



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

ASPECTOS POBLACIONALES DEL LANGOSTINO
***Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) EN ALGUNOS**
LUGARES DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO PAPALOAPAN,
VERACRUZ, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A

BIÓL. ROSA MARÍA LORÁN NÚÑEZ.

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA
(INSTITUTO DE BIOLOGÍA)

MÉXICO, D.F.

FEBRERO, 2013



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.

Agradecimientos

Dedicatoria

- Primeramente al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, por darme la prórroga para obtener el grado.
- A la facultad de Ingeniería Agrícola, UNAM por la beca otorgada, para finalizar los estudios de maestría.
- Al Dr. Fernando Álvarez Noguera, por aceptar ser mi director de tesis.
- A la M. en C. Cecilia Quiroga Brahms, por todo el apoyo brindado.
- A la M. en C. Concepción Rodríguez de la Cruz, por haberme guiado en este manuscrito.
- A la Dra. Lourdes Jiménez Badillo, por las buenas observaciones de este trabajo.
- Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart, por la ayuda bibliográfica del género *Macrobrachium*.
- Al Dr. Ramiro Román Contreras, también por su ayuda bibliográfica y por la gran confianza que ha depositado en mí.
- Al Dr. Luis Zambrano González, por la revisión del trabajo.
- Al Instituto Nacional de Pesca, por permitir el uso de la información del proyecto a mi cargo (oficio No. H00/INAPESCA/DGAIPA/1073-BIS/2012), para llegar a obtener el grado.

Agradecimientos a título personal

- A mis compañeros de trabajo que estuvieron directamente en el proyecto, por su apoyo en los muestreos, y por los momentos agradables que pasamos juntos.

Dedicatoria

- A mi madre Herlinda ®† por todo su amor, y hacerme una persona útil.
- A mi esposo Francisco Rolando, por su compañía en el camino de la vida, paciencia y apoyo en todos los sentidos.
- A mi hijo Erick Rolando, por su cariño y fe en mí.

Índice

I. RESUMEN - - - - -	7
II. INTRODUCCIÓN - - - - -	9
III. ANTECEDENTES - - - - -	11
Distribución geográfica - - - - -	11
Características de la especie - - - - -	11
Ciclo biológico - - - - -	12
Aspectos ecológicos - - - - -	14
Dinámica poblacional - - - - -	14
Selectividad de las artes de pesca - - - - -	15
IV. OBJETIVOS - - - - -	17
Objetivo general - - - - -	17
Objetivos particulares - - - - -	17
V. HIPÓTESIS - - - - -	17
VI. ÁREA DE ESTUDIO - - - - -	18
VII. MATERIAL Y MÉTODOS - - - - -	19
VIII. RESULTADOS - - - - -	25
IX. DISCUSIÓN - - - - -	55
X. CONCLUSIONES - - - - -	61
XI. RECOMENDACIONES - - - - -	63
XII. LITERATURA CITADA - - - - -	64

Lista de figuras y tablas.

- Fig. 1. *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman, 1836).
- Fig. 2. Localización de las zonas de muestreo.
- Fig. 3. Arte de pesca utilizado para la colecta de *M. acanthurus*.
- Fig. 4. Volumen de captura de todas las especies de langostino (*Macrobrachium* spp) en Veracruz. Fuente: Subdelegación federal de la CONAPESCA, Ver., 2010.
- Fig. 5. Frecuencia relativa por estadio de madurez sexual, de hembras *M. acanthurus* durante 1990 a 1993.
- Fig. 6. Frecuencia relativa por estadio de madurez sexual de hembras *M. acanthurus* de 1995 a 2001.
- Fig. 7. Distribución de frecuencia relativa promedio por mes de hembras *M. acanthurus* en el estadio III (ovígeras) de todos los años de muestreo (1990-2001).
- Fig. 8. Proporción de machos y hembras por mes de *M. acanthurus* de 1990 a 1993.
- Fig. 9. Proporción de machos y hembras por mes de *M. acanthurus* de los muestreos comerciales de 1995 a 2001.
- Fig. 10. Distribución de frecuencias relativas acumuladas observadas y calculadas de hembras ovígeras *M. acanthurus*, con la interpolación para obtener la talla al 50% de hembras ovígeras (L_{m50}) en los muestreos de campo (1990-1993).
- Fig. 11. Distribución de frecuencia relativa acumulada observada y calculada de hembras ovígeras *M. acanthurus*, en muestreos comerciales (1995-2001), con la estimación de (L_{m50}) en los años 1995-2001.
- Fig. 12. Composición de tallas de *M. acanthurus* (Machos y hembras) recolectados, en 1990.
- Fig. 13. Composición de tallas de *M. acanthurus* (Machos y hembras) recolectados, en 1991.
- Fig. 14. Composición de tallas de *M. acanthurus* (Machos y hembras) recolectados, en 1992.
- Fig. 15. Composición de tallas de *M. acanthurus* (Machos y hembras), recolectados en 1993.

Fig. 16. Composición de tallas de *M. acanthurus* (Machos y hembras) en las capturas comerciales, en 1995.

Fig. 17. Composición de tallas de *M. acanthurus* (Machos y hembras) en las capturas comerciales, en 1999.

Fig. 18. Composición de tallas de *M. acanthurus* (machos y hembras) en las capturas comerciales, en 2000.

Fig. 19. Composición de tallas de *M. acanthurus* (machos y hembras) en las capturas comerciales, en 2001.

Fig. 20. Curva de crecimiento en longitud (mm) de *M. acanthurus* en la cuenca baja del Río Papaloapan, Ver.

Fig. 21. Relación de la longitud con respecto al peso de hembras y machos *M. acanthurus*.

Fig. 22. Curva de crecimiento en peso (g) de *M. acanthurus* colectadas en la cuenca baja del Río Papaloapan, Ver.

Tabla 1. Resultados de las tallas L_{m50} y L_{m60} (en mm) por año de hembras ovígeras.

Tabla 2. Características físicas y químicas del agua, promedio mensual de las estaciones de muestreo en la cuenca baja del Río Papaloapan, Ver., durante 1990.

Tabla 3. Características físicas y químicas del agua, promedio mensual de las estaciones de muestreo en 1991.

Tabla 4. Características físicas y químicas del agua, promedio mensual de las estaciones de muestreo en 1992.

Tabla 5. Características físicas y químicas del agua, promedio mensual de las estaciones de muestreo en 1993.

Tabla 6. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* de 1990.

Tabla 7. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* de 1991.

Tabla 8. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* de 1992.

Tabla 9. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* de 1993.

Tabla 10. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 1995.

Tabla 11. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 1999.

Tabla 12. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 2000.

Tabla 13. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 2001.

Tabla 14. Grupos de edad con sus tallas promedio.

Tabla 15. Resultados de mortalidad total (Z), mortalidad por pesca (F) y tasa de explotación (E), de *M. acanthurus*.

Tabla 16. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1990.

Tabla 17. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1991.

Tabla 18. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1992.

Tabla 19. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1993.

Tabla 20. Tallas promedio de los organismos capturados por tamaño de malla (tratamiento) por mes (repeticiones).

Tabla 22. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio en g de los diferentes tamaños de malla (tratamientos) por mes (repeticiones).

Tabla 21. Captura por Unidad de Esfuerzo promedio en número de organismos de los diferentes tamaños de malla (tratamientos) por mes (repeticiones).

Tabla 22. Tallas de captura al 50% (L_{c50}), modas, organismos menor y mayor capturados con las nasas metálicas de diferentes tamaños de malla.

Anexo I.

ASPECTOS POBLACIONALES DEL LANGOSTINO *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) EN ALGUNOS LUGARES DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO PAPALOAPAN, VERACRUZ, MEXICO.

POPULATION ASPECTS OF THE FRESHWATER SHRIMP *Macrobrachium acanthurus* (WIEGMANN, 1836) IN SOME PLACES OF THE PAPALOAPAN RIVER LOWLANDS BASIN, VERACRUZ, MEXICO.

I. RESUMEN

La especie *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836), ha soportado una intensa pesquería artesanal y de forma indiscriminada, sin embargo no existen medidas para la regulación de su captura en el Golfo de México, por lo que es necesario generar conocimientos para evaluar y administrar el recurso. El estudio se llevo a cabo en las lagunas de El Calabozo, Fresada, Cañitas y Buena Vista, así como en los ríos San Juan, Culebras y Papaloapan que forman parte de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz. Se realizaron colectas mensuales en el campo con nasas metálicas de junio 1990 a 1993 y de 1995 a 2001 los muestreos fueron con las capturas comerciales. Se midieron temperatura, transparencia, color, salinidad y concentración de oxígeno disuelto. A los ejemplares se les tomaron longitud total, peso, sexo y madurez sexual. Se estimó, el período y talla de reproducción al 50% de acuerdo al método indicado por Espino *et al.* (2008) y proporción de sexos. Se analizó la composición de tallas. La determinación de la relación longitud-peso con la fórmula $P = a(L)^b$, se estimaron los parámetros de crecimiento, para aplicar el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, la longevidad con el método de Taylor (1958 y 1960); la mortalidad natural por el método de Pauly (1980), mortalidad total (Z) con la ecuación de Beverton y Holt (1956), mortalidad por pesca (F) por diferencia, la tasa de explotación con $E = F/Z$; la CPUE se determinó en número de organismos y peso por arte de pesca por día (Hilborn y Walters, 1992), por último se obtuvo la talla de captura por tamaño de malla. Se observó que este langostino se reproduce todo el año, sobresaliendo dos periodos: marzo a abril y agosto a octubre que es el más importante. Se encontraron hembras ovígeras desde 33 hasta 118 mm. La talla de reproducción fue a los 60.7 mm; la talla mínima de captura se estimó en 70 mm. La relación machos:hembras en las colectas fue de 1:1, y en los muestreos comerciales de 2:1. La relación longitud-peso fue $P = 0.000012(L)^{2.98}$ con $r = 0.99$. El crecimiento se describe con el modelo $L_t = 168.56[1 - e^{-0.165(-t - 0.032)}]$, con longevidad de 18 meses. La mortalidad natural estimada fue de 0.27, la mortalidad total promedio de todos los años fue 1.27; por pesca de 0.94. La tasa de explotación promedio fue de 0.69 lo que indica que el recurso esta sobreexplotado. Los artes de pesca con tamaño de 3 x 3 mallas/pulgada², tuvieron una talla de captura de 67mm. Por tanto, el recurso fue evaluado y se generaron medidas de regulación para la captura responsable de la pesquería.

Palabras clave: reproducción, Talla mínima de captura, tasa de explotación, artes de pesca.

ABSTRACT

Freshwater shrimp *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) has been subject to indiscriminate and fierce fishing. There is currently no regulation regarding the capture of this species in the Gulf of Mexico. Hence, it is a subject of interest to establish a framework of knowledge by which evaluate and manage this resource. This study was done in El Calabazo, Fresada, Cañitas and Buena Vista Lagoons, as well as in the San Juan, Culebras and Papaloapan rivers, which are part of the Papaloapan drainage basin, in Veracruz. Field collections were performed monthly with pound nets from June 1990 to 1993 and from 1995 to 2001 the samplings were performed over commercial catch. Temperature, transparency, color, salinity and dissolved oxygen data measurements were collected. Specimens total length, weight, sex and sexual maturity were sampled. Reproductive period and reproduction size 50% using the method described by Espino *et al.* (2008) as well as the sex ratio. Composition of the capture sizes was analysed. Length-weight relation was determined by means of the equation $P = a(L)^b$. Growth parameters were estimated in order to use von Bertalanffy's growth model. Longevity was obtained using the method described by Taylor (1958 and 1960), natural mortality (M) using Pauly method (1980), total mortality (Z) using the Beverton-Holt equation (1956), fishing mortality (F) by means of the difference of the former quantities. Exploitation rate was determined by $E = F/Z$. Catch per unit effort (CPUE) was determined in number of specimens per fishing gear per day and in weight per fishing gear per day (Hilborn & Walters, 1992); finally, capture size per mesh size was also obtained. It was observed that this shrimp breeds all year long, featuring two peak periods: March to April and August to October, the latter being the most important. Ovigerous females were found to measure from 33 up to 118 mm. Reproduction size was found to be 60.7 mm; minimum capture size was estimated at 70 mm. Male-female ratio was 1:1 during collections and 2:1 in commercial samplings. The resulting Length-weight relation was $P = 0.000012(L)^{2.98}$ with $r = 0.99$. Growth is described by the model $L_t = 168.56[1 - e^{-0.165(-t(-0.032))}]$, with a longevity of 18 months. Natural mortality was estimated 0.27, total average mortality in these years was 1.27; fishing mortality was 0.94. Average exploitation rate was 0.69, indicating that this resource is being overexploited. Fishing gears with sizes of 3x3 meshes/in² had a capture size of 67 mm. Thence, the resource was evaluated and regulatory measures were generated for a responsible capture of the fishery.

Keywords: reproduction, minimum capture size, exploitation rate, fishing gears.

II. INTRODUCCIÓN

Los langostinos conocidos como camarones de río, pertenecen al género *Macrobrachium*, que habita las aguas continentales tanto dulces como salobres de las regiones intertropicales. En México existen 21 especies de este género (Villalobos-Hiriart *et al.*, 1993; Álvarez *et al.*, 1999; Román *et al.*, 2000; Álvarez *et al.* 2002; Mejía *et al.*, 2008; Hernández, 2008; Mejía-Ortiz *et al.*, 2011, y Rosas, 2012), de las cuales cinco se explotan en forma comercial a nivel nacional. En los ríos y lagunas costeras del Golfo de México se capturan *M. acanthurus* y *M. carcinus*, y para el Pacífico *M. americanum* y *M. tenellum*. (Guzmán *et al.*, 1977; Boschi, 1974; Villalobos, 1966 y Villalobos *et al.*, 1982). Existe otra especie de menor tamaño conocida comúnmente como camarón manudo (*M. heterochirus*) y constituye una pesquería comercial local en Veracruz (Lorán y Estrada, 1995; Lorán y Martínez 2002). Hay otra especie introducida que es el langostino malayo (*M. rosenbergii*) que se produce en cultivo.

La captura de las diferentes especies de langostino, no se registran en forma explícita en las oficinas de pesca de Veracruz debido a que se reporta con diferentes nombres comunes. En la parte norte del estado *M. acanthurus* la conocen como acamaya y en el sur camarón prieto, manos de carrizo o langostino, mientras a *M. carcinus* le llaman acamaya o langostino en la parte sur, en la norte langostino y en otros lugares langostino real). Ante esta situación en éste estudio se consideraron las capturas a nivel de género. El uso de estos nombres comunes también dificulta la regulación del recurso.

La especie objeto de este estudio fue *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836), ha soportado una intensa pesquería artesanal y se hace de manera indiscriminada en los ríos y lagunas, y es relevante tanto por su volumen como por la extensión donde se captura, creando una derrama económica considerable. Sin embargo existen pocos estudios que puedan ayudar a conocer el estado de explotación en que se encuentra la pesquería como son, la tasas de mortalidad total, por pesca y tasa de explotación; al igual que el periodo de reproducción, talla de reproducción al 50% (L_{m50}), y la estructura de tallas que capturan las artes de pesca. De los trabajos revisados la mayoría están encaminados a la biología y crecimiento, uno incluye sobrevivencia y otros son de cultivo (se abordan con detalle en los antecedentes), pero acerca de la población y a la evaluación de la pesquería por el momento no se encontraron.

Actualmente no existen medidas para la regulación de su captura en el Golfo de México, aunque oficialmente en el año de 1988 se estableció un periodo de veda del primero de agosto al 30 de noviembre (sin estudios previos), el cual fue revocado el 31 de agosto de 1990 por las inconformidades de los pescadores quienes argumentaron que dicho periodo no era adecuado, sin embargo en el estado de Veracruz de común acuerdo de algunas sociedades cooperativas con las oficinas de pesca y con el apoyo de los resultados preliminares del proyecto (Estudio biológico pesquero de los langostinos comerciales del centro y sur de Veracruz) bajo la responsabilidad de la que suscribe que incluye a la especie *M. Acanthurus*, se han realizado en varios municipios suspensiones de captura para su protección, sin embargo no siempre se respeta por no estar establecida de manera oficial.

Existen evidencias observadas por Lorán y Torres (1991); Lorán y Estrada (1995); Lorán y Martínez, (2002) y comentarios de los pescadores, en varias localidades del estado que indican que la pesquería está disminuyendo pero hace falta demostrarlo con estudios.

Por lo anterior los objetivos principales de presente trabajo fueron obtener el periodo de reproducción, talla de reproducción (L_{m50}), la evaluación de la pesquería de *M. acanthurus* a través de la estimación de la tasa de explotación y la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE). Otros objetivos fueron determinar la estructura de tallas por tamaño de malla de los artes de pesca y la talla de captura de cada una. Todos ellos con la finalidad contribuir en la administración de su captura por medio de medidas de regulación como periodo de veda, talla mínima de captura, y el tamaño de malla del arte de pesca que la capture.

III. ANTECEDENTES

Distribución geográfica

Las especies de langostino de agua dulce del género *Macrobrachium* están distribuidas a nivel mundial en todas las zonas tropicales y subtropicales. Rodríguez de la Cruz (1965) menciona que *M. acanthurus* es una especie que tiene una distribución amplia, pues va desde Georgia (E. U.) hasta Brasil.

En México *M. acanthurus* se distribuye en aguas tranquilas de la parte baja de los ríos, canales, lagunas y estuarios de la región este, en los estados de Tamaulipas Veracruz, Tabasco y Campeche. En Veracruz se distribuye en 56 de los 212 municipios que conforman el estado.

En la cuenca del río Papaloapan se encuentra presente en numerosos cuerpos de agua dulce y salobre, desde la laguna de Alvarado hasta Cosamaloapan, en el río San Juan Evangelista desde su confluencia con el Papaloapan hasta la localidad de Garro, Municipio de Isla, Veracruz, y en el río Blanco desde la desembocadura en la laguna de Alvarado hasta la localidad de Ignacio de la Llave, del municipio del mismo nombre. También se encuentra en los ríos Camarón, Tecomate y Acula, y en los sistemas lagunarios en comunicación con los ríos señalados. Puede decirse a nivel general que su distribución en la cuenca baja del Papaloapan, ocupa una área terrestre de 2500 km² que circundan la desembocadura, pero en época de lluvias aumenta la distribución debido a la formación de lagunas temporales y al área correspondiente a los potreros inundables, que están en comunicación con los ríos y lagunas permanentes (Cabrera, 1977).

Características de la especie

Los criterios para su identificación están basados en los señalados por Holthius (1952, 1980); Rodríguez de la Cruz (1965) y Carrillo (1968).

La diagnosis de la especie es como sigue: el rostro casi recto sobrepasa al escafoцерито. El margen superior lleva de 8 a 12 dientes, dos de ellos están detrás de la órbita, el segundo par de pereiópodos es muy largo, debido a ello le llaman comúnmente manos de carrizo o manos de tarro. Estas dos características son distintivas de la especie. (Fig. 1).



Fig. 1 *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836)

Existe diferencia sexual, lo cual hace posible distinguir al macho de la hembra, sobre todo en los adultos. El macho es más grande y robusto que la hembra, el segundo par de pereiópodos puede ser más largo y robusto en el macho (en ocasiones puede estar poco desarrollado y ser semejante a los de las hembras), además existe una pequeña estructura filiforme denominada apéndice masculino sobre el inicio o base del endopodito del segundo par de pleópodos del macho, otro distintivo es la abertura sexual llamada gonoporo que es una estructura globular que se encuentra en la base del quinto par de pereiópodos. En la hembra el gonoporo se presenta en la base del tercer par de pereiópodos, y presentan una cámara incubadora espaciosa, como la llama Ling (1967), formada por la prolongación de las pleuras, además de tener el segundo pereiópodo mas pequeño que el macho.

Ciclo biológico

Macrobrachium acanthurus se reproduce todo el año y aumenta en la época de lluvias (Cabrera, 1977), en la cuenca baja del río Papaloapan. Dattoli (1983) indica, basándose en las migraciones masivas de juveniles, que tienen dos temporadas de reproducción (marzo-abril y agosto-octubre) en el río Actopan del estado de Veracruz; mientras que Granados-Berber (1984) en el estado de Tabasco observó en la Laguna de Santa Anita un período reproductivo de marzo a abril y otro en diciembre, en El Canal, se reproduce todo el año, con pico en marzo, y en el río González hubo tres periodos el primero en marzo-abril, el segundo en julio-agosto y el tercero en octubre que fue el mayor y se extendió hasta enero, también informa que el ciclo reproductor parece estar correlacionado con la precipitación pluvial, la temperatura y la concentración de oxígeno. Román-Contreras y Campos-Lince (1993), concluyeron que la reproducción se lleva a cabo todo el año con incremento en el periodo de lluvias. Tamburus *et al.* (2012) dicen que posiblemente la reproducción es continua, pero que tiene picos en el verano (diciembre y enero).

En cuanto a la proporción sexual, Cabrera (1977) encontró un macho por dos hembras y Dattoli (1983) reportó dos machos por una hembra.

Granados-Berber (1984) menciona que las hembras alcanzan la madurez sexual a los 40 mm, y Cabrera *et al.* (1976) observaron que hembras de 20-40 mm de longitud total ya participan en la reproducción. Manzo-Cárdenas *et al.* (1983) en el estero Casitas, Ver., señalaron que la hembra alcanza su madurez sexual a los 34 mm. Román-Contreras y Campos-Lince (1993), indican que encontraron hembras sexualmente maduras de 35 mm, y Dattoli (1983) afirma que los machos alcanzan la madurez sexual a los 78 mm de longitud total en promedio y las hembras a los 46.

Para el estudio de la reproducción es importante determinar los diferentes estadios de madurez sexual de las hembras para ello se requiere el uso de alguna escala de madurez, en el anexo I se presenta la propuesta por Guzmán (1976) para *Macrobrachium tenellum*, que se basa fundamentalmente en características sexuales secundarias (citada por Granados-Berber, 1984). Martínez (1975) también da a conocer las etapas de

desarrollo embrionario así como de los estadios larvales y de la primera postlarva.

Choudhury (1971) en cautiverio observó que el apareamiento se lleva a cabo después de la muda de la hembra y del cortejo que se prolonga durante 4 o 5 h. Durante la cópula, el macho voltea a la hembra con sus segundos pereiópodos y deposita el espermátforo entre las coxas de los pereiópodos de ésta. La hembra es protegida por el macho antes y después del apareamiento alejando de ella a otros machos hasta que el exoesqueleto de la hembra se endurece.

El desove ocurre de 4 a 12 h después de la cópula, y dura de 8 a 12 min, en este proceso la hembra dobla su abdomen hacia la parte ventral del cefalotórax presionando la cámara incubadora contra los poros genitales; los huevos se van fertilizando al pasar por el espermátforo y posteriormente quedan depositados en la cámara incubadora, adheridos a las sedas de los 4 primeros pares de pleópodos (Choudhury, 1971), la forma de los huevos de *M. acanthurus* es ovoide y miden de 0.5 a 0.9 mm (Granados-Berber, 1984).

