca dudas,

ya que esta relación está considerada como una relación geométrica y no lineal, puesto que el peso es considerado una medida de tercera dimensión. Por otro lado, Valenti *et al.* (1987) y Román-Contreras y Campos-Lince (1993) mencionan una pendiente mayor de 3.0. Asimismo, la relación longitud total - longitud del caparazón ha sido referida sólo por Román-Contreras y Campos-Lince (1993) como una relación lineal, lo cual coincide con lo encontrado en el presente trabajo cuando se analiza al total de la población capturada.

Hartnoll (1978) y Teissier (1960) mencionan que, en general, el crecimiento relativo es descrito por una ecuación alométrica ($y = ax^b$). De acuerdo con lo anterior, las especies *M. acanthurus*, *M. carcinus* presentan un crecimiento de tipo positivamente alométrico (t-Student $P < 0.05$) en la relación longitud total - peso, puesto que la pendiente excede el valor de tres, en cambio para esta misma relación *M. heterochirus* presentó un crecimiento isométrico (t Student $P < 0.05$) y las diferencias en esta relación fueron mínimas en cuanto a los parámetros estimados. Anger y Moreira (1998) refieren que estos organismos no presentan diferencias significativas en esta relación entre hembras y machos, debido, principalmente, a que el fuerte dimorfismo sexual que existe en organismos de este género ocurre en la relación de otros órganos, principalmente por la desproporción en el crecimiento de los segundos pereópodos. En cambio, en la relación longitud total - longitud del caparazón solo *M. carcinus* (lineal) mantiene el modelo estimado independientemente de los sexos; pero en *M. heterochirus*, cuando se analiza por separado, el modelo potencial es el que mejor se ajusta, y cuando se analiza a toda la población el modelo lineal es el que mejor describe esta relación; lo mismo sucede con *M. acanthurus*, solo que para esta especie en particular, el modelo exponencial es el que mejor describe cuando se analiza por separado; igualmente, para el total de la población capturada. En esta relación el crecimiento de las tres especies es alométrico negativo (t Student $P < 0.05$), a diferencia de la isometría que mencionan Román-Contreras y Campos-Lince (1993) para *M. acanthurus*.

Las diferentes condiciones del habitat de cada una de las tres especies podrían establecer las diferencias en cuanto a crecimiento relativo; por ejemplo, *M. heterochirus* necesita aguas frías con corrientes fuertes y oxigenadas, y presentó una pendiente menor en comparación con *M. acanthurus* que requiere aguas con temperaturas cálidas y soporta en mayor grado la salinidad. Sin embargo, *M. carcinus*, que requiere aguas con corrientes moderadas y profundas presentó una pendiente todavía menor que las dos anteriores, por lo que el crecimiento del caparazón de *M. carcinus* es más lento que el crecimiento del caparazón de las otras dos especies, pero también cabe la posibilidad de que estas diferencias en las pendientes sean atributos de las poblaciones estudiadas

Tabla 2.- Modelos y parámetros estimados de las relaciones Longitud total - peso y longitud total - longitud del caparazón, de las especies estudiadas por distintos autores.

Autor	Especie	Longitud total / Peso	Longitud total /Longitud del Caparazón	Localidad
Román-Contreras y Campos Lince, (1993)	<i>M. acanthurus</i>	$P = 0.000041LT^{3.185}$	$LC = 0.4897LT + 0.998$	Río Palizada, Campeche, México
Valenti <i>et al.</i> (1987)	<i>M. acanthurus</i>	$P = 0.0063LT^{3.25}$		Ribeira de Iguape, Brasil
Anger y Moreira (1998).	<i>M. acanthurus</i>	♀ $P = -6.8747 + 3.42LT$ ♂ $P = -5.8806 + 3.16LT$		Pitangueira, Guaecá
Chávez-Alarcón y Chávez (1976)	<i>M. carcinus</i>	$P = 0.0000089LT^{3.182}$	$LC = 1.366 + 0.474LT$	Río Actopan, Veracruz, México.
Valenti <i>et al.</i> (1994)	<i>M. carcinus</i>	$P = 0.008L^{3.28}$		Ribeira de Iguape, Brasil
González-Cervantes y <i>et al.</i> (1981)	<i>M. carcinus</i>	$P = 0.011LT^{-3.23}$		Río Huitzilapan, Veracruz, México.
Hernández-Guzmán <i>et al.</i> 1999	<i>M. heterochirus</i>	$P = 0.187LT^{2.215}$		Río Huitzilapan, Veracruz, México.
	<i>M. heterochirus</i>	$P = 0.0165705LT^{3.043555}$		
	1983-1984	♀ $P = 0.015653LT^{3.0532}$ ♂ $P = 0.021441LT^{2.9414}$		
	1996-1997	$P = 0.151046LT^{3.1308}$ ♀ $P = \exp(-0.67+0.36LT)$ ♂ $P = 0.0121816LT^{3.2518}$		

