



E. N. E. P. I. U. N. A. M.  
U. D. C. / PROCESOS TECNICOS  
PAPELETA DE DEVOLUCION



UNIVERSIDAD  
IZTACALA

NOTA:

EL LECTOR SE OBLIGA A DEVOLVER EL LIBRO COMO CUMPLE EN LA FECHA Y EN EL ÚLTIMO SELLO.

MEXICO  
M. CAMPUS  
IZTACALA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA

Evaluación de la pesquería del camarón blanco  
(Penaeus setiferus L.) de las costas de Tamaulipas, México.

VERDE  
CLARO

TESIS PROFESIONAL  
PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

PRESENTA:  
ALVARO HERNANDEZ FLORES

MERIDA, YUCATAN 1994



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.

## INDICE

I.	Introducción	1
I.1.	Aspectos Generales	1
I.2.	Biología de la Especie	3
I.3.	Distribución	6
II.	Antecedentes	7
II.1.	Descripción de la flota	9
II.2.	Producción de camarón	11
III.	Objetivos	12
IV.	Area de Estudio	13
V.	Material y Métodos	14
V.1.	Base de datos	14
V.2.	Edad y crecimiento	18
V.3.	Mortalidad natural	24
V.4.	Selectividad del arte de pesca	27
V.5.	Análisis de cohortes por longitud	27
VI.	Resultados	33
VI.1.	Edad y crecimiento	33
VI.2.	Mortalidad natural	37
VI.3.	Análisis de cohortes por longitud	37
VII.	Discusión	43
VII.1.	Crecimiento y mortalidad natural	44
VII.2.	Patrón temporal de la mortalidad por pesca	47
VIII.	Conclusiones	59
IX.	Bibliografía	61
X.	Figuras	65

Dedicatoria:

Dedico este trabajo a todos los que hicieron posible que pudiera realizarlo.

Mi última intención es ser irreverente en mi dedicatoria, y de serlo me disculpo por ello; pero como todas mis acciones positivas las dedico a aquel que me dió la vida y me permite vivir con bien día tras día, a El dedico este pequeño trabajo.

También debo mencionar a mis Padres y mis Hermanos, de quienes recibí una de las enseñanzas mas valiosas en mi vida: el significado del amor.

A aquellos maestros que desde el inicio de mis estudios se preocuparon porque yo pudiera adquirir un poco de conocimiento; aquellos que tuvieron la vocación de enseñar y con su paciencia y entusiasmo lograron sembrar la semilla del interés por el conocimiento en muchos de sus alumnos.

A mis compañeros y amigos, de quienes siempre recibí palabras de amistad y de aliento en momentos difíciles.

A todos mis Hermanos y Hermanas, y en especial aquellos de quienes he recibido grandes enseñanzas, aquellos que fueron instrumento y me mostraron el significado de la verdad, la cual ha dado un propósito real a mi vida.

A Carolina.

... y la verdad es el conocimiento  
de las cosas como son, como eran  
y como han de ser (D.C.93:24)



## Agradecimientos.

Agradezco al Dr. Francisco Arreguín Sánchez por el conocimiento que compartió conmigo durante la realización de este trabajo. Al Dr. Omar Defeo, quien me ayudó a esclarecer grandes dudas en cuanto al manejo de los conceptos en los métodos indirectos para estimar edad y crecimiento. A la Maestra Silvia Salas Márquez y al Maestro Miguel Angel Cabrera, profesores de la asignatura de Biología Pesquera en CINVESTAV-Mérida. Al Dr. Adolfo Gracia, por su atención y por haberme proporcionado gran información del tema.

A los profesores de la E.N.E.P. Iztacala quienes fueron los revisores de mi tesis: M.C. Norma Navarrete Salgado, M.C. Jonathan Franco López, Biol. Sergio Cházaro Olvera y M.C. Arturo Rocha Ramirez.

También agradezco a la Biol. Claudia O. Leonce Valencia del CINVESTAV-Mérida por sus comentarios y críticas, y al Ingeniero Gabriel Olgún por su colaboración.

Al Ing. Javier Hernández Flores y Lic. Rocio Hernández Flores por su ayuda en el manejo del Software. Al Lic. Francisco Hernández Flores por el apoyo en la impresión de este trabajo.

## RESUMEN

Se analizaron las características más importantes de la pesquería del camarón blanco (Penaeus setiferus), que se desarrolló en las costas del Estado de Tamaulipas, México, durante el periodo de 1974 a 1978. El análisis incluyó el estudio de la edad y crecimiento aplicando el método indirecto denominado S.L.C.A. (Shepherd's Length Composition Analysis; Shepherd, 1978) a los datos de frecuencia de longitudes de las capturas obtenidas en altamar por la flota mecanizada durante el período mencionado. Los datos mostraron tener una alta convergencia. Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy fueron:  $K = 0.257$ ,  $T_0 = -0.503$  y  $L_{\infty} = 221$  mm. Estos valores son similares a los reportados por otros autores que han estudiado esta especie en todo el litoral del Golfo de México (Lindner y Anderson, 1956; Klima, 1974; Schultz-Ruiz y Chávez, 1976; Gracia, 1989a).

Se hicieron estimaciones de la mortalidad natural (M) con el método propuesto por Rikther y Efanov (1976, y se obtuvo un promedio anual de  $M = 2.82$ . La estimación de la mortalidad por pesca (F) y la estructura por longitudes del stock se obtuvo al aplicar el Análisis de la Población Virtual (V.P.A.) modificado para longitudes (Jones, 1984). la mortalidad por pesca por intervalos de longitud adquirió valores de  $F_i = 0.02$  a  $F_i = 2.05$ , con un promedio  $F = 0.68$ .

El máximo tamaño de la población estimado por mes fué de 8 millones de individuos en enero de 1974 y el mínimo de 90 mil individuos en junio de 1976. La máxima biomasa se estimó en enero de 1974 con 150 ton. Se observó una alta variación en el tamaño y estructura del stock, tal variación, junto con los cambios en la intensidad del esfuerzo pesquero, explicó en gran medida la variación en las capturas.

Al tratarse de una pesquería multiespecífica (en la que la especie con mayor volumen es P. aztecus), no se detectó una relación directa entre la biomasa estimada del stock de P. setiferus y la asignación de la intensidad de pesca.

## I. INTRODUCCION.

### I.1. Aspectos Generales.

La captura mundial anual de camarón asciende aproximadamente a 700,000 toneladas. Algunas de las más grandes pesquerías de camarón se desarrollan en aguas de Indonesia, India y en el Golfo de México. Los camarones representan un recurso sumamente valioso, ya sea para consumo local o para exportación. El valor que alcanzan enfatiza la importancia de su manejo, especialmente debido a que no se esperan aumentos sustanciales en la producción mundial de camarón, lo que hace urgente mejorar el manejo y hacer más eficiente el uso de los stocks en las pesquerías existentes (Gulland y Rothschild, 1984).

En México, el camarón es uno de los recursos pesqueros más importantes y proporciona una valiosa fuente de divisas. Su pesca se desarrolla en ambos litorales y la producción promedio anual del país durante los últimos 15 años ha sido de 76,000 toneladas. Los Estados con mayor producción son Sinaloa, Sonora, Campeche y Tamaulipas. En el Golfo de México, Tamaulipas ocupa el segundo lugar con un promedio anual de 8,000 toneladas. La pesquería de camarón frente a las costas de Tamaulipas incluye nueve especies, de las cuales tres son las más abundantes: el camarón café (Penaeus aztecus), el camarón blanco (P. setiferus) y el camarón rosado (P. duorarum). En los desembarcos de los puertos de Tamaulipas, se

menciona que el camarón blanco constituye del 10 al 15 % de la composición de la captura, y por su valor ocupa el segundo lugar de importancia entre las tres especies mencionadas. En las aguas territoriales del Golfo de México, se han identificado dos principales lugares de distribución de camarón blanco: en la Sonda de Campeche y frente a las costas de Tamaulipas (SEPESCA, 1990).

La pesquería de camarón blanco en Tamaulipas constituye un complejo sistema en el que están involucrados un gran número de elementos, incorporados a tres subsistemas: 1) el subsistema biológico, 2) el subsistema económico y 3) el subsistema administrativo. Todos ellos están en interacción, lo que origina problemas para su manejo, como:

- 1) Conflictos entre grupos de usuarios por el área y la talla a la que deben explotarse los camarones.
- 2) Descarte de los camarones a través de la práctica de desperdicio en las embarcaciones.
- 3) Deterioro continuo de la calidad y cantidad de los hábitats estuarinos y lagunas costeras.
- 4) Carencia de administración adecuada y coordinada.
- 5) Conflictos y externalidades impuestas a otras pesquerías.
- 6) Captura incidental de tortugas marinas.
- 7) Ausencia parcial de datos básicos necesarios para el manejo.

Algunos de estos problemas son políticos o institucionales, otros son científicos y tecnológicos, y están relacionados con el

estado del stock. Sin embargo, a pesar de su importancia económica, los stocks de camarón blanco en las costas del Estado de Tamaulipas han sido poco estudiados (Castro, 1989; Castro y Arreguín-Sánchez, 1991).

El análisis de los sistemas que conforman las pesquerías ha dado origen a la llamada Ciencia Pesquera, que se fundamenta en un elevado número de modelos matemáticos. Tales modelos tienen por añadidura un sinúmero de supuestos que, de cumplirse, conducirían a una evaluación precisa del recurso; desafortunadamente en la mayoría de los casos los supuestos no se cumplen, por lo que los modelos son sumamente teóricos, así que las aproximaciones logradas deben analizarse a conciencia.

Por otro lado, el manejo del camarón es un tanto diferente en concepto al manejo de otras pesquerías. Esto a causa de su ciclo de vida único, a la dinámica de sus poblaciones y al carácter de las pesquerías del camarón.

## **I.2. Biología de la Especie.**

El camarón blanco, Penaeus setiferus, es un peneido que se caracteriza por presentar un integumento delgado, pulido y translúcido, carapacho con carina media alta; rostrum extendido dos tercios del largo del pereión; espinas posterior, rostral y hepática; dientes en el rostrum de V - 11; carina gastro-frontal

ausente, con primer diente dorsal cerca del ojo; abdomen de 6 segmentos; telson de profundidad media. El petasma del macho en forma de puente diagonal a través de la superficie dorso-lateral. Télico abierto. Talla media del macho adulto 182 mm y de la hembra adulta 200 mm; color translúcido (Fig. 1) (Williams, 1984).

La clasificación taxonómica de la especie es la siguiente:

Phylum:	Artropoda
Clase:	Crustacea
Subclase:	Malacostraca
Serie:	Eumalacostraca
Superorden:	Eucarida
Orden:	Decapoda
Suborden:	Dendrobranchiata
Infraorden:	Penaeidea
Superfamilia:	Penaeoidea
Familia:	Penaeidae
Subfamilia:	Penaeinae
Género:	<u>Penaeus</u>
Especie:	<u>P. setiferus</u> (Linn., 1767)

Todas las especies de camarones peneidos tienen un patrón de ciclo de vida muy similar en cuanto a los desoves en el mar y al desarrollo de juveniles en los estuarios. Se caracterizan por presentar un ciclo de vida corto (aproximadamente de dos años), que

se asocia con una fase juvenil costera o estuarina y una fase adulta que se desarrolla en el medio marino (García y Le Reste, 1987). El camarón blanco desova en el océano y las larvas planctónicas son arrastradas por las corrientes hacia la costa. Después de atravesar por varios estados larvales, los camarones se mueven hacia los estuarios, que sirven como áreas de crianza, donde cambian a un hábitat bentónico. Después de unos pocos meses, los camarones jóvenes emigran de los estuarios hacia el mar (Fig. 2). El desove y el reclutamiento de los camarones en el Golfo de México ocurre virtualmente a través de todo el año, pero existen picos temporales bien definidos. El máximo movimiento de los camarones mas pequeños en los estuarios y los juveniles fuera del estuario se alcanza durante los períodos de marea alta y corrientes fuertes, junto con las fases lunares (Lindner y Cook, 1970). Tomando en consideración los hábitos de las especies explotadas, los pescadores desarrollan su actividad en determinadas horas del día. Lo anterior ha conducido a describir tres patrones de comportamiento de capturabilidad para los camarones peneidos de importancia comercial en el Golfo de México (Penn, 1984):

(1) Fuertemente nocturnos, aunque con frecuencia inactivos o enterrados en la noche. Siempre enterrados durante el día (P. duorarum).

(2) Generalmente nocturnos y continuamente activos en la noche, enterrados durante el día pero con una tendencia a emerger



ocasionalmente (*P. aztecus*).

(3) Raramente enterrados y casi continuamente activos (*P. setiferus*).

A diferencia de la especie *P. merguensis*, que se presenta en el oeste de Australia y que es activa durante el día y no se entierra en el sustrato arenoso (Munro, 1975), *P. setiferus* no forma parches de agregamiento. Se cree que esta tendencia a disgregarse es una consecuencia de la presión del esfuerzo pesquero, porque los pescadores a principios de siglo, quienes usaban redes de cerco para capturar esta especie, se referían a la captura de "cardúmenes" de camarón blanco (Moffet, 1967).

### I.3. Distribución.

Esta especie se distribuye en forma discontinua, presentándose de la siguiente manera; a partir de la costa este de los Estados Unidos en Nueva York, principalmente de la Isla Fire hasta Saint Lucie Inlet, Florida, con abundancia en Georgia, al Noreste de Florida. Después se hace presente cerca del río Ochlockonee, extendiéndose hasta la costa norte y noreste del Golfo de México, con un centro de abundancia en Louisiana (Fig. 3).

En las costas mexicanas se distribuye desde el Estado de Tamaulipas hacia el Golfo de Campeche, con incidencia en la bocas



de las lagunas y rios o en áreas con profundidades menores a 25 m. Los camarones peneidos en su estado adulto son organismos bentónicos, viven en mar abierto y su mayor abundancia se observa a las 15 brazas (27.4 m). Al igual que el camarón café y el camarón rosado, el camarón blanco vive en fondos blandos, pero a diferencia de ellos, no se entierra en el fondo durante el día (Rothschild y Brunenmeister, 1984).

La distribución del camarón blanco puede ser considerada en función de los desembarcos, de la captura por unidad de esfuerzo y de los resultados de estudios de marcaje y recaptura. Sin embargo, los desembarcos reflejan la distribución del esfuerzo pesquero y no siempre pueden reflejar la distribución real de las especies estudiadas. La distribución de los índices de captura por unidad de esfuerzo, con frecuencia es un buen índice de abundancia y distribución.

## **II. ANTECEDENTES .**

La pesca del camarón se registró por primera vez en aguas interiores del Golfo de México con redes de cerco. En 1913, se emplearon otro tipo de artes de arrastre para la captura en aguas oceánicas, en la parte noreste de Florida.

La pesquería oceánica del camarón blanco sufrió una rápida expansión en Estados Unidos durante las décadas de 1940 y 1950,

conforme los pescadores buscaban stocks alternativos debido a su baja disponibilidad, al aumento en el tamaño de la flota y a las dificultades económicas por las que atravesaba la pesquería (Rothschild y Brunenmeister, 1984). De los camarones peneidos capturados, el camarón blanco constituyó el grueso de la captura en la década de 1950. Sin embargo, posteriormente declinó la captura y como alternativa se explotaron los stocks de camarón café.

En México, la pesquería de camarón en las costas de Tamaulipas cuenta con registros oficiales desde 1949. Sin embargo, pocos estudios se han realizado para analizar esta pesquería.

Las características de la flota camaronera que opera desde 1974 en aguas oceánicas indican que las embarcaciones tienen una capacidad promedio de 76 toneladas y una longitud de 61 pies, cuentan con motores de 285 HP y con 4 redes de 52 pies de ancho (Fig. 4). La comparación entre las embarcaciones de casco de madera y las de casco de metal indica que la mayoría de las embarcaciones de madera tienen menor capacidad (61 contra 105 Ton), son menos potentes (242 HP contra 366 HP), jalaron 2 redes en lugar de cuatro y fueron más antiguas (14.5 años contra 6.7 años) (SEPESCA, 1990).

La biología de *P. setiferus* ha sido ampliamente estudiada en la parte norte del Golfo de México, es decir, en los Estados Unidos (Baxter y Renfro, 1967; Klima y Benigno, 1965; Lindner y Cook, 1970; Klima, 1974; Rothschild y Brunenmeister, 1984; Sheridan *et*

al., 1983). Pero en las costas nacionales son escasos los trabajos realizados con esta importante especie. Macias (1969) y Hurtado (1983) realizaron estudios sobre la incidencia de postlarvas en algunas localidades de las costas de Tamaulipas; ellos señalan que las concentraciones más altas de *P. setiferus* se localizan en las zonas influidas por las descargas fluviales y frente a las bocas de las lagunas costeras. Schultz-Ruiz y Chávez (1976) realizaron un estudio acerca del estado de la pesquería del camarón blanco en la Sonda de Campeche. Gracia (1989a) hizo un estudio biológico-pesquero extenso de esa especie en las costas de Campeche. Posteriormente, Gracia (1989b) obtuvo estimaciones de la mortalidad natural del camarón blanco en la Sonda de Campeche con varios métodos y propone que un buen estimador se logra con la captura por unidad de esfuerzo. Asimismo, Gracia (1991) hace un estudio de la relación stock-reclutamiento en el camarón blanco de las costas de Campeche. A pesar de que en el estado de Tamaulipas se han realizado estudios sobre la pesquería y biología del camarón café (*P. aztecus*) (Castro, 1989; Castro y Arreguín-Sánchez, 1991), acerca del camarón blanco solo se ha estudiado la incidencia de larvas en la laguna de Almagre (Castro et al., 1990).