Cabrera (1977) reportó para *M. acanthurus* que hembras de 80 mm llevan en el abdomen unos 6000 huevecillos y piensa que una hembra desova entre 2 y 4 veces al año. Dattoli (1983) encontró que la fecundidad aumenta en forma directa con el tamaño de la hembra, de acuerdo con la ecuación $Y = 0.0025926 * x^{3.3537}$ (donde x es la talla de la hembra en mm e Y es el número de huevecillos). A su vez Granados-Berber (1984) afirma que una hembra de 70-75 mm de longitud total tiene un promedio de 5500 huevecillos. Dugan *et al.* (1975) calcularon de 8000 a 18000 huevecillos en ejemplares de 25 a 30 g, y el número máximo de larvas que registró fue de 30000. Valenti *et al.* (1989) en Brasil, obtuvieron la fecundidad media con respecto a la longitud, $F = 14712 + 2311.8 * L$, y con respecto al peso, $F = -1493.9 + 798.76 w$, y concluyen que está relacionada con el peso y la longitud. Albertoni *et al.* (2002) publicaron que el número de huevos promedio es de 438 y el rango es de 1054 a 17093 (según la talla). Según Manzo-Cardenas *et al.* (1983) una hembra a los 34 mm llega a tener un promedio de 4 039 huevecillos en su abdomen.

El período de incubación de los huevecillos dura 20 días según Cabrera (1977). Morales *et al.* (1991) determinaron 20 estadios, y que la duración del período de incubación depende de la temperatura y varía de 13 días (a 29°C) hasta 19 días (a 24°C). Durante la incubación la hembra oxigena los huevecillos mediante movimientos de los pleópodos y elimina las partículas de los mismos con su primer par de pereiópodos. A medida que avanza el desarrollo embrionario, los huevos cambian de color desde un verde olivo hasta gris claro poco antes de eclosionar (Choudhury, 1971). La eclosión dura de 1.5 a 2 h, la larva sale del huevo con el telson por delante y empieza a nadar. Durante este proceso la hembra agita violentamente los pleópodos cada cierto tiempo para ayudar a liberar y disparar las larvas (Choudhury, 1971). Durante el desarrollo larvario *M. acanthurus* tiene de 11 a 12 mudas y pasa por 10 estadios larvarios que duran de 32 a 42 días (Choudhury, 1970). Todos los estadios larvarios son planctónicos excepto el primero. Las larvas recién eclosionadas se alimentan del material que tienen de reserva, en esta etapa, muestran fototropismo positivo el cual se reduce durante los últimos estadios, y en el último estadio tiene fototropismo negativo

y la postlarva es demersal (Choudhury, 1971). Varios autores han observado que esta especie requiere agua salobre para su desarrollo larvario (Choudhury, 1971; Dobkin *et al.*, 1974; Dugan y Frakes, 1972; Dugan *et al.* 1975), e incluso llegan a afirmar que tiene mayor sobrevivencia que otras especies a altas salinidades (Dobkin, 1974).

Aspectos ecológicos

La mayoría de especies de Palemónidos requieren agua salobre en las fases iniciales de su ciclo de vida, por lo que se encuentran en aguas que están conectadas directa o indirectamente con el mar, aunque algunas lo completan en lagos continentales salinos y de agua dulce. Algunas especies prefieren ríos de agua transparente, mientras que otras se encuentran en aguas muy turbias

Macrobrachium acanthurus habita en aguas tranquilas poco profundas donde la corriente de los ríos es lenta y existe sedimentación de partículas sólidas y materia orgánica: durante el día se encuentra entre las raíces y la vegetación hidrófila, principalmente zacates, en oquedales, bajo troncos sumergidos o en las capas superiores del fango, y durante la noche sale de sus refugios para alimentarse (Dattoli, 1983). Pueden encontrarse en aguas dulces y salobres, aunque la mayor parte de su vida viven en agua dulce, en áreas tropicales y subtropicales en agua someras, en las márgenes de los ríos, canales y lagunas, a profundidades entre 0.1 y 3 m (Cabrera, 1977). Son de hábitos alimenticios omnívoros, Dattoli (1983).

Es una especie migratoria en algunas fases de su ciclo de vida (Gamba y Rodríguez, 1987). Las zonas pantanosas, dulceacuícolas, cubiertas por pastizales y vegetación tropical, constituyen sitios adecuados para el crecimiento de los juveniles. Las características ambientales de los lugares en que se han colectado son: temperatura de 19 a 31° C, concentración de oxígeno de 3 a 14 ppm (Gasca, 1986), pH de 6.5 a 8.5, salinidad de 0 a 20 ‰ y fondo desde arenoso hasta limo-arcilloso (Dattoli, 1983; Granados-Berber, 1984).

Cabrera (1977) menciona que en la época de lluvias la población se desplaza a zonas de aguas salobres para reproducirse, y que hay migraciones de juveniles durante todo el año en el Bajo Papaloapan. En cambio Dattoli (1983) observó en el río Actopan que las migraciones masivas de juveniles se presentan en mayor cantidad entre marzo y abril y de agosto a octubre.

Dinámica poblacional

El tamaño y el crecimiento máximo son muy distintos según la especie y probablemente las especies mayores conocidas son *M. americanum*, *M. carcinus* y *M. rosenbergii* (New y Singholka, 1984).

Estos organismos crecen a través de mudas, las cuales son muy frecuentes en su fase larval, y fase juvenil y van disminuyendo conforme se hacen adultos. Cuando mudan están indefensos y expuestos a ser depredados fácilmente por lo que cuando se acerca la muda buscan lugares de profundidad media (1 m), oquedales, lugares con abundante vegetación

para protegerse de los predadores. Cabrera *et al.* (1976) indica que el crecimiento al principio es rápido, y en sólo 6 meses alcanza de 80-120 mm y que es variable dependiendo de la zona en que viven.

Dattoli (1983) en el río Actopan, estimó el crecimiento en longitud mediante la ecuación Von Bertalanffy, y encontró para machos: $L_t = 144.25[1 - e^{-0.3489(t-0.4745)}]$ y para hembras: $L_t = 96.03[1 - e^{-0.2802(t-0.6309)}]$. Para obtener el crecimiento ponderado obtuvo primero la relación longitud-peso. Encontró para machos $P = 0.000007589L^{3.1003}$ y para hembras $P = 0.000014632L^{2.928}$. El crecimiento en peso para machos fue $P = 38.07[1 - e^{-0.3489(t-1.4745)}]^{3.103}$ y para hembras $P = 9.33[1 - e^{-0.2802(t-0.6309)}]^{2.928}$. Valenti *et al.* (1987) encontraron $L_t = 138[1 - e^{-0.197t}]$ para machos y $L_t = 108[1 - e^{-0.200t}]$ para hembras y consideraron que t_0 era de cero; Pérez y Segura (1981) en Tabasco determinaron la siguiente curva de crecimiento en longitud $L_t = 232[1 - e^{-0.418(t-0.271)}]^{3.21}$ y en peso $P = 145.8[1 - e^{-0.419(t-0.271)}]^{3.21}$; Román-Contreras y Campos-Lince (1993) reportaron crecimiento en tallas $L_t = 212[1 - e^{-0.2405(t+0.867)}]^{3.185}$, para machos y hembras y el crecimiento en peso $P_t = 106.6[1 - e^{-0.2405(t+0.867)}]^{3.185}$.

Manzo-Cardenas *et al.* (1983) determinaron una L_∞ de 162 mm; Martínez (2004) estimó en el Estero Negro $L_t = 174.1[1 - e^{-0.214*(1+0.0488)t}]$ y para la laguna de Alvarado $L_t = 160.6[1 - e^{-0.182*(1+0.062)t}]$ también para *M. acanthurus*.

Mejía (2001) realizó un estudio de relaciones biométricas en donde observó que en época de secas la relación longitud-peso fue $P = 0.0000207LT^{2.87}$ ($r^2 = 0.851$) y en la de lluvias $P = 0.00000681LT^{3.11}$ ($r^2 = 0.913$) la deferencia de esta última se la atribuye a que en esta época hay mayor disposición de alimento.

En el río Actopan, Dattoli (1983) calculó la sobrevivencia por medio del método de Doi (1976) para lo cual fue preciso conocer primero la distribución por edades y poder determinar la sobrevivencia (S) y a partir de ése valor calcular z (mortalidad) según la relación $S = e^{-z}$. La sobrevivencia la estimó en un 62.6%.

Selectividad de los artes de pesca

No se encontró literatura acerca de la selectividad de los artes de pesca que se utilizan en la captura de *M. acanthurus*, pero existen documentos internos en el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Veracruz de estudios y opiniones técnicas (Lorán y Valdez, 1987a; Lorán y Valdez, 1987b; y Lorán y Valdez 1988) así como el trabajo Lorán y Martínez (2002) en donde reportan que hay diferentes artes de pesca como las nasas langostineras (aros), nasas metálicas (clarines), fisgas y redes de cuchara y describen sus características de construcción y operación. Lorán y Valdez (1988) encontraron que el clarín cúbico de 4 x 4 mallas/pulgada² tenía mayor rendimiento que el cilíndrico de 3 x 3 mallas/pulgada², pero tiene mayor dificultad para su construcción y dieron como recomendación que se utilizara el tamaño de 2 x 2 mallas/pulgada². Posteriormente Lorán *et al.* (1996a) y Lorán *et al.*, (1996b), en su estudio incluyeron clarines de tamaño de malla de 4 x 4 mallas/pulgada² con forma cilíndrica y cúbica, pero la de 2 x 2 mallas/pulgada² solo de forma cilíndrica; concluyendo que las nasas son

selectivas, y que la eficiencia en número de organismos capturados depende del número de entradas; y que la nasa de tamaño 2 x 2 mallas/pulgada² de forma cilíndrica es menos eficiente considerando el número de organismos, pero es más eficiente si se toma en cuenta la biomasa entre número de organismos.

Cultivo

En el aspecto de cultivo de *M. acanthurus* existen trabajos diversos, en el Instituto Nacional de Pesca se encuentra el de Lorán *et al.* (2001) y Lorán *et al.* (2002) quienes trabajaron en la producción de postlarvas con sobrevivencia del 1%. Otros autores como: Dugan *et al.* (1975), Choudury (1971), Dobking *et al.* (1974) también estudiaron el desarrollo larval; Cabrera (1980) en cultivo de engorda obtuvo 286/kg por hectárea en tres meses, Rentería (1986) cosechó 77 Kg/ha en dos meses; Dobkin *et al.* (1975) logró que crecieran de 1-3 mm a 8.6 mm en 6.2 meses con sobrevivencia del 12%; Willis *et al.* (1976) lograron que crecieran de 20.8 a 30 en un mes con 88% de sobrevivencia. Gutiérrez (1992) realizó una recopilación bibliográfica de la biología y cultivo de las diferentes especies de *Macrobrachium* en donde incluye a *M. acanthurus*). Salazar *et al.* (2005) trataron de hacer hibridación entre *M. rosenbergui* y *M. acanthurus* sin tener éxito.

IV. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar aspectos poblacionales del langostino *Macrobrachium acanthurus*, que sirvan de soporte técnico para generar recomendaciones que permitan su explotación adecuada.

Objetivos particulares

Determinar el periodo de reproducción, para recomendar un periodo de veda.

Determinar la talla de reproducción (basada en las hembras ovígeras), para proponer una talla mínima de captura.

Describir las características ambientales en las que se desarrolla *M. acanthurus*.

Describir el crecimiento de *M. acanthurus* a través del modelo de von Bertalanffy.

Estimar la tasa de explotación y la CPUE, para evaluar el recurso.

Determinar la abertura de malla con la que se obtiene la talla mínima de captura que se estime en el presente estudio.

V. HIPOTESIS

1.- Si se obtiene el periodo de reproducción, la talla L_{m50} de reproducción, y las tallas de captura de los diferentes tamaños de malla de los artes de pesca, se podrán dar recomendaciones para la captura responsable de esta pesquería (de langostino), como periodo de veda, talla mínima de captura, y tamaño de malla del arte de pesca, en la cuenca baja del río Papaloapan.

2.- Sí se obtiene, la tasa de mortalidad total, tasa de explotación y CPUE se podrá evaluar el recurso.

VI. ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en las lagunas de El Calabozo, Cañitas, Buena Vista y Fresada, además en río San Juan, Culebras y una parte del río Papaloapan en los muestreos de campo, que son, parte de la cuenca baja de este último río, cuya localización geográfica esta entre los 95°35' y los 95°39' O y 18°35' y 18°38' N (Fig. 2). En los muestreos comerciales además de estos lugares, las capturas provenían de las lagunas de La Mayoralá, La Bentrañeta y lagartera.

Los diferentes afluentes que integran el río Papaloapan nacen de las serranías de la parte norte del estado de Oaxaca, del sistema Montañoso Oaxaqueño-Poblano (incluye el Pico de Orizaba) y de la Sierra de los Tuxtlas. La cuenca del Papaloapan es una de las zonas más importantes del país desde el punto de vista hidrográfico, tiene una área total de 46,517 km², un escurrimiento anual medio de 44,662,000 m³ al año y una descarga de 997.1 miles de m³/km², siendo el segundo en caudal del país después del Grijalva-Usumacinta (S.R.H., 1975), La longitud del río es de 354 km, aunque si se considera el sistema Papaloapan-Santo Domingo-Grande-Tehuacán llega hasta los 900 km, con una área de 46 517 (Kilómetros²) (SEMARNAT, 2011). El acarreo de sólidos en suspensión lleva consigo gran cantidad de nutrientes primordiales para la alta productividad de las lagunas, ríos y otros depósitos de agua de la planicie costera y la zona marítima adyacente.

Sus principales afluentes son, el río Tonto, río Salado, río Santo Domingo, ríos Santa Rosa, y Valle Nacional. Cerca de su desembocadura el río Papaloapan recibe las aportaciones, por la margen derecha, de los dos afluentes más importantes: el río Tesichoacán y el San Juan Evangelista. Después de la confluencia con el río San Juan Evangelista, el Papaloapan fluye en dirección norte, en cuyo recorrido recibe por la margen izquierda las aportaciones de la laguna de Alvarado; finalmente desemboca en el Golfo de México por la Barra de Alvarado.

La fisiografía de la zona de estudio es totalmente plana (llanura) y es parte de la planicie costera, lo que hace que el río Papaloapan y los demás afluentes del mismo fluyan lentamente y más que por el efecto de desnivel lo hacen porque la acumulación de agua en la parte alta empuja a la parte baja y la hace desplazarse. Es por ello que la planicie costera está salpicada de gran cantidad de pequeñas lagunas que en la época de secas están aisladas, pero durante las lluvias se comunican unas con otras. Esta zona plana es la más rica y potencialmente la más productiva Islas-Ojeda y Pereyra-Díaz (1990). De octubre a febrero la cuenca se ve afectada por masas de aire frío conocidas como nortes.

El clima es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano con precipitación del mes más seco menor de 60 mm (Aw2) con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 (INEGI, 1988a), tiene escurrimientos de agua mayor a 1,000 mm, con suelo salino (INEGI, 1988b).

En los últimos 100 años las condiciones del río Papaloapan y sus lagunas asociadas se han modificado enormemente por el asolvamiento de la barra de Alvarado y del cauce del río a causa de la gran erosión. Según referencias de los pescadores viejos la salinidad llega ahora por lo menos 10

km más abajo de lo que llegaba hace 30 años (Cabrera, 1989). El asolvamiento y la presencia de lirio acuático dificultan el libre flujo de agua y de especies acuáticas.

Según Cabrera, 1989, en el río Papaloapan la temperatura promedio anual fue de 28°C a la altura de la laguna de Los Amates y en la laguna de Alvarado fue de 30°C.

En las lagunas de la cuenca baja del Papaloapan el contenido de oxígeno disuelto varía debido a las inundaciones que se presentan anualmente por las lluvias, las cuales hacen que los potreros dedicados a la ganadería queden cubiertos por el agua. La descomposición de la materia orgánica presente crea una fuerte demanda bioquímica de oxígeno que agota el oxígeno disuelto en el agua provocando mortandad de los organismos acuáticos cuando quedan atrapados, este proceso es de septiembre a octubre (Cabrera, 1989).

Todas las lagunas del sistema lagunar asociado al río Papaloapan en la porción cercana a su desembocadura son bajas, con promedio de profundidad de 50 cm en la época de secas y de 2.5 m en época de lluvias, pero cuando hay inundaciones pueden alcanzar 4 m.

Existen descargas contaminantes (Berman, 1987) que drenan al Río Papaloapan como los ingenios (San Cristóbal y San Gabriel), que desechan ácidos sulfúrico y clorhídrico, hidróxido de sodio, grasas, aceites, vinasas, materia orgánica y altas temperaturas, Industria Papelera, Alimenticia, agrícola (extenso uso de agroquímicos), y el vertido de desechos urbanos (sólidos y aguas negras) de las diferentes ciudades establecidas en sus márgenes.

VII. MATERIAL Y METODOS

El proyecto institucional de investigación que permitió realizar esta tesis fue el “Estudio biológico pesquero de los langostinos comerciales del centro y sur de Veracruz”, que se llevó a cabo en el Centro Regional de Investigación Pesquera de Veracruz del Instituto Nacional de Pesca bajo la responsabilidad de la autora, cuyo objetivo principal fue generar medidas de regulación para ayudaran en la administración de la pesquería. De la información obtenida de dicho proyecto, sólo se utilizó la correspondiente a *M. acanthurus* de la Cuenca Baja del Río Papaloapan, Ver.

Las estaciones de muestreo se distribuyeron al azar en las lagunas de El Calabozo, Fresada, Cañitas, Buena Vista, río Culebras y una parte del río Papaloapan, que son parte de la Cuenca Baja de este último río, (ocasionalmente se hicieron muestreos en el río San Juan y en las lagunas Mayorala y Lagartera) cuya localización geográfica se ubica entre los 95°35' y 95°39' de longitud oeste y 18°35' y 18°38' de latitud norte (Fig. 2).

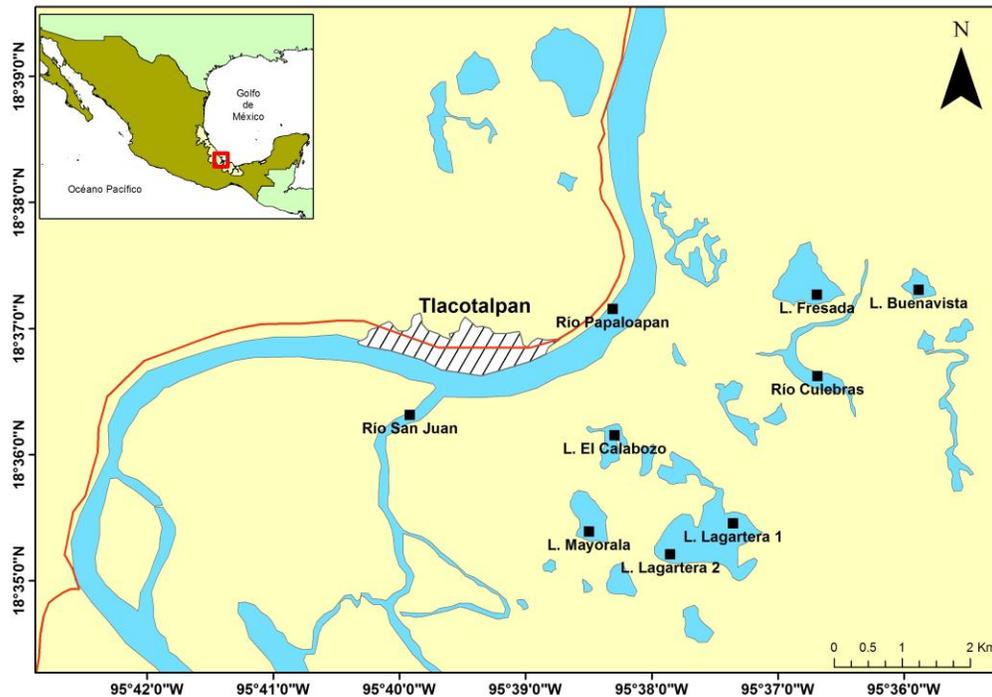


Fig. 2. Localización de las zonas de muestreo.

El estudio inició en junio de 1990 a diciembre de 1993 los ejemplares se recolectaron en el lugar de captura de los pescadores con artes de pesca contruidos por los autores, posteriormente, en el año de 1995 y de enero de 1999 a diciembre de 2001, la muestra se tomó de la captura “comercial” (es decir se les solicitó a dos o tres pescadores la captura total de sus artes de pesca). Los muestreos fueron mensuales.

La captura en las lagunas de Buena Vista, Calabozo, Cañitas, Fresada y río Culebra, se hizo con los artes de pesca de los pescadores, pero en el río Papaloapan los pescadores normalmente no realizaban pesca comercial, pero en el presente estudio sí se realizó la colecta con artes de pesca propios. El arte de pesca consiste en una nasa metálica de forma cilíndrica (conocida comúnmente como clarín), contruida con tela de alambre con dos entradas en forma de embudo y con un matadero en el centro (donde se coloca la carnada) (Fig. 3), con tamaño de malla de 4 x 4 y 3 x 3 mallas por pulgada cuadrada. En los muestreos de julio, agosto y septiembre de 1990 se utilizó experimentalmente nasas de 5 x 5 mallas por pulgada cuadrada con el objeto de capturar organismos más pequeños para observar la talla más pequeña en la que empiezan a reproducirse, además se aprovechó para obtener la estructura de tallas de estos artes de pesca. Los artes de pesca se cebaron con cabeza de pescado y se colocaron separados uno de otro entre 3 y 5 m (es la forma en la que los calan los pescadores), dejándose reposar 24 h. Al día siguiente se levantaron a las 6 de la mañana; se anotó el número de organismos capturados por arte de pesca (y cantidad de artes) hasta completar el número de organismos requeridos en el muestreo, los cuales se colocaron en bolsas de plástico por tamaño de malla debidamente etiquetadas. También se tomaron datos ambientales como temperatura,

profundidad, oxígeno disuelto (con el método de Winkler), transparencia (con un disco de secchi), color del agua por comparación con las tablas Munsell (1975) y salinidad (con un refractómetro de mano). También se tomaron muestras de suelo del fondo para determinar manualmente su textura. Se hicieron otras observaciones como el estado del tiempo, fase lunar, “olor” del agua, presencia o ausencia visual de materiales en suspensión.

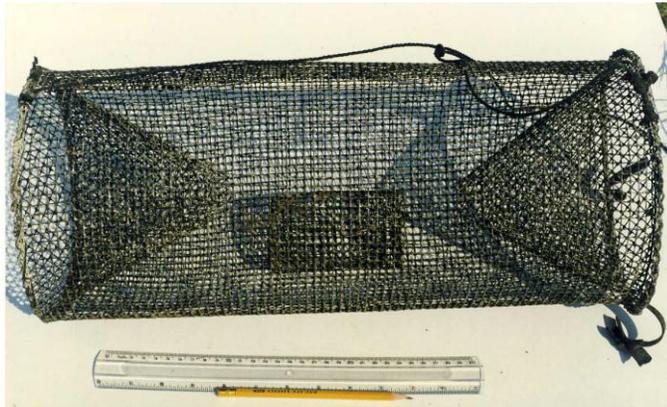


Fig. 3. Arte de pesca utilizado para la colecta de *M. acanthurus*

Una vez en tierra, los organismos capturados se pesaron individualmente (con una balanza Ohaus portátil Estándar modelo LS5000 de 0.1 g de precisión), se les midió la longitud total de la punta del rostro a la punta del telson y la orbital de la parte posterior de la cavidad ocular a la punta del telson (con una regla de 1 mm de precisión), se sexaron (mediante la presencia del appendix masculino (Boschi y Angelescu, 1962), además de la observación de los lóbulos en el macho (estructuras en las que se encuentran los poros genitales) localizados en la base del quinto par de pereiópodos. Otra observación fue la presencia de una espina dura en la porción ventral de la primer somita abdominal (New y Singholka, 1984) en los machos juveniles. A través de observaciones personales durante los muestreos se encontró otra característica para diferenciar el sexo en esta especie, ésta fue una mancha negra entre los poros genitales en los machos, la cual fue de gran ayuda para identificar el sexo sobre todo en juveniles.