b) Fecundidad

En general, se ha relacionado a la fecundidad con la longitud total de los langostinos (Lobao *et al.*, 1985; Valenti *et al.*, 1989; Román-Contreras y Campos-Lince, 1993); en este trabajo se seleccionó la longitud del abdomen, puesto que se estimó un coeficiente de determinación más alto. Asimismo, para *M. acanthurus* el modelo potencial es el que mejor describe esta relación, lo cual concuerda con lo encontrado por Román-Contreras y Campos-Lince (1993) y Anger y Moreira (1998). Sin embargo, a pesar que se ha cambiado la longitud de referencia, la pendiente estimada en el presente trabajo es similar a la encontrada en los últimos trabajos (3.01). El tamaño mínimo de la hembra ovada registrada en el presente estudio es mayor al referido por otros autores (Granados, 1984a; Román-Contreras y Campos-Lince, 1993 y, Anger y Moreira, 1998). En cuanto a la cantidad de huevos producidos, el promedio es mucho menor a las 6000 unidades citadas por Granados (1984a), Martínez (1975) y Cabrera-Cano (1980), lo cual puede deberse a la situación fisiológica de los organismos o al incremento de la contaminación en el río Huitzilapan (Domínguez, 1999). Sin embargo, la gama corresponde a la reportada por Paiva & da Costa (1962), Carvalho (1973) y Coelho *et al.*, (1982) (con referencia en Lobao *et al.*, 1985). En cuanto al tamaño de los huevos, los datos obtenidos concuerdan con los mencionadas por Granados (1984a) para esta especie.

En *M. carcinus*, Lobao *et al.* (1985) encontraron un ajuste lineal de la fecundidad con la longitud total de las hembras, y Chávez-Alarcón y Chávez (1976) una relación potencial. Sin embargo, a pesar de que en este estudio la relación potencial tuvo un mejor ajuste, similar al encontrado por Lobao *et al.* (1985). En comparación con este último trabajo, las hembras fueron más pequeñas en casi 50 %. En cuanto al número de huevos, el promedio estimado está bajo el citado por dichos autores, lo cual es posible debido a que las hembras fueron mucho más pequeñas que las referidas en la literatura.

En *M. heterochirus* Ching y Velez (1985) describen una relación lineal tanto para la longitud total como para la longitud del caparazón; en el presente estudio la relación es potencial. Sin embargo, a pesar de la diferencia de modelo hay concordancia con Ching y Velez (1985) en cuanto a que la cantidad de huevos depende del tamaño de la hembra. Estos mismos autores encontraron una talla mínima más pequeña de hembras ovígeras (18 mm) que la observada en este trabajo. Asimismo los autores mencionan un promedio considerablemente menor del número de huevos, en este caso ocurre lo contrario a *M. carcinus*, pues se analizaron hembras ovígeras más grandes que las revisadas por Ching y Velez (1985).

La fecundidad es un atributo de la población; sin embargo, las diferencias encontradas en el número de huevos producidos por las tres especies y los sitios en donde fueron recolectadas las hembras ovígeras indican la relación estrecha que puede existir entre estos organismos y los fenómenos climatológicos de la zona. *M. acanthurus* presentó un menor promedio en el número de huevos; si se considera que habitan en la parte más baja del río, las probabilidades de que las larvas alcancen las aguas salobres son mayores; en cambio, *M. carcinus* presentó un promedio mayor de huevos en comparación con la primera especie, tomado en cuenta que estos

organismos habitan la parte media del río; las larvas, en caso de que las hembras ovígeras no logran desovar en aguas salobres, tienen que recorrer una distancia mayor y al mismo tiempo, tienen menores probabilidades de sobrevivir, en contraste con *M. heterochirus* que presentó el promedio más grande, pero esta especie habita en la parte alta-media del río Huitzilapan, por lo que deben recorrer una distancia todavía más grande, lo que aumentaría la sobrevivencia con un mayor número de huevos.