## II.1. Descripción de la Flota.

En la Tabla 1 se muestran las características generales de la flota camaronera del Estado de Tamaulipas, desde 1984 hasta 1990.

Tabla 1. Características de las embarcaciones que se dedican a la explotación de los bancos de camarón en las costas de Tamaulipas.

Año	Total	Tonelaje Neto					Eslora (m)		Antigüedad (años)				
		20-40	40-60	60-80	80-100	>100	15-20	>20	0-5	5-10	10-20	20-30	> 30
1984	205	37	119	39	8	2	80	124	23	35	115	24	4
1985	191	31	110	41	7	2	69	122	13	45	104	26	3
1986	194	30	112	43	7	2	69	125	28	38	106	19	3
1987	194	31	110	44	7	2	65	129	6	37	105	41	5
1988	180	28	103	40	7	2	60	120	7	35	96	38	4
1989	175	27	99	40	7	2	57	118	7	35	94	36	3
1990	148	23	83	34	6	2	47	100	7	30	79	30	2

El número de embarcaciones en el Estado de Tamaulipas ha tenido un ligero descenso en los últimos diez años. Sin embargo, la producción se ha mantenido constante, e incluso ha aumentado en algunos años.

En 1984 la flota contaba con un total de 205 embarcaciones y para 1990 se redujo a 148, lo que representa un descenso del 28 %. Por un lado, el tonelaje neto de las embarcaciones ha aumentado; en 1984 las embarcaciones de 20 a 60 toneladas constituían el 77 % y las embarcaciones de 60 a 100 toneladas el restante 23 %. En 1990 las embarcaciones de 20 a 60 toneladas representaban el 71 % y las de 60 a 100 toneladas el 29 %. También la eslora de las embarcaciones aumentó, mientras que en 1984 las embarcaciones de 15 a 20 m de eslora eran el 39.5 % y las de más de 20 m el 60.5 %, en 1990 las primeras disminuyeron al 32.4 % y las mayores a los 20 m constituyeron el 67.6 %. En cuanto a la antigüedad, se notó un considerable "envejecimiento" de la flota, en 1984 las

embarcaciones de menos de 10 años componían el 30 %, en 1990 disminuyeron al 25 %, en ese mismo período, las embarcaciones de 20 a 30 años aumentaron del 11.7 % al 20.3 %.

## II.2. Producción de Camarón

La producción total del país de camarón en los últimos años se ha mantenido en un promedio de 75,400 toneladas anuales, el año de más baja producción fué 1981 con 72,010 toneladas y en 1987 se alcanzó la máxima producción con 83,882 toneladas (Tabla 2). Este análisis incluye todas las especies de camarones peneidos capturados en ambos litorales del país (principalmente *P. vanamei*, *P. stylirostris*, *P. brevirostris*, *P. occidentalis*, *P. duorarum*, *P. aztecus*, *P. setiferus*, *Sicyona brevirostris*, *S. dorsalis*, *Trachypenaeus similis* y *T. foeda*).

Como ya se mencionó, las principales especies que componen la producción de camarón en el Golfo de México son *P. aztecus* (camarón café), *P. duorarum* (camarón rosado) y *P. setiferus* (camarón blanco). Al igual que en todo el país, la producción total para el Estado de Tamaulipas en los últimos 9 años se ha mantenido más o menos constante, con un mínimo en 1982 (6,307 Ton) (Tabla 2). En el período de 1981 a 1989, Tamaulipas ocupó el cuarto lugar en producción de camarón. En 1989 tuvo la producción más elevada (9,636 Ton). En ese período ha ocupado el segundo lugar de producción entre los estados del Golfo de México (SEPESCA, 1990).

Tabla 2. Producción de camarón en peso vivo, por principales entidades federativas en el período 1979 - 1989.

AÑO	TOTAL	ENTIDAD			
		Tamaulipas	Campeche	Sonora	Sinaloa
1979	73,898	8,758	14,040	13,671	24,252
1980	77,458	7,432	13,887	16,880	22,944
1981	72,010	9,588	13,668	14,177	16,536
1982	78,657	6,307	12,045	15,053	28,318
1983	76,895	7,390	10,890	15,605	25,303
1984	76,114	8,731	12,170	12,001	25,962
1985	74,599	7,575	13,706	14,579	23,369
1986	73,215	7,579	12,815	18,319	21,587
1987	83,882	7,816	11,637	18,358	30,575
1988	73,200	8,809	10,836	15,656	24,433
1989	74,804	9,636	10,880	16,554	24,129

### III. OBJETIVOS.

- Determinar las principales características biológico-pesqueras del stock de camarón blanco (*P. setiferus*), explotado en su fase oceánica en las costas de Tamaulipas.
- Generar información que contribuya a sentar las bases para el ordenamiento de la pesquería industrial del camarón blanco.
- Evaluar el estado de explotación del camarón blanco en las costas de Tamaulipas, durante el período de estudio.

#### IV. AREA DE ESTUDIO.

El stock de camarón blanco del presente estudio corresponde al extraído por la flota mecanizada que opera en los bancos camaroneros de la parte norte del Golfo de México, en aguas territoriales.

Esta área forma una franja de distribución a todo lo largo de la costa, a unas 5 millas náuticas (M.N.) de distancia, con una longitud de 250 M.N. Se extiende desde la desembocadura del Rio Bravo, a los  $26^{\circ}05' N$  y  $97^{\circ}05' W$ , hasta Punta Delgada, a los  $19^{\circ}50' N$  y  $96^{\circ}30' W$  (Fig. 5).

La parte oeste del Golfo de México, está sometida a la acción de la corriente del Golfo de México, la cual forma una corriente de rizo de sur a norte durante la mayor parte del año. Esta región se caracteriza por presentar frecuentes ciclones en verano. Los ciclones migran del Atlántico hacia el Golfo, donde las áreas de bajas presiones localizadas al oeste de la corriente de rizo completamente extendida puede intensificar los ciclones. Cuando dicha corriente choca con las costas de Tamaulipas, se generan dos corrientes: una hacia el norte y la otra hacia el sur, la primera con una velocidad de 85 cm/S. La corriente que se dirige hacia el sur tiene una velocidad de 32 cm/S.

La temperatura de la superficie del agua del área de estudio tiene un intervalo entre los 21°C (en febrero) y los 28°C (en agosto), mientras que la temperatura del aire vá de los 23°C a los 29°C.

El tipo de clima que predomina en la zona costera es tropical lluvioso de acuerdo a la escala de García (1983), con una temperatura promedio del mes más frío mayor a los 18°C. En el mes de julio se presenta la máxima precipitación, con 150.7 mm. El mes más cálido es agosto con 28.3°C y el mas frío es enero con 18.9°C.

## **V. MATERIAL Y METODOS.**

### **V.1. Base de Datos.**

Para determinar el estado del stock del camarón blanco se utilizaron los datos obtenidos por las maquiladoras de camarón en el puerto de Tampico, México; que comprendieron todas las capturas de la flota camaronera que operó en las costas de Tamaulipas durante los años de 1974, 1975, 1976 y 1978. Desafortunadamente, para la elaboración del presente estudio solo se cuenta con información para los años mencionados. La Secretaría de Pesca publica estadísticas de la producción de camarón en peso vivo, por entidad federativa desde 1949 hasta la fecha (SEPESCA, 1990). Tales estadísticos no hacen referencia a la especie en particular, ni a la talla de los individuos.



Los datos de maquila clasificaron al camarón por especie y posteriormente por peso abdominal en número de organismos por libra, en diez categorías: desde 10 hasta 65 individuos por libra (ver Tablas 3, 4, 5 y 6). El reporte incluyó la biomasa mensual en Kg para cada categoría comercial, por lo que fué posible calcular el número de organismos capturados en cada mes, tomando en cuenta el peso correspondiente a cada categoría. Los reportes también incluyeron el registro del esfuerzo pesquero en número de viajes por mes, por lo que se consideró como unidad de esfuerzo un viaje (Tabla 7).

Tabla 3. Registro de camarón blanco procesado en las maquiladoras ubicadas en la ciudad de Tampico, Tamps., durante 1974. El camarón es clasificado tomando en cuenta su peso, en número de individuos por libra. Para cada mes se reporta el número de Kg procesados en las diferentes categorías.

Mes	<10	10/15	16/20	21/25	26/30	31/35	36/42	43/50	51/65
E	0	1047	7982	4685	1945	1064	612	445	153
F	0	870	7639	3264	2001	1750	2121	860	309
M	0	356	3706	2405	1504	928	604	509	18
A	0	227	1658	199	35	6	5	0	0
M	0	1196	2068	81	9	8	1	0	0
J	0	1919	2338	785	481	279	227	24	0
J	0	55	329	810	213	675	330	238	7
A	0	264	2272	4830	6404	3459	1179	415	2
S	0	20	633	2777	3255	2402	1600	413	89
O	0	78	2495	3163	2156	946	861	430	67
N	0	133	2750	2144	1318	653	769	96	4
D	0	271	2528	1593	1265	801	765	167	15

Tabla 4. Registro de camarón blanco procesado en las maquiladoras ubicadas en la ciudad de Tampico, Tamps., durante 1975. El camarón es clasificado tomando en cuenta su peso, en número de individuos por libra. Para cada mes se reporta el número de Kg procesados en las diferentes categorías.

Mes	<10	10/15	16/20	21/25	26/30	31/35	36/42	43/50	51/65
E	0	338	1326	1075	944	356	276	111	4
F	0	454	1509	1418	1573	795	651	466	30
M	0	170	1757	2393	1483	432	150	21	0
A	0	65	2588	2104	274	26	8	0	0
M	0	112	1846	320	0	20	11	0	0
J	0	156	287	19	2	0	0	0	0
J	4	45	481	145	68	14	23	23	7
A	0	45	418	579	649	236	143	95	16
S	0	95	444	600	819	531	457	289	57
O	0	16	1240	1848	1579	868	796	538	25
N	0	253	1650	1691	796	323	372	354	43
D	0	198	1726	888	974	640	459	341	25

Tabla 5. Registro de camarón blanco procesado en las maquiladoras ubicadas en la ciudad de Tampico, Tamps., durante 1976. El camarón es clasificado tomando en cuenta su peso, en número de individuos por libra. Para cada mes se reporta el número de Kg procesados en las diferentes categorías.

Mes	10/15	16/20	21/25	26/30	31/35	36/42	43/50	51/65	> 65
E	456	2272	2025	2930	1726	2362	2220	1263	43
F	188	1663	1815	1722	1723	1380	1934	967	193
M	413	4264	4614	3367	2341	1742	2161	819	0
A	246	2855	2151	1226	343	221	110	54	0
M	1002	4343	411	86	36	18	18	7	0
J	50	113	506	37	17	7	5	0	0
J	167	475	1103	1708	1387	1196	1096	816	0
A	32	421	1814	3466	1696	916	604	216	0
S	2	527	2685	3012	912	515	346	352	0
O	116	996	1357	366	365	446	353	47	0
N	653	4307	3339	2374	1111	1194	1076	342	0
D	1120	6391	5616	3592	2349	2792	2934	1109	241

Tabla 6. Registro de camarón blanco procesado en las maquiladoras ubicadas en la ciudad de Tampico, Tamps., durante 1978. El camarón es clasificado tomando en cuenta su peso, en número de individuos por libra. Para cada mes se reporta el número de Kg procesados en las diferentes categorías.

Mes	10/15	16/20	21/25	26/30	31/35	36/42	43/50	51/65	> 65
E	602	2689	1786	1398	924	1075	1164	590	61
F	184	1143	647	474	263	372	215	61	0
M	249	1170	1018	1137	1241	1377	1184	453	36
A	1923	3094	2275	1265	638	179	53	0	0
M	1848	4543	1161	246	54	28	18	0	0
J	510	1802	362	32	14	11	9	0	0
J	224	312	73	20	14	14	7	20	2
A	55	129	250	276	429	632	479	159	11
S	160	482	575	291	77	212	109	29	0
O	559	2137	786	459	275	332	237	101	0
N	2421	3609	1998	2084	1568	1970	1632	161	0
D	1451	2704	2599	2367	1893	2656	2774	844	95

Tabla 7. Intensidad de pesca en número de viajes por mes de la flota industrial camaronera que operó en las costas de Tamaulipas durante los años de estudio.

Mes	1974	1975	1976	1977	1978
Enero	330	282	342	246	320
Febrero	304	274	319	267	207
Marzo	318	287	409	317	260
Abril	347	223	349	367	238
Mayo	309	352	386	286	350
Junio	266	350	352	294	342
Julio	386	407	365	304	327
Agosto	535	455	291	412	374
Septiembre	386	371	319	398	358
Octubre	489	581	230	475	463
Noviembre	409	407	453	434	409
Diciembre	396	393	550	460	275

## V.2. Edad y crecimiento.

El crecimiento de los crustáceos no es continuo como el de los peces, sino se dá en los momentos de su muda, por lo que estaría bien representado por un modelo que incluyera una función de paso en los momentos que sucede tal evento (Arce-Ibarra, 1990). Sin embargo, la mayoría los autores que realizan estudios de biología pesquera en camarones peneidos han adoptado el modelo de von Bertalanffy para describir su crecimiento, por lo práctico de su aplicación, además del significado biológico de los parámetros y la escala temporal de los estudios de biología pesquera (el ciclo de vida de estos camarones tiene una duración máxima de dos años). Para los fines del presente estudio se trabajó bajo el supuesto de que el crecimiento es continuo, por lo que se empleó el modelo de von Bertalanffy, que establece un crecimiento exponencial y asintótico.

Para obtener la función de crecimiento a partir del análisis de la distribución de frecuencia de longitud, fué necesario convertir las categorías comerciales de peso a longitud, para lo cual se utilizó la relación biométrica propuesta por Chin (1960, en Arreguín-Sánchez y Chávez 1985) para el camarón blanco del norte del Golfo de México. Esta relación se expresa como:

$$W = 5.14 \times 10^{-6} \cdot L^{3.075} \quad (1)$$

Donde: W - peso en g

L - longitud en mm

Debido a que los registros de maquila hacen referencia a abdómenes, fué necesario convertir el peso abdominal reportado a peso total, con la relación propuesta por Kutkuhn (1962, en Arreguín-Sánchez y Chávez, 1985), para *P. setiferus* de la parte norte del Golfo de México:

$$w = 0.9221 \cdot W^{1.534} \quad (2)$$

Donde: w - peso total

W - peso abdominal

La clasificación a partir de las categorías comerciales provocó que con la transformación del peso de los individuos se obtuvieran intervalos de diferente amplitud, lo que dió como resultado marcas de clase no homogéneas.

La estrategia que se siguió para encontrar el número de individuos para cada marca de clase de longitud por mes fué trasar el polígono generado al graficar la categoría comercial (transformada en mm) contra el número de individuos por categoría

de cada mes. Posteriormente se crearon las marcas de clase con una amplitud de intervalo de 5 mm. La mínima longitud registrada fué de 109 mm y la máxima de 199 mm. Se obtuvieron 18 intervalos de longitud y se trabajó con las marcas de clase (111, 116, 121, 126, ..., 196). Se procedió a integrar toda el área del polígono de frecuencia y el área correspondiente a cada intervalo, con esta proporción se estimó el número de individuos por intervalo al dividir el área parcial entre el área total y multiplicar por el número total de individuos de ese mes (Fig. 6):

$$N_{it} = \frac{a_{it} \cdot N_t}{A_t} \quad (3)$$

Donde:  $N_{it}$  - Número de individuos de la clase de longitud  $i$  en el mes  $t$ .

$N_t$  - Número total de individuos en el mes  $t$ .

$A_t$  - Area total del polígono de frecuencia del mes  $t$ .

$a_{it}$  - Area correspondiente a los individuos de la clase de longitud  $i$  en el mes  $t$ .

Con los datos de composición de la captura por número de individuo en cada intervalo de longitud, para cada año se procedió a analizar la distribución de la frecuencia de longitudes a través del tiempo. Los datos de frecuencia-longitud contienen información de la longitud promedio de cada probable edad, asociada a cohortes a partir de las cuales se puede constituir un curva de crecimiento. La secuencia de muestras de composición por tallas contiene información acerca del coeficiente de crecimiento basada en los cambios de distribución de la frecuencia de longitud a través del tiempo (Basson et al., 1988). Para analizar la distribución de frecuencias de longitud se empleó el método propuesto por Shepherd (1987) denominado Análisis de la Composición de Longitudes de Shepherd (sus siglas en inglés son SCLA). Este método compara la distribución observada con una función de prueba construida con un conjunto dado de parámetros de la ecuación de crecimiento, que es positiva a las longitudes modales predichas y negativa en las longitudes intermodales predichas. La función de prueba tiene la forma de:

$$T_i = \frac{\text{Sen } \pi (t_{\max} - t_{\min})}{t_{\max} - t_{\min}} \text{Cos } 2\pi (t - t_s) \quad (4)$$

Donde:  $t_{\max}$  y  $t_{\min}$  - Longitudes que corresponden al límite superior e inferior del intervalo  $i$

$t_s$  - Indica la estación en la que la muestra fue tomada, como una fracción del ciclo anual.