La identificación de la madurez sexual en las hembras se hizo macroscópicamente utilizando los criterios de Guzmán (1976) indicados por Granados (1984), en combinación con las observaciones marcadas por Choudhury (1971), pero para fines prácticos del procesamiento de información a los subestadios del estadio de madurez sexual III (hembras ovígeras) se les agruparon en uno solo. En los machos no se determinó la madurez sexual.

El tamaño de muestra se estimó a través una gráfica del error máximo relativo contra tamaño de muestra (n), de acuerdo con la siguiente fórmula (Sparre y Venema, 1992):

$$e = \frac{t(n-1) \cdot S}{\bar{x} \cdot \sqrt{n}}$$

donde: e igual al error máximo relativo; S es la desviación estándar; \bar{x} la talla promedio; n el tamaño de muestra; $t(n-1)$ son los percentiles en la distribución *t-Student*. La gráfica mostró que a partir de 80 ejemplares el error empezó a disminuir, y en 120 ya casi no cambio por lo que se consideró que ese tamaño de muestra era adecuado.

Análisis de datos

Se obtuvieron tallas mínimas, máximas, promedio, modas y desviaciones estándar, así como composición de frecuencia por tallas, proporción de sexos y distribución de frecuencia por estadio de madurez sexual por mes.

Para obtener el número de clases de intervalos se tomó como guía la ecuación de Sturges (1926) pero se aumentó el número de intervalos para tener una presentación más clara.

$$k = 1 + 3.322 * \log_{10} N$$

Para calcular la amplitud del intervalo se usó la siguiente ecuación (pero en este caso se disminuyó la amplitud a 5 mm por considerarlo más conveniente).

$$a = R/k$$

en donde R es la diferencia de la talla más grande registrada menos la más pequeña y k es el número de clases.

Con los datos anuales de la distribución de frecuencia de hembras ovígeras (estadio III) por tallas se obtuvo la L_{m50} de madurez sexual (talla en la cual 50% de las hembras están ovígeras), determinada por interpolación al 50% en la gráfica de frecuencia relativa acumulada anual de hembras ovígeras) (Espino *et al.*, 2008). También se obtuvo la L_{m50} calculada (ajustada) a partir de las frecuencias relativas teóricas, y se calcularon mediante la fórmula recomendada por Sparre y Venema (1992) que es la siguiente:

$$Fc(x) = \frac{n * dl}{S * \sqrt{2\pi}} * \exp \left[- \frac{(x - \bar{x})^2}{(2S^2)} \right]$$

en donde: n = número de organismos; dl = tamaño del intervalo; S = desviación estándar; x = longitud media; \bar{x} = talla promedio y S^2 = varianza.

Para determinar el crecimiento, se procedió a estimar los grupos de edad para machos y hembras mediante el método de Cassie (1954). Después se obtuvieron los parámetros de crecimiento Longitud infinita (L_{∞}), k que es la de velocidad a la que la curva alcanza la asíntota y t_0 (longitud teórica en la edad cero, la cual es una constante de integración sin significado biológico).

Para estimar L_{∞} se utilizó el gráfico de Ford (1933)-Walford (1946) citados por Sparre y Venema (1992) y su análisis de regresión con la siguiente ecuación.

$$L_{\infty} = \frac{a}{1-b}$$

Para k se utilizó la fórmula.

$$k = -\frac{1}{\Delta t} \ln b$$

donde b se obtuvo del análisis de regresión y " t " es el incremento en tiempo.

El parámetro " t_0 " se obtuvo mediante la ecuación.

$$t_0 = t + \frac{1}{k} \ln\left(\frac{L_{\infty} - Lt}{L_{\infty}}\right)$$

En este caso t se consideró como el primer día de nacida la larva de *M. acanthurus*, y como el crecimiento se obtuvo en forma mensual se dividió 1 entre 30 para obtener el valor de t por lo tanto $t = 0.033$ y el valor de Lt se consideró la talla que tiene en el primer día de nacida que es de 1.8 mm (Martínez, 1975).

Una vez que se obtuvieron los valores de los parámetros de crecimiento se sustituyeron en la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938).

$$L_{(t)} = L_{\infty} \left[1 - \exp^{-k(t-t_0)} \right]$$

La longevidad se estimó con el método de Taylor (1958 y 1960), citado por Espino *et al.*, (2008).

$$L = (-\ln(1-0.95)/k) + t_0$$

La relación longitud-peso se obtuvo mediante la ecuación.

$$P = aL^b$$

fórmula que indica que el peso (P) es proporcional a una cierta potencia (b) de la longitud (L).

El peso asintótico (P_{∞}) se obtuvo por sustitución con L_{∞} en la ecuación anterior quedando como:

$$P_{\infty} = aL_{\infty}^b$$

Para obtener el crecimiento en peso se incluyeron los datos de P_{∞} y b en la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy quedando como sigue:

$$P_{(t)} = P_{\infty} \left[1 - \exp^{-k(t-t_0)} \right]^b$$

Se estimó la mortalidad total anual por medio de la ecuación de Beverton y Holt (1956) con base en longitud media de los organismos de captura y los parámetros k y L_{∞} cuya fórmula es:

$$Z = k * \left(\frac{L_{\infty} - \bar{L}}{\bar{L} - L'} \right)$$

en donde: \bar{L} es la talla promedio y L' es el límite inferior del intervalo.

La mortalidad natural (M) se estimó mediante la fórmula empírica de Pauly (1980), siendo:

$$M = \exp[-0.0152 - 0.279 * \ln L_{\infty} + 0.6543 * \ln k + 0.463 * \ln T]$$

donde L_{∞} y k son los parámetros de crecimiento y T es la temperatura promedio anual en la superficie en grados centígrados.

Para evaluar el estado del recurso se estimó la tasa de explotación mediante la fórmula:

$$E = \frac{F}{Z}$$

en donde F es la mortalidad por pesca la cual se obtuvo de restar a la mortalidad total (Z) la mortalidad natural ($F = Z - M$).

Con los muestreos realizados directamente en el campo se calculó la captura por unidad de Esfuerzo (CPUE) (Hilborn y Walters, 1992) considerando como unidad de esfuerzo el arte de pesca que en este caso fue la nasa (conocida comúnmente como clarín), el esfuerzo se consideró un día y la estimación se obtuvo en peso/artes/día y en número de organismos/artes/día en forma mensual y anual. Para obtener la CPUE en número de organismos se dividió el número total de organismos capturados entre el número de artes de pesca utilizados por día, así mismo el peso total se dividió entre el número de artes. Esta estimación se hizo para evaluar el recurso.

La estructura de tallas de los artes de pesca se analizaron por tamaños de malla, de los meses julio, agosto y septiembre de 1990. Se obtuvo la distribución de frecuencia relativa observada y calculada acumulada por tamaño de malla, así como la talla promedio. La talla de captura L_{c50} , (con el método que se utilizó para la estimación de la madurez sexual.

VIII. RESULTADOS

Producción pesquera

Se presenta la producción de langostino del estado de Veracruz y de la correspondiente a la jurisdicción de Tlacotalpan, (Fuente directa de en la subdelegación de la CONAPESCA en Veracruz, antes SEMARNAP), observándose que las capturas en Veracruz tuvieron un aumento en 1993-1999, el cual disminuyó de 2000 a 2010. En Tlacotalpan donde se realizó el estudio en el año 1995 se observa la captura más baja registrada de 17 toneladas, aunque de 2005 al 2009 también disminuyó. Cabe señalar que estos datos incluyen a todas las especies del género *Macrobrachium*.

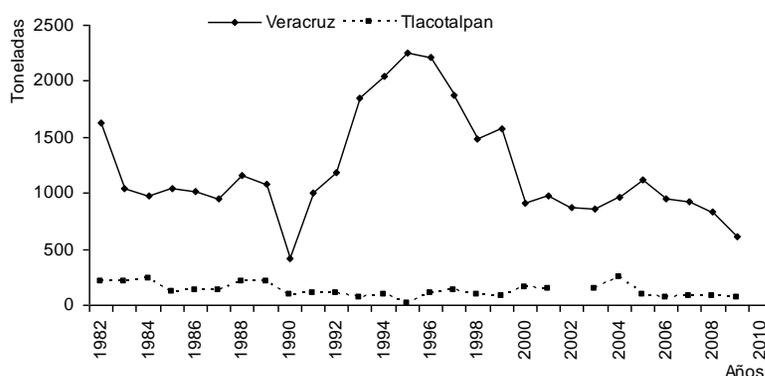


Fig. 4. Volumen de captura de todas las especies de langostino (*Macrobrachium* spp.) en Veracruz. Fuente: Subdelegación Federal de la CONAPESCA, Ver., 2010.

El número de ejemplares colectados en los muestreos de julio a diciembre 1990 fueron 4511, en 1991 fueron 7400, en 1992 fueron 7234, y en 1993 sumaron 6380. En los muestreos comerciales en 1995 fueron 2359; en 1999 fueron 1243, en el 2000 fueron 1318; en el 2001 fueron 1269.

Reproducción

En la Figura 5 se presentan los porcentajes de los diferentes estadios de madurez sexual de *M. acanthurus* de junio a diciembre de 1990 y de 1991-1993. En 1990, se observa la presencia alta de hembras ovígeras (Fase III) en el mes de agosto, seguida de julio y septiembre; en 1991 se observa que esta especie se reproduce todo el año, pero sobresalen dos periodos uno menor en marzo y abril, y otro mayor en octubre (61%). En 1992 sucede lo mismo y el primer período de reproducción importante se presenta de marzo a abril y mayo y el segundo y mayor en agosto, septiembre y octubre con 58, 46 y 70% de hembras ovígeras, respectivamente. En 1993 sobresalen también dos períodos de reproducción uno de enero a abril y el segundo y mayor de agosto a octubre siendo más alto en agosto (75%).

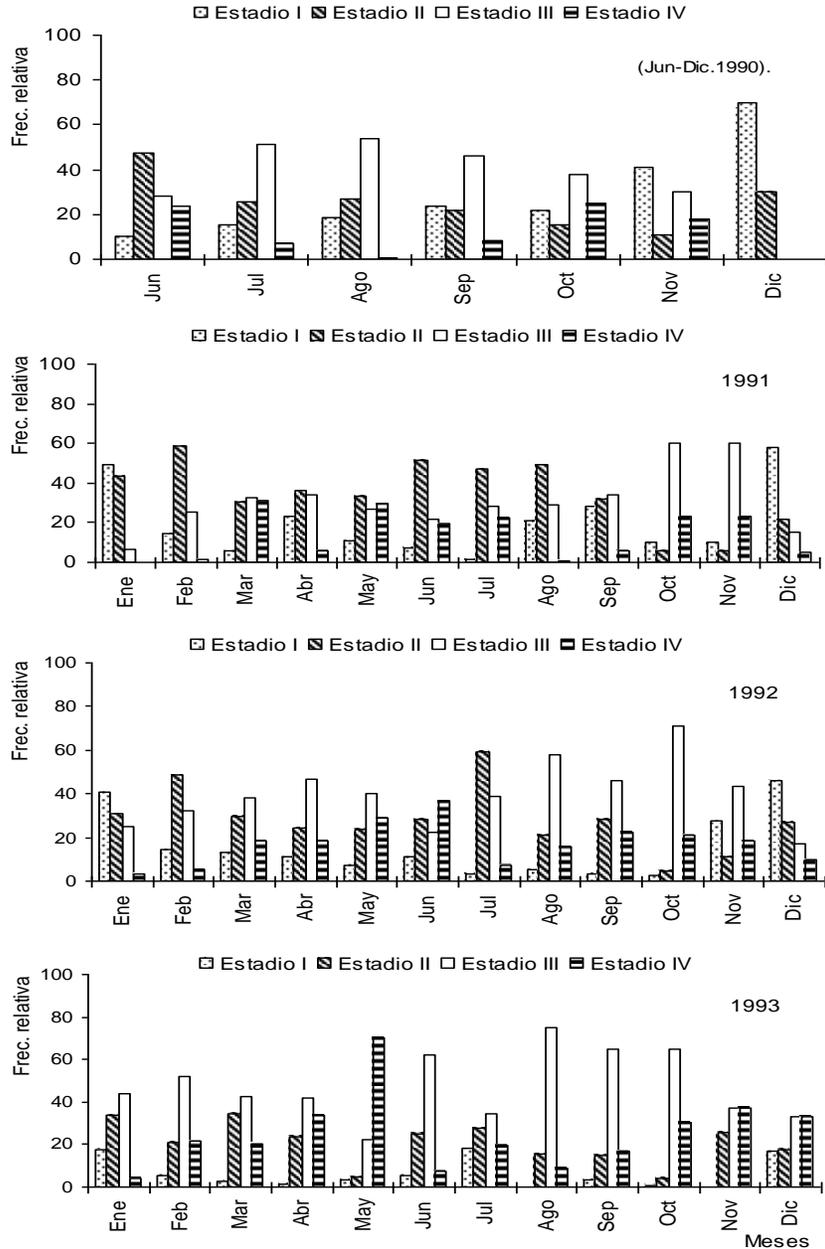


Fig. 5. Frecuencia relativa por estadio de madurez sexual por mes de hembras de *M. acanthurus* durante 1990 a 1993.

De 1995 a 2001 se hicieron muestreos en los centros de acopio de las capturas comerciales, aquí también se observaron hembras ovígeras todo el año, sobresaliendo dos épocas de mayor intensidad: una de marzo a abril y otra de julio a octubre. En el mes de mayo de 1995 no se hizo muestreo debido a que hubo suspensión de captura y en septiembre del año 2001 no se pudo hacer muestreo (Fig. 6).

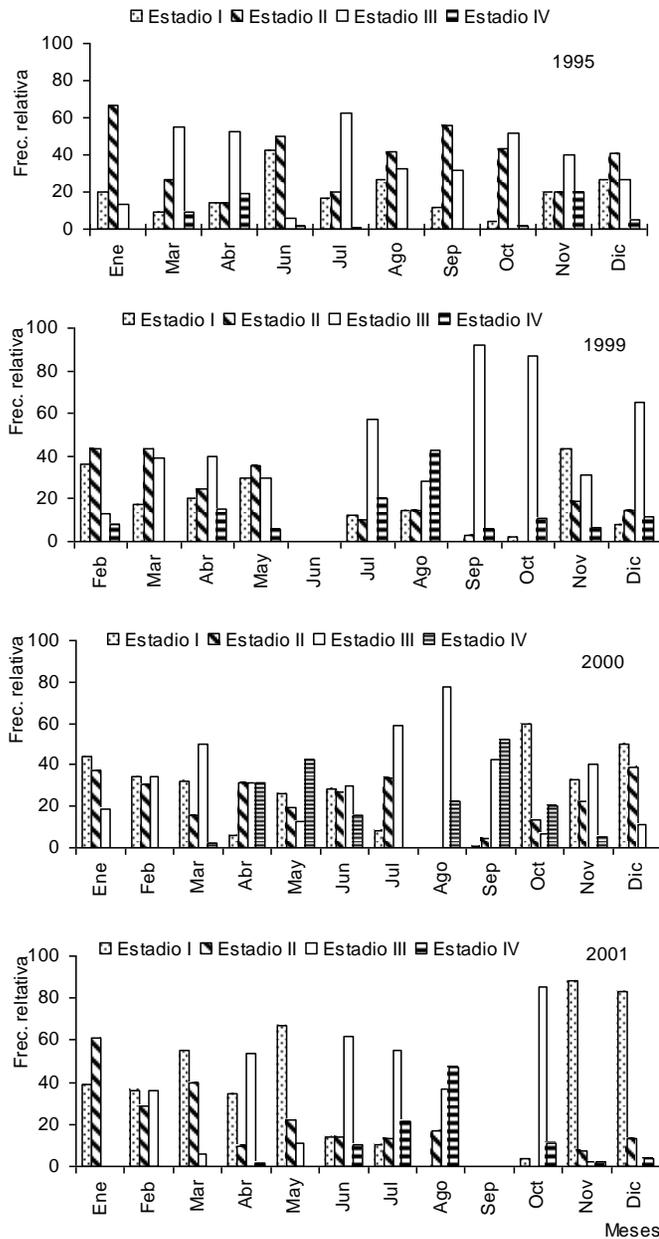


Fig. 6. Frecuencia relativa por estadio de madurez sexual por mes de hembras de *M. acanthurus* durante 1995 a 2001)

Para observar mejor el comportamiento del periodo de reproducción se calculó el promedio mensual de las hembras ovígeras de los años de muestreo de 1990 al 2001 (Fig. 7), confirmando que la especie se reproduce todo el año, pero se obtuvieron dos picos uno en abril y otro máximo en octubre.

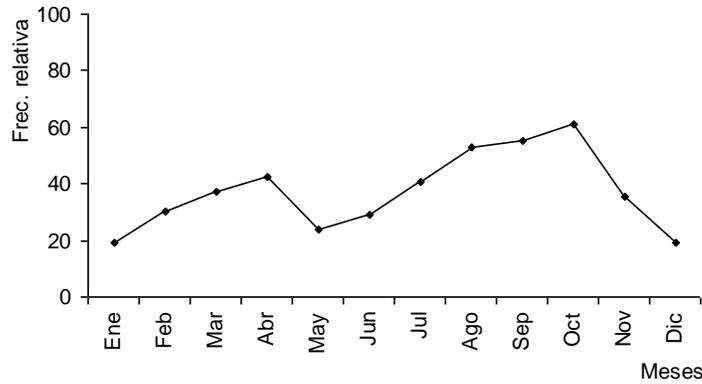


Fig. 7. Distribución de frecuencia relativa promedio por mes de hembras *M. acanthurus* en el estadio III (ovígeras) de todos los años de muestreo (1990-2001).

Proporción de sexos

En cuanto a proporción de sexos, en 1990 se observa que predominan los machos (Fig. 8), sólo en agosto aumenta el porcentaje de hembras, y al relacionar esto con la época de reproducción también en ése mes hubo mayor cantidad de hembras ovígeras, y la relación machos-hembras (M:H) anual fue de 2:1. En 1991, (Fig. 8) la relación M:H fue 1:1; y los meses en que predominaron las hembras fueron febrero, marzo, abril, junio, julio y agosto. En 1992 (Fig. 8) el porcentaje de hembras fue más alto que los machos en los meses abril, agosto, septiembre, octubre y noviembre, en este año también coincide el aumento de hembras con la mayoría de los meses en que aumentó el porcentaje de hembras ovígeras y la proporción M:H anual fue 1:1. En 1993 (Fig. 8), de marzo a octubre y en diciembre predominaron las hembras y la relación anual de sexos fue de 1:1. En promedio la relación de machos:hembras de los cuatro años fue de 1:1.

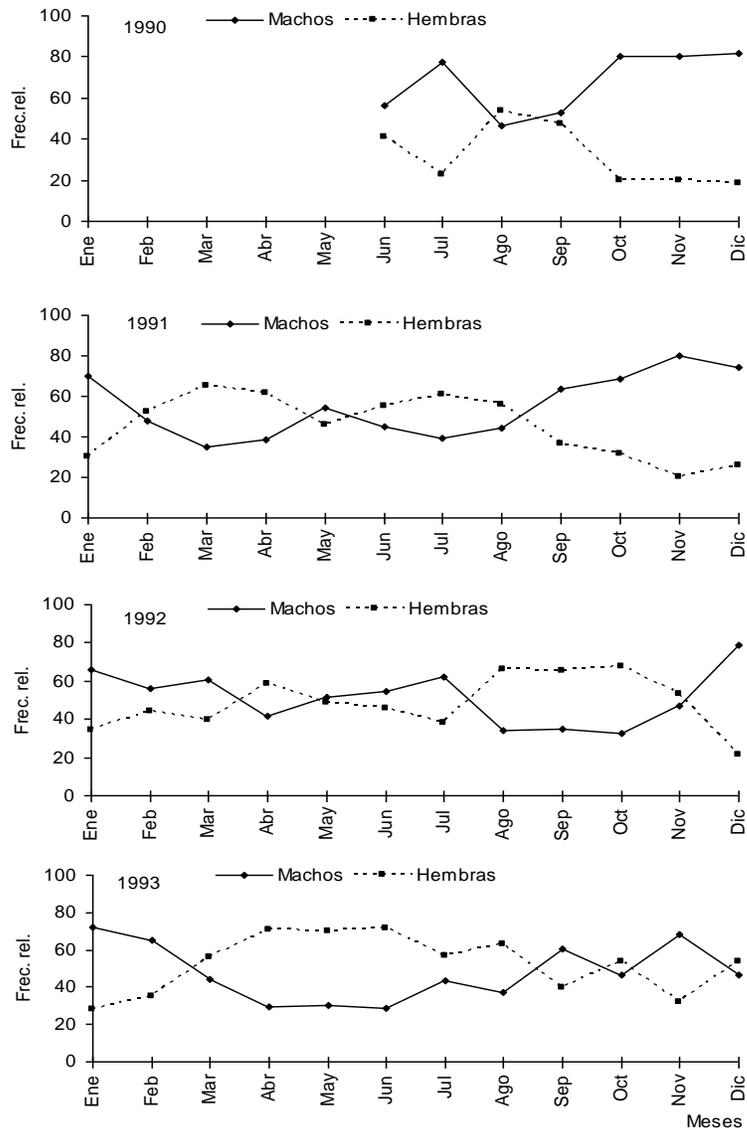


Fig. 8. Proporción de machos y hembras por mes de *M. acanthurus* de 1990 a 1993.

En los muestreos comerciales (Fig. 9) el número de machos fue mayor en 1995 y 1999, a excepción del mes de septiembre: la relación M:H en 1995 fue de 4:1; en 1999 fue de 2:1. En el año 2000 en enero, octubre, noviembre y diciembre predominaron los machos y la proporción anual de M:H de 1:1, y en el año 2001 la relación fue de 1:1. En promedio, la relación machos:hembras en los cuatro años fue de 2:1.

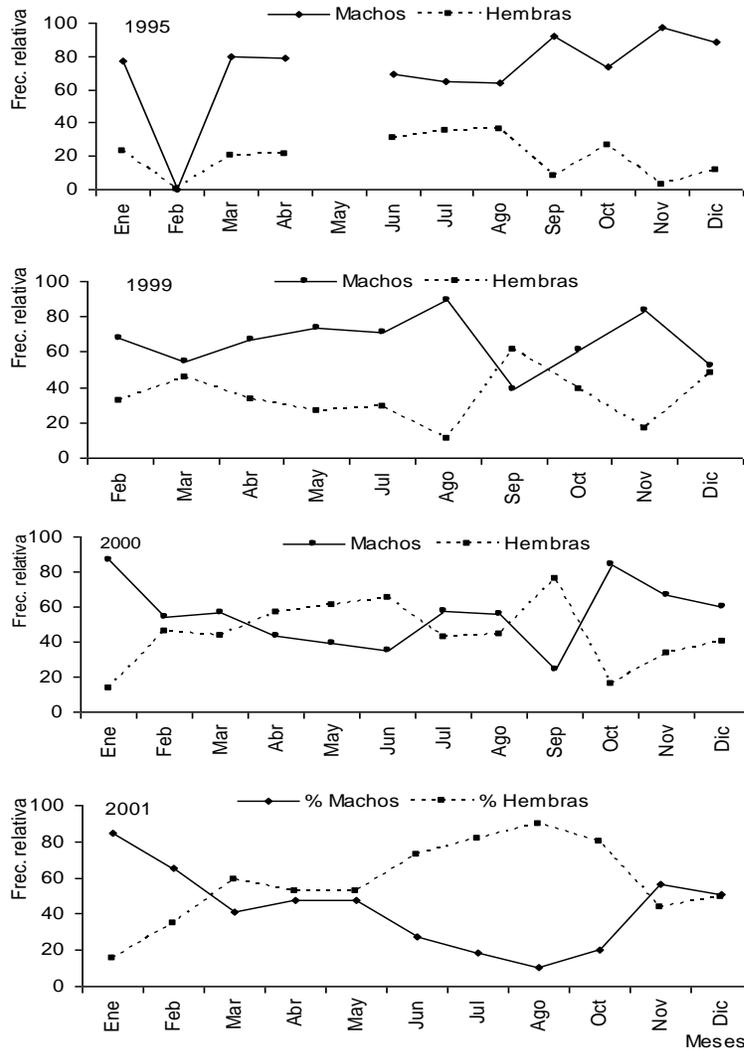


Fig. 9. Proporción de machos y hembras por mes de *M. acanthurus* de los muestreos comerciales de 1995 a 2001.