Se puede observar que *M. acanthurus* tiene mayor índice de fecundidad durante el mes de septiembre cuando está finalizando la época de lluvias y decrece la temperatura, y aumentan el oxígeno y la velocidad de la corriente. Granados (1984a) señala dos periodos reproductivos al año que no coinciden con lo observado en el presente estudio; sin embargo, este mismo autor menciona que estos periodos reproductivos cambian según la interacción de estos organismos con los factores abióticos de su habitat. García-Pérez y Chávez-Alarcón (1988) mencionan dos periodos reproductivos para *M. acanthurus*, uno en el invierno y otro entre primavera y verano; este último coincide con lo observado en este estudio. Igualmente, Román-Contreras y Campos Lince (1993) y Valenti *et al.* (1986), citan que en la época de lluvias la fecundidad tiene una mayor intensidad, lo cual coincide con los resultados del presente trabajo.

En *M. carcinus* el periodo anual de reproducción descrito por Valenti *et al.* (1986) coincide con las hembras ovígeras encontradas en ese mes. Asimismo, estos autores refieren que en la época de lluvias aumenta la fecundidad de *M. carcinus*.

El hecho que *M. heterochirus* presente una mayor fecundidad al inicio de la época de lluvias se podría deber a que estos organismos tienen que recorrer una distancia mayor hasta alcanzar condiciones ambientales que resultan adecuadas para la sobrevivencia de las larvas; la corriente en ese momento aumenta rápidamente, lo cual coincide con lo que García-Pérez y Chávez-Alarcón (1988) mencionan como una sincronización de los periodos reproductivos y los fenómenos climatológicos.

c) Relaciones entre las variaciones biométricas y las variables abióticas

Como se mencionó, las variaciones en los parámetros de las relaciones longitud total – peso y longitud total – longitud del caparazón son una respuesta al ambiente de estos animales pues en las gráficas y mapas anteriores se pone en evidencia que la distribución y composición de los langostinos cambia de un lugar a otro en una misma fecha de recolecta y además entre fechas de recolecta.

El hecho de que el número de individuos y las variables abióticas de *M. acanthurus* se relacione con la salinidad no es una situación fortuita, pues esta documentado que esta especie prefiere las aguas salobres y las zonas bajas de los ríos en donde el incremento de la salinidad es más evidente que en otros sitios por la influencia salobre en el lugar (Gamba y Rodríguez, 1987 y Hernández-Guzmán *et al.*, 1996).

En cambio, para *M. heterochirus*, su relación con la velocidad de la corriente tiene sentido lógico por el hecho de que, como Chace y Hobbs (1969) y Fièvet (1999) mencionan, *M. heterochirus* prefiere las zonas de rápidos en el río con baja temperatura, y de acuerdo a las observaciones durante las recolectas, estos

organismos se encuentran preferentemente en los chorros y caídas de agua y necesitan mucho oxígeno disuelto (Cruz-Hernández *et al.*, 1996 y Hernández-Guzmán *et al.*, 1996).

Sin embargo, para *M. carcinus*, que también se relacionó con la velocidad de la corriente durante marzo y junio, su relación es más en el sentido inverso, pues cuando existen pozas y menor velocidad de la corriente, estos animales se desarrollan más rápido; y por el contrario, en septiembre (mes con mayor cantidad de agua), estos animales estuvieron presentes en La Antigua, posiblemente arrastrados por la corriente, como ha sucedido con otras especies de *Macrobrachium* que utilizan este período para reproducirse y liberar sus larvas lo más cerca posible de las aguas salobres (Takino *et al.*, 1989).

Las variaciones biométricas evidenciadas en las relaciones longitud total – peso y longitud total – longitud del caparazón, no sólo son evidencia de los cambios abióticos en el tiempo y en el espacio, sino que también involucran la madurez de los organismos que componen las poblaciones, y a la disponibilidad de alimento en cada uno de los sitios, pues, por ejemplo, el hecho de que en diciembre *M. carcinus* y *M. heterochirus*, en la parte alta incrementen su peso, con respecto a las otras fechas de recolecta, implica que es en ese mes cuando muchos animales abandonan su madriguera y se alimentan de todo aquello que el río arrastró hacia la parte baja.