$t$  - Es el promedio de  $t_{\max}$  y  $t_{\min}$

La función de prueba es una función periódica continua, esto significa que toda la información contenida en la muestra de frecuencia de longitudes es usada en el proceso de estimación.

El criterio usado para determinar la bondad de ajuste es análogo a un coeficiente de correlación entre los datos y la función de prueba construida con una curva de crecimiento (Shepherd, 1987; Basson et al., 1988; Rosenberg y Beddington, 1988).

El método cuenta con una instrucción automática de búsqueda de los parámetros que producen la máxima bondad de ajuste (debido a que puede haber varios máximos), para lo cual simplemente mapea su valor en un intervalo de parámetros y elige los valores más apropiados en base a esta información (Shepherd, 1987).

La forma final de la función de bondad de ajuste del método SCLA (denominada función score, S), es la siguiente:

$$S = \sum_l \sum_i T_{(l,i)} \sqrt{N_{(l,i)}} \quad (5)$$

Donde: l - Indica los grupos de longitud

i - Indica las diferentes distribuciones disponibles

N<sub>i</sub> - Número de observaciones en el grupo de longitud i

T<sub>i</sub> - Valor de la función de prueba para el intervalo i



Debido a que  $t_{max}$  y  $t_{min}$  son estimaciones periódicas, por lo tanto  $S$  es similarmente periódica. Así es posible determinar muy fácilmente el valor de  $t_0$  al obtener un valor máximo de  $S$  para cualquiera de los valores elegidos para  $K$  y  $L_{\infty}$ . Si denotamos como  $A$  el valor de  $S$  obtenido cuando  $t_0$  es igual a cero, y  $B$  el valor obtenido cuando  $t_0$  es 0.25, se puede determinar que:

$$S_{max} = \sqrt{(A^2 + B^2)} \quad (6)$$

y

$$t_0 = 1/2\pi \cdot \arctan(B/A) \quad (7)$$

Así, el mapeo completo tridimensional de  $S$  como una función de  $K$ ,  $L_{\infty}$  y  $t_0$  puede ser reducido a un mapeo bidimensional como una función de  $K$  y  $L_{\infty}$ , condicionado a la elección de  $t_0$  dado por la ecuación (7). Debido a que el mapeo bidimensional es fácilmente desplegado e interpretado (por contornos) esto contribuye a una ventaja técnica del método.

Una vez que se estimaron los parámetros de crecimiento, se procedió a evaluar su grado de confianza. Para ello se compararon con otros estudios de crecimiento en la misma especie con la prueba de  $\phi'$  de Munro (Munro y Pauly, 1983; Sparre *et al.*, 1989), la cuál se estima de la siguiente forma:

$$\phi' = \ln K + 2 * \ln L_{\infty} \quad (8)$$

Donde: K es el coeficiente de crecimiento del modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

$L_{\infty}$  longitud asintótica del modelo de crecimiento de von Bertalanffy.

Se ha observado que las especies dentro de la misma familia tienen valores similares de  $\phi'$  y están normalmente distribuidos

### V.3. Mortalidad Natural.

Las poblaciones sujetas a explotación están expuestas a dos tipos de mortalidad: mortalidad natural (M) y mortalidad por pesca (F), siendo la suma de ambas la mortalidad total (Z). La mortalidad natural es sumamente difícil de evaluar, ya que involucra mortalidad por depredación, parasitismo, enfermedad, stress producido por la densidad, longevidad y catastrofismo, entre otras.

Con frecuencia las mediciones directas de M son imposibles de obtener, por lo que se ha intentado identificar cantidades que puedan ser proporcionales a M, y que a su vez sean fáciles de medir. Así, se ha observado que los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy están relacionados con la mortalidad. Beverton y Holt (1957) encontraron que los valores de la proporción M/K caen en un intervalo de 1.5 a 2.5. La mortalidad natural también está relacionada con la constante  $L_{\infty}$  del modelo de

crecimiento de von Bertalanfy. Holt (1962) propuso que la proporción entre la longitud de primera madurez sexual ( $L_m$ ) y  $L_\infty$  es casi constante en varias especies, con un valor de  $2/3$  (promedio de 0.64 con valores mínimos y máximos de 0.3 y 0.9). Esta relación es fuerte en especies de gran longevidad, que alcanzan elevados valores de  $L_\infty$ , debido a que se trata de especies que ocupan los últimos peldaños en las tramas alimenticias y carecen prácticamente de depredadores. Sin embargo, para especies que se encuentran en los niveles tróficos inferiores, como los camarones peneidos, tal proporción no es tan directa. En estos organismos la mortalidad natural está estrechamente relacionada con factores extrínsecos a la población y no tanto a las características genéticas de la misma, por lo que la mayor mortalidad natural no es por longevidad sino por depredadores y en segundo término por limitantes fisiológicos como cambios en las variables ambientales y disponibilidad de recursos para la especie.

Existen algunos estimadores de  $M$  que involucran el efecto de las variables ambientales, como la fórmula empírica de Pauly (1980), que considera la temperatura promedio anual de la superficie del agua, además de los parámetros de crecimiento.

No obstante lo anterior y debido a la naturaleza de los datos, en el presente trabajo se consideró que una primera aproximación a la mortalidad natural del stock se puede obtener por el método propuesto por Rikther y Efanov (1976), quienes encontraron una

relación entre la longevidad, la edad de primera madurez sexual y la proporción de individuos que alcanzan la longitud de primera madurez sexual ( $L_m$ ) y la longitud asintótica de la ecuación de crecimiento ( $L_\infty$ ).

Rikther y Efanov (1976) demostraron una estrecha asociación entre la mortalidad natural ( $M$ ) y la edad de primera madurez sexual ( $T_{m50}$ ), de tal forma que propusieron:

$$M = \frac{1.521}{T_{m50}^{0.720}} - 0.155 \quad (9)$$

Esta relación empírica permitió fijar el orden de magnitud de la mortalidad natural, la cual se consideró constante para todas las edades en un año.

Por otro lado, la mortalidad por pesca se estimó con el método del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984), el cual se describe más adelante.

El estado de explotación de la pesquería se evaluó mediante la tasa de explotación expresada como:

$$E = F/Z \quad (10)$$

Donde: E es la tasa de explotación

F es la tasa instantánea de mortalidad por pesca

Z es la tasa de mortalidad total

#### **V.4. Selectividad del arte de pesca.**

En el presente trabajo se analizó la selectividad del arte de pesca por las tallas de los organismos capturados, la cual se evaluó al comparar las distribuciones de frecuencias de captura de organismos retenidos por las redes de arrastre en un mismo sitio. Este porcentaje es útil al formar así la ojiva de selectividad del arte de pesca (Hilborn y Walters, 1992).

Se sabe que la selectividad de las redes de arrastre para capturar camarones es de tipo sigmoideal. La ojiva de selectividad indicó el porcentaje de individuos capturados de cada clase de longitud, lo que pudo ser interpretado como la probabilidad de que un individuo, de una determinada longitud haya sido retenido por el arte de pesca. Asimismo, la ojiva de selectividad proporcionó información acerca de la edad de reclutamiento a la pesquería.

#### **V.5. Análisis de cohortes por longitudes.**

Los datos de frecuencia de longitudes de la captura comercial y la estimación de mortalidad natural con el método de Rikther y Efanov (1976) (constante para todas las longitudes y a lo largo de

un año,  $M$ ) sirvieron como "semilla" para hacer una estimación de la mortalidad por pesca instantánea para cada intervalo de longitud ( $F_i$ ) y para tener una aproximación del número promedio de individuos en el mar, mediante la técnica del Análisis de la Población Virtual (APV), propuesta por Gulland (1965, modificada por Jones, 1984, para frecuencia de longitudes).

El APV se basa en la solución de la ecuación que describe la curva logística de crecimiento poblacional, de tal forma que la unidad de tiempo  $t$  equivale a un mes de muestreo. Así, el número promedio de individuos de una determinada edad  $t$  existentes en el mar, será:

$$N_t = (N_{t+1} e^{MDt/2} + C_t) e^{-MDt/2} \quad (11)$$

Donde:  $Dt$  - es el tiempo requerido para el crecimiento desde el inicio hasta el final del intervalo de longitud.

$N_t$  - Número de individuos de edad  $t$

$C_t$  - Número de organismos capturados de edad  $t$

$M$  - Coeficiente de mortalidad natural

De esta forma la ecuación puede ser adaptada para la aplicación a los datos de composición de longitudes, proporcionando una forma para estimar el tiempo requerido de crecimiento desde el inicio hasta el final del intervalo de longitud.

Para determinar el tiempo requerido en el crecimiento se usa la ecuación de von Bertalanffy. Al reordenar la ecuación, se obtiene una expresión por edad en función de la longitud:

$$t = t_0 - (1/K) \ln(1-L_t/L_\infty) \quad (12)$$

Esta ecuación puede ser usada para determinar el tiempo requerido para crecer del límite inferior de un intervalo de longitud ( $L_1$  cm) al límite superior del mismo intervalo de longitud ( $L_2$  cm).

Así, si  $t_1$  es la edad que corresponde a  $L_1$  cm, tenemos que:

$$t_1 = t_0 - (1/K) \ln(1-L_1/L_\infty) \quad (13)$$

En forma similar, si  $t_2$  es la edad correspondiente a la longitud  $L_2$  cm, tenemos:

$$t_2 = t_0 - (1/K) \ln(1-L_2/L_\infty) \quad (14)$$

Por lo tanto, el tiempo requerido para el crecimiento de  $L_1$  a  $L_2$  cm está dado por la diferencia entre estas ecuaciones, es decir:

$$Dt = t_2 - t_1 = (1/K) \ln((L_\infty - L_1) / (L_\infty - L_2)) \quad (15)$$

Esta ecuación está en función de  $L_\infty$  y  $K$ , pero es independiente de  $t_0$ , es decir, una propiedad de la ecuación de von Bertalanffy es que el tiempo de crecimiento de una longitud a otra es

independiente del punto de origen de la ecuación de crecimiento. Esta es una propiedad útil e implica que las variaciones en el tiempo requeridas para crecer a través de un intervalo de longitud dado ( $L_2-L_1$ ) sean menores que las variaciones en las edades de cualquier longitud.

Si  $L_\infty$  y  $K$  son conocidas, es posible usar la ecuación (15) para calcular los valores de  $Dt$  para cada grupo de longitud y hacer las estimaciones de  $N_t$ .

Los principales supuestos del APV Jones (1984) son los siguientes:

- El decremento del número de organismos está representado por una función exponencial.
- Mortalidad natural es constante.
- Los organismos son capturados a la mitad del intervalo de longitud.

Por lo tanto, como ya se hizo la observación, los datos que se requirieron para estimar el número promedio de individuos en el mar fueron la frecuencia de capturas por longitudes ( $i$ ), la mortalidad natural ( $M$ ) y la mortalidad por pesca de la longitud mayor de cada cohorte ( $M_t$  o  $M$  terminal). Si se observa con detenimiento la ecuación (11), no está definida en el tiempo, porque la solución de una serie de ecuaciones para  $N_i$ , donde  $i=111$  mm,  $i+1=116$  mm, ...,



$i+16=191$  mm, se obtuvo para cada uno de los meses de muestreo. Por lo tanto el resultado de este grupo de ecuaciones fueron dos vectores: 1) número promedio de individuos de cada longitud en el mar, y 2) coeficiente instantáneo de mortalidad por pesca para cada longitud. Al resolver todas estas ecuaciones en un año, el resultado fueron dos matrices de  $12 \times 16$ , en la que los renglones (objetos) fueron las longitudes y las columnas (descriptores) los meses. Finalmente, se obtuvieron ocho matrices: 4 para el número promedio de individuos en el mar y 4 para la mortalidad por pesca, (1974, 1975, 1976 y 1978).

Posteriormente se obtuvo un promedio de la frecuencia de longitudes de la captura comercial de los años de estudio. Para tal efecto se aplicó la prueba estadística ANOVA, para establecer si el mismo mes para los cuatro años de estudio no son significativamente diferentes, es decir, se planteó la hipótesis nula siguiente:  $H_0: \tau_{e74} = \tau_{e75} = \tau_{e76} = \tau_{e78}$ , donde e es el mes en cuestión (en este caso enero) y el subíndice numérico indica el año. La hipótesis alterna fue:  $H_a$ : Al menos la distribución de uno de los meses es diferente. Este análisis se aplicó a los doce meses. Considerando el supuesto de que no existieron diferencias entre el mismo mes de los cuatro años, al "año promedio" se le aplicó el Análisis de la Población Virtual para longitudes (Jones, 1984). El resultado de dicho análisis fueron dos nuevas matrices de  $12 \times 16$ , una del número promedio de individuos en el mar y la otra de la mortalidad por pesca. Se aceptó el supuesto de que tales matrices son el

reflejo de la población en estado de equilibrio dinámico, con la finalidad de realizar un análisis del estado de la población durante los años de estudio. Tal análisis fué hecho con la diferencia entre la matriz del número promedio de individuos en el mar y la mortalidad por pesca del año en cuestión y la matriz correspondiente en estado de equilibrio dinámico. La diferencia de ambas matrices dió como resultado una nueva matriz (D.F.<sub>ano</sub>), ésta se analizó con el programa para computadora SURFER (Golden Software Inc., 1989, vers. 4.04), el cuál genera un algoritmo denominado distancia inversa. La distancia inversa usa una técnica de promedios pesados para interpolar en los nodos de la cuadrícula el valor de cada punto XYZ. Los pesos que se dan son inversamente proporcionales a la distancia entre los nodos de la cuadrícula. Así, los puntos más lejanos a un nodo tienen menos influencia y el promedio pesado puede incrementar el efecto de la función de peso. El factor de peso que se aplica es el cuadrado de la distancia inversa. Con este software se produjeron isolíneas de niveles poblacionales y de mortalidad por pesca, con la finalidad de establecer en cada año algún patrón probable en cuanto al comportamiento temporal de ambas variables (número de individuos y mortalidad por pesca).

## VI. RESULTADOS.

### VI.1. Edad y crecimiento.

A partir de la integración parcial de los polígonos de frecuencia de longitudes se estimó el número de individuos por intervalo de longitud para cada mes, de los cuatro años de estudio.

En 1974 existen dos períodos en cuanto a la composición de las clases modales: de noviembre a junio, donde la moda es de 166 mm, y de julio a octubre, cuando la moda es variable y abarca un intervalo de 146 mm a 161 mm (Tabla 8). Las mayores capturas se presentaron en los meses de enero, febrero y agosto, con 2701, 3441 y 2105 individuos por viaje, respectivamente, y las capturas más bajas se dieron en abril y mayo, con 243 y 385 individuos por viaje. En 1975 (Tabla 9) no se presentó una tendencia hacia clases modales bien definidas. En 1976 tampoco se presentó un patrón definido en cuanto a la composición modal de la captura. Sin embargo, las mayores capturas se dieron a principios y finales de ese año (Tabla 10). En 1978 se presentaron dos modas, la primera entre las clases de longitud de 126 a 131 mm y la segunda entre las clases modales de 161 y 166 mm, la primera en los meses de marzo, agosto y diciembre (Tabla 11).

Los parámetros de las funciones de crecimiento que describen el comportamiento de las frecuencias de longitud que componen las

muestras del stock durante las cuatro temporadas de estudio presentaron ligeras variaciones, si consideramos el valor de la  $\phi'$  de Munro. Los resultados de la estimación de los parámetros de la función de crecimiento se presentan en la Tabla 12.