Tallas de reproducción

Las hembras ovígeras (en reproducción) más pequeñas midieron 33 mm en promedio, las más grandes 118 mm de longitud total media (Fig. 10).

Estimación de la talla de reproducción al 50% (L_{m50}).

En los muestreos de campo que se muestran en la Figura 10, así como en la Tabla, se observan los resultados obtenidos de las tallas de las hembras en reproducción (para esta estimación se consideraron únicamente a las hembras ovígeras) o L_{m50} ó talla en la que el 50% de las hembras ya están con la masa de huevos en el abdomen, tanto observadas como calculadas. Las tallas L_{m50} observadas en las colectas de campo fueron en 1990 de 60 mm, en 1991 de 54 mm, en 1992 fue de 57 y para 1993 fue de 62 mm; en los muestreos comerciales (Fig. 11) de 1995 fue de 56 mm, en 1999 fue de 57

mm, en 2000 de 59 y en 2001 de 57 mm. El promedio de todas estas tallas fue de 58 mm en la observada y en la calculada de 60.1 mm.

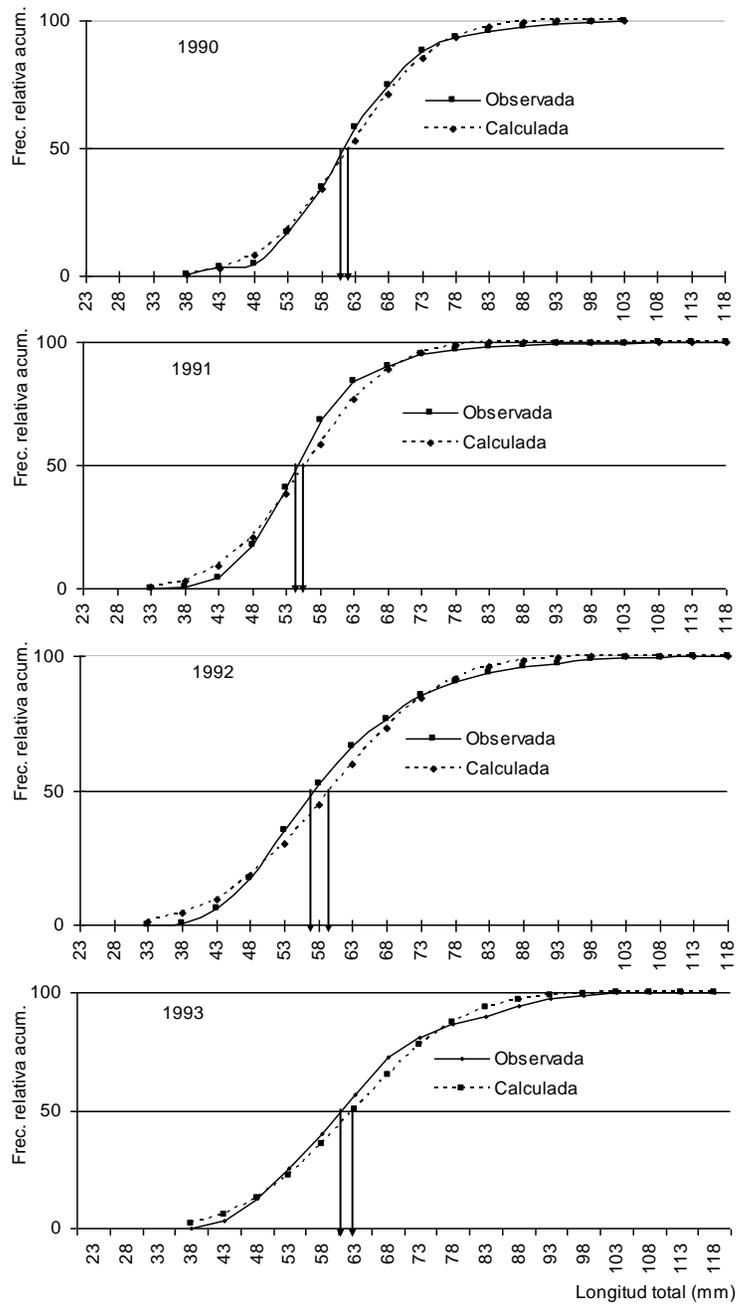


Fig. 10. Distribución de frecuencias relativas acumuladas observadas y calculadas de hembras ovígeras *M. acanthurus*, con la interpolación para obtener la talla al 50% de hembras ovígeras (L_{m50}) en los muestreos de campo (1990-1993).

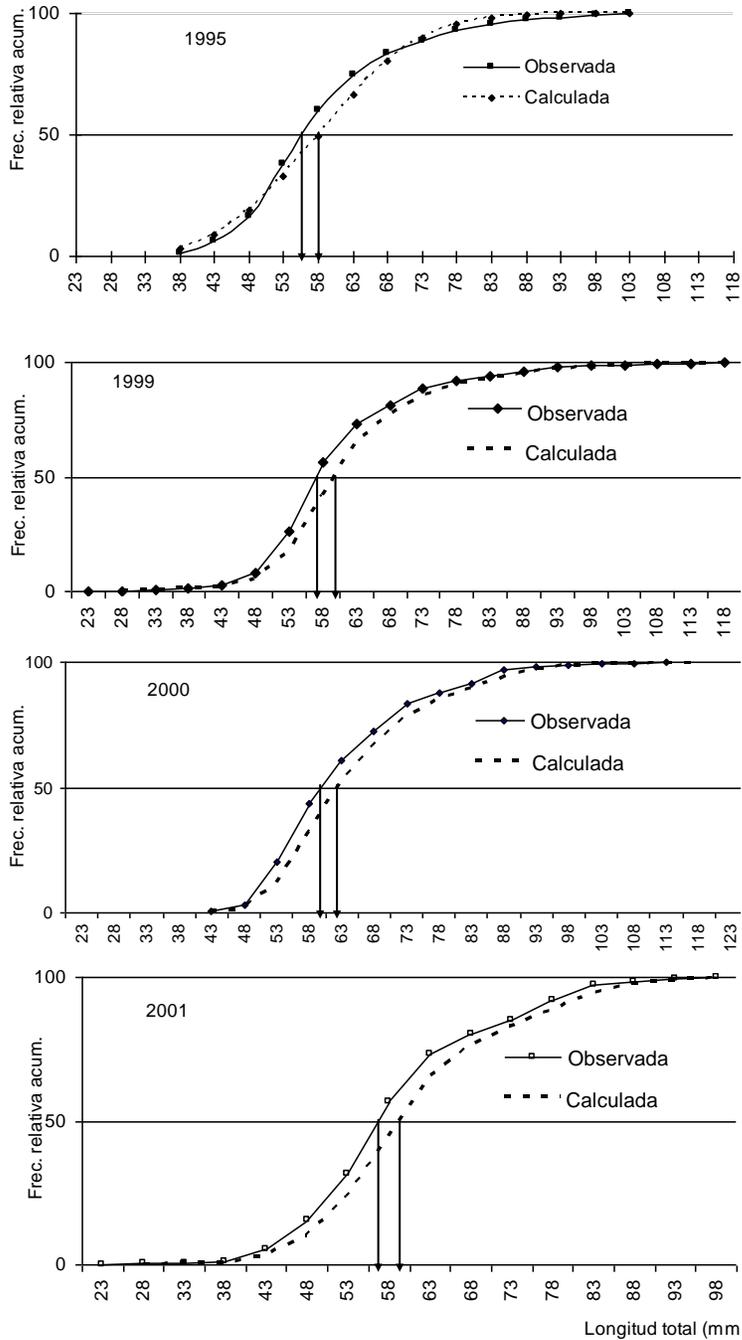


Fig. 11. Distribución de frecuencia relativa acumulada observada y calculada de hembras ovígeras *M. acanthurus*, en muestreos comerciales, con la estimación de la L_{m50} . En los años 1995-2001.

Talla mínima de captura

Con el fin de recomendar la talla mínima de captura se obtuvo la talla L_{m60} con el fin de permitir que el 60% de las hembras ovígeras liberen las larvas, la L_{m60} promedio observada fue de 60 mm y la calculada de 63 mm (Tabla 1), pero por fines prácticos se recomienda 70 mm.

Tabla 1. Resultados de las tallas L_{m50} y L_{m60} (mm) por año de hembras ovígeras

Año	Talla L_{m50} Observada	Talla L_{m50} Calculada	Talla L_{m60} Observada	Talla L_{m60} Calculada
Muestreos de campo				
1990	60	61	63	64
1991	54	55	56	58
1992	57	61	61	63
1993	62	63	64	67
Muestreos comerciales				
1995	56	58	58	61
1999	57	59	59	61
2000	59	63	62	67
2001	57	59	59	62
Promedio	58	60	60	63

Características ambientales

En los meses de septiembre y octubre el contenido de oxígeno disuelto fue bajo desde cero en algunos sitios de muestreo (septiembre 1993) y de 3.0 mg/l en octubre de 1993, aunque en el mes de agosto de 1990 también se registró bajo y había contenido de arcillas en suspensión, así como materia orgánica (M.O.) (en las Tabla 2-5, se reportan las características físicas y químicas promedio de todas las estaciones de muestreo). La temperatura ambiental varió de 20 a 28.5 °C, la del agua 20.3 °C a 29.7 °C entre seis y siete de la mañana, la salinidad fue de cero a excepción de febrero de 1993 que fue de 1.3‰, la transparencia aumentó en los mismos meses en que bajo el contenido de oxígeno disuelto, la profundidad también aumento debido a las lluvias, la coloración del agua cambió entre café oscuro y rojizo oscuro, a amarillenta y café amarillenta debido a la presencia de arcillas en suspensión en cambio en los meses de enero a julio la coloración fue verde olivo debido a la producción de microalgas.

Tabla 2. Características físicas y químicas del agua, promedio de las estaciones de muestreo en 1990.

Mes	Hora	Temp. amb. °C	Temp. agua °C	Salinidad (‰)	Transp. (cm)	Prof. (m)	O.D. (mg/l)	Color (clave)	Observaciones
Jul	06:13	26.5	29.5	0	13.7	0.77	2.43	Olivo (5Y4/4)	Había neblina
Ago	06:50	25.5	28.6	0	86	0.6	1.96	Olivo (5Y4/4) y rojizo oscuro (10R2.5/1)	Había M. O. y contenido de oxígeno bajo.
Sep	05:56	27.3	28.8	0	40	0.96	0.7	Rojizo oscuro (10R2.5/1) y café amarillo osc.(10YR3/4)	No hubo langostino en la laguna del Calabozo, y O. D. bajo.
Oct	06:23	22.5	27.25	0	25.5	1.76	1.4	Café oscuro (10YR5/3)	Mala calidad del agua en varios lugares
Nov	06:15	23.25	26	0	20	0.95	2.4	Café (10YR5/3) y café amarillento (10YR6/6)	El río Papaloapan tenía color amarillo (10YR7/6) y arcillas suspendidas
Dic	06:18	20	20.3	0	31.7	1.43	3.8	Café (10YR5/3) y café amarillento (10YR6/6)	
Promedio		24.2	26.7		36.5	1.07	2.1		

O. D. = oxígeno disuelto.

Tabla 3. Características físicas y químicas del agua, promedio mensual de las estaciones de en 1991.

Mes	Hora	Temp.amb. (°C)	Temp. agua (°C)	Salinidad (°/oo)	Transp. (cm)	Prof. (m)	O. D. (mg/l)	Color (clave)	Observaciones
Ene	06:27	23.8	25	0	33.7	1.23	3.46	Olivo (5Y5/6), Café claro (10YR6/3)	Nublado
Feb	06:51	21.25	24.75	0	32.5	0.44	9.85	Olivo (5Y5/6)	Nublado con "norte" de 40-50 km/h con rachas de 110-120; estaban pescando "tismiche".
Mar	06:58	24.6	26.7	0	47.5	0.42	3.75	Café (10YR5/3), Olivo(5YR5/6) y Olivo (5Y5/4)	Había lirio acuático, estaba nublado.
Abr	06:42	28.2	28.5	0	18.5	0.49	2.85	Café (10YR5/3) y Olivo (5Y5/4)	Nublado
May	06:34	28	29.7	0	30.6	0.67	3.12	Olivo (5Y5/3)	Había lirio, cielo despejado
Jun	06:32	26.8	27.6	0	29	0.76	3.28	Olivo (5Y5/3) y café (10YR5/3)	
Jul	07:10	26.7	28.4	0	23.2	0.73	4.2	Café amarillento (10YR6/6)	Días lluviosos, había lirio, palos, arcillas y limos en el agua.
Ago	07:10	28.5	30	0	55.5	0.88	3.9	Olivo(5Y5/4)	Despejado, con lirio acuático
Sep	06:50	24.1	26.8	0	65.4	0.98	0.96	Rojizo oscuro (10R2,5/1) y >café amarillento (10YR6/6)	Estaban capturando nacas, Viento del norte moderado, calidad del agua mala y olía mal. Los langostinos en las trampas de Cañitas, estaban muertos el O. D. era de 0.6. Aumentó el nivel del agua del río Papaloapan, con O.D. de 4.9 y en el Calabozo de 1.1.
Oct	06:18	27	28	0	54.8	1.07	1.06	Café muy oscuro (10YR2/1) > café amarillento (10YR6/6)	En el Calabozo hubo 0.2 mg/l de O. D., no hubo langostinos, el agua olía mal, había peces boqueando, muchas garzas. Subió el nivel de agua en todos los lugares y el río Papaloapan se desbordó el 12 de oct. El O.D. fue de 3.5.
Nov	06:46	22	21.2	0	32.2	0.67	4.22	Olivo (5Y5/3) >café amarillento (10YR6/6)	Día nublado, hubo norte ligero y el agua mejoró.
Dic	06:59	21.8	21.8	0	35	0.93	3.72	Olivo (5Y5/3) >Olivo (5Y5/4)	Había neblina unos días y después se despejó.
Promedio		25.2	26.5	0	38.2	0.8	3.7		

O.D.= Oxígeno Disuelto

Tabla 4. Características físicas y químicas del agua, promedio mensual de las estaciones de muestreo en 1992.

Mes	Hora	Temp. amb. (°C)	Temp. agua (°C)	Salinidad (‰)	Transp. (cm)	Prof. (m)	O.D. (mg/l)	Color (clave)	Observaciones
Ene	07:30	22	20.6	0	55.2	0.72	4	Olivo (5Y5/4)	Había mucha neblina
Feb	06:15	23.4	24.3	0	34.8	0.68	4.72	Olivo (5Y5/4)	Había norte ligero.
Mar	06:48	25.2	26.2	0	48.75	0.56	4.35	Olivo(5Y5/4) >café claro(10YR6/3)	Había mucha neblina y viboras.
Abr	06:50	25.8	28	0	33.2	0.43	3.96	Olivo(5Y5/4) >café claro(10YR6/3)	Despejado.
May	6.3	28.2	29	0	26	0.41	3.72	Olivo(5Y5/4), café(10YR5/3)	Despejado.
Jun	07:16	26.5	27.7	0	47.6	0.84	3.4	Olivo(5Y5/4), café(10YR5/3)	Con lluvia.
Jul	06:52	26.3	29	0	20.4	0.75	4.2	Café(10YR5/3), olivo(5Y5/4)	Había lirio, agua revuelta, muchos palos, troncos, M. O y arcilla.
Ago	06:39	25	26.6	0	21.4	1.16	3.76	Café(10YR5/3)> café amarillento (10YR6/6)	Había lirio, agua revuelta con troncos, M.O y arcilla.
Sep	6.4	24.3	23.6	0	73.2	1.41	1.92	Negro (5Y2.5/1)	M.O. en descomposición.
Oct	06:55	24.88	25	0	73.8	1.63	2.02	Negro (5Y2.5/1)	M.O. en descomposición y río crecido.
Nov	06:54	24.1	24.4	0	23.6	0.91	3.1	Café(10YR5/3), olivo(5Y5/4)	Está mejorando la calidad del agua, había viento del norte
Dic	06:51	22.3	24.8	0	48	0.58	4.62	Olivo (5Y5/4)	Neblina
Promedio		24.8	25.8	0	42.2	0.8	3.7		

O. D. = Oxígeno Disuelto; M. O. = Materia Orgánica

Tabla 5. Características físicas y químicas del agua, promedio mensual de las estaciones de muestreo en 1993.

Mes	Hora	Temp. amb. (°C)	Temp. agua (°C)	Salinidad (‰)	Transp. (cm)	Prof... (m)	O. D. (mg/l)	Color (clave)	Observaciones
Ene	06:57	22	25.6	0	36.8	0.6	4.56	Olivo (5Y5/4)	Norte ligero con neblina; hay lirio acuático.
Feb	07:14	20.4	21.2	1.2	38	0.6	5.18	Olivo (5Y5/4)	Día normal, había neblina en Fresada.
Mar	06:54	21.25	23.6	0	52.3	0.5	4.45	Olivo (5Y5/4)	Día normal, con neblina en río Papaloapan.
Abr	06:55	25.13	27.5	0	54.8	0.6	3.55	Olivo (5Y5/4)	Hubo norte ligero uno de los días.
May	06:48	24.8	27.3	0	36.5	0.5	4.35	Olivo (5Y5/4)	Despejado, nublado y un día lluvioso.
Jun	06:52	25.5	27.3	0	18.8	1	3.75	Café claro (10YR6/3)	Aumentó el nivel del agua, llovió desde hace dos días, el agua está sobre los potreros.
Jul	06:59	27	29.3	0	44.8	1.1	1.45	Negro(10YR2/1) en Lagunas y en río Papaloapan olivo (5Y5/3)	Nublado, en río Culebra no hubo langostino sólo se tomaron parámetros, en las otras lagunas hubo pocos langostinos por malas condiciones del agua, había peces boqueando, muchas garzas comiéndolos.
Ago	07:06	26.5	28	0	12	1	6.05	Café amarillento claro(10YR6/4) en el río Papaloapan en el resto café (10YR5/3)	Nublado, llovió por la noche, el agua tenía materiales en suspensión, el río Papaloapan, estaba a 1 m sobre su nivel, y en el resto de las lagunas, el agua estaba en malas condiciones.
Sep	07:11	26.9	28.6	0	55	1.1	1.45	Café amarillento claro (10YR6/4) en el río Papaloapan y en el resto negro (5Y2,5/1) traslucido	Había 0 mg/l de O.D. en el río Culebra y en Fresada, (el agua olía mal y no había langostino) y en el Calabozo hubo 0.7 de O. D. En el río Papaloapan hubo 5.1 de O.D (su nivel de agua estaba 1.07 m encima del normal).
Oct	06:26	25.8	24	0	75.2	2.2	3.05	Café amarillento claro (10YR6/4) en el río Papaloapan y en el resto gris oscuro (5Y4/1)	La captura se hizo en los potreros en todos los lugares ya que el agua estaba a 2 m del nivel normal del río Papaloapan.
Nov	06:45	25	24.8	0	34	0.6	3.12	Café (10YR5/3)	Norte moderado (20-30 km), todavía había M.O.
Dic	06:59	21.6	23.8	0	30	0.5	3.98	Olivo (5Y5/4) y olivo (5Y5/3)	Nublado y calmo
Promedio		24.3	25.9	0.1	40.7	0.9	3.8		

O.D. = Oxígeno Disuelto; M. O. = Materia Orgánica

Análisis de tallas

En las Tablas 6 a 13 se muestran el número de organismos muestreados, las tallas promedio, tallas mínimas y máximas en mm así como sus desviaciones estándar. Los resultados de las tallas promedio anual en 1990 fue de 69.08 mm en 1991 fue de, 62.54 mm; en 1992 fue de 64.52; en

1993 fue 69.31, la menor talla fue de 23 mm y la más grande fue de 143 mm. En los muestreos comerciales las tallas promedio de 1995, 1999, 2000 y 2001 fueron 88.99, 68.99, 68.86 y 64.09 mm respectivamente y la talla máxima fue de 161 mm. El error estándar en general fue menor en los muestreos directos en el campo que en el comercial de 1995, al igual que el intervalo de confianza. También se observó que el coeficiente de variación es mayor cuando aumenta la amplitud de tallas. En los muestreos comerciales de 1995 la talla promedio fue mayor.

Tabla 6. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* en 1990.

Mes	Num. organismos	Talla promedio (mm)	Talla media más chica (mm)	Talla media más grande (mm)	Desviación estándar (mm)
Jun	468	74.25	23	143	25.8
Jul	1046	61.6	33	123	12.69
Ago.	769	70.69	33	118	11.87
Sep	569	71.78	33	113	11.64
Oct	434	71.2	33	148	16.33
Nov	497	70.7	48	128	12.19
Dic	728	63.33	33	113	12.08
Total	4511				
Prom. total		69.08			

Tabla 7. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* de 1991.

Mes	Num. organismos.	Talla promedio (mm)	Talla media más chica (mm)	Talla media más grande (mm)	Desviación estándar (mm)
Ene	584	63.86	43	108	9.51
Feb	518	59.51	38	88	7.28
Mar	726	56.97	28	108	8.43
Abr	628	57.28	43	98	7.69
May	652	55.65	33	83	8.55
Jun	843	53.93	23	118	10.43
Jul	682	58	43	123	9.58
Ago	565	62.99	33	98	9.9
Sep	423	67.26	33	108	11.18
Oct	478	74.54	28	148	16.89
Nov	630	70.57	28	118	16.21
Dic	671	70.97	28	123	17.34
Total	7400				
Prom. total		62.54			

Tabla 8. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* de 1992.

Mes	Num. de organismos	Talla promedio (mm)	Talla media más chica mm	Talla media más grande mm	Desviación estándar (mm)
Ene	478	71.64	33	133	21.8
Feb	631	66.24	38	103	12.66
Mar	970	63.03	38	138	12.16
Abr	700	63.33	28	103	9.93
May	642	60.88	28	98	10.54
Jun	677	63.33	38	113	11.77
Jul	665	66.55	23	138	15.85
Ago	713	60.29	28	118	13.67
Sep	232	55.28	33	98	9.6
Oct	382	66.09	43	123	17.96
Nov	651	65.06	28	128	18.86
Dic	493	72.55	33	138	19.57
Total	7234				
Prom. total		64.52			

Tabla 9. Estadísticos por mes de *M. acanthurus* de 1993.

Mes	Num. organismos.	Talla promedio (mm)	Talla media más chica (mm)	Talla media más grande (mm)	Desviación estándar (mm)
Ene	607	69.88	38	123	14.39
Feb	653	69.94	43	118	13.43
Mar	667	60.56	43	103	9.59
Abr	619	59.37	33	98	8.79
May	671	60.91	33	108	12
Jun	542	59.53	38	128	11.14
Jul	491	66.15	43	103	11.39
Ago	462	70.15	33	123	12.21
Sep	535	79.07	43	118	15.71
Oct	429	85.7	43	133	21.15
Nov	315	86.27	43	133	20.59
Dic	389	76.34	43	143	17.86
Total	6380				
Prom. total		69.31			

Tabla 10. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 1995.