Sin embargo, la velocidad de la corriente es la variable que determina, junto con la temperatura, la concentración de oxígeno y la concentración de sales en la desembocadura del río en la época de secas; pero para *M. carcinus* y *M. heterochirus*, la velocidad de la corriente no influye sobre las otras variables, sino más bien en la distribución y composición de las poblaciones pues, cuando la velocidad de la corriente es alta, entonces el gasto de energía de estos animales por mantenerse en un mismo lugar o para migrar de un sitio a otro es demasiado, por lo que mucha de la energía la utilizan en el desplazamiento. Asimismo, sus periodos reproductivos cambian de una fecha a otra y además es evidente que la producción de huevos también cambia de un lugar a otro.

Para *M. olfersii*, su frecuencia no se relacionó con las variables ambientales, debido a que los datos fueron escasos, y sólo se obtuvieron en una de las fechas de recolección, por lo que la comparación por épocas no se pudo realizar. Sin embargo, se observó que los organismos de esta especie prefieren las zonas someras y calidas con poca velocidad de corriente, lo que implica el poco gasto de energía al mantenerse en sitios específicos y mayor energía canalizada al crecimiento.

CONCLUSIONES

- Se identificaron cuatro especies importantes en el río Huitzilapan, *Macrobrachium acanthurus*, *M. carcinus*, *M. heterochirus* y *M. olfersii*. Asimismo, se identificaron dos épocas del año secas y lluvias que junto con la altitud evidenciaron tres (secas) o dos zonas (lluvias). Las características ambientales de las épocas y las zonas definen la migración, reproducción, alimentación, distribución y abundancia de cada una de las especies estudiadas.
- Las factores abióticos del habitat y las estimaciones en las relaciones biométricas indican que los cambios que existen en el río Huitzilapan, espacial y temporalmente, influyen de manera distinta en la distribución y composición de las diferentes especies, pues *M. acanthurus* se caracteriza por habitar la única zona con influencia salobre, *M. olfersii* y *M. carcinus* por habitar los sitios en los que la velocidad de la corriente es mínima y la temperatura del agua es mayor, y *M. heterochirus* prefiere las zonas con mayor velocidad de la corriente, menor temperatura y mayor concentración de oxígeno disuelto.
- Los cambios espacio—temporales de las condiciones del habitat de las cuatro especies de langostinos estudiados, así como la migración que estos organismos realizan durante su ciclo de vida, son reflejados en la variación que tienen los parámetros de las relaciones longitud total - peso y longitud total - longitud del caparazón estimados para los distintos sitios y épocas del año.
- Las variaciones en las pendientes y ordenadas en el origen estimadas de las relaciones longitud total - peso y longitud total - longitud del caparazón pueden deberse a la variación en la velocidad de la corriente del agua, la madurez de los organismos, la disponibilidad de alimento, las preferencias de estos animales por un habitat en particular y sus periodos reproductivos, pero también pueden estar determinadas por las características genéticas de cada especie.
- Las dos represas existentes en el lugar se consideran como barreras artificiales para la migración longitudinal y altitudinal de *Macrobrachium heterochirus*, *Macrobrachium carcinus* y *Macrobrachium olfersii* y, al mismo tiempo, un obstáculo para que dichas especies completen el ciclo de vida.
- Los valores biométricos obtenidos en el presente estudio indican que, posiblemente, las artes de pesca utilizadas en las capturas comerciales no son selectivas; y que los pescadores capturan, incluso, organismos pequeños en las partes bajas que remontan el río para su reproducción.

LITERATURA CITADA:

- Anger, K. and G. S. Moreira, 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. **Journal of Crustacean Biology**, **18**(4):823-838.
- Anónimo, 1970. Región Hidrológica No. 28. Parcial: Ríos Actopan, La Antigua y Jamapa. S.R.H. **Boletín Hidrológico**, (43): 86-87.
- Bond, G. y L. Buckup, 1982. O ciclo reproductor de *Macrobrachium borelli* (Nobili, 1896) e *Macrobrachium potiuna* (Müller, 1880) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) e suas relações com a temperatura. **Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro**, **42**(3):473-483.
- Cabrera-Cano, M., 1980. Método para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o manos de carrizo *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), **Memorias del 2do. Simposio Latinoamericano de Acuicultura**, Dpto. de Pesca, México, Nov. 13-17: 663-718.
- Camacho, M. E., F. Alvarez y J. L. Villalobos, 1997. Palaemonidae (Camarones de río: langostinos). En: González-Soriano, E., R. Dirzo and R. C. Vogt (Edts) **Historia Natural de los Tuxtlas**. Instituto de Biología-UNAM, CONABIO e Instituto de Ecología-UNAM, 411-414.
- Carrillo, V. F., 1967. Morfología de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann) en el estado de Veracruz, México. **FAO Fisheries Reports**, **2**(57): 415-425.
- Carvalho, H. A., 1973. Fisiocología do Pitu –*Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) –Crustacea, Decapoda –Comportamiento, consumo de oxígeno e resistencia a variacao de salinidade, Sao Paulo. 42 p. **Tesis de Maestria**. Departamento de Fisiología. Instituto de Biociencias, USP.
- Cock, A. G., 1966. General aspects of metrical growth and form in animals. **Quarterly Review of Biology**, **41**: 131-190.
- Coelho, P.A., M. Ramos-Porto y C.M.A. Soares, 1982. Biología e cultivo de camaroes de agua doce. **Universidad Federal de Pernambuco. Centro de Tecnología, Departamento de Oceanografía, Pernambuco**, (1): 1-53.
- Corey, S. and D. M. Reid, 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp **Crustaceana**, **60**(3): 270-294.
- Cruz-Hernández, J., Mejía-Ortiz, L. M., Signoret, M. and Viccon-Pale, J. A., 1996. **Cartel**: Longitudinal distribution of the composition of the commercial catch of

- two species of prawn (*Macrobrachium carcinus* and *M. heterochirus*) in the Huitzilapan river, Veracruz, México. **Resúmenes de la 2nd European Crustacean Conference**, Liège Bélgica, pág.40.
- Cruz-Márquez, M. G. y M. C. García-Arteaga, 1984. Cuatro factores abióticos (Temperatura, Oxígeno disuelto, Salinidad y pH) y su relación con la composición de la colecta comercial de dos especies de langostinos (*Macrobrachium carcinus* y *Macrobrachium heterochirus*) en el río Huitzilapan, Ver. **Informe de Servicio Social U.A.M.-Xochimilco**.
- Chace F. A. Jr. and H. H. Jr. Hobbs, 1969. The freshwater and terrestrial decapod crustaceans of the west indies with special reference to Dominicana. **Bulletin of the National Museum United States**, 292: 1-258.
- Chávez-Alarcón, Z. y E. Chávez, 1976. Introducción al conocimiento de la biología del langostino (*Macrobrachium carcinus* L.) en el estado de Veracruz. **Memorias del simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones**, Guaymas, Son. del 8 al 13 de Agosto de 1976.
- Ching, C. A. and M. J. Velez, 1985. Mating, incubation and embryo number in the freshwater prawn *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae) under laboratory conditions. **Crustaceana**, 49(1): 42-48.
- Dobkin, S., W. P. Azzinaro, and J. Van Monfrans, J., 1974. Culture of *Macrobrachium acanthurus* and *M. carcinus* with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimps. **Proceedings World Mariculture Society**, 5: 51-62.
- Domínguez, I. G., 1999. La contaminación acaba con el río de Los Pescados. **Diario de Jalapa**, LVI 2 de abril de 1999
- Fièvet, E., 1999. An experimental survey of freshwater shrimp upstream migration in an impounded stream of Guadeloupe Island, Lesser Antilles. **Arch. Hydrobiol.**, 144(3): 339-355.
- Gamba, A. L. and G. Rodríguez, 1987. Migration behavior of postlarval white *Penaeus schmitti*, and river shrimps *Macrobrachium olfersii* and *Macrobrachium acanthurus*, in their zone of overlap in a tropical lagoon. **Bulletin of Marine Science**, 40(3): 454-463.
- García-Pérez, J. A. y Z. Chávez-Alarcón, 1988. Estrategias para el aprovechamiento de dos especies de langostinos en el estado de Veracruz, México. **Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología, Villahermosa Tabasco**: 222-227.