Tabla 8. Número de individuos capturados por viaje de pesca (CPUE), por mes, de las diferentes clases de edad durante el año de 1974.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	11	26	3	0	0	0	1	0	13	3	0	0
121	37	82	24	0	0	1	15	15	30	22	5	8
126	62	157	79	0	0	7	35	51	82	52	19	27
131	65	266	82	0	0	23	42	92	185	72	62	70
136	84	259	92	0	0	29	61	193	253	79	68	80
141	121	197	114	1	1	42	60	310	288	91	66	81
146	153	196	136	2	1	45	30	397	309	132	93	96
151	244	239	168	6	2	50	42	351	275	157	114	103
156	332	292	187	15	12	66	57	249	215	168	130	106
161	384	402	208	41	48	104	39	173	124	135	131	115
166	400	458	217	60	80	130	21	97	43	108	125	121
171	337	383	173	48	71	120	16	81	30	83	100	95
176	242	264	122	35	59	107	11	51	26	31	68	66
181	142	138	68	21	47	90	6	31	13	4	36	39
186	59	57	19	8	35	78	4	11	4	2	11	14
191	24	19	7	3	22	47	1	3	0	0	6	6
196	5	8	4	2	7	20	0	2	0	0	1	1

Tabla 9. Número de individuos capturados por viaje de pesca (CPUE), por mes, de las diferentes clases de edad durante el año de 1975.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	1	5	0	0	0	0	1	2	5	2	4	4
121	7	37	1	0	0	0	2	6	25	19	18	21
126	22	96	7	0	0	0	2	11	46	54	37	44
131	35	106	20	1	1	0	2	14	57	63	36	51
136	46	114	38	2	1	0	2	18	64	65	33	57
141	59	135	79	10	1	0	2	27	67	71	36	64
146	94	173	147	34	1	0	4	43	76	89	59	75
151	99	164	186	111	8	1	6	42	67	93	86	69
156	95	147	196	193	19	2	8	36	50	86	96	62
161	92	131	161	196	49	6	13	27	36	68	92	76
166	89	112	115	181	68	10	18	20	29	49	99	82
171	70	92	89	140	57	9	15	14	22	38	60	67
176	52	70	64	98	37	7	10	10	15	24	44	48
181	35	45	33	49	19	6	6	7	11	11	26	29
186	23	27	13	10	6	4	2	2	5	4	11	10
191	10	14	5	1	2	2	1	1	2	0	6	6
196	5	6	1	0	0	1	0	0	1	0	1	2

Tabla 10. Número de individuos capturados por viaje de pesca (CPUE), por mes, de las diferentes clases de edad durante el año de 1976.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	9	25	0	0	0	0	0	0	2	0	0	20
116	147	152	74	6	0	0	91	31	43	7	21	86
121	344	304	197	10	1	0	185	78	90	41	79	208
126	385	353	292	16	2	0	106	129	68	79	124	285
131	374	270	226	22	1	0	190	160	77	88	117	253
136	290	231	226	28	2	1	182	217	102	77	110	200
141	259	235	255	49	5	2	185	316	170	60	110	183
146	302	211	276	93	7	4	182	424	320	58	157	224
151	259	196	304	121	9	20	145	336	307	105	181	261
156	193	182	317	140	29	31	99	197	239	146	193	181
161	171	152	280	150	91	19	67	109	136	120	196	265
166	167	132	222	146	138	8	35	47	47	90	186	257
171	127	103	177	115	120	5	27	26	30	69	155	196
176	96	74	123	81	89	4	24	16	17	51	110	147
181	54	44	74	43	56	4	13	10	9	30	67	94
186	30	20	25	16	29	2	8	5	3	13	26	41
191	11	3	8	6	15	1	5	0	0	6	10	20
196	6	1	4	2	4	0	3	0	0	2	5	12

Tabla 11. Número de individuos capturados por viaje de pesca (CPUE), por mes, de las diferentes clases de edad durante el año de 1978.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	9	0	7	0	0	0	0	2	0	0	0	135
116	70	10	74	0	0	0	2	17	2	7	15	364
121	162	33	195	5	0	1	2	58	10	16	99	576
126	198	53	277	10	1	1	1	89	17	23	218	500
131	176	65	284	25	2	1	1	97	23	28	229	398
136	135	58	243	58	4	1	1	74	17	25	196	305
141	125	53	210	99	9	3	1	50	12	22	159	313
146	146	68	170	140	16	9	2	35	24	27	174	296
151	153	76	144	175	38	22	3	28	34	33	153	279
156	162	82	125	208	69	47	5	20	39	42	147	254
161	168	97	114	224	129	68	10	15	34	64	174	229
166	179	104	107	219	169	56	14	8	27	79	189	195
171	139	83	85	188	149	42	12	6	22	65	171	169
176	106	60	63	160	116	30	11	5	18	49	120	127
181	70	38	41	130	87	16	9	4	12	32	93	93
186	30	17	18	97	53	9	7	3	7	18	60	59
191	19	8	11	58	33	3	5	2	4	10	24	25
196	9	3	4	23	11	5	2	0	2	4	3	12

Tabla 12. Estimación de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanfy para el camarón blanco de las costas de Tamaulipas durante los años de estudio, mediante el método de Shepherd (1987).

Año	$a_K$	$b_{L_{\infty}}$	$a_{t_0}$	$c_{\phi'}$
1974	0.237	227	-0.011	9.397
1975	0.231	221	-0.491	9.331
1976	0.282	221	-0.655	9.530
1978	0.278	216	-0.853	9.470

a en meses  
 b en milímetros  
 c según Pauly y Munro (1984)

## VI.2. Mortalidad natural.

La mortalidad natural (M) se estimó por el método de Rikhter y Efanov (1976). Por lo anterior fué necesario hacer una estimación de la edad de primera madurez sexual, la cuál se sustituyó en la ecuación (4). La longitud de madurez sexual reportada para P. setiferus del Golfo de México es de 170 mm (Gracia, 1989a), así que se estimó que la edad promedio de primera madurez sexual ( $T_{m50}$ ) durante el período de estudio fué de 6.2 meses. La mortalidad mensual promedio producida por causas naturales (M) para los cuatro años de estudio se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13. Valores de la mortalidad natural (M) obtenidos mediante el método de Rikhter y Efanov (1976).

	1974	1975	1976	1978
M	3.047	2.683	2.731	2.833

## VI.3. Análisis de cohortes por longitud.

El número promedio de individuos en el mar se obtuvo a través del período de estudio mediante la técnica del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984). Al considerar la mortalidad natural constante ( $M \approx 2.82$ ), el elemento que determina el cambio en el número de individuos en la población a través del tiempo es la mortalidad por pesca para cada intervalo de longitud ( $F_i$ ) y el número de individuos que se añaden a la población o reclutas ( $N_r$ ).

A pesar del evidente cambio en el número promedio de individuos en la población a través del tiempo, éste presenta un patrón más o menos constante. En 1974 la población alcanzó un nivel máximo en el mes de enero con  $2.215 \times 10^6$  individuos, incluyendo todas las edades (Tabla 14,). En 1975 los niveles de población cayeron marcadamente, y el máximo número de individuos del stock se alcanzó en el mes de febrero, con un total de  $8.92 \times 10^5$  individuos (Tabla 15,). En 1976, la población aumentó y el mayor nivel se alcanzó en enero con  $1.517 \times 10^6$  individuos (Tabla 16,). En 1978 el tamaño de la población aumentó nuevamente y alcanzó un total de  $1.855 \times 10^6$  individuos en el mes de diciembre (Tabla 17,).

En 1974 la mortalidad por pesca para los diferentes intervalos de longitud ( $F_1$ ), adquirieron valores que van desde 0.01 hasta 2.42, este último se observó en el mes de octubre para la longitud de 181 mm (Tabla 18). En el año 1975, la máxima mortalidad por pesca se presentó en el mes de octubre, para la longitud de 186 mm, con un valor de 2.98 (Tabla 19). En 1976 la máxima mortalidad producida por la actividad pesquera se presentó durante el mes de agosto, para la longitud de 186 mm, con un valor de 2.09 (Tabla 20). Finalmente, en 1978 la mayor mortalidad por pesca se dió en diciembre para la longitud de 191 mm, con un valor de 2.10 (Tabla 21).



Tabla 14. Número promedio de individuos (en miles) presentes en el mar por intervalo de longitud, que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas. Estimado a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1974.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
116	1050	1092	578				158			590	451	428
121	997	1034	549			338	151	1076	620	560	430	407
126	939	968	517			320	41	1017	586	526	407	384
131	877	889	475			302	38	947	546	483	380	358
136	815	794	433			282	36	865	498	435	345	321
141	750	702	390	91	148	260	33	751	432	387	308	284
146	679	625	345	85	139	237	31	602	346	337	273	248
151	604	550	298	79	129	214	28	432	248	277	233	210
156	514	470	246	72	120	191	44	287	165	213	190	171
161	410	385	193	63	108	166	28	184	106	150	145	135
166	301	285	140	49	90	136	17	112	65	100	102	98
171	197	182	88	32	66	103	11	71	41	61	64	62
176	113	100	48	19	45	74	6	38	22	32	35	35
181	54	46	21	9	29	49	3	18	10	12	15	16
186	21	17	7	3	16	29	1	6	3	2	5	6
191	7	6	3	1	7	13	0	2	1	1	2	2
196	1	2	1	0	2	4	0	1	0	0	0	0
Tot	8330	8146	4333	506	901	2720	1004	6409	3690	4169	3386	3165

Tabla 15. Número promedio de individuos (en miles) presentes en el mar por intervalo de longitud, que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas. Estimado a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1975.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
116	254	402					46	126	195	402	353	304
121	242	383	344				43	119	185	383	336	289
126	229	358	327				41	112	171	357	314	270
131	214	324	309	241	110		38	103	152	321	284	246
136	196	290	289	228	104		36	94	132	282	252	221
141	178	255	265	214	98		33	83	110	244	220	196
146	158	218	236	200	91	19	31	71	89	205	188	170
151	132	177	195	182	85	18	28	55	67	162	152	142
156	106	139	150	154	78	16	24	40	48	119	118	117
161	83	105	105	116	68	15	21	28	34	82	88	94
166	61	76	69	80	51	12	16	18	23	52	61	70
171	41	52	43	49	32	9	10	11	15	31	39	46
176	26	33	24	25	17	6	6	7	9	16	22	27
181	15	18	11	10	7	4	3	3	5	6	10	13
186	8	9	4	2	2	2	1	1	2	2	4	5
191	3	4	1	0	1	1	0	0	1		2	2
196	1	1	0	0	0	0	0	0	0		0	1
Tot	1946	2845	2371	1501	743	103	376	872	1239	2663	2442	2213

Tabla 16. Número promedio de individuos (en miles) presentes en el mar por intervalo de longitud, que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas. Estimado a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1976.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	904	690							473			
116	869	660	1071	365			466	510	456	215	759	318
121	807	607	1012	350	280	36	428	484	430	205	724	308
126	707	528	925	333	268	34	371	451	395	191	674	290
131	603	442	817	316	256	33	312	409	365	173	612	270
136	503	374	727	297	244	31	258	363	334	153	554	252
141	424	315	639	277	232	29	207	307	298	136	499	235
146	352	257	547	253	219	27	157	236	248	121	445	217
151	275	205	453	220	205	25	110	150	174	107	381	193
156	210	158	356	182	191	19	73	82	105	87	312	165
161	159	116	261	142	172	11	48	43	53	62	242	134
166	116	81	178	102	138	7	31	21	23	42	176	102
171	76	52	114	64	94	4	21	12	13	27	115	71
176	45	30	64	36	57	3	14	6	6	16	66	46
181	23	14	30	16	31	2	8	3	2	8	33	26
186	11	5	10	6	14	1	4	1	1	3	12	13
191	4	1	3	2	5	0	2	0	0	1	4	6
196	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1
Tot	1520	1127	2141	904	867	90	719	861	826	465	1701	2967

Tabla 17. Número promedio de individuos (en miles) presentes en el mar por intervalo de longitud, que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas. Estimado a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1978.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	626		493				41	158				1095
116	599	188	471			150	39	151	110	277	901	1047
121	560	178	440	508	420	144	37	141	105	263	858	980
126	505	166	391	484	401	137	35	122	98	247	795	880
131	446	152	331	459	381	130	33	97	90	229	704	749
136	392	136	273	431	361	123	31	70	81	210	613	634
141	346	122	222	400	340	116	29	50	73	192	532	539
146	304	109	178	362	319	109	27	36	66	175	463	461
151	259	94	143	320	295	100	25	26	57	156	393	385
156	215	79	112	273	267	88	23	18	46	137	330	314
161	171	64	86	224	232	71	20	13	35	116	271	249
166	128	47	62	175	186	49	17	8	25	90	208	191
171	86	31	41	128	132	32	13	6	18	62	145	140
176	53	18	25	90	87	19	9	4	11	39	91	97
181	29	10	14	58	53	10	6	3	7	22	53	61
186	13	4	6	33	28	5	3	1	3	11	25	35
191	6	2	3	15	12	3	2	1	2	5	8	16
196	2	0	1	4	3	2	0	0	1	1	1	5
Tot	1120	387	752	1263	1128	358	101	194	228	626	1766	1855

Tabla 18. Mortalidad mensual producida por la actividad pesquera sobre las clases de longitud que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas, estimada a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1974.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
116	0.01	0.02	0.01				0.01		0.02	0.01		
121	0.04	0.07	0.04				0.12	0.03	0.08	0.06	0.01	0.02
126	0.07	0.14	0.14			0.02	0.29	0.08	0.15	0.14	0.06	0.08
131	0.07	0.25	0.15			0.06	0.38	0.16	0.34	0.20	0.18	0.21
136	0.09	0.26	0.18			0.08	0.61	0.35	0.61	0.23	0.21	0.26
141	0.14	0.21	0.23	0.01		0.11	0.71	0.63	0.96	0.29	0.22	0.28
146	0.18	0.22	0.30	0.02		0.12	0.41	1.00	1.15	0.48	0.33	0.37
151	0.31	0.29	0.41	0.07	0.01	0.14	0.66	1.19	1.16	0.65	0.46	0.44
156	0.47	0.39	0.52	0.16	0.07	0.20	1.19	1.21	1.19	0.87	0.61	0.53
161	0.66	0.64	0.71	0.49	0.30	0.34	1.21	1.23	0.98	0.94	0.78	0.70
166	0.90	0.96	1.00	0.93	0.60	0.50	0.98	1.07	1.03	1.08	1.01	0.98
171	1.12	1.21	1.21	1.10	0.68	0.57	1.11	1.33	1.28	1.32	1.24	1.17
176	1.35	1.50	1.52	1.32	0.75	0.67	1.22	1.48	1.41	1.83	1.52	1.41
181	1.59	1.61	1.89	1.60	0.89	0.79	1.29	1.88	1.80	2.64	1.77	1.74
186	1.60	1.60	1.41	1.38	1.13	1.11	1.57	1.91	1.80	1.51	1.34	1.62
191	1.89	1.43	1.16	1.30	1.60	1.42	1.81	1.24	1.16		2.05	1.97

Tabla 19. Mortalidad mensual, producida por la actividad pesquera sobre las clases de longitud que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas, estimada a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1975.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
116		0.01					0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
121	0.02	0.07					0.04	0.07	0.14	0.08	0.08	0.08
126	0.07	0.19	0.02				0.07	0.12	0.27	0.24	0.24	0.17
131	0.12	0.23	0.05		0.01		0.06	0.16	0.36	0.29	0.29	0.20
136	0.16	0.26	0.09	0.01	0.01		0.05	0.22	0.45	0.33	0.33	0.24
141	0.21	0.33	0.20	0.02	0.01		0.05	0.34	0.53	0.39	0.39	0.29
146	0.37	0.47	0.40	0.08	0.01	0.01	0.12	0.63	0.72	0.57	0.57	0.37
151	0.44	0.53	0.59	0.29	0.07	0.03	0.17	0.75	0.80	0.71	0.71	0.39
156	0.49	0.56	0.78	0.58	0.17	0.07	0.25	0.83	0.78	0.86	0.87	0.56
161	0.57	0.62	0.87	0.74	0.49	0.28	0.48	0.84	0.74	0.93	0.93	0.56
166	0.71	0.69	0.87	0.95	0.90	0.54	0.83	0.90	0.79	1.00	0.99	0.79
171	0.76	0.77	1.03	1.17	1.17	0.60	1.01	0.97	0.85	1.22	1.22	0.93
176	0.83	0.87	1.27	1.56	1.40	0.67	1.18	1.17	0.92	1.51	1.51	1.10
181	0.90	0.93	1.38	2.16	1.69	0.80	1.38	1.57	1.11	1.80	1.80	1.27
186	1.13	1.01	1.29	1.99	1.50	0.98	1.29	1.38	1.01	0.00	0.00	0.97
191	1.07	1.18	1.48	1.21	1.74	1.35	1.17	1.07	1.18	0.00	0.00	1.31

Tabla 20. Mortalidad mensual producida por la actividad pesquera sobre las clases de longitud que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas, estimada a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1976.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	0.01	0.04										0.02
116	0.20	0.25	0.10	0.02			0.25	0.06	0.11	0.03	0.04	0.09
121	0.50	0.54	0.27	0.03		0.01	0.55	0.16	0.23	0.15	0.16	0.22
126	0.60	0.69	0.42	0.05	0.01	0.02	0.68	0.28	0.18	0.30	0.27	0.32
131	0.65	0.59	0.34	0.07	0.01	0.02	0.71	0.37	0.21	0.36	0.26	0.31
136	0.57	0.57	0.37	0.09	0.01	0.05	0.79	0.54	0.30	0.33	0.26	0.26
141	0.57	0.66	0.45	0.17	0.03	0.08	0.96	0.90	0.56	0.28	0.27	0.26
146	0.77	0.68	0.54	0.34	0.03	0.12	1.20	1.60	1.21	0.28	0.41	0.34
151	0.80	0.75	0.68	0.48	0.04	0.74	1.29	1.97	1.64	0.56	0.53	0.45
156	0.72	0.85	0.86	0.64	0.14	1.58	1.24	1.97	2.09	0.94	0.65	0.56
161	0.79	0.91	0.98	0.84	0.48	1.53	1.18	1.95	2.27	1.01	0.80	0.65
166	1.01	1.07	1.07	1.10	0.88	0.91	0.85	1.48	1.49	1.04	1.00	0.83
171	1.10	1.23	1.27	1.30	1.06	0.86	0.88	1.35	1.64	1.16	1.20	0.90
176	1.31	1.47	1.50	1.58	1.22	0.90	1.15	1.38	1.90	1.38	1.40	1.06
181	1.32	1.78	1.85	1.78	1.34	1.25	1.02	1.84	2.35	1.54	1.66	1.20
186	1.47	2.18	1.58	1.60	1.38	1.57	1.02	0.00	0.00	1.48	1.50	1.03
191	1.32	1.43	1.32	1.61	1.69	1.69	1.32	0.00	0.00	1.61	1.32	1.05