Mes	Num. de Organismos	Talla Prom. (mm)	Talla mínima (mm)	Talla máxima (mm)	Desviación estándar (mm).
Ene	200	80.89	55	121	17.3
Mar	55	101.84	63	134	19.26
Abr	203	92.86	57	135	16.87
May *					
Jun	177	94	50	161	26.63
Jul	305	82.31	30	155	16.03
Ago	302	81.42	50	116	12.95
Sep	304	94.02	58	138	12.23
Oct	303	82.92	53	108	10.16
Nov	206	103.78	68	138	15.7
Dic	304	75.94	53	118	14.3
Total	2359				
Prom. Total		88.99			

* Hubo veda y no hubo producto para muestrear

Tabla 11. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 1999.

Mes	Num. de organismos	Talla Prom. (mm)	Talla mínima (mm)	Talla máxima (mm)	Desviación estándar (mm)
Feb	120	66.92	49	93	7.77
Mar	140	61.12	32	100	9.06
Abr	120	64.37	52	83	6.1
May	127	65.17	51	87	6.58
Jul	137	63.39	40	96	11.44
Ago	134	74.98	47	99	8.85
Sep	120	66.59	48	117	12.28
Oct	120	72.53	47	128	14.84
Nov	97	91.72	47	139	23.92
Dic	128	63.06	31	112	10.27
Total	1243				
Prom. Total		68.985			

Tabla 12. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 2000.

Mes	Num. Organismos	Talla prom. (mm)	Talla mínima (mm)	Talla máxima (mm)	Desviación estándar (mm).
Ene	120	68.1	43	100	11.83
Feb	120	61.07	48	89	7.48
Mar	120	64.67	45	83	8.07
Abr	118	64.4	43	111	11.85
May	120	67.51	47	104	14.07
Jun	120	59.87	45	124	13.71
Jul	120	92	53	135	22.34
Ago	81	75.26	45	143	26.03
Sep	121	72.38	47	105	16.49
Oct	93	64.95	47	99	9.98
Nov	120	76.48	47	122	16.46
Dic	65	59.69	45	83	8.38
Total	1318				
Prom. Total		68.86			

Tabla 13. Estadísticos de las capturas comerciales por mes de *M. acanthurus* de 2001.

Mes	Num. Organismos	Talla prom. (mm)	Talla mínima (mm)	Talla máxima (mm)	Desviación estándar (mm)
Ene	120	69.32	47	98	10.14
Feb	120	77.0	46	122	17.18
Mar	120	55.0	40	81	7.60
Abr	120	61.37	39	85	7.85
May	120	57.23	37	80	8.39
Jun	120	54.48	30	94	9.95
Jul	120	56.71	36	92	11.41
Ago	120	64.98	48	96	10.78
Oct	69	94.03	55	152	21.60
Nov	120	57.62	37	95	11.42
Dic	120	57.12	39	105	13.50
Total	1269				
Prom. Total		64.07			

Estructura de tallas

En los resultados de los muestreos de campo se observa que la distribución de las tallas tienen un comportamiento similar año con año (Figs. 12-15), en estos muestreos la mayoría de los organismos están por debajo de la talla mínima de captura calculada anteriormente de 70 mm. Por otro lado de febrero a julio de 1991 predominan organismos pequeños; y de octubre a diciembre aumentaron de talla; y de diciembre a enero se registraron organismos aún más grandes y se observa en todos los años. El organismo más pequeño encontrado en todos los muestreos de campo midió 23 mm en de 1990 y el más grande 148 en octubre del mismo año y en diciembre de 1993; las modas más altas de 1990 fueron de 58, 68, 63, 73, 63-73, 63, 63

mm. Es de señalar que en junio de 1990 se registró un intervalo de tallas amplio debido a que se utilizaron artes de pesca malla de 5 x 5, 4 x 4, 3 x 3 y 2 x 2 por pulgada cuadrada (Fig. 12). En de 1991 las modas se encontraron entre 53 y 73 mm (Fig. 13); en 1992 las modas más altas se registraron entre 53 y 63 mm (Fig. 14); en 1993, el intervalo de modas más altas fue entre 53 y 93 mm (Fig. 15).

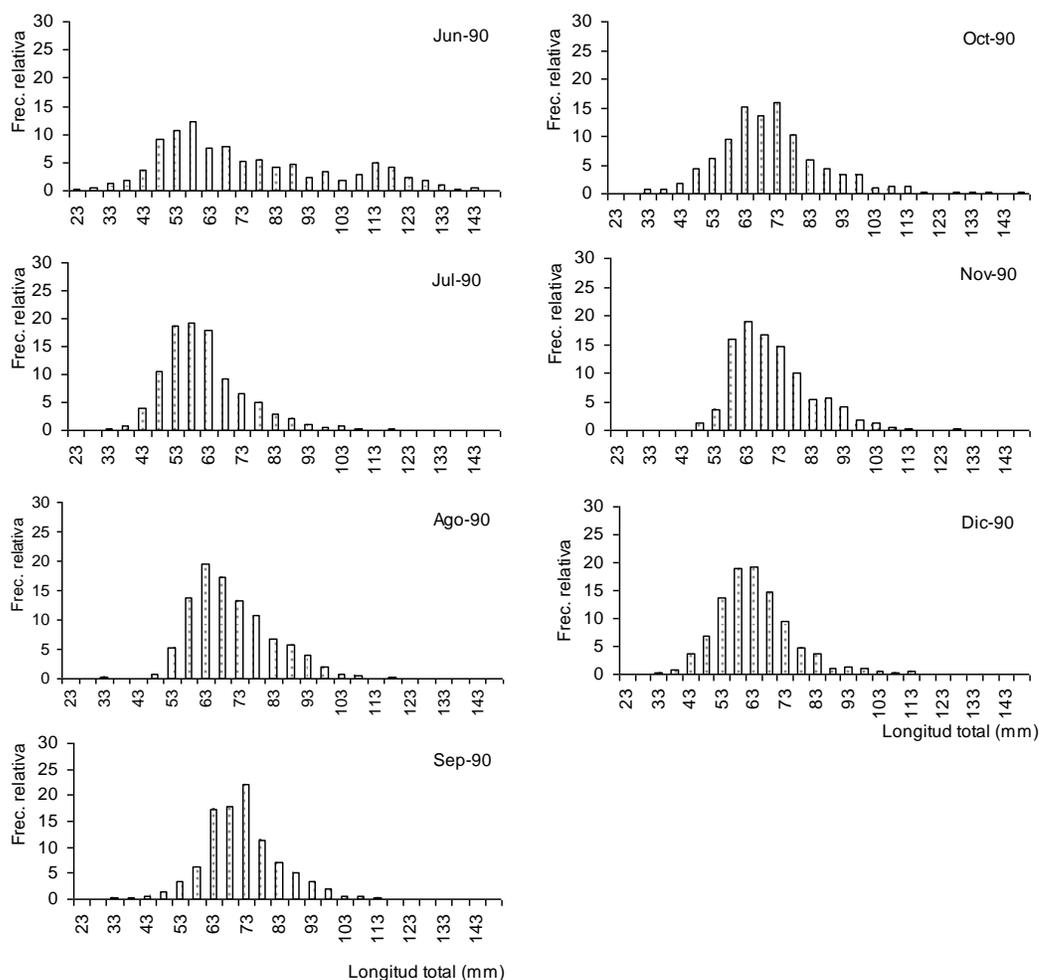


Fig. 12. Composición de tallas de *M. acanthurus* recolectados (Machos y hembras), en 1990.

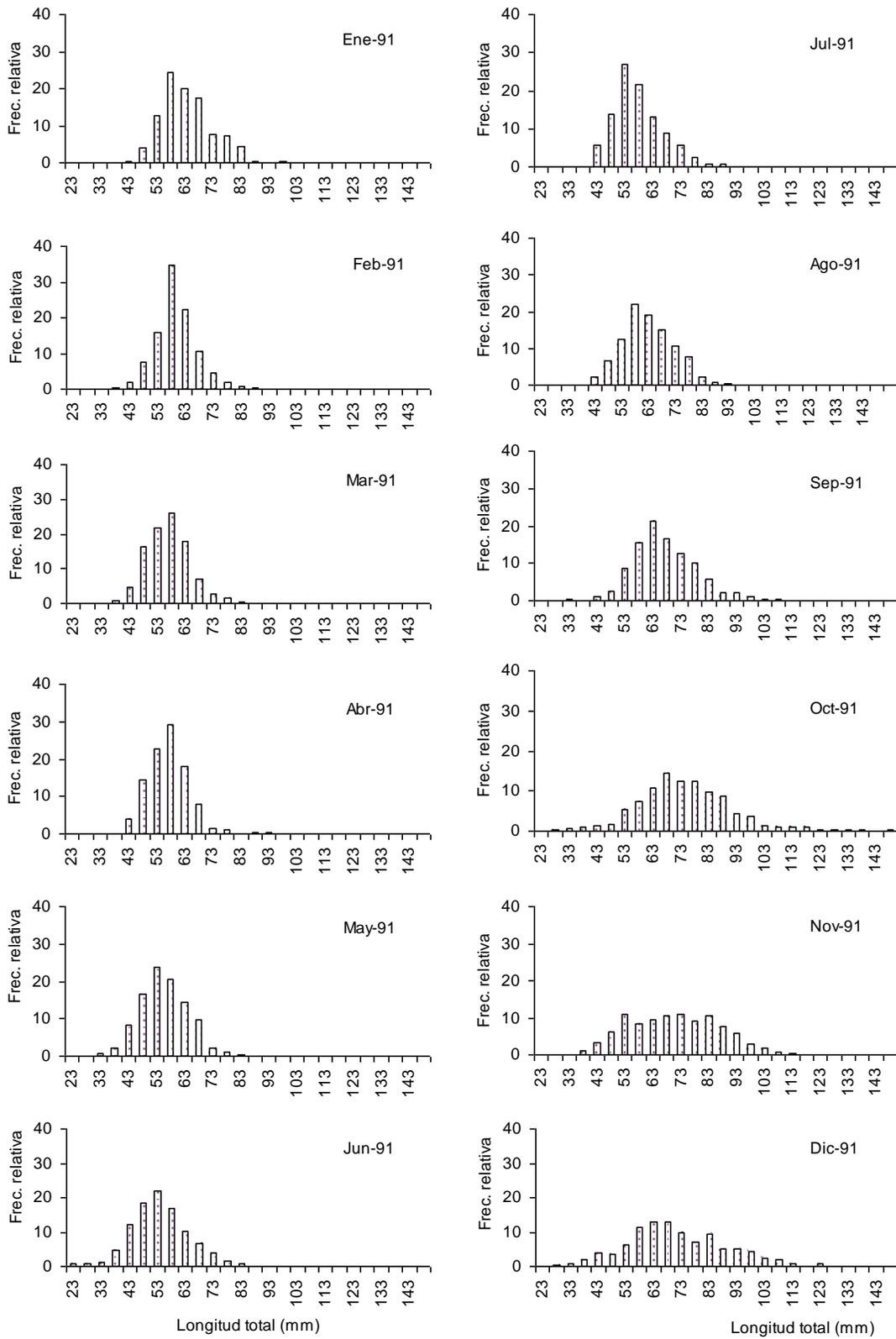


Fig. 13. Composición de tallas de *M. acanthurus* recolectados (Machos y hembras), en 1991.

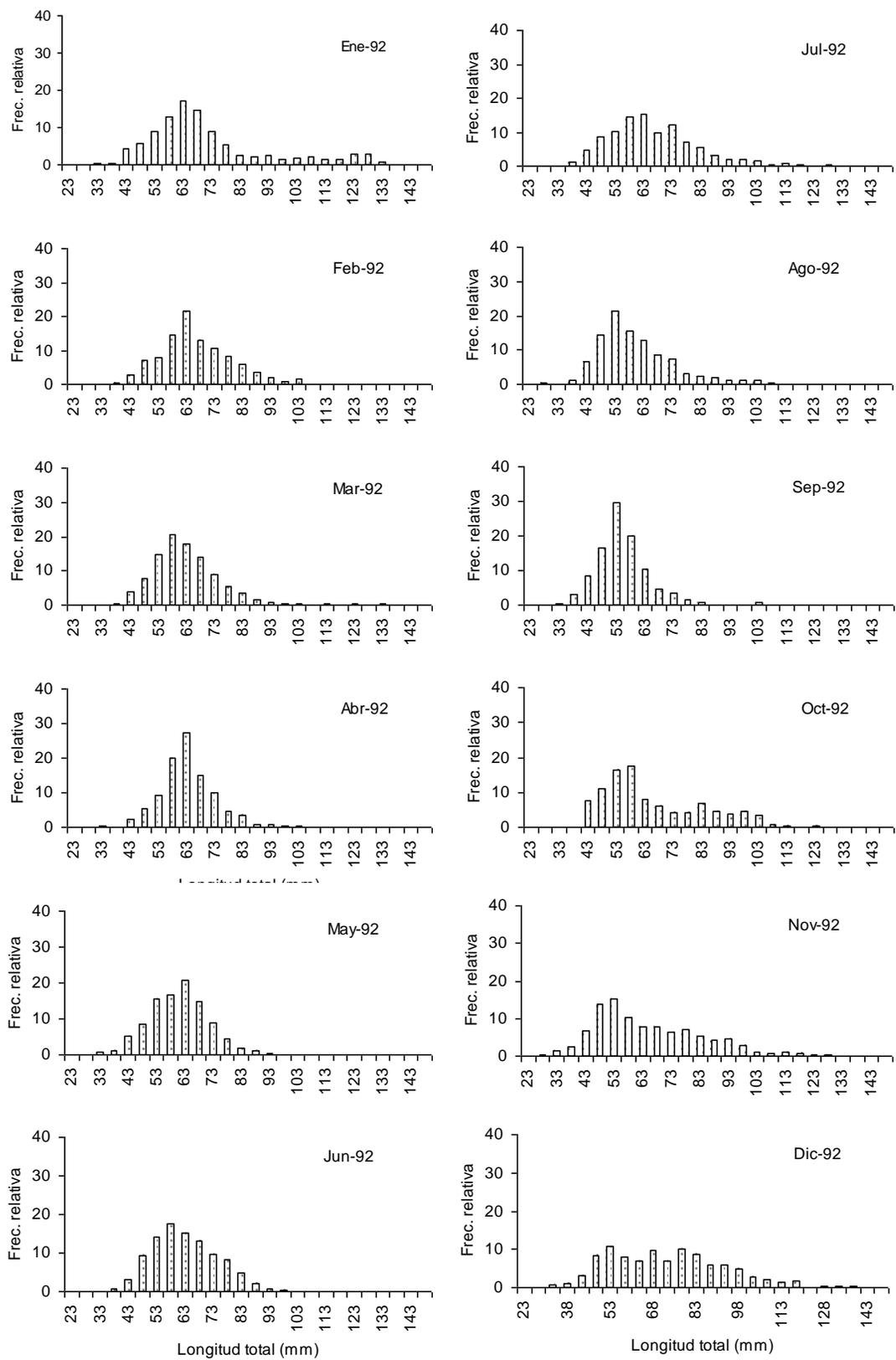


Fig. 14. Composición de tallas de *M. acanthurus* recolectados (Machos y hembras), en 1992.

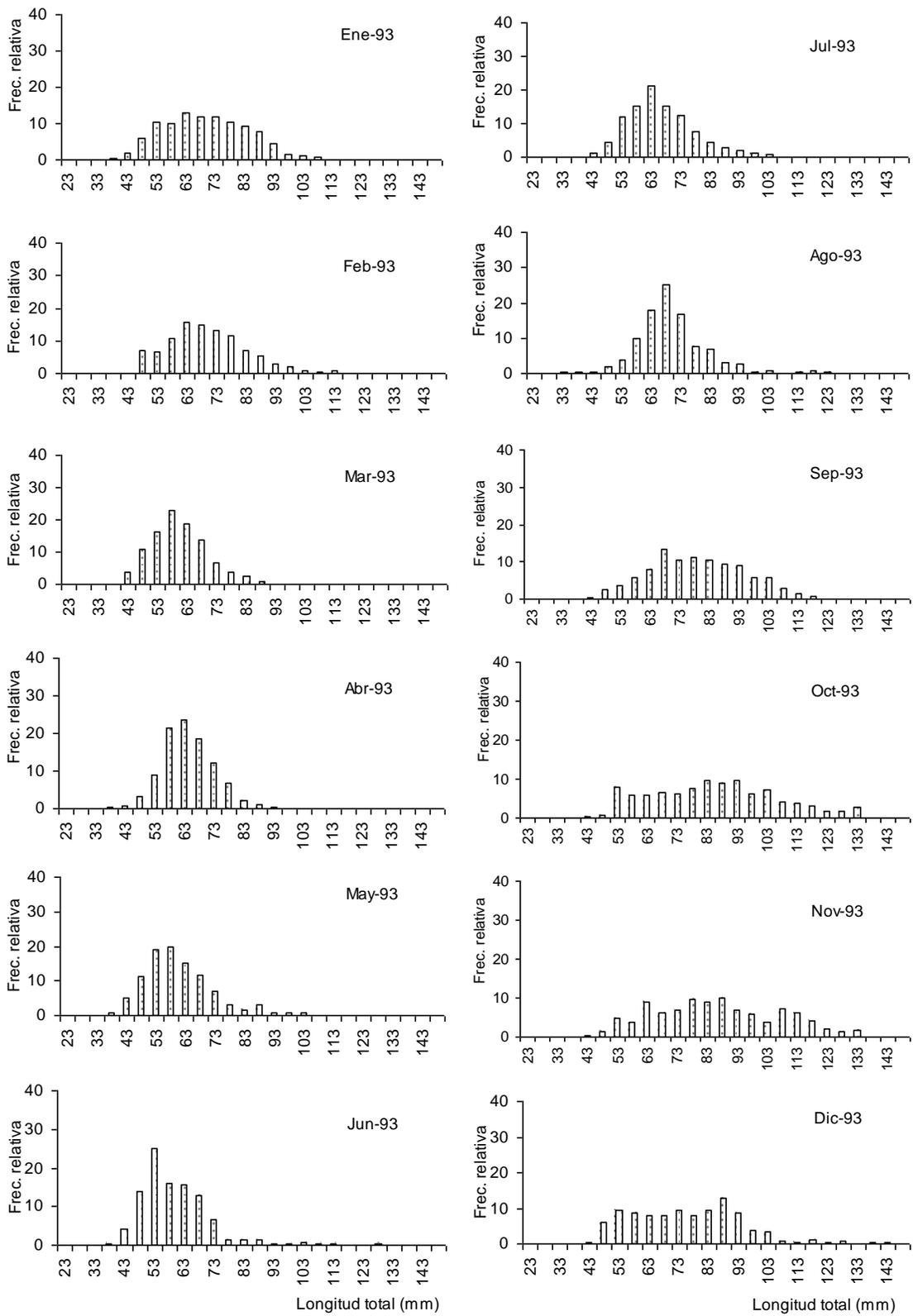


Fig. 15. Composición de tallas de *M. acanthurus* (Machos y hembras), recolectados en 1993.

En los muestreos comerciales que se realizaron en 1995, 1999, 2000 y 2001 (Fig. 16, 17, 18 y 19). El organismo más pequeño fue de 43 mm y el más grande de 161 mm (en junio de 1995), y las tallas modales mensuales más altas en este mismo año fueron, 63, 118, 83, 63, 73, 73, 98, 78-83, 78-83 y 68 mm; en 1999 la talla media mayor fue de 138 mm, las modas más altas fueron 63, 58, 63, 68, 63, 78, 58, 63, 73 y 58 mm; en 2000 la talla media más grande midió 143 mm, se encontraron las modas más altas en los 68, 58, 63, 58, 68, 53, 73, 58, 58, 58, 88 y 58; en el 2001, fueron en 73, 63, 53, 58-63, 53, 53, 48, 58, 88, 53 y 48, la talla más grande fue de 153 mm en octubre.

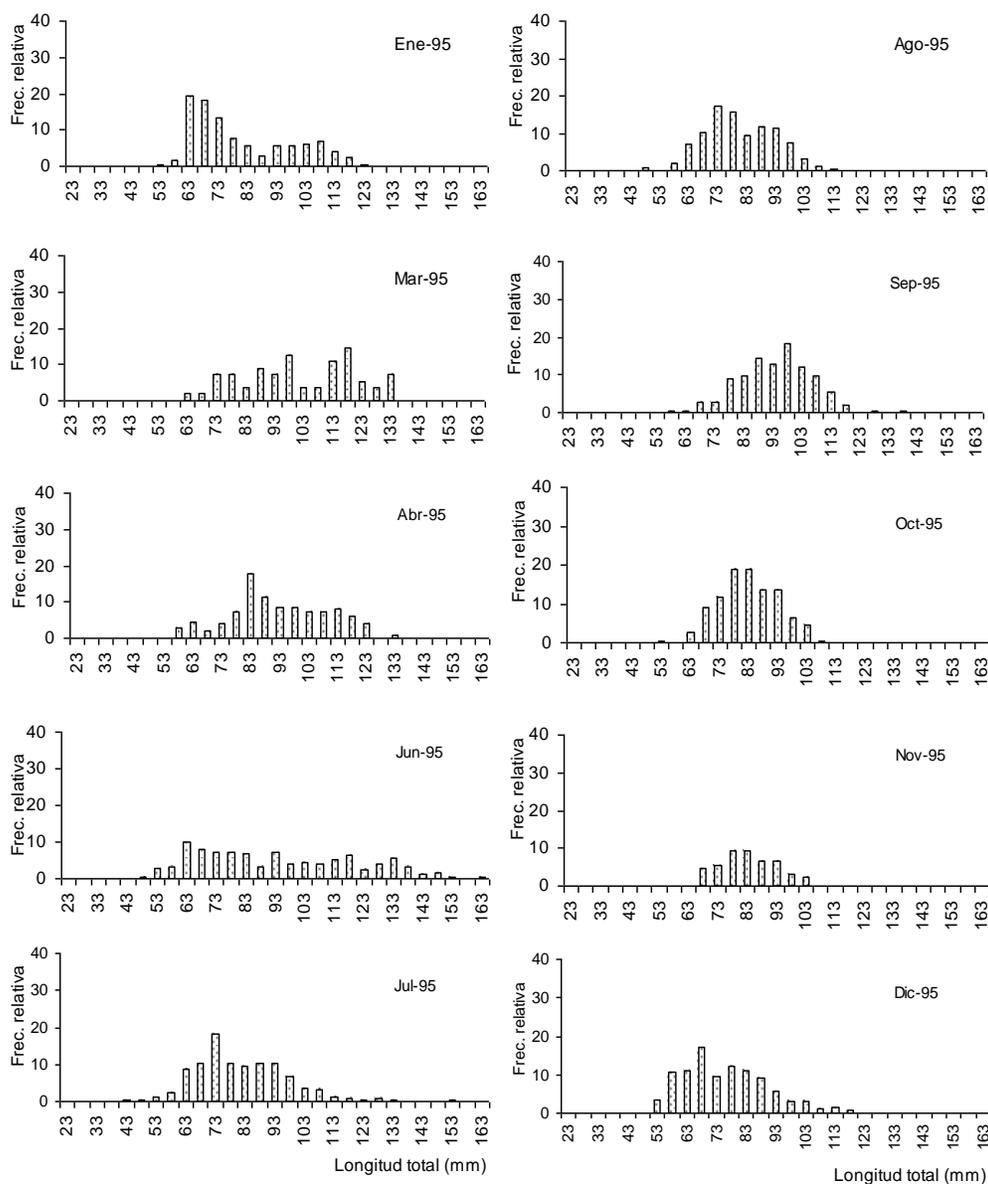


Fig. 16. Composición de tallas de *M. acanthurus* (machos y hembras) en las capturas comerciales, en 1995.