- Gasca-Leyva, J. F. E., C. A. Martínez-Palacios and L. G. Ross, 1991. The respiratory requirements of *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann) at different temperatures and salinities. **Aquaculture**, **93**: 191-197.
- González Cervantes, R. M., Y. M. Loría Saviñón, H. M. Parés Sevilla y L. H. Ramírez Silva, 1981. Evaluación del recurso langostino en los ríos Texolo y Chilontla en el Municipio de Teocelo Veracruz. **Informe final de Servicio Social U.A.M. - Xochimilco**.
- Gould, S. J., 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. **Biological Reviews**, **41**: 587-640.
- Granados, B. A. A., 1984a. 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.
- Granados, B. A. A., 1984b. Biología y ecología de los langostinos de México. **Universidad y Ciencia**, **1**(1): 5-25.
- Guest, W. C. and P. P. Durocher, 1979. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*: Effects of salinity and temperature on survival. **The Progressive Fish-Culturist**, **41**(1):14-18.
- Hartnoll, R. G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana** **34**(3): 280-293.
- Hartnoll, R. G. 1982. Growth. En: Bliss, D. E. (Ed.) **The Biology of Crustacea, Embriology, Morphology and Genetics**. Pp. 111-196. Academic Press, New York.
- Hedgpeth, J. W., 1957. Estuaries and lagoons. II Biological aspects. En: Hedgpeth, J. W. (Ed.) **Treatise on marine ecology and palaeoecology. Geol. Soc. Am. Mem.** **1**(67): 529-548.
- Hernández-Guzmán, M., L. M. Mejía-Ortíz, M. Signoret, and J. A. Viccon-Pale, 1996. Decapods from the Huitzilapan river, Veracruz, México. **Abstracts of 2nd European Crustacean Conference**, Liège Bélgica, pág. 45.
- Hernández-Guzmán, M. A., J. Cruz-Hernández, L. M. Mejía-Ortíz, P. Ortega, and J. A. Viccon-Pale, 1999. Relative abundance and relative growth of the population of prawns *Macrobrachium heterochirus* (Weigmann, 1836) between 1983-84 and 1996-97 in the Huitzilapan river basin, Veracruz, Mexico. En: Schram, F. R. and J. C. von Vaupel Klein (Eds). **The biodiversity crisis and crustacea**.

Proceedings of the Fourth International Crustacean Congress, Vol. 2, Rotterdam, A.A. Balkema, 739-749.

- Holthuis, L. B., 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas. II The subfamily Palaemoninae. **Occasional Papers Allan Hancock Foundation**, (12): 1-396, 55 pls.
- Horne, F. and Beisser, S., 1977. Distribution of river shrimp in the Guadalupe and San Marcos rivers of Central Texas, U.S.A. (Decapoda, Caridea). **Crustaceana**, 33(1): 56-60.
- Ibrahim, K. H., 1962. Observations on the fishery and biology of the freshwater prawn *Macrobrachium malcomsonii* Milne Edwards of river Godavari. **Indian Journal Fisheries**, 9: 433-467.
- Lobao, V. L. y Lona, F. B., 1979. Biometria e isometria em *Macrobrachium holthuisi* Genofre & Lobao, 1976 (Crustacea-Decapoda). **Bolletim do Instituto de Pesca, San Paulo**, 6:17-50.
- Lobao, V.L., Valenti, W. C. y Mello, J.T.C. de, 1985. Fecundidade em *Macrobrachium carcinus* (L.) do rio Ribeira de Iguape. **Bolletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo**, 12(3):1-8.
- Lobao, V.L., Valenti, W. C. y Mello, J.T.C. de, 1986. Crescimento relativo de *Macrobrachium carcinus* (L.) (Decapoda, Palaemonidae). **Bolletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo**, 13(1):105-109.
- Lovett, D. L. and D. L. Felder, 1989. Application of regression techniques to studies of relative growth in crustaceans. **Journal of Crustacean Biology**, 9(4): 529-539.
- March, J. G., J. P. Benstead, C. M. Pringle and F. N. Scatena, 1998. Migratory drift of larval freshwater shrimps in two tropical streams, Puerto Rico. **Freshwater Biology**, 40: 261-273.
- Martínez, S. L., 1975. Biología del "camarón de agua dulce", *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836) (Crustacea: Palaemonidae) de la ciénega de "El Totumo", y su cultivo experimental en estanque. **Divulgación Pesquera**. Bogotá, Colombia. IX, 73 pág
- McNamara, J. C., 1987. The time course of osmotic regulation in the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann) (Decapoda: Palaemonidae). **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, 107: 245-251.
- McNamara, J. C. and G. S. Moreira, 1987. O₂ consumption and acute salinity exposure in the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann) (Crustacea.