Tabla 21. Mortalidad mensual producida por la actividad pesquera sobre las clases de longitud que componen el stock de camarón blanco en las costas de Tamaulipas, estimada a partir del Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) para el año de 1978.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	0.02		0.01				0.01	0.02				0.01
116	0.12	0.04	0.13				0.05	0.14	0.03	0.04	0.02	0.11
121	0.28	0.12	0.36	0.01		0.01	0.06	0.51	0.11	0.09	0.15	0.30
126	0.37	0.19	0.56	0.02		0.01	0.03	0.89	0.19	0.13	0.35	0.54
131	0.35	0.25	0.65	0.04	0.01	0.01	0.04	1.20	0.26	0.16	0.39	0.52
136	0.29	0.23	0.64	0.09	0.01	0.01	0.04	1.20	0.20	0.15	0.36	0.46
141	0.28	0.22	0.63	0.15	0.03	0.02	0.04	1.04	0.15	0.13	0.32	0.38
146	0.35	0.30	0.59	0.23	0.04	0.08	0.05	0.95	0.31	0.17	0.37	0.43
151	0.41	0.37	0.59	0.30	0.11	0.20	0.09	0.99	0.48	0.21	0.36	0.46
156	0.49	0.44	0.61	0.39	0.20	0.46	0.15	0.90	0.65	0.28	0.38	0.49
161	0.59	0.62	0.67	0.48	0.41	0.79	0.32	0.95	0.69	0.49	0.52	0.53
166	0.80	0.85	0.81	0.56	0.64	0.87	0.52	0.68	0.69	0.74	0.69	0.57
171	0.86	0.96	0.90	0.59	0.73	0.93	0.55	0.62	0.75	0.83	0.84	0.60
176	0.97	1.07	1.01	0.66	0.78	1.02	0.62	0.75	0.85	0.90	0.85	0.69
181	1.08	1.20	1.11	0.76	0.88	0.85	0.72	0.82	0.89	0.96	1.05	0.74
186	0.83	1.08	0.96	0.92	0.93	0.86	0.90	1.07	0.87	0.97	1.38	0.87
191	1.01	1.24	1.24	1.15	1.24	0.37	1.19	1.28	1.04	1.13	1.75	1.09

## VII. DISCUSION.

### VII.1. Crecimiento y mortalidad natural.

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento y de mortalidad por pesca son esenciales para el conocimiento y manejo adecuados de los recursos pesqueros.

El crecimiento en especies explotadas ha sido evaluado mediante métodos directos e indirectos. Generalmente, los métodos directos se basan en la identificación de anillos de crecimiento, los cuales se asocian a procesos metabólicos ligados directa o indirectamente con el medio ambiente donde viven los organismos (Leonce-Valencia y Monroy, 1993). En camarones peneidos es sumamente difícil estimar el crecimiento con el empleo de métodos directos, porque estos organismos no poseen estructuras calcáreas que sobrevivan a las mudas del exoesqueleto.

Lindner y Anderson (1956), Berry (1976) y Klima (1974) usaron técnicas de marcaje y recaptura para hacer estimaciones de los parámetros de crecimiento de camarones peneidos en el Golfo de México. Sin embargo, con frecuencia es difícil y caro obtener información acerca de la edad de los organismos, además de que tales datos pueden contener ciertos errores de medición, a lo que se añade la incertidumbre en los procesos de estimación (Rosenberg y Beddington, 1988). Un inconveniente del empleo de marcadores

biológicos para estudiar el crecimiento de camarones con el método de marcaje y recaptura es que se subestima el coeficiente de crecimiento debido a que los marcadores empleados son retenidos a través de las mudas e inhiben el crecimiento en cierto grado (Pauly *et al.*, 1984). Otra desventaja es la baja probabilidad de recuperar los organismos marcados. También se ha estudiado el crecimiento en organismos en cautiverio, pero las condiciones ambientales son sumamente diferentes a las que se presentan en la naturaleza, de tal modo que existen sesgos en estas estimaciones. Hasta ahora no es adecuado hablar de un método que sea mejor que otro, los métodos para el estudio de esta parte importante de la biología de cualquier especie presentan ventajas y desventajas.

Pauly *et al.* (1984) obtuvieron estimaciones de los parámetros de crecimiento de 16 especies de peneidos en diversas zonas mediante el método indirecto denominado ELEFAN (Pauly y David, 1981), que analiza la progresión de clases modales en datos de frecuencia de longitudes. Ellos demostraron las ventajas que tiene la aplicación de métodos indirectos en camarones peneidos, entre las cuales se mencionan que dada una serie representativa de datos de frecuencia de longitudes, la información que se extrae de ellos es útil para estimaciones prácticas del stock y para el entendimiento de la biología básica del camarón. Además, los resultados obtenidos por estos métodos son reproducibles. Estos métodos pueden ser empleados en peneidos de aguas templadas y tropicales e implementados en programas para computadora. Lo

anterior permite realizar estudios comparativos y reconstruir series de datos en el tiempo para entender la dinámica de los stocks de camarón.

Por otro lado, existen estudios que demuestran la existencia de dimorfismo sexual en los patrones de crecimiento de *P. setiferus* (Lindner y Anderson, 1956; Schultz-Ruiz y Chávez, 1976; Klima, 1974), aunque la mayoría de los autores reportan los parámetros de crecimiento para ambos sexos. Por la naturaleza de los datos, el análisis de crecimiento del presente trabajo se hizo en base a ambos sexos.

Tomando en consideración el valor del índice de  $\phi'$  de las funciones de crecimiento reportados por diferentes autores (Tabla 22), las estimaciones obtenidas en el presente estudio con la aplicación del método propuesto por Shepherd (1987) resultan razonables y su significado biológico puede ser interpretado.

Como se desprende de la tabla 22, a excepción de Lindner y Anderson (1956) y Klima (1974), las demás estimaciones son similares (Fig. 7). Estas pequeñas diferencias pueden ser explicadas por la forma en la que cada autor analiza su información. Asimismo, las variaciones estacionales en el crecimiento influyen en las diferencias reportadas.



Tabla 22. Comparación de los parámetros de crecimiento de *P. setiferus* en diferentes regiones geográficas.

Sexo	$a_K$	$b_{L_m}$	$a_{to}$	$c_{\phi'}$	Localidad	Referencia
(M)	0.789	170	0.000	9.998	N.G.M.	Lindner y Anderson, 1956
(H)	0.817	190	0.000	10.998	N.G.M.	Lindner y Anderson, 1956
(A)	0.900	214	-0.200	10.627	Galveston	Klima, 1974
(A)	0.207	216	-0.809	9.174	Campeche	Schultz-Ruiz y Chávez, 1976
(H)	0.183	223	-0.255	9.118	Campeche	Schultz-Ruiz y Chávez, 1976
(M)	0.226	210	-0.327	9.209	Campeche	Schultz-Ruiz y Chávez, 1976
(A)	0.202	206	-0.327	9.095	Campeche	Gracia, 1989a
(A)	0.237	227	-0.011	9.410	G.M.	Este trabajo. 1974
(A)	0.282	221	-0.655	9.530	G.M.	Este trabajo. 1975
(A)	0.278	216	-0.853	9.470	G.M.	Este trabajo. 1976
(A)	0.231	221	-0.491	9.331	G.M.	Este trabajo. 1978

<sup>a</sup> en meses

<sup>b</sup> en milímetros

<sup>c</sup> según Munro y Pauly (1983)

N.G.M. norte del Golfo de México

G.M. Golfo de México

(M) machos, (H) hembras, (A) ambos

Sin perder de vista las dificultades que representa el estudio del crecimiento de camarones peneidos, cabe señalar que un estudio más preciso de la edad y el crecimiento debería involucrar los diferentes estadios por los que atraviesa la especie en su ciclo de vida, aplicando las técnicas, métodos y muestreos adecuados tanto en la fase estuarina como en mar abierto, como el realizado por Gracia (1989a). No obstante, estos parámetros son útiles para hacer evaluaciones de la mortalidad por pesca (F) y de la mortalidad natural (M) del stock.

La tasa de mortalidad natural estimada para el camarón blanco en cada año de estudio tuvo poca variación, con una estimación



máxima en 1974 de 3.047 y la estimación mínima en 1975, de 2.683. Una primera aproximación a la mortalidad natural del camarón blanco en el Golfo de México fué hecha por Klima y Benigno (1965), quienes reportaron un valor de 4.16. Más tarde, Klima (1974) con métodos de marcaje y recaptura estimó un intervalo de mortalidad natural relativamente grande, con valores de 2.13 a 6.29. Gracia (1989a) estimó para la misma especie en las costas de Campeche, por distintos métodos un intervalo de mortalidad natural de 2.64 a 5.40. Como se puede observar, los valores de mortalidad reportados son muy similares, e incluso las estimaciones del presente estudio caen dentro del intervalo reportado por los autores, por lo que se considera que el método de Rikther y Efanov (1976) es de utilidad para lograr una estimación adecuada de la mortalidad natural (Gracia, 1989a). Estos niveles de mortalidad natural se analizan posteriormente junto con la mortalidad por pesca para hacer una estimación global de la tasa de explotación.

## VII.2. Patrón temporal de la mortalidad por pesca.

Para aplicar el Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) se trabajó bajo el supuesto de que el promedio de los cuatro años de estudio representa un ciclo anual en el que la población se encuentra en estado de equilibrio dinámico. En este ciclo anual en equilibrio se observa un cambio gradual en el tamaño de la población, que inicia en enero con altos niveles poblacionales ( $\approx 9$  millones); en junio se presentan los más bajos niveles ( $\approx 1.7$

millones), después se incrementa nuevamente y en diciembre se registran los mayores niveles ( $\approx 10.5$  millones). Tales oscilaciones son determinadas por las variaciones ambientales y por los ciclos migratorios estuario-mar, además del aporte de reclutas en determinados meses. Los patrones de reclutamiento al stock pueden ser deducidos del tamaño de la población en equilibrio dinámico. Como ya se mencionó, la talla de primera captura es de 106 mm, así el período de reclutamiento vá de noviembre a marzo, con picos en noviembre. Se ha reportado que el reclutamiento se presenta en profundidades de 0 a 5 brazas (Rothschild y Brunenmeister, 1984). A pesar de que es obvio la existencia de la relación entre el stock desovante y los reclutas (Hilborn y Walters, 1992), es sumamente difícil establecer tal relación, como consecuencia de la alta fecundidad de la especie y cuya sobrevivencia es mayormente denso-independiente. Koslow (1992) realizó una serie de simulaciones tomando como base el modelo de stock-reclutamiento de Beverthon-Holt. Tales simulaciones las obtuvo para varias especies hipotéticas, cuya fecundidad varió de  $Fec=10$  hasta  $Fec=10^6$ . Koslow (1992) concluyó que la hipótesis relacionada con la relación stock-reclutamiento y la regulación de las poblaciones por procesos denso-dependientes versus denso-independientes es altamente inestable para muchos, si no es que para la mayoría de las poblaciones de invertebrados marinos. Aunado a esta inestabilidad, hay que añadir que para alcanzar el estadio de juveniles, los camarones deben tener una edad aproximada de tres meses, lo que provoca una relación menos directa entre los reclutas al stock y

los reproductores. Se ha reportado que el aumento del tamaño de la población es una respuesta a las precipitaciones pluviales y al aumento en la descarga de los ríos (Gracia, 1991), lo que sugiere que el aumento en el nivel de las lagunas costeras provoca la salida de juveniles a mar abierto para desovar. No obstante la drástica disminución en el stock desovante, la relación parentela-progenie y la alta fecundidad de la especie hacen que el aporte de reclutas sea suficiente para recuperar los niveles de la población. Dicho evento hace pensar que existe un umbral en el número de adultos necesarios para garantizar la recuperación de la población.

En julio de 1975 se registró el más bajo nivel de la población desovante con 20,000 organismos, lo que representa un 0.75% del nivel poblacional máximo de ese mismo año (octubre), con 2,640,000 organismos. En julio de 1976 se registraron 10,000 reproductores y cinco meses después los niveles poblacionales registraron 5,610,000 organismos, lo que equivale tan solo al 0.18% del máximo de la población.

Bajo el supuesto de que los resultados del APV (Jones, 1984) obtenidos del promedio de los cuatro años de estudio son un reflejo de un ciclo anual de la población que se encuentra en equilibrio dinámico, es posible determinar el estado de la población en cualquiera de los años de estudio, mediante la diferencia entre el promedio y el año deseado. Así, para iniciar el análisis del estado de la población del camarón blanco en los años de estudio, se

obtuvo la diferencia entre el número promedio de organismos de la población en equilibrio y el número promedio de individuos de la población para cada año. Lo mismo se hizo con la tasa de mortalidad por pesca. Para una mejor comprensión, estas diferencias se representan en gráficos con isolíneas.

Los patrones arrojados por la diferencia del número promedio de individuos para 1974 se observan en la Figura 8. En este año se presenta una población por debajo del equilibrio en tres períodos, el primero en enero y febrero, con valores que van de -50,000 a -125,000, este último para las longitudes de 131 mm y 136 mm. El segundo período de baja población se presenta en junio, con niveles de -50,000 organismos, para la mayoría de los intervalos de longitud (116 mm a 181 mm). Por último, los niveles más bajos se observan de agosto a octubre, con valores de hasta -300,000, para las longitudes de 116 mm a 121 mm. Por otro lado, de febrero a agosto y de octubre a diciembre los niveles de la población son altos (+200,000), principalmente en los intervalos de longitud menores (de 116 mm a 151 mm). La tendencia vertical de las isolíneas sugiere que toda la población presenta un comportamiento similar en los períodos de tiempo mencionados.

El patrón de comportamiento de la población para 1975 (Fig. 9) es completamente diferente al que se presentó un año antes. Durante todo este año se observa una población superior a la que se esperaría en equilibrio dinámico. Los niveles para las tallas más

grandes (de 181 mm a 196 mm) no son tan altos como los observados en las longitudes menores, que van de los 116 mm a los 131 mm. La máxima diferencia de la poblacional se presenta en los meses de enero y de agosto a diciembre. En este año la tendencia de las isolíneas es horizontal, lo que sugiere un comportamiento diferencial por grupos de tallas y tal comportamiento es constante a través del tiempo.

En términos generales, en 1976 el tamaño de la población es superior al equilibrio (Fig. 10). Las isolíneas presentan una tendencia vertical. A finales del año la tendencia cambia a horizontal. Las diferencias se encuentran en un intervalo de +40,000 a +315,000. El período en el que se presentan los máximos niveles poblacionales es de febrero, de septiembre a diciembre.

La población en 1978 (Fig. 11) presenta un solo período cuyo nivel es inferior al equilibrio, de abril a mayo con -50,000, en este período la tendencia de las isolíneas es vertical. En todo el resto del año, los niveles son muy elevados y van de +75,000 a +600,000 por encima del equilibrio, este último valor para el intervalo de longitud de 116 mm en el mes de febrero. En este período la tendencia de las isolíneas es predominantemente horizontal.

Del análisis anterior se concluye que cuando la población se encuentra en niveles por debajo del equilibrio, la tendencia es

vertical, es decir, toda la población disminuye sus niveles en forma similar, mientras que cuando la población se encuentra por encima del equilibrio la tendencia es horizontal, lo que significa que en niveles poblacionales altos, el comportamiento es similar para los grupos de longitud.

El análisis de la diferencia de los niveles poblacionales con respecto al equilibrio dinámico demuestran que los años con mayores variaciones son aquellos cuya tendencia de las isolíneas es vertical (1974 y 1976). En 1975 y 1978 las diferencias, aunque mínimas, siempre están por encima del estado de equilibrio, por lo que se podría hablar de un período estable de la población.

La biología y el ciclo de vida de la especie (baja longevidad y altamente migratorio, con diferentes hábitos y hábitats), provocan que las variaciones en el tamaño de la población sean determinadas en alto porcentaje por factores extrínsecos a la población, como por ejemplo cambios de temperatura, salinidad, corrientes, fenómenos meteorológicos, presencia de depredadores, etc. Lo anterior confirma que las poblaciones de peneidos están sujetas principalmente a las variables ambientales, por lo que su explotación debe considerar las drásticas variaciones naturales del recurso. A causa de su distribución litoral, los camarones peneidos están expuestos a importantes factores ambientales de origen marino y continental. Estos factores pueden variar periódicamente con frecuencias altas (ciclos día-noche, de mareas y lunares), medianas



(ciclos temporales y anuales) o bajas (ciclos climáticos interanuales a largo plazo). También pueden presentar tendencias cuando están relacionados con los efectos de actividades humanas (contaminación, ocupación de áreas, etc.).

Los efectos de estas variaciones sobre la biología y dinámica de los camarones son importantes. Los cambios de los factores ambientales probablemente afectan el reclutamiento, y el uso extensivo de "modelos predictivos" para camarones confirman esta aseveración. Cuando se trabaja con modelos de producción, estos efectos ambientales aparecen como una varianza adicional en las relaciones empleadas de captura por unidad de esfuerzo/esfuerzo.