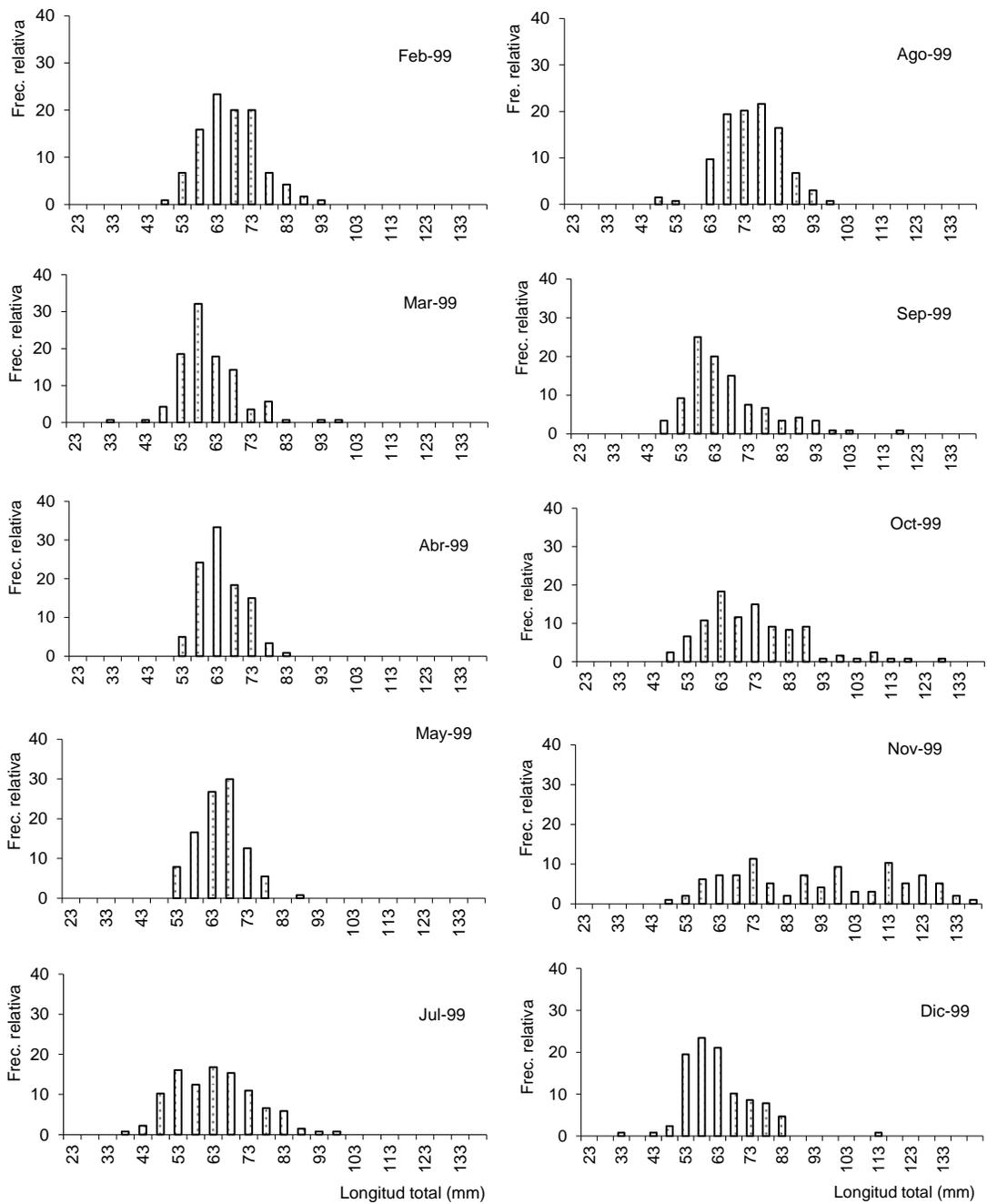


Fig. 17. Composición de tallas de *M. acanthurus* (machos y hembras) en las capturas comerciales, en 1999.

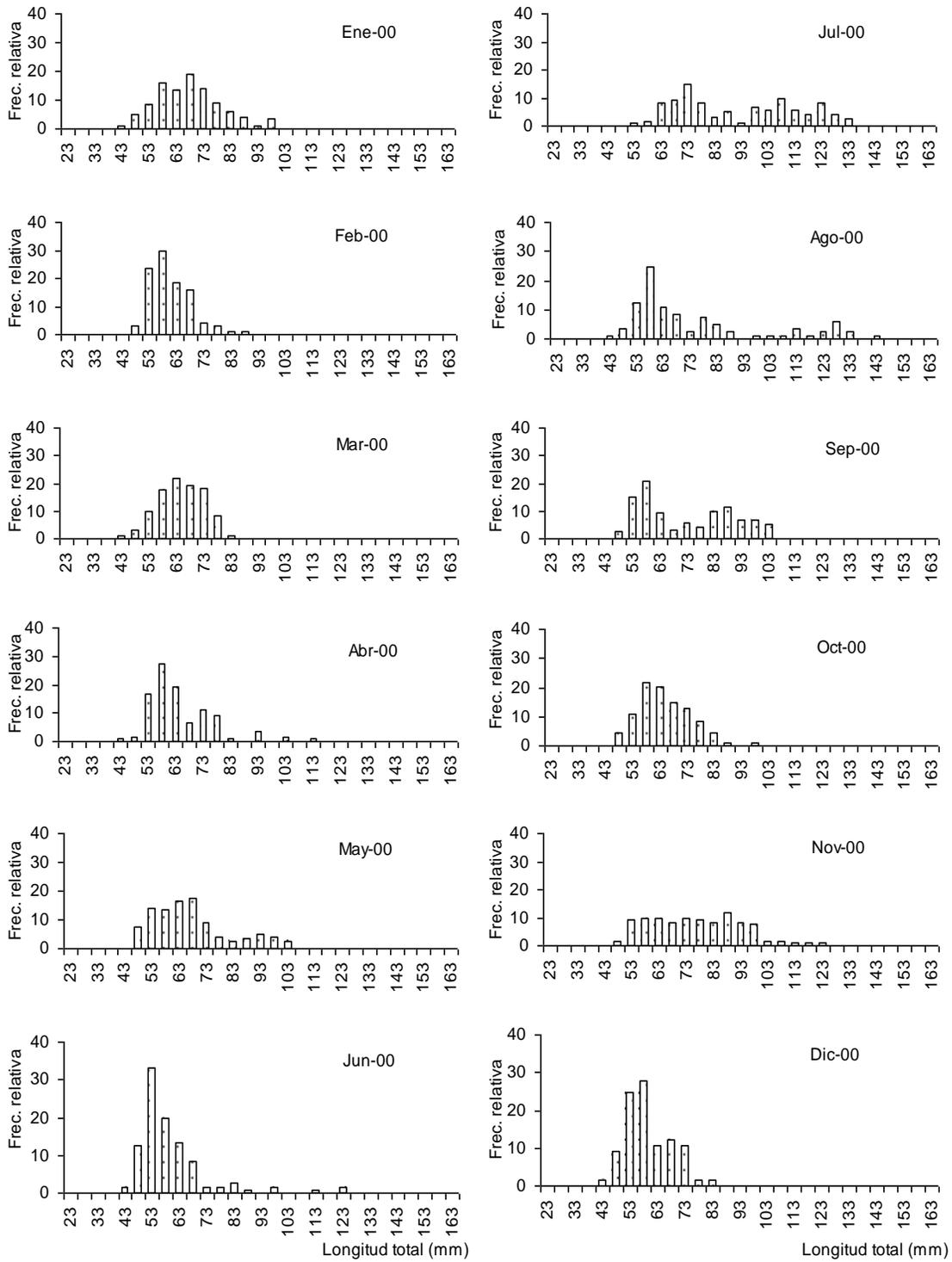


Fig. 18. Composición de tallas de *M. acanthurus* (machos y hembras) en las capturas comerciales, en 2000.

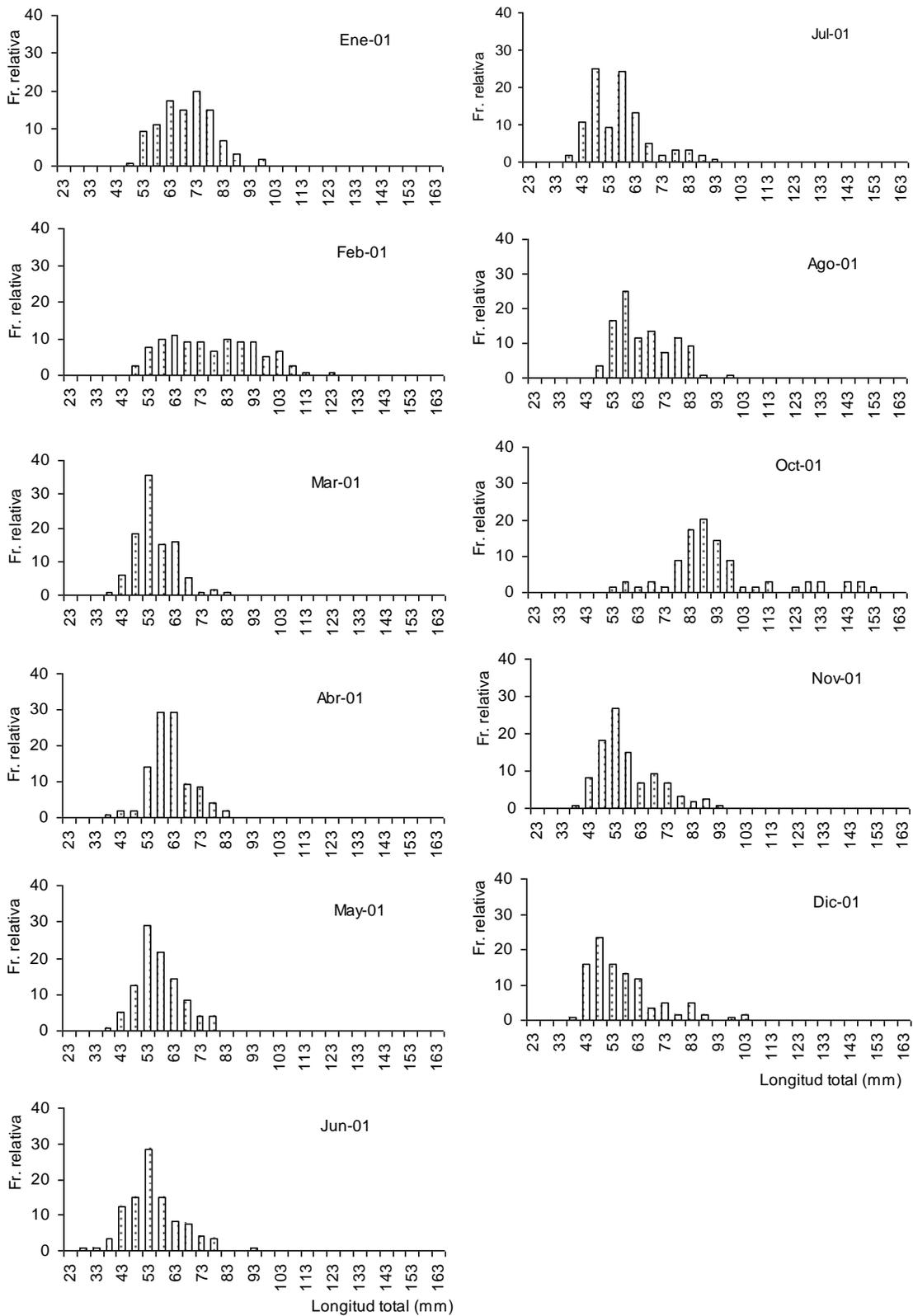


Fig. 19. Composición de tallas de *M. acanthurus* (machos y hembras) en las capturas comerciales, en 2001.

Crecimiento

Se obtuvieron ocho grupos de edad (Tabla 14) de acuerdo con el método de Cassie (1954), los cuales se utilizaron para la obtención del gráfico de Ford-Walford, mismas que se consideraron para ilustrar las longitudes de la población en tiempos sucesivos (L_t y L_{t+1}).

Tabla 14. Grupos de edad con sus tallas promedio

Edad	L_t (mm)	L_{t+1} (mm)
	(x)	(y)
1	34.4	54.3
2	54.	72.4
3	72.4	85.7
4	85.7	95.9
5	95.9	105.9
6	105.9	115.3
7	115.3	123.0
8	123.0	129.9

Con estos datos se hizo la gráfica de la recta y al intersectar la línea resultante con la bisectriz de pendiente 45° se obtuvo el valor de L_∞ de 168.5 mm (este último valor es el que se utilizó para las estimaciones del resto de los parámetros de crecimiento, y mortalidad), y utilizando los puntos más cercanos a la recta se hizo la estimación lineal y la línea recta que se obtuvo fue $y = a + bx$ con valores para la pendiente (b) de 0.847, para la intersección (a) de 25.13, $r = 0.999$ y para obtener L_∞ se usó la fórmula $L_\infty = a/1-b$; y el resultado fue de 165.016.

La ecuación de la constante de crecimiento k fue: $k = -\ln 0.847/1$ con resultado de 0.165.

El valor de t_0 se obtuvo de la fórmula $t_0 = 0.033 + 1/0.165 \ln(168.5 - 1.8/168.5)$, en donde 1.8 mm es la longitud total del langostino en el primer día de nacido y 0.033 es a lo que equivale un día en un mes (o sea 1/30), dando un resultado de -0.0392.

Cabe aclarar que el valor de k en este caso se refiere a la tasa de crecimiento por mes, dado que su ciclo de vida es corto. La longevidad estimada en este estudio fue de 18 meses (al aplicar el método de Taylor, 1958 y 1960, citado por Espino *et al.*, 2008) $L = (-\ln(1-0.95)/0.165 + (-0.0392))$, pocos son los organismos que llegan a tener dos años.

La ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy resultante fue $L_t = 168.56[1 - e^{-0.165(t - (-0.032))}]$ para machos y hembras y la curva de crecimiento en longitud se observa en la figura 20. (L_∞ en mm).

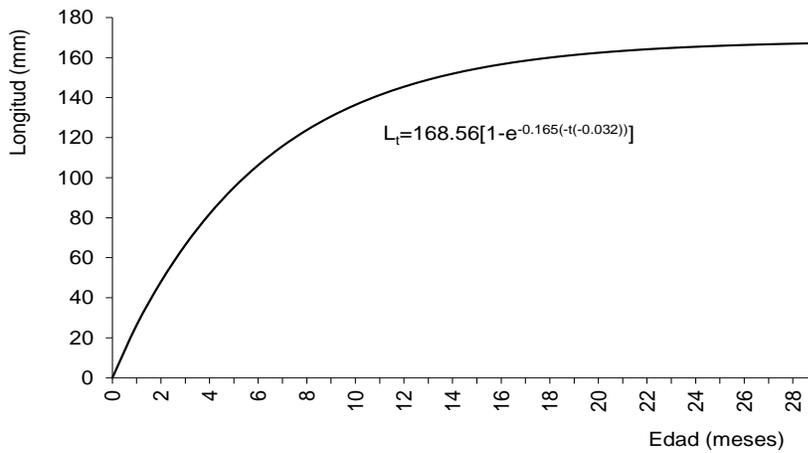


Fig. 20. Curva de crecimiento en longitud total (mm) de *M. acanthurus*.

El crecimiento de longitud con respecto al peso de machos y hembras de esta especie fue del tipo alométrico negativo (Fig. 21), es decir conforme crece en longitud aumenta en volumen.

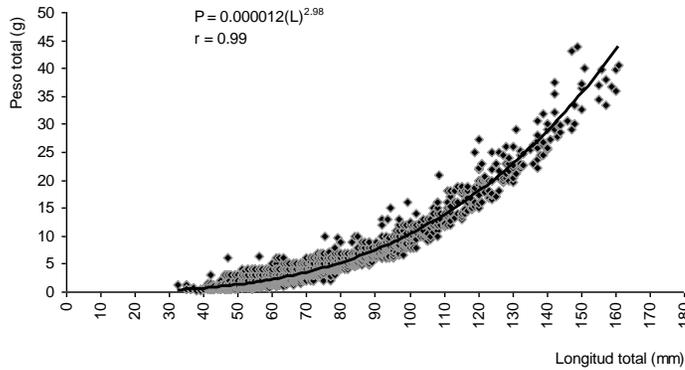


Fig. 21. Relación de longitud con respecto al peso de machos y hembras *M. acanthurus*

Con los datos de longitud total y peso de los organismos se calculó su relación, obteniéndose la ecuación $P = 0.000012(L)^{2.98}$, correspondiente a una regresión de potencia con un valor de $r = 0.99$, y por sustitución del valor de L_{∞} se obtuvo el peso infinito (P_{∞}) el cual fue de 51.87 g, resultando $P_t = 51.87[1 - e^{-0.165(t - (-0.039))}]^{2.98}$ (Fig.22).

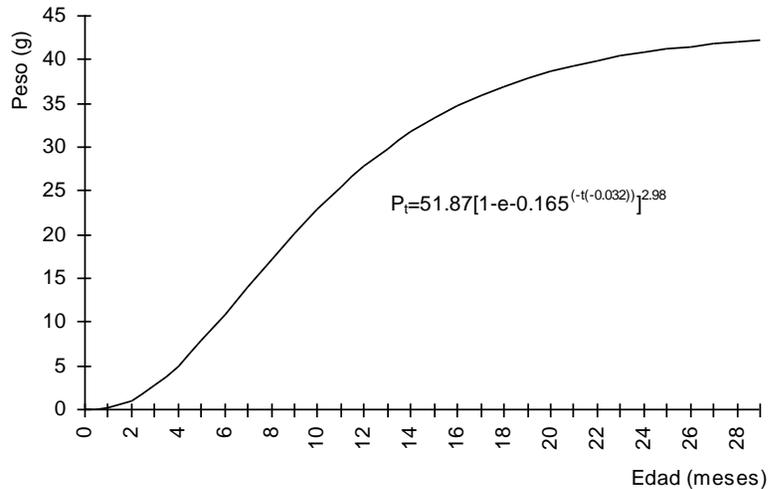


Fig. 22. Crecimiento en peso de *M. acanthurus*.

Evaluación del recurso

Mortalidad

La estimación de la mortalidad natural resultante fue $M = e^{(-0.0152 - 0.279 \cdot \ln 168.5 + 0.6543 \cdot \ln 0.165 + 0.463 \cdot \ln 27.58)} = 0.336$.

El resultado de los valores de la mortalidad total (Tabla 15) fueron mayores a 1.0 a excepción del segundo semestre de 1992, de enero a diciembre de 1995, julio-diciembre de 1999, julio-diciembre del 2000 y julio-diciembre del 2001, con lo que se observa que en los segundos semestres de cada año disminuye. La mortalidad total promedio de todos los muestreos fue de 1.269. La mortalidad por pesca promedio de todos los años fue de 0.944 esta mortalidad influye en la mortalidad total y en la tasa de explotación.

Tabla 15. Resultados de mortalidad total (Z), mortalidad por pesca (F) y Tasa de explotación (E)

Fecha	Z	F	E (F/Z)
Jun-dic. 1990	1.097	0.761	0.694
Ene-jun. 1991	2.516	2.18	0.866
Jul-dic. 1991	1.048	0.712	0.679
Ene-dic. 1991	1.362	1.026	0.753
Ene-jun. 1992	1.392	1.056	0.759
Jul-dic. 1992	0.874	0.538	0.616
Ene-dic. 1992	1.117	0.781	0.699
Ene-jun. 1993	1.467	1.31	0.770
Jul-dic. 1993	1.038	0.702	0.676
Ene-dic. 1995**	0.715	0.375	0.524
Ene-jun. 1999**	2.66	2.32	0.87
Jul-dic. 1999**	0.94	0.61	0.65
Ene-jun. 2000**	1.44	1.104	0.766
Jul-dic. 2000**	0.6083	0.272	0.4476
Ene-dic. 2000**	1.21	0.88	0.66
Ene-jun. 2001**	1.242	0.906	0.729
Jul-dic. 2001	0.8468	0.5108	0.603

** Muestreo comercial

Tasa de explotación

También en la Tabla 15, se dan a conocer los resultados de la tasa de explotación en donde se observa que, a excepción del año 1995, y el segundos semestre del 2000 los valores sobrepasan de 0.5 lo cual indica según Gulland (1971) y Pauly (1983), que la pesquería está sobre explotada; y al sacar la tasa de explotación promedio de todos los años dio 0.692 (0.7) esto indica lo mismo.

Estimación de la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

La CPUE se hizo con el propósito de conocer el comportamiento estacional de ésta y que ayudara también a evaluar el recurso. En las Tablas 16-19 se presentan los resultados por mes y el promedio anual, como ya se mencionó en el método la estimación se hizo considerando la captura (C) por arte de pesca (Unidad) por día (Esfuerzo) es decir peso en g/clarín/día y en numero de organismos/clarín/día, independientemente del tamaño de malla utilizado. De agosto a noviembre de 1990 la captura fue mayor, así como la talla y peso de los organismos.

En 1991 de septiembre a noviembre el peso y talla y peso de los organismos fue mayor, pero la CPUE fue menor y en los meses de marzo a mayo y julio aunque la CPUE fue mayor, las tallas y pesos de los ejemplares fueron menores y mayor cantidad de organismos.

En 1992, en los meses de enero, julio y de octubre a diciembre hay tallas y pesos grandes y la CPUE también es mayor.

En 1993 de abril a junio la captura en cantidad de organismos fue mayor pero fueron pequeños, en los otros meses la cantidad de organismos en las capturas es menor con talla y peso mayor y la CPUE en gramos más alta fue en septiembre y octubre. Se observa que la CPUE promedio anual es variable y no muestra un descenso con los años.

Tabla 16. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1990.

Mes	CPUE en g	CPUE en número de organismos
Jul.	26.01	9.15
Ago.	72.31	16.33
Sep.	18.48	4.42
Oct.	20.74	5
Nov.	18.6	4.87
Dic.	17.49	5.94
Anual	28.94	7.62

Tabla 17. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1991.

Mes	CPUE en g	CPUE en número de organismos
Ene	33.59	12.96
Feb	23.15	8.22
Mar	39.5	16.13
Abr	27.08	16.32
May	31.32	18.87
Jun	17.55	12.08
Jul	24.38	11.29
Ago	23.07	9.15
Sep	18.42	5.6
Oct	23.21	5
Nov	12.13	2.81
Dic	6.53	2.52
Anual	23.33	10

Tabla 18. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1992.

Mes	CPUE en g	CPUE en número de organismos
Ene	20.9	3.87
Feb	20.24	6.49
Mar	31.8	11.05
Abr	27.89	9.89
May	24.44	10.67
Jun	24.96	8.6
Jul	37.8	10.55
Ago	38.89	12.82
Sep	17.48	9.25
Oct	39.03	10.32
Nov	11.12	2.5
Dic	29.68	6.08
Anual	27.02	8.51

Tabla 19. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por mes y anual de *M. acanthurus* en 1993.