Decapoda): whole animal and tissue respiration. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**, 113: 221-230.

Paiva, M. P. y R. S. Da Costa, 1962. Sobre os ovos de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). Pearse 1911. **B. Soc. Cearense Agron.**, 3: 37-40

Pereira de Barros, M., 1995. Dados biológicos sobre *Macrobrachium olfersii* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae) da Praia da Vigia, Garopaba, Santa Catarina, Brasil. **Biociências**, 3(2): 239-252.

Pezzuto, P. R., 1993. REGRANS: A "Basic" program for an extensive analysis of relative growth. **Atlántica, Río Grande**, 15: 93-105.

Raman, K., 1965. Observations on the fishery and biology of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* De Man. **Mar. Biol. Ass. India**, 2: 649-669.

Román-Contreras, R. y L. S. Campos-Lince, 1993. Aspectos reproductivos y aproximación a un modelo de crecimiento para una población de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el río Palizada, Campeche, México. **Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM)**, 20 (1):55-65.

Román, R., A. L. Ortega, and L. M. Mejía, 2000. *Macrobrachium vicconi*, new species, a fresh-water shrimp from a rain forest in Southeast Mexico, and comparison with congeners (Decapoda: Palaemonidae). **Journal of Crustacean Biology**, 20(1): 186-194.

Rovero, E. A., V. L. Lobao, J. V. Lombardi and E. Hortencio, E., 1993. Biometric relation in *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann, 1836 (Decapoda, Palaemonidae) from Jureia's Ecological Station Sao Paulo. **Bolletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo**, 20: 1-6.

Scaico, M. A., 1992. Fecundidade e Fertilidade de *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Decapoda) de um Acude do Nordeste Brasileiro. **Bolletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo**, 19:89-96.

Signoret, G., 1991. Osmoregulation in the freshwater shrimp *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus). **Memories of the Queensland Museum**, 31: 262.

Takino, M., V. L. Lobao, T. Golubeff y J. L. Lombardi, 1989. Relações entre fatores climáticos e abióticos e o período reproductivo das populações de *Macrobrachium birai* Lobao & Fernandes e de *Macrobrachium petronioi* Melo, Lobao & Fernandes (Decapoda, Palaemonidae) do rio Branco (Cananéia -SP-Brasil). **Bolletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo**, 16(1). 67-80.

- Teissier, G. 1960. Relative Growth. En: Waterman, T. H. (Ed.) **The Physiology of Crustacea**. P.p. 537-560. Academic Press: New York.
- Thompson, D. W., 1971. **On growth and form**. Londres: Cambridge at The University Press, 345 pág.
- Valenti, W. C., J. T. C. de Mello and V. L. Lobao, 1986. Reproductive dynamics in *Macrobrachium acanthurus* (Weigmann, 1836) and *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) populations from Ribeira de Iguape River (Sao Paulo, Brazil) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Ciencia e Cultura Sao Paulo**, **38**(7): 1256-1262.
- Valenti, W. C., J. T. C. Mello y V. L. Lobao, 1987. Crescimento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Biología**, **47**(3): 349-355.
- Valenti, W. C., J. T. C. de Mello y V. L. Lobao, 1989a. Crescimento relativo de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea Decapoda Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoología**, **6**(1):1-8
- Valenti, W. C., J. T. C. de Mello y V. L. Lobao, 1989b. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribeira de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **Revista Brasileira de Zoología**, **6**(1):9-15.
- Valenti, W. C., J.T.C. de Mello and V.L. Lobao, 1994. Maturation and growth curves of *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Ribeira de Iguape River Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoología**, **11**(4): 649-658.
- Viccon-Pale, J. A. et S. Corona García, 1992. Composition de la capture artisanale des chevrettes (*Macrobrachium carcinus* (L.) et *M. heterochirus* Wiegmann) dans la riviere Huitzilapan, Veracruz, Mexique. **Résumés Première Conférence Européene sur les crustacés**. Paris: Muséum National d'Historie Naturelle, U. Pierre Marie Curie, Ecole Normale Supérieure de Paris. Agosto-septiembre, pág 170.
- Villalobos, A., 1967. Problemas de especiación en América de un grupo de Palaemonidae del género *Macrobrachium*. **FAO Fisheries Reports**, **2**(57): 1055-1066.