Los stocks de camarones explotados esencialmente están conformados por clases de un año, la abundancia promedio de cualquier año está relacionada con el valor en equilibrio y puede suponerse, si no existen involucrados errores en la medición de la captura y el esfuerzo, que las curvas de equilibrio están ligadas a factores ambientales (García, 1983).

Como ya se mencionó, a través de la técnica del A.P.V. (Jones, 1984) se logran estimaciones del número promedio de organismos en el mar. Con frecuencia se pretende lograr estimaciones de la capacidad de soporte del ambiente bajo determinadas características, y se establece en aquellos valores de biomasa máxima estimada. Así, la máxima biomasa observada en el presente

estudio es de 169.4 Ton, en el mes de enero de 1974. Sin embargo, difícilmente debería ser aceptada como un valor de capacidad de soporte del ambiente, aún cuando no hubiera esfuerzo pesquero, debido a las drásticas fluctuaciones naturales del recurso. El principal atributo del A.P.V. es que logra estimar la mortalidad por pesca de los intervalos de longitud establecidos para el análisis.

En términos generales, la mortalidad por pesca aumenta a medida que se incrementa la longitud de los organismos (Fig. 12). Este comportamiento es causado por el efecto de la selectividad (Fig. 13) en las tallas menores (<135 mm); cuando los organismos ya están completamente reclutados (>153 mm) el comportamiento de  $F$  como una función de la longitud es el reflejo del número de individuos disponibles en el mar en cada una de las longitudes, es decir,  $dN/dt$ . Si consideramos que el valor de  $M$  fluctúa entre 0.224 y 0.254, las estimaciones del número de individuos son representativas del stock, debido a que las estimaciones de  $F$  presentan un intervalo de 0.02 a 1.97. Lo anterior se desprende del hecho de que en un stock muy explotado, los organismos capturados representan una porción sustancial de las pérdidas totales del stock.

Al generar isolíneas de la tasa de explotación, que es un reflejo de la mortalidad por pesca, a través de un ciclo anual, con cada intervalo de longitud, se aprecia una tendencia horizontal (Fig. 14), lo que indica que la mortalidad por pesca tiene un



comportamiento diferencial por intervalo de longitud. Sin embargo, esta tendencia se pierde en los meses de abril a junio, principalmente en las longitudes menores a 156 mm, es decir, en este período se reduce drásticamente la tasa de explotación de 0.15 a 0.05, para dicho intervalo. Este evento coincide con una paulatina disminución de la población en todos los años, período que inicia en febrero y se prolonga hasta junio, cuando los niveles poblacionales son los más bajos. Posteriormente la población inicia un incremento. La poca disponibilidad del recurso hace que las capturas sean bajas, por lo que la mortalidad por pesca disminuye, principalmente en las tallas menores ( $< 156$  mm). En todo el ciclo anual, se presentan agrupaciones de organismos por longitud, así la tasa de explotación para las tallas menores a 126 mm es menor a 0.05, en las longitudes comprendidas entre 126 y 141 mm la tasa de explotación varía entre 0.05 y 0.10, mientras que para las tallas mayores a 146 mm la tasa de explotación abarca un intervalo de 0.05 hasta 0.25. En los organismos reproductores ( $>170$  mm) se observa una explotación por arriba de 0.35.

Las capturas para el período de estudio demuestran una gran variabilidad del recurso, lo que impide establecer un patrón de comportamiento de los elementos que componen el sistema. En términos generales, del análisis anterior se desprende que la captura está en función tanto de la biomasa como de la intensidad de pesca.

Las estimaciones muestran que la tasa de explotación promedio (para todas las longitudes) fluctúa de 0.1 a 0.40, presentando los valores más bajos las tallas menores a 141 mm y los valores más elevados en organismos arriba de 171 mm (Tabla 23). Los niveles más bajos de explotación promedio se presentan en los meses de mayo y junio (<0.08 para longitudes < 156 mm), esto es causado por la baja disponibilidad de organismos menores a 146 mm. Los máximos niveles de explotación promedio se observan de agosto a diciembre (entre 0.16 y 0.27), con un valor extremo de 41% para organismos de 181 mm en el mes de octubre.

Tabla 23. Tasa de explotación ( $E=F/Z$ ) promedio del stock de camarón blanco, extraído por la flota industrial (temporada 1974-1978). La explotación es más marcada en las longitudes superiores a 161 mm, aunque existe una variación en el tiempo. En junio y julio se presentan los valores más bajos.

Long	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
111	0.01											
116	0.02	0.01	0.02	0.01		0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
121	0.04	0.03	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
126	0.05	0.06	0.09	0.01	0.00	0.00	0.08	0.05	0.06	0.08	0.06	0.06
131	0.06	0.08	0.09	0.01	0.00	0.01	0.09	0.07	0.08	0.09	0.08	0.07
136	0.06	0.08	0.10	0.02	0.00	0.01	0.11	0.11	0.12	0.10	0.09	0.08
141	0.07	0.08	0.12	0.03	0.01	0.02	0.12	0.18	0.17	0.10	0.10	0.09
146	0.10	0.11	0.14	0.06	0.01	0.02	0.12	0.27	0.23	0.13	0.13	0.12
151	0.12	0.12	0.18	0.09	0.02	0.04	0.15	0.31	0.25	0.19	0.17	0.14
156	0.15	0.14	0.20	0.14	0.05	0.08	0.18	0.31	0.25	0.24	0.20	0.16
161	0.18	0.18	0.22	0.18	0.13	0.14	0.21	0.31	0.25	0.25	0.23	0.20
166	0.22	0.22	0.25	0.24	0.21	0.18	0.22	0.29	0.24	0.27	0.26	0.25
171	0.24	0.25	0.28	0.27	0.24	0.20	0.24	0.30	0.27	0.31	0.30	0.28
176	0.27	0.28	0.32	0.31	0.27	0.16	0.27	0.32	0.29	0.36	0.34	0.32
181	0.29	0.30	0.35	0.35	0.30	0.22	0.28	0.39	0.33	0.41	0.38	0.35
186	0.29	0.30	0.32	0.34	0.30	0.26	0.29	0.36	0.33	0.34	0.33	0.32
191	0.31	0.31	0.32	0.32	0.36	0.26	0.32	0.29	0.29	0.37	0.36	0.35

Lo anterior permite establecer las principales características del sistema:

- La población del camarón blanco está fuertemente afectada por el ambiente, debido a sus características biológicas: corto ciclo de vida (2 años) con varios estadios que se desarrollan en diferentes ambientes (laguna costera y mar abierto). Tales características provocan que los individuos estén expuestos a toda clase de depredadores, además de que las adaptaciones fisiológicas no les permiten sobrevivir en condiciones más allá de los límites de tolerancia.
  
- El tamaño del stock explotable difícilmente puede llegar a niveles denso-dependientes, debido a su exposición a los múltiples depredadores, por lo que no es conveniente hablar de niveles de capacidad de soporte del ambiente inherentes al modelo logístico de crecimiento poblacional.
  
- La intensidad de pesca no responde únicamente a la captura de esta especie (*P. setiferus*), sino que al tratarse de una pesquería multiespecífica, la asignación del esfuerzo debería presentar una fuerte interacción con las capturas de todas las especies involucradas; principalmente *P. aztecus* y *P. duorarum*.

No obstante el análisis anterior, es indudable que para lograr una evaluación adecuada del recurso es necesario tener un monitoreo

continuo de las capturas de esta especie, con el cual se podría elaborar proyectos de investigación del recurso, que estén bien fundamentados en cuanto a su metodología para obtener mayor robustez estadística, que es lo que nos conduciría a probar las hipótesis empíricas generadas por las ciencias naturales y a contestar preguntas básicas como ¿cuál es el nivel actual de explotación del stock? ¿es necesario aumentar o disminuir el esfuerzo para una explotación adecuada? ¿es necesario cambiar la abertura de malla? sin mencionar preguntas más ambiciosas como ¿cuál es el comportamiento del recurso en el espacio y en el tiempo? o ¿qué variables ambientales influyen de manera directa en el comportamiento de las poblaciones de camarones? Por su complejo ciclo de vida, los camarones peneidos constituyen un reto para el ingenio de los programas de investigación que puedan generarse. Pero su valor económico, impone la urgencia de desarrollar dichos programas de investigación.

## VIII. CONCLUSIONES.

En primer lugar, este trabajo corrobora la aplicación de los métodos indirectos en el estudio del crecimiento de camarones peneidos de importancia comercial, cuando se cuenta con los datos adecuados. La aplicación del método de Shepherd (1987) fué adecuada a los datos transformados de los registros de las maquiladoras, los cuales discriminan por categoría de peso. Lo anterior se comprueba al comparar el valor de  $\phi'$  de Munro (Munro y Pauly, 1983) obtenido en los años de estudio ( $9.330 < \phi' < 9.531$ ) con los obtenidos de los parámetros de crecimiento propuestos por otros autores, cuyo intervalo oscila entre 9.095 (Gracia, 1989a) y 10.292 (Lindner y Anderson, 1956). Para tal comparación, cabe mencionar que entre los métodos reportados por otros autores predomina el de marcaje y recaptura.

El Análisis de la Población Virtual (Jones, 1984) demuestra una marcada diferenciación de la mortalidad por pesca, por grupos de longitud, en la que las tallas más pequeñas (<121 mm) tienen los valores de mortalidad por pesca más bajos ( $F < 0.10$ ), mientras que el valor de  $F$  aumenta en función de la longitud total del organismo.

La tasa de explotación presenta ciertas variaciones por grupo de longitud en el tiempo, aunque en el período de estudio adquiere un valor promedio de 0.17. Los organismos que tienen mayor presión

de pesca son los que llegan a la longitud de primera madurez sexual ( $>170$  mm), con valores en algunos meses arriba de 0.30. Estos niveles demuestran una utilización adecuada del recurso.

La técnica de distancia inversa para generar las isolíneas en la variación de la población indica dos tendencias generales: horizontal, que se presenta en los meses en que la población se encuentra por encima del equilibrio, y vertical, que se presenta cuando la población tiene valores negativos. Así, en los años de estudio se presentaron ambas tendencias y su combinación. Así, 1974 es descrito por una similitud entre grupos de edad y diferencial en el tiempo (tendencia vertical), en el que se presentan períodos alternos de los niveles de la población. En 1976 la tendencia es horizontal y en todos los meses la población es superior al equilibrio. En 1977 se presenta una combinación de ambos comportamientos y los niveles poblacionales siempre se encuentran arriba del equilibrio. En 1978 la tendencia es predominantemente horizontal, con niveles superiores al equilibrio, aunque se presentan dos períodos con tendencia vertical y niveles por debajo del equilibrio, abril-mayo y octubre-noviembre.

La mortalidad por pesca presenta mayor variación en 1974, 1975 y 1978, en los que niveles de  $F$  son predominantemente bajos, mientras que en 1976 la mortalidad por pesca es completamente superior al nivel en equilibrio.

## IX. BIBLIOGRAFIA.

- Arce-Ibarra, A.M. 1990. Estimación del crecimiento de la langosta espinoza (Panulirus argus, Latreille) con metodologías convencionales y a través de funciones de singularidad. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. México.
- Arreguín-Sánchez, F. y E.A. Chávez. 1985. Estado del conocimiento de las pesquerías del camarón en el Golfo de México. *Investigación Marina*, 2(2): 23-44.
- Basson, M., A. Rosenberg y J.R. Beddington. 1988. The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length-frequency data. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 44: 227-285.
- Baxter, K.N. y W.C. Renfro. 1967. Seasonal occurrence and size distribution of postlarval brown and white shrimp near Galveston, Texas, with notes on species identification. *Fish. Bull. U.S. Comm. Fish.*, 66(1): 149-158.
- Beverton, R.J.H. y S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B.* (2 Sea Fish.), 19: 533.
- Castro, R.G. 1989. Evaluación y dinámica poblacional del camarón café Penaeus aztecus en las costas de Tamaulipas y Veracruz, México. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. México.
- Castro, R.G. y F. Arreguín-Sánchez. 1991. Evaluación y dinámica poblacional del camarón café (Penaeus aztecus) del litoral mexicano del noreste del Golfo de México. *Ciencias Marinas*, 17(4): 147-159.
- Castro, R.G., M. Medellín, C. Bonilla, E. Rosas, R. Orta y E. Conde. 1990. Incidencia de postlarvas de camarón café Penaeus aztecus en la Laguna de Almagre, Tamaulipas y relación con las poblaciones de alta mar en el noreste del Golfo de México. *Ciencia Pesquera*, 7: 121-141.
- Chin, E. 1960. The bait shrimp fishery of Galveston Bay, Texas. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 89 (2): 135-141.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. *An. Inst. Geol., Univ. Nal. Autón. México*: 9-84.
- García, S. 1983. The stock-recruitment relationship in shrimps: reality or artefacts and misinterpretations? *Oceanogr. Trop.*, 18(1): 25-48.



- García, S. y L. Le Reste. 1987. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO Doc. Téc. Pesca* (203): 180 p.
- Gracia, A. 1989a. Ecología y pesquería del camarón blanco (Penaeus setiferus) en la Laguna de Términos-Sonda de Campeche. Tesis Doctoral, Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México: 127 p.
- Gracia, A. 1989b. Mortalidad natural del camarón blanco Penaeus setiferus (Linnaeus 1767) en la Sonda de Campeche. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 16: 263-272.
- Gracia, A. 1991. Spawning-stock recruitment relationships of white shrimp in the southwestern Gulf of Mexico. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 120: 519-527.
- Gulland, J.A. 1965. Manual of methods for fish stock assessment. Part I: Fish populations analysis. *FAO Fish. Tech. Pap.* (40): 68 p.
- Gulland, J.A. y B.J. Rothschild. 1984. Penaeid shrimp: their biology and management. Fishing News Books Ltd. Fernham, G.B.
- Hilborn, R. y J.C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.
- Holt, S.J. 1962. The application of comparative population studies to fishery biology -an exploration. In the exploitation of natural animal populations. En: E.D. Le Cren y M.W. Holdgate (Eds.). *Brit. Ecol. Soc. Symp.* Blackwell Scientific Pub.: 51-69.
- Hurtado, H.Y. 1983. Contribución al conocimiento de la biología de las postlarvas de camarón Penaeus aztecus y Penaeus setiferus en la playa Miramar, Cd. Madero. Tesis Profesional. Esc. Cien. Biol. Univ. del Nor. Tampico, México.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of exploitation pattern using length composition data (with notes on V.P.A. and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* (256): 118 p.
- Klima, E.F. 1974. A white shrimp mark-recapture study. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103(1): 107-113.
- Klima, E.F. y J.A. Benigno. 1965. Mark-recapture experiments. En: Biological Laboratory, Galveston, Texas. Fishery research for the year ending June 30, 1964. *U.S. Fish. Wildl. Serv. Cir.*, 230: 38-40.



- Koslow, J.A. 1992. Fecundity and stock-recruitment relationship. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 210-217.
- Leonce-Valencia, C.O. y C. Monroy. 1993. Age and growth determination of the red snapper (*Lutjanus campechanus*) in the Campeche Bank. International Workshop on Tropical Groupers and Snappers. ICLARM-EPOMEX. México.
- Lindner, M.J. y W.W. Anderson. 1956. Growth, migrations, spawning and size distribution of shrimp *Penaeus setiferus*. *Fish. Bull.*, 106: 553-645.
- Lindner, M.J. y H.L. Cook. 1970. Synopsis of biological data on white shrimp *Penaeus setiferus* (Linn). *FAO Fish. Rep.* 57: 1439-1469.
- Macias, O.J. 1969. Incidencia de postlarvas de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus* en tres localidades de la costa este central de Mexico. Tesis profesional. Fac. Cien. Biol. Univ. Nvo. León, Monterrey.
- Moffet, A.W. (1967). The shrimp fishery in Texas. *Texas Parks and Wild. Dep. Bull.*, 50: 28 p.
- Munro, J.L. y D. Pauly. 1983. A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 1(1): 5-6.
- Munro, I.S.R. 1975. Biology of the banana prawn (*Penaeus merguensis*) in the south-east corner of the Gulf of Carpentaria. En: First Australian prawn seminar, Maroochydore, Queensland. November, 1973. A.G.P.S., Canberra: 60-78.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39(2): 175-192.
- Pauly, D. y N. David. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. *Meeresforsch.*, 28(4): 205-211.
- Pauly, D., J. Ingles y R. Neal. 1984. Application to shrimps stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). En: Gulland, J.A. y B.J. Rothschild (Eds.). Penaeid shrimp: their biology and management. Fishing News Books Ltd. Fernham, G.B.: 220-234.
- Penn, J.W. 1984. The behavior and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationship to stock and recruitment. En: Gulland, J.A. y B.J. Rothschild (Eds.). Penaeid shrimp: their biology and management. Fishing News Books Ltd. Fernham, G.B.:173-186.