Mes	CPUE en g	CPUE en número de organismos
Ene	16.63	3.95
Feb	36.12	8.82
Mar	22.69	9.84
Abr	33.98	16.29
May	27.93	13.49
Jun	28.19	11.76
Jul	26.92	7.67
Ago	28.39	6.59
Sep	43.39	7.33
Oct	67.83	7.66
Nov	18.97	2.13
Dic	12.88	1.91
Anual	30.33	8.12

Composición de tallas por tamaño de malla de los artes de pesca

Para encontrar composición de tallas por tamaño de malla y estimar la talla de captura con el fin de observar que tamaño de malla que capturara la talla mínima de captura estimada anteriormente (70 mm), se hicieron muestreos de *M. acanthurus* durante los meses de julio, agosto y septiembre de 1990 con nasas (clarines) de 5 x 5 mallas/pulgada² (primer tamaño de malla), 4 x 4 mallas/pulgada², (segundo tamaño) y 3 x 3 mallas/pulgada² (tercer tamaño) todos de forma cilíndrica, para el experimento se instalaron simultáneamente 5 clarines de cada tamaño de malla. También se obtuvo la CPUE (en peso y número de organismos), para determinar esta captura por tamaño de malla.

Con el primer tamaño de malla se capturaron organismos con talla promedio por nasa de 62.99 mm, con el segundo tamaño de malla fue de 68.79 mm y con el tercer tamaño 71.52 mm (Tabla 20) la CPUE promedio fue de 119.62 g por nasa en el primer tamaño de malla, en el segundo de 44.58 g y en el tercero de 49.73 g (Tabla 21). La CPUE en número de organismos promedio por nasa fue de 38.97 en el primer tamaño de malla, en el segundo de 11.6, y en el tercer 12.11 (Tabla 22). La talla de captura al 50% (L_{C50}) fue para el primer tamaño de malla de 57 mm, para el segundo de 65 mm y para el tercero de 67 mm como se observa en la Tabla 23, esta talla es prácticamente igual a la Talla Mínima de Captura. En esta última tabla se dan a conocer también las diferentes tallas.

Tabla 20. Tallas promedio de organismos capturados por tamaño de malla (tratamiento) por mes (repeticiones).

Tratamientos	Tallas promedios de las repeticiones (mm)			Suma	Promedio (mm)
5 x 5	56.25	64.90	67.85	188.98	62.99
4 x 4	60.87	80.16	65.35	206.38	68.79
3 x 3	69.25	67.25	78.08	214.58	71.79

Tabla 21. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio en g de los diferentes tamaños de malla (tratamientos) por mes (repeticiones).

Tratamientos	Peso promedios de las repeticiones (g)			Suma	Promedio (g)
5 x 5	83.05	219.1	56.7	358.85	119.62
4 x 4	31.26	66.8	35.69	133.75	44.58
3 x 3	11.43	92.7	45.05	149.18	49.73

Tabla 22. Captura por Unidad de Esfuerzo promedio en número de organismos de los diferentes tamaños de malla (tratamientos) por mes (repeticiones).

Tratamientos	Num. org. promedio de las repeticiones			Suma	Promedio
5 x 5	40	61	16	117	39
4 x 4	12	12	11	335	11.6
3 x 3	3	27	7	37	12.1

Tabla 23. Tallas de captura L_{C50} , modas, organismos menor y mayor capturados con las nasas metálicas de diferentes tamaños de malla.

Tamaño se malla	L_{C50} (mm)	Moda (mm)	Organismo menor (mm)	Organismo mayor (mm)
5 x 5	57	58	33	93
4 x 4	65	63	28	113
3 x 3	67	63	43	123

Comercialización

Los langostinos tienen gran importancia comercial en el estado Veracruz ya que se capturan en forma comercial en 56 de los 212 municipios, donde alcanzan precios en crudo con concha (en los años 1990-2010), en el caso de *M. acanthurus* desde \$40.0 a \$90 por kg, dependiendo de la temporada y lugar (en el 2012 tiene precio de \$ 70 a \$100); *M. carcinus* va de \$150 a \$ 300 y *M. heterochirus* de \$140 a \$150. *M. acanthurus* tiene para su venta además de fresco con concha, otras dos presentaciones también para la venta que son, cocido con concha y en pulpa, dependiendo de la presentación es el precio, la pulpa puede ser de \$90.00 a \$100.00 dependiendo de la demanda y abundancia del recurso.

IX. DISCUSIÓN

De las tres especies (*Macrobrachium carcinus*, *M. acanthurus* y *M. olfersii*) reportadas en Cabrera (1977), *M. olfersii* sólo se observó en el río Papaloapan en forma esporádica en los meses de mayo, junio y julio con pocos ejemplares (de 1 a 6). *M. carcinus* también fue escaso en el río Papaloapan. En el resto de los sitios de muestreo no se capturó ninguna de estas dos especies.

La captura de *M. acanthurus* no se registra en forma explícita por las oficinas de pesca del estado de Veracruz, debido a que se reportan con los nombres comunes. Ante esta situación, en éste estudio, se manejaron las capturas pesqueras a nivel de género (incluyendo las tres especies), y se observa que existe disminución en la producción. Después de tener un pico máximo en 1994, la producción empieza a bajar, y del 2006 a 2009 continúa disminuyendo. Este descenso podría ser ocasionado por la sobreexplotación y por la contaminación.

Reproducción

En los promedios por mes del porcentaje de hembras de los años de muestreo de 1990 al 2001 se encontró que esta especie se reproduce todo el año pero tiene dos períodos: uno de marzo a abril y otro de agosto a octubre, con dos picos, uno en abril y otro máximo en octubre.

Al comparar los períodos de reproducción obtenidos por Dattoli (1983), Cabrera (1977), Tamburus *et al.* (2012) y Román-Contreras y Campos Lince (1993), se observó que son similares a lo encontrado en el presente trabajo. Con respecto a Granados-Berber (1984), coincide con la mayoría de los meses aunque no en proporción, sólo diciembre queda fuera del periodo encontrado en la presente investigación. Esto tal vez se deba a las características ambientales de ese lugar, ya que son en lugares de estudio diferentes al presente trabajo.

El promedio de la relación de machos:hembras en las colectas fue de 1:1, y en los muestreos comerciales de 2:1. Esto difiere de los resultados obtenidos por Cabrera (1977), quien reportó un macho por dos hembras. Y

con respecto a Dattoli (1983) la relación no coincide en los muestreos de campo pero sí con la relación de los muestreos comerciales. Granados (1984) atribuye que estas variaciones se relacionan con la reproducción, y que la proporción de machos puede aumentar durante la época reproductiva más importante. En tanto que las hembras ovígeras posiblemente emigren a zonas con condiciones apropiadas para su desarrollo y alimentación; lo cual hace que disminuyan las hembras en otras zonas.

Las tallas más chicas de hembras ovígeras que reporta Cabrera (1977) están entre 20-40 mm. Dattoli (1983) encontró hembras ovígeras de 46 mm y Granados-Berber (1984) de 40 mm. Román-Contreras y Campos-Lince (1993) mencionan que esta especie se reproduce desde los 34 mm; Holthuis (1952) reportó hembras ovígeras entre 36 y 110 mm. Manzo-Cardenas *et al.* (1983) indicaron que a los 34 mm las hembras alcanzan la madurez sexual. En el presente estudio las hembras ovígeras más pequeñas registradas fueron de 33 mm (en 1991). Éstas son ligeramente menores a las reportadas por los autores antes citados (exceptuando a Cabrera, 1977), mientras que las más grandes rebasan la talla reportada por Holthuis (1952).

El promedio de todas las tallas de las hembras en reproducción L_{m50} de los años de estudio fue de 58 mm en la observada y en la calculada de 60.1 mm. No se encontraron trabajos que estimaran la talla al 50% de hembras ovígeras.

Con el propósito de recomendar una Talla Mínima de Captura, se estimó la L_{m60} , (talla para proteger el 60% de las hembras ovígeras) y se obtuvo para los datos observados 60 mm y para los calculados de 63 mm. Por tanto, se puede redondear y recomendar una talla mínima de captura de 70 mm (7 cm), para la zona de estudio.

Lorán y Martínez (2002) recomendaron una talla mínima de captura de 60 mm (6 cm) para *M. acanthurus*. Estos mismos autores también recomendaron una talla mínima de captura de 80 mm para la misma especie en el Estero Negro de Ricardo Flores Magón, Ver. Esto difiere por 10 mm lo cual se debe a que en ése lugar el crecimiento es mayor (Martínez, 2004).

Lorán y Martínez (2004) también recomendaron T. M. C para *M. carcinus* de 120 mm para Emilio Carranza; de 170 para Tlacotalpan y de 130 para Coxcoapan, Ver. Y para *M. heterochirus*, de 90 mm, estas tallas son mayores dado que son especies diferentes.

Características ambientales

En los resultados este estudio se presentaron tablas con las características ambientales, mostrando los cambios a través del tiempo. En agosto de 1990, agosto de 1991, en septiembre y octubre de 1992, y julio de 1993 se observó que no hubo langostinos en algunas de las estaciones de colecta. Principalmente en El Calabozo y en el Río Culebra.

Lo anterior se debió a que en esos meses la lluvia fue abundante, y el escurrimiento arrastró la materia orgánica de los potreros hacia las lagunas. Posteriormente aumentó el volumen de tal forma que inundó los potreros y los organismos emigraron para buscar lugares con mejores condiciones. Lo anterior debido a que la materia orgánica se descompuso, aumentando como consecuencia la demanda bioquímica de oxígeno y disminuyendo el

contenido de oxígeno disuelto (llegando a ser de 0 mg/l en algunos lugares). De esta forma, los organismos que no lograron huir murieron, mientras que los que se encontraron vivos estaban estresados, tenían coloración de rosada a rojiza y los ojos color rosa brillante.

Cuando sucedió esto, se observó que existían cambios en la coloración del agua. Ésta al principio tomó un color café amarillento claro y estaba turbia, con arcilla, limo, M. O. en suspensión, con troncos de árboles y la transparencia disminuyó durante éste proceso. Posteriormente, la coloración del agua cambió a café rojizo oscuro, café muy oscuro y negro, la transparencia aumentó, el contenido de oxígeno disuelto llegó a ser de 0.6 a cero (en el río culebra, Lagunas de Fresada, Calabozo, Cañitas), el agua desprendía mal olor, provocando la muerte de peces y la presencia de las garzas no se hizo esperar para comérselos.

Cabrera (1977) indica que el proceso anterior ocurre de septiembre a octubre, coincidiendo con el presente estudio. Gasca (1986) reportó un contenido de oxígeno disuelto mayor a los registrados.

La temperatura promedio anual reportada por Cabrera (1977.) en el Río Papaloapan a la altura de la Laguna de Los Amates, para 1977 fue de 28 °C y de 30 °C. En la zona de estudio del presente trabajo se detectaron entre las 6 y 7 horas temperaturas promedio anuales de 26.7 °C en 1990, de 26.5 °C en 1991, de 25.8 °C en 1992, y de 25.9 °C en 1993. Esta variación se debe a la hora en que fue medida, al lugar y la profundidad.

La salinidad fue prácticamente de 0 ‰, la cual es buena para el desarrollo de juveniles a adultos. El tipo de suelo en todas las estaciones de muestreo fue arcilloso. Esto contribuye a que las sustancias contaminantes se queden atrapadas en las arcillas.

De acuerdo con las observaciones de campo, en la época de lluvia aumenta el porcentaje de hembras ovígeras. Esto concuerda con lo que mencionan Cabrera (1977), Granados-Berber (1984), Román-Contreras y Campos-Lince (1993) y Tamburus *et al.* (2012), por lo que se considera que la precipitación puede influir en la reproducción.

Contaminación

Las emisiones y descargas contaminantes que drenan en el Río Papaloapan, como son productos agrícolas, residuos de los ingenios, y de las aguas de desechos urbanas, han influido de tal forma que, en 1994, en algunas zonas (laguna de Los Cocos, y Los Planes de la Congregación Carlos A. Carrillo), y en el mismo río, a la altura del Municipio de Cosamaloapan, Ver., no se encontró *M. acanthurus* ni *M. carcinus*, siendo que en 1991 se encontraban presentes estas dos especies (Lorán y Torres, 1991; Lorán y Estrada, 1995).

La contaminación también llega a la zona de estudio pero diluida, y aún no se ven los estragos en forma severa como en los lugares antes mencionados. Sin embargo en las zonas en que se encuentra en altas concentraciones provoca serios problemas, ya que, además de matar a los organismos permanentes, mata también a los que están en proceso migración. Tal es el caso de los langostinos que buscan lugares de agua

dulce para crecer y emigran a lugares con agua salobre para desovar y desarrollar la fase larvaria. Con esto se puede ver la seriedad del problema.

Composición de Tallas

Las tallas del presente estudio son similares a las reportadas por Cabrera *et al.* (1976) quienes dan intervalos más frecuentes de 60-80 mm, 80-100 mm y 100-120 mm con una talla promedio de 75 mm y de 120-140 mm y 140-160 mm aunque en 1977 el mismo autor reportó una talla promedio de 67.6 mm. También son similares a los tamaños registrados por Holthuis (1952). Dattoli (1983) sólo reporta que la gama de tallas va de 27 a 140 mm.

En los muestreos comerciales la talla promedio únicamente fue mayor en 1995. Tal vez se deba a que separan a los organismos más grandes para su venta en crudo (las tallas chicas las cuecen y les quitan el caparazón al que le llaman concha, para venderlo como pulpa).

En la mayoría de los años durante los meses de septiembre a noviembre se registraron tallas promedio mayores.

Prácticamente en los muestreos de campo las tallas promedio (a excepción de algunos meses) están por debajo de la talla mínima de captura de 70 mm (estimada en el presente estudio), al igual que en las capturas comerciales de 1999 a 2001.

En la estructura de tallas de los muestreos comerciales se observó que únicamente en 1995 se registraron tallas mayores a la talla mínima de captura y de 1999 a 2001 cambió la estructura hacia tallas menores. Ésto podría indicarnos que la pesquería probablemente se está deteriorando.

La relación peso-longitud de hembras y machos juntos fue del tipo alométrico negativo, con tendencia a la isometría. Aunque la mayoría de los autores (Pérez y Segura, 1981; Albertoni *et al.*, 2002; Dattoli, 1983; Mejía, 2001) concluyen que la relación es de tipo isométrica, en realidad es alométrica con tendencia a la isometría al igual que en el presente trabajo.

Crecimiento

En este estudio la superposición de modas en las tallas y edades fueron limitantes para estimar los grupos de edad con el método de Peterson, por ello se usó el método de Cassie (1954).

El ritmo de crecimiento en longitud es rápido en los cuatro primeros meses. Posteriormente empieza a disminuir hasta los diez meses, en donde es más lento. Al comparar éste con el crecimiento en peso se observa que, en los tres primeros meses, el aumento en peso es menor y va aumentando con la edad, pero a partir del año es más lento. El peso disminuye en las edades adultas debido a que los individuos realizan mayor gasto energético en procesos diferentes a su desarrollo como la reproducción y la manutención del cuerpo.

Los parámetros de crecimiento determinados por Dattoli (1983); Valenti *et al.* (1987) para la misma especie (aunque estos autores los determinaron por sexo), son menores a los del presente estudio. En cambio los estimados por Román-Contreras y Campos-Lince (1993); Pérez y Segura (1981) son

mayores, lo cual podría atribuirse a las condiciones ambientales en que habitan y a su genética.

En cambio los valores de Martínez (2004) y Manzo-Cardenas *et al.* (1983) son parecidos a los encontrados en el estudio actual. También se observó que a los seis meses crecen alrededor de 106 mm. Este crecimiento es similar a las observaciones hechas por Cabrera *et al.* (1976).

La longevidad estimada en este estudio fue de 18 meses. Los autores antes citados no la estimaron y para poder comparar nos dimos a la tarea de estimarla; utilizando los datos de los parámetros de crecimiento que obtuvieron. De esta manera, se encontró que Martínez (2004) en el El Estero Negro de Ricardo Flores Magón, Ver., la longevidad es de once meses y en la Laguna de Alvarado de 12; con los datos de Valenti *et al.* (1987) (río Ribeira de Guape, Brazil), se obtuvo una longevidad de 15 meses para machos y 14.9 para hembras, estos valores son menores al determinado en el presente estudio. Con los datos de Pérez y Segura (1981) se obtuvo una longevidad de cuatro años; resultado bastante superior, ésto se debe a que el valor de k es alto y corresponde a organismos de crecimiento lento. En el caso de Contreras y Campos-Lince (1993) no se pudo estimar la longevidad debido a que el valor de t_0 es superior al de K .

Evaluación del recurso

Sparre y Venema (1992) indican que con valores de $Z = 0.6$ la explotación es leve, con $Z = 0.9$ la explotación es mediana y cuando $Z = 1.2$ la explotación es intensiva. De acuerdo con esto, los resultados estimados en el presente estudio indican que el recurso está siendo explotado en forma intensiva; aunque en los semestres de julio-diciembre de 1992, julio-diciembre del 2000, julio-diciembre del 2001, y en 1995 muestran que la pesquería estuvo sometida a una explotación leve. Lo interesante es que al parecer el primer semestre de todos los años es cuando aumenta la explotación y en el segundo semestre disminuye.

Para evaluar el recurso se procedió a estimar la tasa de explotación (E) y de acuerdo con el criterio de Gulland (1971) y Pauly (1983), que nos dicen que el valor de $E = 0.5$ indica un punto de equilibrio y que resultados mayores quieren decir que el recurso está siendo sometido a una alta explotación. Con base en este criterio, los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que la pesquería esta sobreexplotada. También se encontró que en los segundos semestres de cada año la tasa de explotación disminuyó, al igual que la mortalidad total. Quizás esto se deba a que en esos meses se registraron las tallas más grandes, y a que al método utilizado para estimar la mortalidad total (Z) se basa en tallas.

Con el resultado del anterior párrafo se puede decir que las evidencias observadas por Lorán y Torres (1991); Lorán y Estrada (1995); Lorán y Martínez, (2002) y comentarios de los pescadores acerca de la disminución de la captura son aceptables.

La Captura por Unidad de Esfuerzo es otro método que permite evaluar el recurso a través de la disminución de ésta a través de los años. Pero los resultados obtenidos no permitieron valorarlo, pues en el promedio anual en

1991 disminuyó, pero en 1992 y 1993 volvió a aumentar. Lo anterior se atribuye a que el criterio para estimarla no fue el adecuado.

Lo más apropiado para estimar la CPUE era conocer el número exacto de pescadores, con el número correcto de artes de pesca que utilizan y la captura real (se hizo un intento de obtener el número de pescadores registrado por año en la subdelegación de pesca, pero no se tuvo éxito debido a que no los registraban por recurso, lo hacían globalmente; por otro lado el número de artes que estaban en sus permisos no correspondía a los que realmente tenían y otra limitante fue que el reporte de sus capturas tampoco era el real).

Aunque la CPUE no permitió evaluar el recurso, sí ayudo a conocer el comportamiento de la captura de manera mensual y anual de la pesquería y se observó que durante septiembre, octubre y noviembre las tallas y pesos de los ejemplares capturados son mayores, aunque la CPUE en número de organismos y peso es menor. De abril a julio la CPUE en peso y número de organismos capturados es mayor, pero los ejemplares son menores en talla y peso. En los muestreos “comerciales” no se estimó la CPUE, debido a que no siempre se sabía el número de artes que se habían utilizado.

Durante el tiempo que duró la investigación, la mayoría de los pescadores tenían de 100 a 140 artes de pesca cada uno, y en los años 70 utilizaban 20, esto significa que aumentó el esfuerzo en número de artes. Actualmente nos indican que su captura ha disminuido así como la cantidad de pescadores.

Tallas de captura por tamaño de malla

En los resultados de la estructura de tallas por tamaño de malla se encontró que los organismos que se capturan con la malla de 3 x 3 tienen tallas promedio más grandes y su relación de peso con número organismos también es mayor; en cambio, en el de tamaño de malla menor (5 x 5) se observa una CPUE en gramos mayor, pero los organismos capturados son menores a la talla mínima de captura estimada.

Lorán y Valdez (1988) estimaron una talla mínima de captura de 80 mm y recomendaron para la captura de *M. acanthurus* el tamaño de 2 x 2 mallas/pulgada². Sin embargo, de acuerdo al análisis de los resultados del presente estudio, se considera que el tamaño de malla de 3 x 3 mallas/pulgada² retiene organismos con la talla mínima de captura (70 mm) determinada para la zona del presente trabajo, por ello es apropiada para la captura de esta especie en los lugares de estudio.

Comercialización

Para la venta al público de esta especie en la presentación “en fresco”, los pescadores escogen a los ejemplares más grandes y el resto los cuecen y desconchan para venderlo como pulpa, ya que esta forma se considera que le da un valor agregado y su precio aumenta. Una observación interesante es que los precios de venta no han variado mucho a través de los años.

Normatividad

Como ya se había mencionado antes no existe regulación oficial para la captura de *M. acanthurus* (ni para *M. carcinus* y *M. heterochirus*); se hizo un intento oficial en 1988 cuando se estableció un periodo de veda entre el primero de agosto y el 30 de noviembre, el cual fue revocado el 31 de agosto de 1990 por las inconformidades de los pescadores que argumentaron que dicho periodo no era adecuado para el Golfo de México.

De forma extraoficial en algunos lugares de Veracruz los representantes de cooperativas han solicitado suspensiones de captura para la especie de *M. carcinus* a la Subdelegación de Pesca en Veracruz a través de las oficinas de pesca y los han apoyado, pero como no son de carácter oficial no siempre las respetan los pescadores. En las fichas de la pesquería de langostino de la Carta Nacional Pesquera (CNP) de los años 2000, 2006, se dieron algunas recomendaciones para el estado de Veracruz, no obstante, la CNP solo era de divulgación (por decirlo así) y las autoridades no podían utilizarla como instrumento para aplicar sanciones. Sin embargo, en la CNP del 2012, se quitaron estas recomendaciones (dado que la nueva Ley de pesca del 2007 la hizo vinculante) y las autoridades del INAPESCA consideraron que se debe contar con información de los otros estados del Golfo de México para hacerla general.

En cambio, en las aguas continentales de la vertiente del Pacífico existe oficialmente un periodo de veda para la pesca de langostino y va del primero de agosto al 31 de octubre de cada año (D. O. F., del 16 de marzo de 1994 y D. O. F. del 31 de marzo de 2010). Una de las limitantes para la normatividad en cuanto a proponer tallas mínimas de captura, es la variedad de los nombres comunes para una misma especie y que utilizan el mismo nombre común para dos especies diferentes; por lo que habría que capacitar a los pescadores para que conozcan los nombres científicos.

Como no existe norma para la captura responsable, se siguen capturando de manera indiscriminada a juveniles, hembras ovígeras, y se continúa usando artes de pesca con tamaños de malla pequeños, además del uso de sustancias tóxicas (asuntol, cal, barbasco entre otras), y artes de pesca prohibidos.

X. CONCLUSIONES

De acuerdo con las estadísticas de producción, en el estado de Veracruz la producción de *Macrobrachium* en Tlacotalpan, ha disminuido.

M. acanthurus se reproduce todo el año pero sobresalen dos periodos: uno en marzo-abril y otro de agosto a octubre, siendo este último más alto. Dado que estos resultados son similares a los observados por Dattoli (1983), Cabrera (1977), Román-Contreras y Campos Lince (1993) y Granados-Berber (1984), pueden proponerse dos periodos de veda uno en el mes de 15 de marzo al 30 de abril y otro del 15 de agosto al 15 de octubre. Esta propuesta puede aplicarse a la zona de estudio y también para todo el Golfo de México.

Las hembras ovígeras más pequeñas midieron 33 mm. La talla de reproducción de las hembras al 50 % (L_{m50}), la alcanzan a los 60.7 mm y la talla mínima de captura estimada fue de 64.1 mm. Por lo que puede recomendarse una talla mínima de captura de 70 mm para la zona de estudio. Pero no se puede recomendar para todo el Golfo porque no hay información de estimaciones para los otros estados.