- Rikther, V.A. y V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. **ICNAF Res. Doc.**, 76-VI(8): 12.
- Rosenberg, A.A. y J.R. Beddington. 1987. Length-based methods of fish stock assessment. En: J.A. Gulland (Ed.). **Fish population dynamics: the implications for management**. John Wiley and Sons Ltd.: 83-103.
- Rothschild, B.J. y S.L. Brunenmeister. 1984. The dynamics and management of shrimp in the northern Gulf of Mexico. En: Gulland, J.A. y B.J. Rothschild (Eds.). **Penaeid shrimp: their biology and management**. Fishing News Books Ltd. Fernham, G.B.: 145-172.
- Schultz-Ruiz, L.E. y E.A. Chávez. 1976. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del camarón blanco Penaeus setiferus (L) del Golfo de Campeche, México. **Mem. Simp. Biol. Din. Pobl. Cam. Nal. Pesca. México.**, 1: 57-98.
- SEPESCA. Anuario Estadístico de Pesca. 1979 a 1990. Dirección General de Información y Registro Pesquero. Secretaría de Pesca. México.
- Shepherd, J.G. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p. 113-119. En Pauly, D. y G.R. Morgan (Eds.) **Length based methods in fisheries research**. ICLARM Conference Proceedings, 13.
- Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. **Manual**. **FAO Fish. Tech. Pap.**, (306.1): 337 p.
- Williams, A.B. 1984. **Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States. Maine to Florida**. Smithsonian Institute Press.

**X. FIGURAS.**

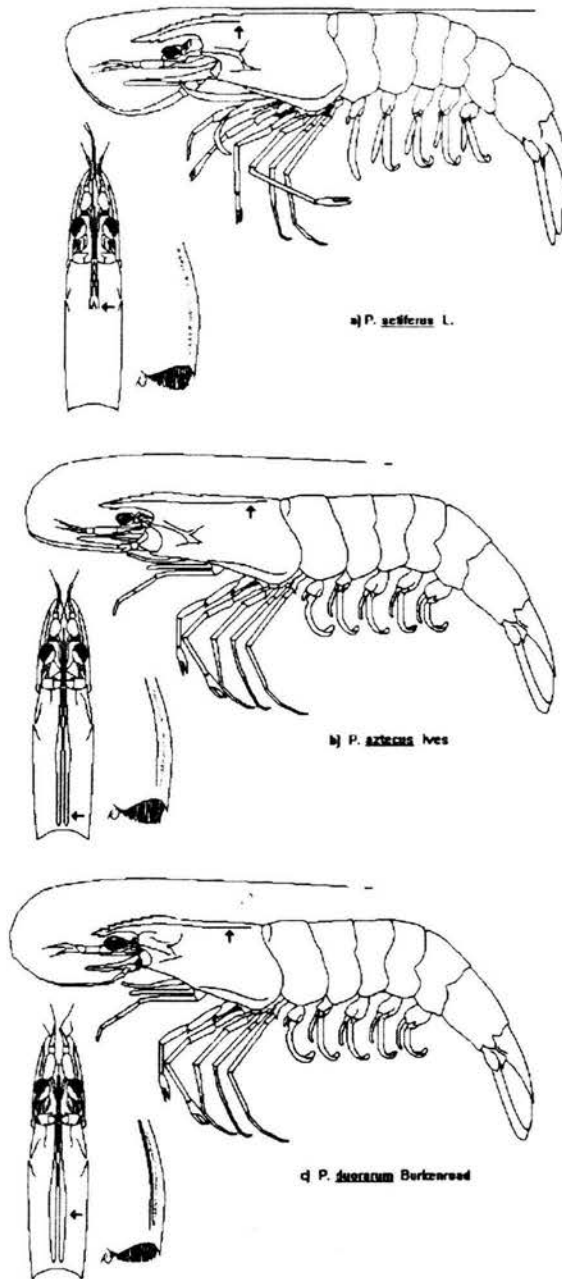


Figura 1. Diferencias morfológicas entre las tres principales especies de camarones peneidos en el Golfo de México. La presencia-ausencia del surco rostral es la característica más evidente para diferenciar a los camarones acanalados (*P. duorarum*, y *P. aztecus*.) de los no acanalados (*P. setiferus*) (Williams, 1984).

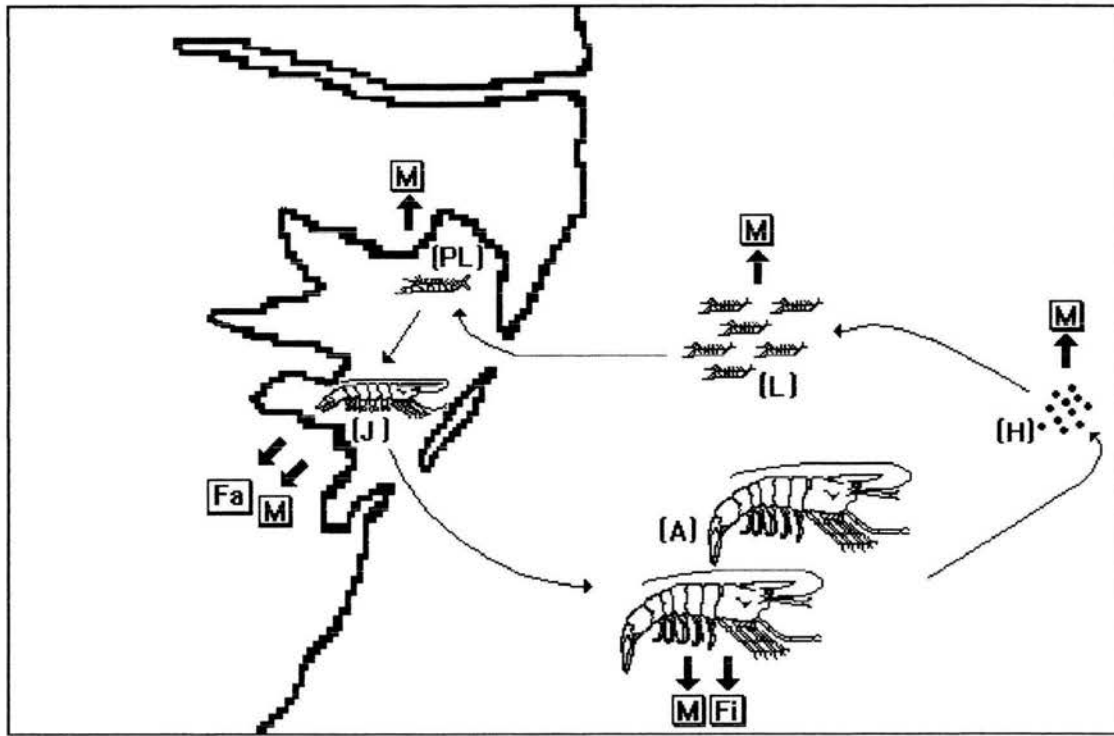


Figura 2. Ciclo de vida de camarones pencidos. Las larvas (L) migran del mar hacia las lagunas costeras, donde se transforman en postlarvas (PL), las cuales se desarrollan hasta alcanzar su estado juvenil (J); parte de esta población es extraída por los pescadores artesanales (Fa). Los juveniles que sobreviven emigran hacia mar abierto donde alcanzan su estado adulto (A), en esta fase son explotados por la flota industrial (Fi). (M es la mortalidad natural).



Figura 3. Distribución geográfica de *P. setiferus*. Se encuentra en forma continua en la costa este de E.U., desde Nueva York hasta Florida. En el Golfo de México se presenta con mayor abundancia frente a las costas de Tamaulipas y en el Golfo de Campeche.

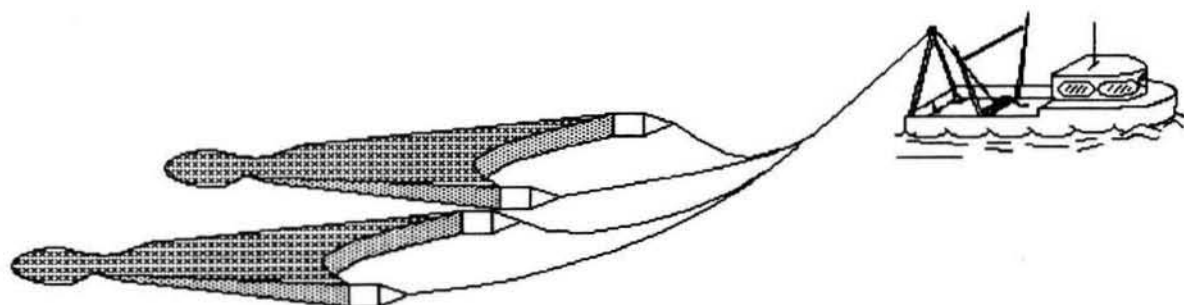


Figura 4. Diagrama de la forma en la que operaba un barco camaronero durante el período de estudio. Cada red medía 52' de ancho, y la capacidad del barco era de 72 toneladas. A mediados de la década de los 80's se introdujeron embarcaciones con cuatro redes.

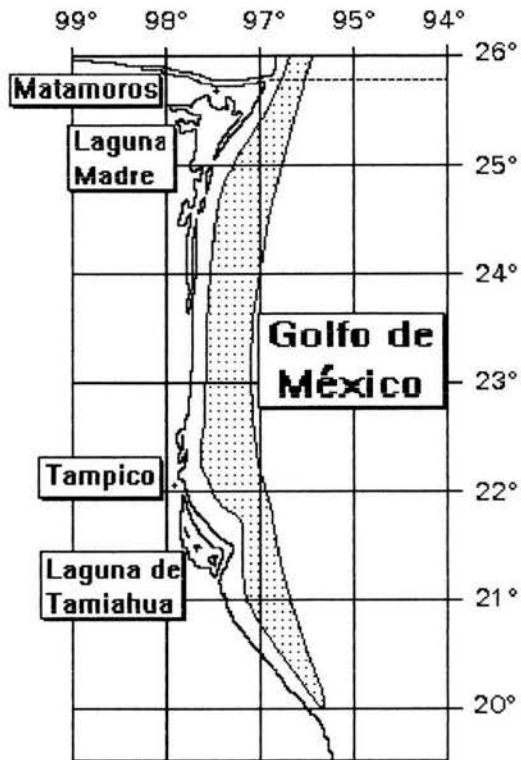


Figura 5. Área de estudio. Zona en la que operan las flotas que desembarcan camarón en el puerto de Tampico, Tamaulipas. El área forma una franja que se extiende desde el Rio Bravo (Tamaulipas), a los 26° 05' N y los 97° 05' W, hasta Punta Delgada (Veracruz) a los 19° 50' N y los 96° 30' W.



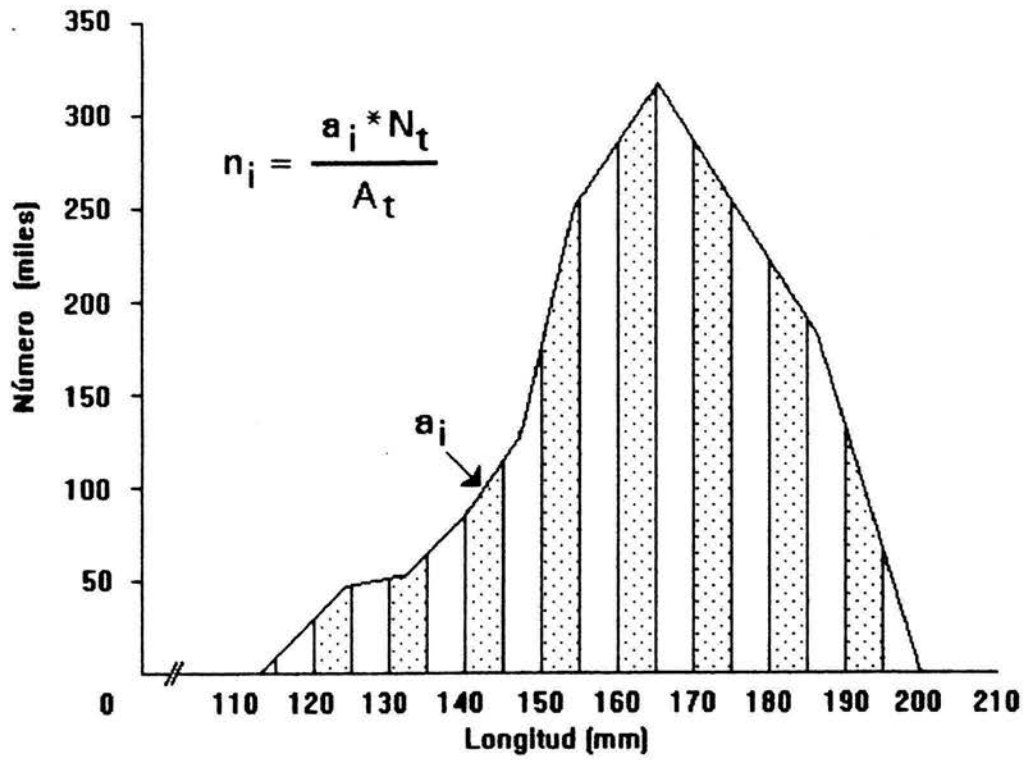


Figura 6. Estimación del número de individuos por intervalo de longitud ( $n_i$ ) a partir del total de individuos que componen la muestra, la integración del área total ( $A_t$ ) del polígono de frecuencias y la integración parcial de cada intervalo ( $a_i$ ).

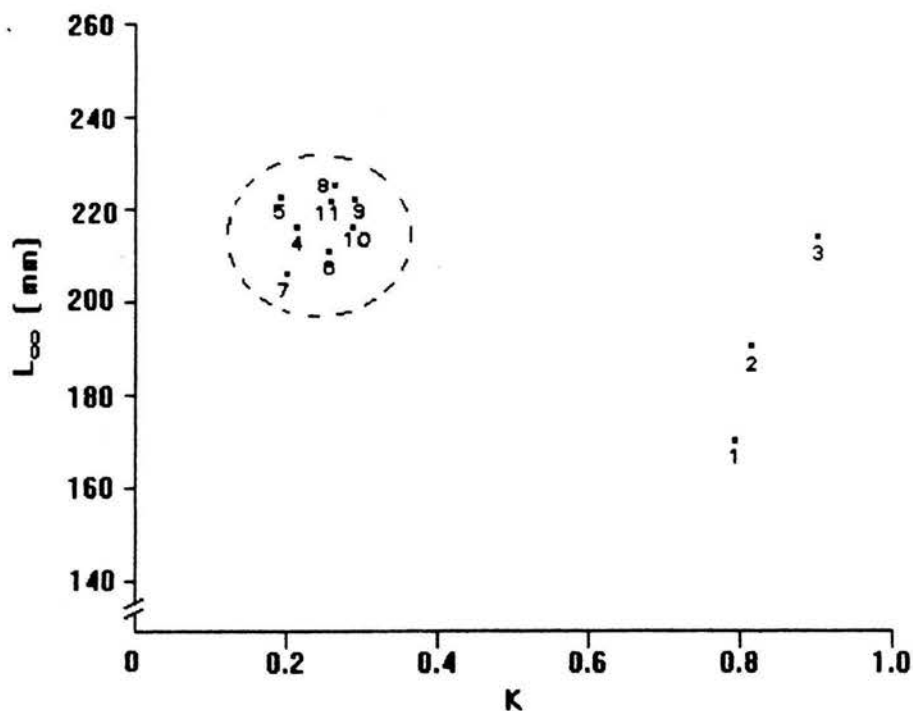


Figura 7. Comparación de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, obtenidos por diferentes autores. A excepción de los tres primeros, los demás forman una nube.

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 1- Lindner y Anderson, 1956 (hembras)        | 7- Gracia, 1989                      |
| 2- Lindner y Anderson, 1956 (machos)         | 8- este trabajo (1974, ambos sexos)  |
| 3- Klima, 1974                               | 9- este trabajo (1975, ambos sexos)  |
| 4- Schultz-Ruiz y Chávez, 1976 (ambos sexos) | 10- este trabajo (1976, ambos sexos) |
| 5- Schultz-Ruiz y Chávez, 1976 (hembras)     | 11- este trabajo (1978, ambos sexos) |
| 6- Schultz-Ruiz y Chávez, 1976 (machos)      |                                      |

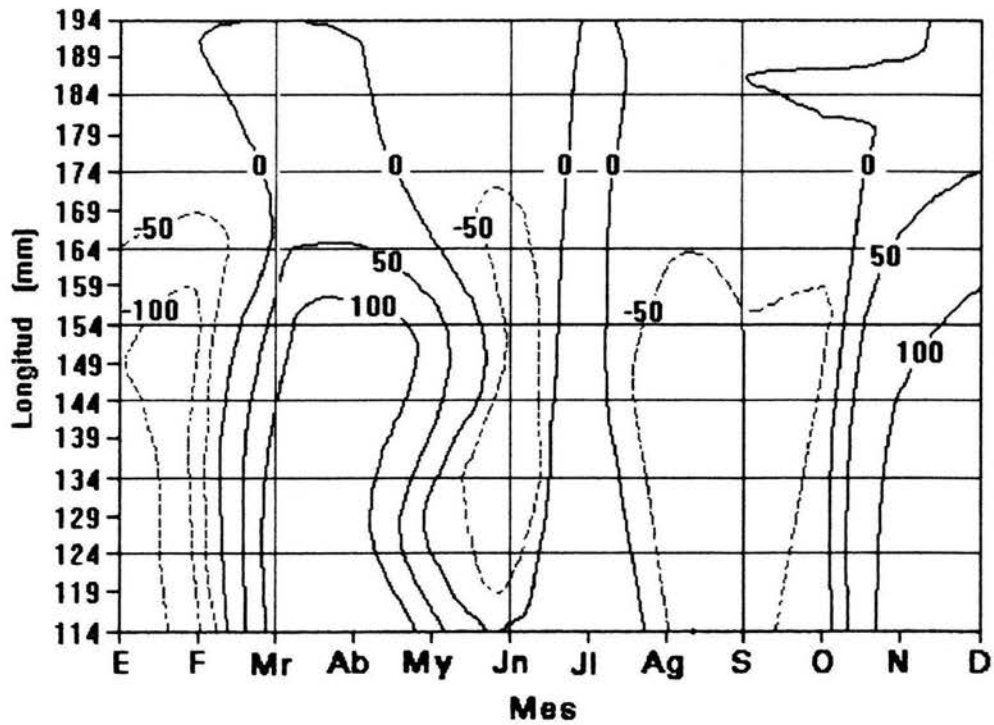


Figura 8. Isolíneas generadas por la diferencia entre la población de *P. setiferus* en estado de equilibrio y la población estimada en 1974. La tendencia es vertical, con períodos alternos de la población por debajo del equilibrio (línea punteada).

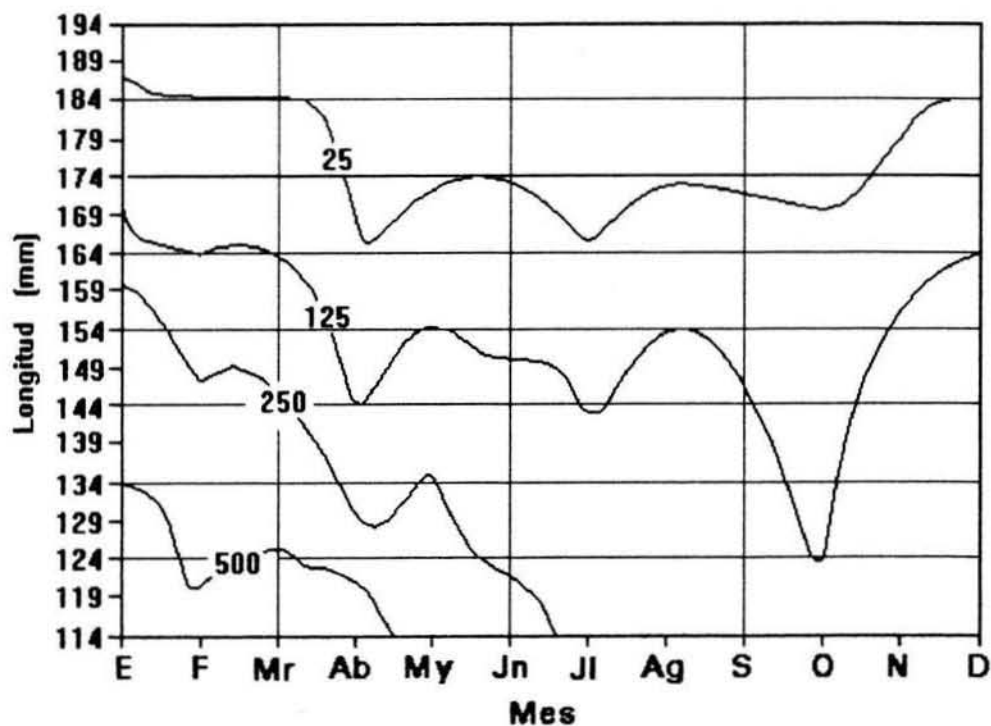


Figura 9. Isolneas generadas por la diferencia entre la población de *P. setiferus* en estado de equilibrio y la población estimada en 1975. La tendencia es horizontal, siempre por arriba de la población en equilibrio. (Las unidades son en miles de individuos).

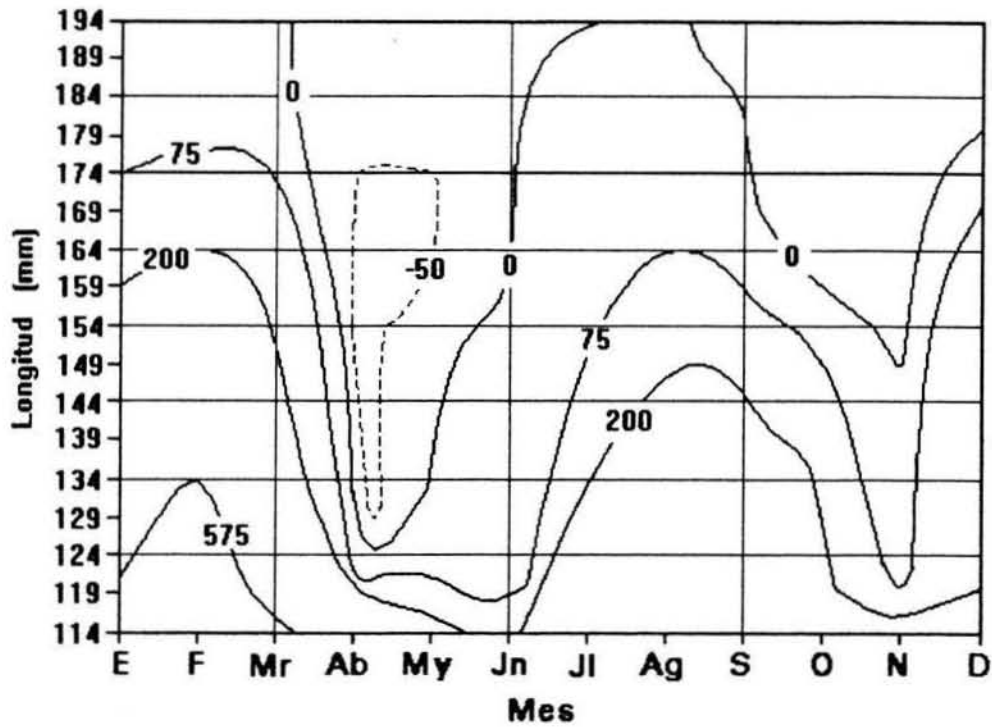


Figura 10. Isoĺneas generadas por la diferencia entre la poblaci3n de *P. setiferus* en estado de equilibrio y la poblaci3n estimada en 1976. La tendencia es vertical, siempre por arriba de la poblaci3n en equilibrio. (Las unidades son en miles de individuos).

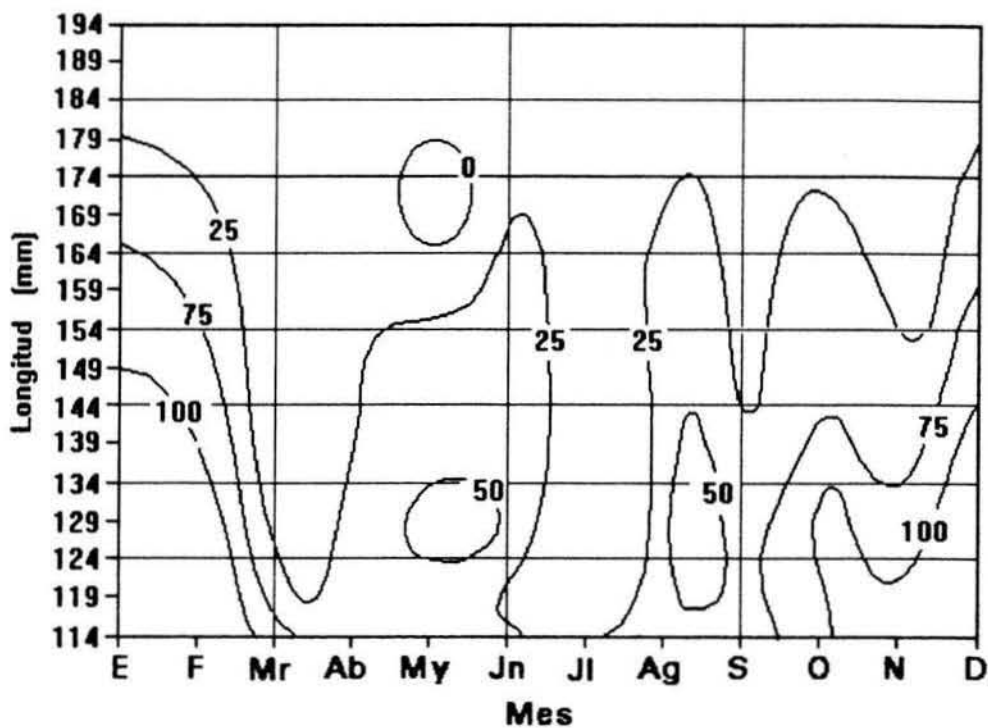


Figura 11. Isolíneas generadas por la diferencia entre la población de *P. setiferus* en estado de equilibrio y la población estimada en 1978. Se observa una combinación de la tendencia horizontal y vertical, esta última con valores negativos (línea punteada). (Las unidades son en miles de individuos)

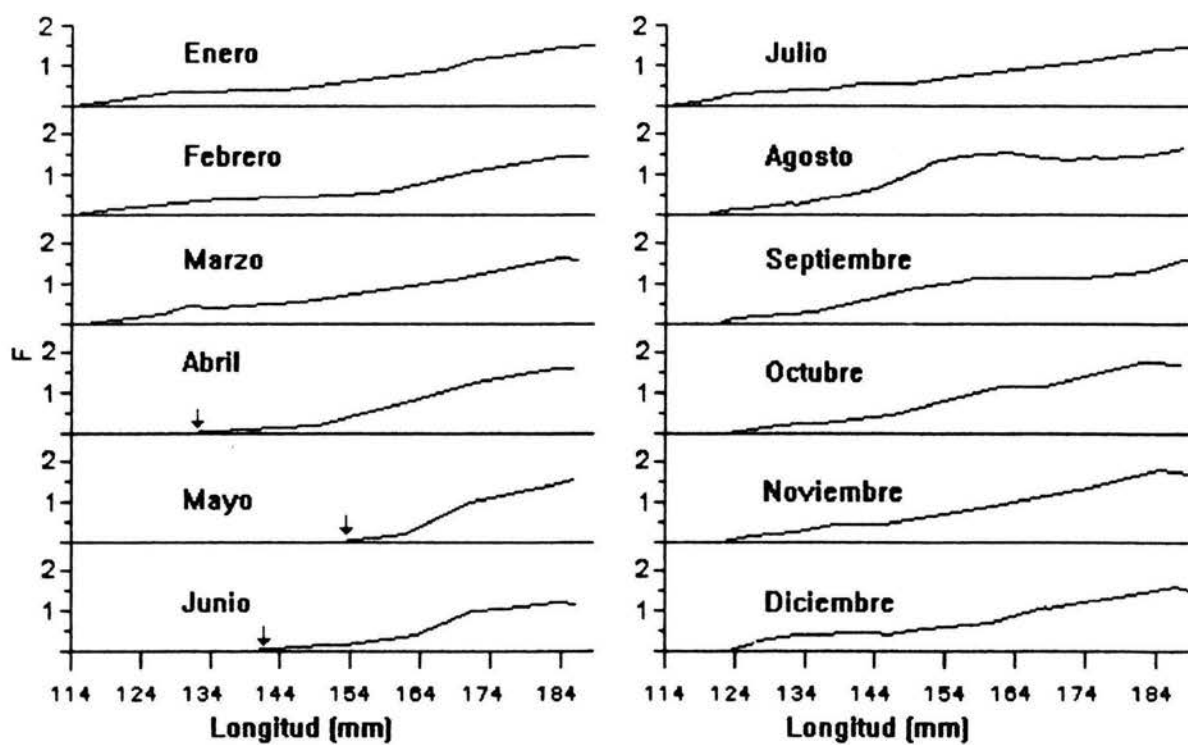


Figura 12. Tasa de mortalidad por pesca observada en un ciclo anual de la población en estado de equilibrio. Como consecuencia del arte de pesca (red de arrastre) la mortalidad por pesca es un indicador del número de individuos disponibles en la población. Se presenta un período de baja disponibilidad de individuos menores a 144 mm de Abril a Junio.

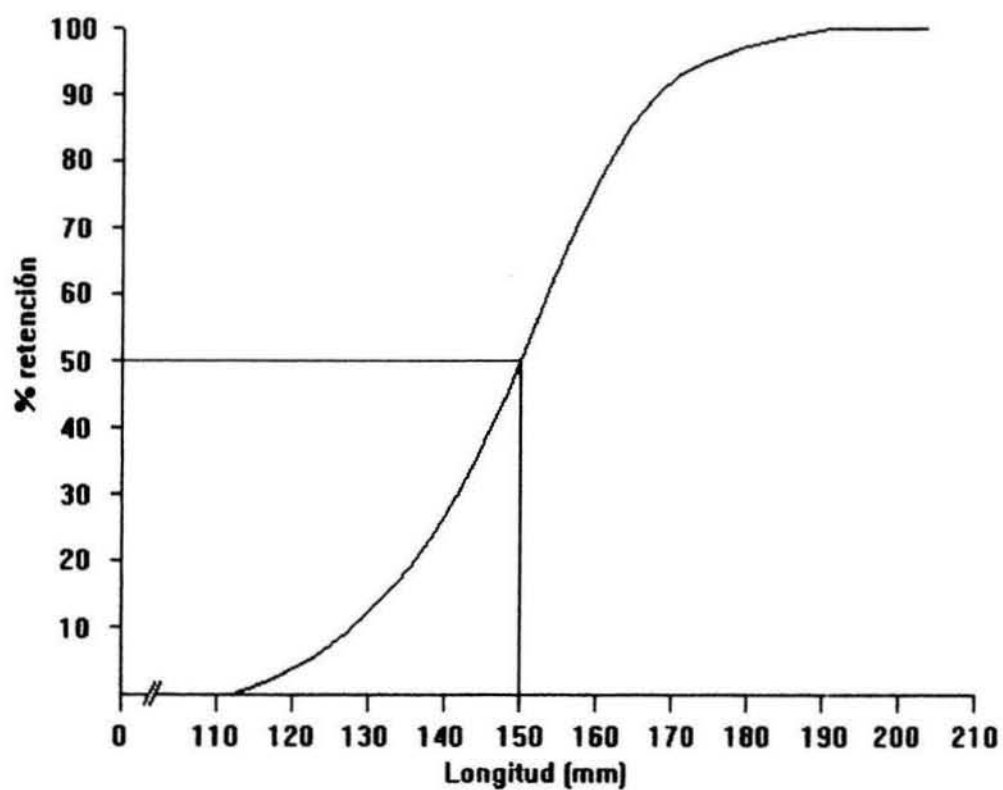


Figura 13. Curva de selectividad para el camarón blanco capturado en las costas de Tamaulipas con redes de arrastre. La longitud de retención al 50% (L50) es considerada como la longitud de primera captura (150 mm).



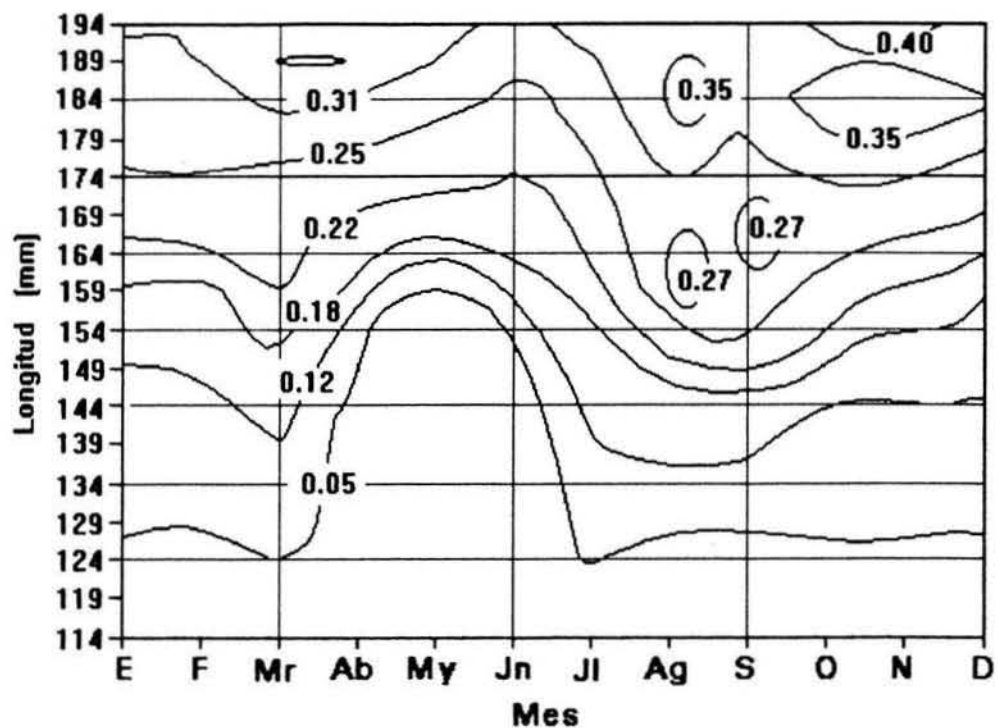


Figura 14. Patrón descrito por la tasa de explotación en un ciclo anual de la población en equilibrio. El comportamiento es similar por grupos de longitud a través del tiempo, excepto en mayo y junio, cuando disminuye en las longitudes menores 161 mm.