En los resultados de la estructura de tallas por tamaño de malla se observa que las tallas que se capturan con 3 x 3 mallas/pulgada² retienen organismos con la talla mínima de captura recomendada en el presente estudio (70 mm). Por ello es apropiada para la captura de esta especie en los lugares de estudio. Sin embargo no se puede aplicar para todo el Golfo de México, pues hace falta realizar estudios en otros estados.

Las características ambientales influyen en los movimientos migratorios de esta especie en busca de sitios con mejores condiciones.

Se observó que la abundancia de esta especie ha sido afectada por los desechos contaminantes vertidos en su hábitat y cambio de uso del suelo.

Por otro lado, durante la migración de las postlarvas hacia aguas de menor salinidad, son consumidas por peces que se cultivan en jaulas flotantes instaladas en las orillas del río Papaloapan. Esto también ha influido en la disminución de la pesquería.

Las tallas que capturan los pescadores son menores a la talla mínima de captura estimada en el presente estudio.

Los parámetros de crecimiento estimados fueron $L_{\infty} = 168.56$ mm; $K = 0.165$ y $t_0 = 0.032$. La ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy fue $L_t = 168.56[1 - e^{-0.165(t - (-0.032))}]$.

En la relación longitud peso se observa que su crecimiento es alométrico negativo.

Los valores de la mortalidad total (Z) estimada muestran que el recurso está siendo sometido a una explotación intensiva.

Los valores estimados de la tasa de explotación indican que el recurso esta sobre explotado.

La estacionalidad de la CPUE a través de los años tiene un comportamiento similar. Se encontró que, de septiembre a noviembre, las tallas y pesos de los organismos son mayores aunque el número de ejemplares es menor y la CPUE es menor en peso, pero es mayor en relación a gramos/individuo. En contraste, en los meses de abril a julio la PUE en peso es mayor pero la relación gramos/individuo es menor lo que indica que aunque es mayor la cantidad de organismos son de menor tamaño y peso.

El uso de nombres comunes, aunado al hecho de que son tres especies que tienen tamaños y periodos de reproducción diferentes, limita el establecimiento de una sola talla mínima de captura y un mismo periodo de veda para las tres especies juntas para todo el Golfo de México; por lo que se deberán regular por especie las tallas mínimas de captura y periodos de veda.

También se puede incluir para su regulación en todo el golfo, que se prohíba la venta en la presentación de pulpa. Esto debido a que, para obtenerla, se utilizan tallas pequeñas. Y recordar que la captura de postlarvas (comúnmente conocidas como “tismiche”) está prohibida.

XI. RECOMENDACIONES

- Sería de gran utilidad que en los registros oficiales separen las capturas por especie con el nombre científico, para tener un conocimiento más específico.
- Capacitar a los pescadores, para que conozcan los nombres científicos de las diferentes especies.
- Completar los estudios en los estados de Tamaulipas, Tabasco y Campeche, en relación a la estimación de tallas mínimas de captura y artes de pesca.
- Elaborar la norma de captura responsable para el Golfo de México de todas las especies comerciales de langostino de forma específica para evitar la captura indiscriminada y proteger los recursos.
- Realizar estudios acerca del volumen y concentración de los contaminantes de las industrias que vierten sus residuos al Río Papaloapan y lagunas, así como estudios de los niveles de toxicidad que afectan a estos crustáceos. Esta información sería de utilidad a las autoridades correspondientes de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales, con objeto de analizar la situación, para establecer las medidas necesarias para el tratamiento de aguas residuales y control de desechos para proteger a estos recursos.
- Debido a su crecimiento rápido y a sus hábitos alimenticios de la especie se considera como un buen candidato para su cultivo, por ello se sugiere aumentar los estudios relacionados con este aspecto.

XII. LITERATURA CITADA

- Albertoni, E. F., C. Palma-Silva y F. A. Esteves. 2002a. Fecundity of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda: Palaemonidae) in a tropical coastal lagoon subjected to human impacts (Macaé, Brazil). *Acta Limnology Brazil*. 14(1):71-80.
- Albertoni, E. F., C. Palma-Silva y F. A. Esteves. 2002b. Distribution and growth in adults of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), (Decapoda: Palaemonidae) in a tropical coastal lagoon, Brazil. *Revista Brasileira Zoology* 19(supl.2):61-70.
- Anger, K. y G. S. Moreira. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *J. Crust. Biol.* 18(4):823-838.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos, Y. Rojas y R. Robles. 1999. Listas y comentarios sobre los crustáceos decápodos de Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zología* 70 (1): 1-27.
- Álvarez, F., J. L. Villalobos y R. Robles. 2002. Abbreviated larval development of *Macrobrachium tuxtleense* Villalobos y Álvarez, 1999, reared in the laboratory. *Crustaceana* 75(5):717-730.
- Berman, M. 1987. La contaminación del río Papaloapan. *Revista Extensión. Universidad Veracruzana. No. 25 (Sep.-dic.):* 34-36.
- Bertalanffy Von, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*. 10(2):181-213.
- Beverton, R. J. H. y Holt. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P. V. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.* 140:67-83.
- Boschi, E. E. y V. Angelescu. 1962. Descripción de la morfología externa e interna del langostino con algunas aplicaciones de índole taxonómica y biológica. *Boletín Instituto de Biología Marina. Mar del Plata* 1:5-68.
- Boschi, E. E. 1974. Biología de los crustáceos cultivables en América Latina. Simposio. FAO/Carpas sobre Acuicultura en América Latina, Uruguay. *CARPAS/16/74/SR* 7:24.
- Cabrera, C. G. M., L. N. Ortega y J. Aguirre. 1976. Contribución al estudio poblacional del camarón prieto o langostino "manos de carrizo" *Macrobrachium acanthurus* en aguas y lagunas del bajo Papaloapan. Memoria del Simposio sobre Pesquerías en aguas continentales Tuxtla Gutiérrez Chiapas 133-160.
- Cabrera, C. G. 1977. Biología y cultivo de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el bajo Papaloapan. Tesis. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional 74 p.
- Cabrera, C. G. 1980. Métodos para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o langostino manos de carrizo *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). Segundo Simposio de Asociación Latinoamericana de Acuicultura. Memorias. Departamento de Pesca. Veracruz, Ver., México 1:663-718.

- Cabrera, C. G. 1989. Estudio técnico Pesquero, Económico y Social de las Lagunas de Los Amates, La Virgen, Los Palitos, La Baja, De Herrera, Rosa Morada, De Martínez y de drenes de intercomunicación con el río Papaloapan, en el Ejido Tlacotalpan en la Isla de la Candelaria del Municipio de Tlacotalpan, Ver. Documento Técnico. 108 p.
- Carrillo, D. F. 1968. Morfología de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Estado de Veracruz, México. FAO. Fish. Rep. 2(57):415-425.
- Cassie, R. M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 5: 513-522.
- Choudhury, P. C. 1970. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) reared in the laboratory. Crustaceana 18(2):113-132.
- Choudhury, P. C. 1971. Laboratory rearing of larvae of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). Crustaceana 21(2):113-126.
- Dattoli, H. H. O. 1983. Biología ecológica y aspectos poblacionales de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Río Actopan, Ver., y su aplicación al cultivo. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. 61 p.
- Delgadillo, S. 1977. Recursos Naturales de la cuenca del Papaloapan. Capítulo XIV. Tomo II. Acuicultura. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México.
- Diario Oficial de la Federación. 1994. Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. D. O. F., del 16 de marzo de 1994.
- Diario Oficial de la Federación. Langostino. C. N. P: 2000. D.O.F. 17 de agosto de 2000. 358 p.
- Diario Oficial de la Federación. Langostino. C. N. P: 2006. D. O. F., viernes 25 de agosto 2006. (Primera y segunda sección) 172.
- Diario Oficial de la Federación. 2010 Acuerdo por el que se establecen épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas continentales de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. D. O. F., del 31 de marzo de 2010. 688 p
- Diario Oficial de la Federación. Langostino. C. N. P: 2012. D. O. F. Agosto de 2012. 236.
- Dobkin, S. 1974. A contribution to knowledge of the larval development of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana 21(3):294-297.
- Dobking, S., W. P. Azzinaro y J. Van. 1974. Culture of *Macrobrachium acanthurus* and *M. carcinus* with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimps. Proceedings 5th Annual Workshop World Mariculture Society: 51-62.
- Doi, T. 1976. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico, Instituto Nacional de Pesca. INP/SI 12:1-95.
- Dugan, C. C., R. W. Hagood y T. A. Frakes, 1975. Development spawning and Mass Larval Rearing Techniques for Brackish-Freshwater Shrimps of

- the Genus *Macrobrachium* (Decapoda Palaemonidae). Florida Marine Research Publications. St. Petersburg No. 12:1-28.
- Dugan, C. C. y T. A. Frakes. 1972. Culture of Brackish-Freshwater shrimp, *Macrobrachium acanthurus*, *M. carcinus* and *M. ohione*. Proceedings 3rd. Annual Workshop world Mariculture Society: 185-191.
- Dobking, S., J. van Montfrans y D. H. Holland. 1975. Selective Breeding of the Fresh and brackish-water shrimp *Macrobrachium acanthurus*. Proceedings 6th Annual Workshop world Mariculture Society: 33-36.
- Espino, B. E., A. González V., H. Santana H. y H. González V. 2008. Manual de biología pesquera. INAPESCA y Univ. Auton. De Nayarit. 168.
- Ford, E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. Journal Marine Biology. Association United Kingdom. 19: 305-84.
- Gamba, A. L. y G. Rodríguez. 1987. Migratory behavior of postlarval white, *Penaeus schmitti*, and river shrimps, *Macrobrachium olfersi* and *Macrobrachium acanthurus*, in their zone of overlap in a tropical lagoon. Bulletin of Marine Science 40(3):454-463.
- Gasca, L. J. F. 1986. Requerimientos de oxígeno del Camarón Prieto *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman) a diferentes temperaturas y salinidades. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México (UNAM). 45. p.
- Granados-Berber, A. A. 1984. Aspectos reproductivos del camarón prieto *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman 1836) en la cuenca del río González, Tabasco, México. Anales del Instituto de Ciencias, del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México. II:(1):1-22.
- Gutiérrez, L. De G. M. J. 1992. Biología y cultivo de los langostinos nativos (*Macrobrachium* spp.) de importancia comercial en México. (Ensayo Bibliográfico). Tesis. Escuela Nacional de Ciencias biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Gulland, J. A. 1971. The fish resources of the oceans. West byfleet, surrey, fishing. News (Books) Ltd., for FAO. 255 p.
- Guzmán, A. M. 1976. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* en las lagunas costeras de Guerrero, México. Informe I y II del proyecto de biología, ecología y pesquería de los langostinos del género *Macrobrachium* en México. Centro de ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. (Mimeogr.) 70 p
- Guzmán, A. M., J. Cabrera y C. Kensler. 1977. Notes in *Macrobrachium* species in Mexico. In: Hanson J.A. y Goodwin H.L. (Editores) shrimps and Prawn Farming in the Westers Hemisphere. Dowden Hutchinson y Ross Inc. U.S.A. 437.
- Hernández, M. L. G. 2007. Revisión sistemática del género *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) de la Península de Baja California, México. Tesis de Doctor en Ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 134.p.
- Hilborn, Ray. Y C. J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall Inc. E. U. 570.

- Holthuis, L. B. 1952. A general revision of the palaemonidae (Crustacea: Decapoda Natantia) of the Americas. II. The subfamily Palaemonidae. Occasional Papers Allan-Hancock 12:1-332.
- Holthuis, L. B. 1980. FAO. Species catalogue. Volume 1. Shrimp and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. F.A.O. Fisheries Synopsis. No. 125. Vol. 1:271.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1988a. Cartas de clima, hidrología superficial, fisiografía.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1988b. Síntesis Geográfica Nomenclator y Anexo Cartográfico del estado de Veracruz, México.
- Islas-Ojeda, R. M. y D. Pereyra-Díaz. 1990. Aspectos físicos y recursos naturales del Estado de Veracruz III. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana. 29 p.
- Ling, S. W. 1967. The general Biology and development of *Macrobrachium rosenberguii* (De Man). F.A.O. Fisheries Report. 57(3):589-606.
- Lorán, N. R. M. y A. Torres G. 1991. Estudio técnico para capturar escama y langostino, en las lagunas "Los Cocos", "Los Planes" y río Papaloapan, municipio de Cosamaloapan. Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 10 pp.
- Lorán, N. R. M. y J. Estrada G. 1995. Estudio biológico-pesquero del langostino *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836), en el río de Los Pescados (Río Huitzilapan) Municipio de Teocelo, Ver. México. Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 14 pp.
- Lorán, N. R. M. y J. Estrada G. 1995. Estudio técnico para evaluar la posibilidad de autorización de permiso de captura de escama de la proyectada sociedad Cooperativa "Yorca Boca del Payte" S.C.L. (del 19 al 21 de diciembre de 1994). Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 17 pp.
- Lorán, N. R. M. y A. J. Valdez G. 1987a. Opinión técnica para la captura de langostino con clarines (trampas), solicitada por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de Rancho Nuevo" S. C. L. de la Jurisdicción de la Oficina Federal de Pesca en Tlacotalpan, Ver. Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 20 pp.
- Lorán, N. R. M. y A. J. Valdez G. 1987b. Estudio técnico para determinar e implantar periodo de veda a las especies de langostino y cangrejo azul, en la jurisdicción de la Oficina de Pesca de Nautla, Ver. Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 31 pp.
- Lorán, N. R. M. y A. J. Valdez G. 1988. Opinión técnica sobre pesca comercial de langostino con trampas fijas denominadas "clarines" solicitada por la Unidad de Producción "Limonos I y Limonos II", del ejido Limones Municipio de Alvarado, Ver. Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 8 pp.

- Lorán, N. R. M., J. J. Rivas V. y A. J. Valdez G. 1988. Estudio técnico para capturar langostino con redes de cuchara en el área de Paso Nacional, Municipio de Alvarado, Ver. Solicitado por la Unidad de Producción "La Casa de Piedra". Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 11 pp.
- Lorán, N. R. M., A. Pech P. y F. R. Martínez. 1996a. Selectividad y eficiencia de nasas metálicas en la captura del langostino *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la laguna de Alvarado Veracruz, de febrero 1992 a febrero 1993. Resumen en las memorias del II Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. CICIMAR, Septiembre de 1996. 0-25
- Lorán, N. R. M., J. A., Pech P. y F. R. Martínez, I. 1996b. Selectividad y eficiencia de nasas metálicas en la captura del langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la Laguna de Alvarado, Ver. OCEANOLOGIA No. 17 (fue aceptado pero ya no se publicó la revista).
- Lorán-Núñez, .R. M, F. R. Martínez-Isunza, A. J. Valdez-Guzmán y F. A. Escudero G. 2001. Cultivo experimental del langostino nativo *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el estado de Veracruz, con el propósito de iniciar la producción de postlarvas. Documento interno del Centro Regional de Investigación Pesquera-Veracruz. Instituto Nacional de la Pesca. 11 pp.
- Lorán-Núñez, .R. M, F. R. Martínez-Isunza, A. J. Valdez-Guzmán. 2002. Cultivo experimental en la producción de postlarvas del langostino nativo *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el estado de Veracruz. Simposio ITMAR. Boca del Río, Ver., octubre de 2002. Resumen.
- Lorán, N. R. M. y F. R. Martínez I. 2002. Pesquería de Langostino. 211-215 En: La Pesca en Veracruz y sus Perspectivas de desarrollo. Instituto Nacional de la Pesca-CRIP Veracruz SAGARPA y la Universidad Veracruzana. 434 pp.
- Manzo-Cardenas, N., L. Posadas H., F. Domínguez C., O. Soriano S. y Z. Chávez A. 1983. Edad y crecimiento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836) en época de reproducción en el estero Casitas, Ver., México. Resúmenes VII Congreso Nacional de Zoología, Saltillo, Coah., 1985.
- Martínez, F. y J. Escarpita 1977. Recursos Naturales de la Cuenca del Papaloapan. Capítulo XIII. Tomo II. Recursos y Aprovechamientos Forestales. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México.
- Martínez, I. F. R. 2004. Estimación de parámetros de crecimiento de los langostinos *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann, 1836), *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) y *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), en el estado de Veracruz. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico del Mar No. 1. Boca del Río, Ver., Mex., 67 pp
- Martínez, S. L. E. 1975. Desarrollo embrional y larval del camarón de agua dulce *Macrobrachium acanthurus* Wiegman 1986, bajo condiciones de

- laboratorio. Instituto de Desarrollo de Recursos Naturales Renovables. V. Bogotá, Colombia. 17(3):1-27.
- Morales, E., G. Figueroa y H. Montellano. 1991. Descripción morfológica y el efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) bajo condiciones de laboratorio. XI Congreso Nacional de Zoología. 28-31 de octubre, 1991. Mérida. México. Programa y Resúmenes.
- Mejía, O. L. 2001. Variaciones biométricas de los langostinos del género *Macrobrachium* (Decapoda: Palaemonidae) y su relación con variables abióticas en el río Huitzilapan, Veracruz. México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 66 pp
- Mejía, L. M., F. Baldari y M. López. 2008. *Macrobrachium sbordonii* (Decapoda: palaemonidae), a new stygobitic species of freshwater prawn from Chiapas, Mexico. *Zootaxa* 1814:49-57.
- Mejía-Ortíz, L., M. López-Mejía, M. I. Martínez T. 2011. Crustáceos decápodos del río Papaloapan, Ver. Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel. 155 pp.
- Munsell color company, Inc. 1975. Munsell soil color charts. Munsell Color Co.; Baltimore M.D. EU. 24 p
- New, M. B. y S. Singholka, 1984. Cultivo del camarón de agua dulce. Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenberguii*. FAO. Documento Técnico. Pesca. (225):1-3.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39(2):175-92.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO Documento Técnico Pesca (234). 54 pp.
- Pérez, C. H. R. y M. J. Segura G. 1981. Contribución al conocimiento de la estructura poblacional y algunos aspectos de la biología de las especies de langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) y *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758) en el estado de Tabasco. Tesis. ENEP-UNAM Iztacala. 67 pp
- Rentería, G. R. 1986. Análisis del crecimiento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en estanques de concreto con agua fertilizada en boca del Río, Ver. Tesis de licenciatura. Instituto del Mar de Boca del Río, Veracruz.
- Ricker, W. E. 1971. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Sc. Publ. Oxford y Edinburg. 98-131.
- Rodríguez, de la Cruz, M. C. 1965. Contribución al conocimiento de los palemónidos de México. *Anales del INIBP*. Vol. 1.
- 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*. Universidad Nacional Autónoma de México. 20(1): 55-65.
- Román, R., A. L. Ortega y 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.

- Rosas, H. M. I. 2012. Distribución de los crustáceos decápodos de agua dulce en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 38 pp.
- Salazar, G. C. Graziani, E. Villarroel, M. Luna, C. Moreno y M. Guevara. 2005. Hibridación entre los camarones de río *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) y *M. acanthurus* (Wiegmann). ¿Es posible?. Interciencia. v.30 n.8 Caracas, agosto, 2005. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442005000800012&script=sci_arttext
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S. A. R. H.). 1975. Atlas climatológico de la cuenca del Papaloapan.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable. SAGARPA-Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA). 2007. 117 pp.
- SEMARNAT. CONAGUA. 2011. Estadísticas del Agua en México, ed. 2011. México, D.F. 128 pp.
- Sparre, P. y Venema, S. C. 1992. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1-Manual. FAO. Documento Técnico Pesca. No. 306.2 Rev. Valparaíso, Escuela de Ciencias del mar. 1992. Ed. Universitaria. Santiago de Chile. 495 pp.
- Sturges, H. A. 1926. The Choice of a Class Interval. Journal of the American Statistical Association 21: 65-66.
- Taylor, C. C. 1958. Cod growth and temperature. Journal Conseil, 23(3):366-370.
- Taylor, C. C. 1960. Temperature, growth and mortality the Pacific cockler. Journal Conseil, 26(1):117-124.
- Tamburus, A. F., E. C Mossolin y F. L. Mantelatto. 2012. Population and reproductive aspects of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (crustacea: palaemonidae) from north coast of São Paulo state, Brazil. Brazil Journal Aquatic Science Technology. 16(1):9-18.
- Valenti, W. C., J. T. C. Mello y V. L. Lobao. 1987. Crescimento de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribera de Iguape (Crustácea, Decapoda, Palaemonidae) Revista Brasileira de Biología 47(3): 49-55.
- Valenti, W. C., J. T. C. Mello y V. L. Lobao. 1989. Fecundidade em *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) do Rio Ribera de Iguape (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) Revista Brasileira de Zoología. 6(1): 9-15
- Villalobos, A. F. 1966. Estudio de los Palemónidos de México. I. *Macrobrachium acantochirus*, n. sp. nov., del Sureste de México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología. 27(1,2):167-174.
- Villalobos, A. F., M. A. Zamora, J. Correa, J. L. Espinosa, y M.L. Nieto. 1982. Evaluación de la Disponibilidad de Postlarvas de *M. tenellum* (Smith) determinación de sus posibilidades de semicultivo en las microrregiones PIDER, Costa Grande y Atoyac del Estado de Guerrero. Informe final. Delegación Estatal de Pesca, Estado, de Guerrero. PIDER. 122 pp.
- Villalobos-Hiriart, J. L., A. Cantú, y E. Lira-Fernández. 1993. Los crustáceos de agua dulce de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural Vol. Esp. (44): 267-290.

- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*. 10(2):181-213.
- Walford, I. A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biological Bulletin Marine Biology, Laboratory Woods Hole* 90:141-147.
- Willis, S., Hagood R. W. y Eliason G. T. 1976. Effects of four stocking densities and three diets on growth and survival of postlarval *Macrobrachium rosenbergii* and *M. acanthurus*. *Proceedings of the Seventh Annual Meeting World Mariculture society*.655-665.
- Zetler, B. D. y D. V. Hansen. 1972. Tides in the Gulf of Mexico. In: *Contributions an the physical oceanography of the Gulf of Mexico*. Capurro, L. R. A. y Joseph L. Reid, eds. Texas A and M University Oceanographics Studies. p 265-275.

Anexo I.

Escala de madurez, de Guzmán (1976) para *Macrobrachium tenellum*.

Estadio I o juveniles: son organismos con ovario no conspicuo y los pleópodos carecen de vellosidades.

Estadio II o pre-ovígeras: las hembras están en proceso de maduración, las cuales presentan las pleuras pigmentadas y el ovario conspicuo.

Estadio III u ovígeras: representa hembras que portan huevecillos en la parte ventral del abdomen, las pleuras están pigmentadas y los pleópodos con vellosidades en las que se adhieren los huevecillos. Este estadio tiene cinco subestadios:

- III.1. El color de los huevecillos es verde oscuro, las hembras están recién mudadas y debido a ello el tegumento no es muy rígido, ovario no conspicuo.
- III. 2. El color de los huevecillos cambió de verde a amarillo verdoso, ovario no conspicuo.
- III. 3. Las hembras con huevecillos de color amarillo, ovario no conspicuo.
- III. 4. Los huevecillos están oculados, notándose a simple vista o a poco aumento en el microscopio, en este subestadio se inicia el crecimiento y desarrollo de color del ovario.
- III. 5. La hembra tiene pocos huevecillos y están en etapa de eclosión de las larvas, el ovario está más desarrollado que en el estadio anterior.

Estadio IV o post-ovígeras, las hembras ya no tienen huevecillos, las pleuras están pigmentadas y los pleópodos tienen vellosidades muy visibles, el ovario está prácticamente reestablecido.