

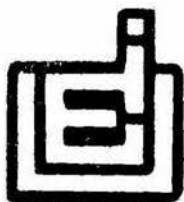


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"IZTACALA"

"PARAMETROS DE CRECIMIENTO Y MORTALIDAD
DEL CAMARON CAFE (*Penaeus californiensis*,
Holmes) EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC
DE 1985 A 1992"

TRABAJO DE TESIS
PARA OBTENER LA
LICENCIATURA EN BIOLOGIA
QUE PRESENTA:
CESAR SANCHEZ IBARRA



NOVIEMBRE DE 1994



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



RESUMEN

Se estudió el crecimiento y mortalidad del camarón café (*P. californiensis*, Holmes, 1900) en el Golfo de Tehuantepec de 1985 a 1992, con base en muestreos de alta mar (durante el período de veda) y datos de capturas registrados en plantas congeladoras del Puerto de Salina Cruz, Oaxaca. Se considera el modelo de von Bertalanffy para describir el crecimiento. Los parámetros se estimaron mediante 4 métodos (3 parámétricos y 1 no parámétrico). Los valores obtenidos para hembras son: $K=0.2$, $L_{\infty}=213$ y $t_0=0.54$. Y para machos $K=0.23$, $L_{\infty}=181$ y $t_0=0.33$. Con los parámetros de crecimiento se determinó que las hembras en su primer mes de vida presentan una talla de 50.74 mm y los machos 58.57 mm; valores que resultan ser similares a los reportados por otros autores. Se detectó que los machos crecen más rápido en las primeras fases del desarrollo; sin embargo, las hembras alcanzan tallas más grandes. La tasa de mortalidad total anual (Z) se estimó mediante tres métodos de los cuales el método de Beverton & Holt posee la mayor variabilidad; el de Ssentongo & Larkin presentó valores demasiado bajos; y Powell & Wetherall es el método que posee las mejores estimaciones. El coeficiente de mortalidad total reportado es de $Z=0.2$ para hembras y $Z=0.21$ para machos. La proporción de sexos promedio para las 7 temporadas es de 1.7:1 hembra-macho.

ABSTRACT

This work studies the growth and mortality of the brown shrimp (*Penaeus californiensis*, Holmes, 1900) in the Gulf of Tehuantepec from 1985 to 1992. Data are from the offshore surveys during the closed season and those gattural from catches brought to the packing plants of Salina Cruz, Oax. The von Bertalanffy model is considered to describe the growth. Four methods (3 parametric and 1 non-parametric) were use for parameter estimations. For females growth parameters are $K=0.2$, $L_{\infty}=213$ mm and $t_0=0.54$ and $K=0.23$, $L_{\infty}=181$ mm and $t_0=0.33$ for males. With the parameters it was determined that females reach 50.74 mm during first month and males 58.57 mm. Results of development, however females reach (bigger sizes). Total annual mortality (Z) was estimated throughout three methods. The Beverton & Holt showed the gratest variability; Ssentongo & Larkin presented very low value estimates and Powell & Wetherall gave the best estimates. Working values in this work are $Z=0.2$ for females and $Z=0.21$ for males. Average sex ratio for all seven seasons is 1.7:1 females-males.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanas, a quienes les debo todo.

Quiero expresar mi agradecimiento al maestro Juan Luis Cifuentes Lemus, Director del JNP, a la maestra Ma. Conchita Rodríguez de la Cruz, Directora de Análisis de Pesquerías, por todas las facilidades logísticas para el desarrollo del presente trabajo.

Asimismo agradezco al Dr. Héctor Garduño Argueta, Responsable del "PROGRAMA CAMARÓN", por facilitarme la información estadística indispensable.

Especialmente a mis profesores y sinodales: M. en C. Jonathan Franco López, al M. en C. Adolfo Cruz Gómez, al Biol. Sergio Cházaro Olvera y al Biol. Ignacio Winfield Aguilar. A todos ellos por sus valiosas observaciones y atinadas sugerencias para una mejor realización del trabajo.

A mis compañeros del "PROGRAMA CAMARÓN" del Pacífico, que intervienen en la Brigada científica, y al personal técnico de la Estación de Investigación de Salina, Cruz, Oax.

Al Instituto Nacional de la Pesca, Distrito Federal, por facilitarme en todo momento el material, equipo e instalaciones. Particularmente al Departamento de Informática por su asesoría en el manejo de paquetes de computación.

De manera especial agradezco al Dr. Jaime González Cano, por el apoyo incondicional, especial interés y acertada dirección en la realización del trabajo. Por ayudarme a comprender el difícil camino de las pesquerías, pero sobre todo por brindarme más que sus conocimientos, su amistad.





CONTENIDO

1.0. INTRODUCCION

1.1. COMPORTAMIENTO DE LAS CAPTURAS DE CAMARON POR LITORAL

1.2. CRECIMIENTO

1.2.1. EXPRESIONES MATEMATICAS DEL CRECIMIENTO

1.2.2. METODOS PARA ESTIMAR LA EDAD Y CRECIMIENTO

1.2.2.1. METODOS DIRECTOS

A) CLAVES EDAD-LONGITUD

B) RETROCALCULO

1.2.2.2. METODOS INDIRECTOS

A) METODOS GRAFICOS

B) METODOS ANALITICOS

1.2.2.2.1. ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE LA ECUACION DE VON BERTALANFFY CON METODOS INDIRECTOS

A) METODO DE FORD-WALFORD

B) METODO DE PAULY & DAVID (1981)

1.2.3. PROBLEMAS EN LA ESTIMACION DE PARAMETROS DE CRECIMIENTO PARA PENEIDOS

1.3. MORTALIDAD

1.3.1. TASAS DE MORTALIDAD (Z , F , M)

1.3.2. PROBLEMAS EN LAS ESTIMACIONES DE MORTALIDAD PARA PENEIDOS

1.3.3. METODOS PARA ESTIMAR MORTALIDAD TOTAL (Z)

1.4. ESPECIES QUE SE EXPLOTAN Y SU DISTRIBUCION

1.4.1. POSICION TAXONOMICA DE *P. californiensis*

1.4.2. CARACTERISTICAS Y DISTRIBUCION DE *P. californiensis*

1.4.3. CICLO DE VIDA DE *P. californiensis*



2.0. ANTECEDENTES

2.1. RELACIONES BIOMETRICAS

2.2. ASPECTOS DE LA DINAMICA POBLACIONAL DE *P. californiensis*

2.3. PARAMETROS DE CRECIMIENTO REPORTADOS PARA *P. californiensis*

2.4. TASAS DE MORTALIDAD REPORTADAS PARA *P. californiensis*

2.5. AREA DE ESTUDIO

3.0. OBJETIVO GENERAL

3.1. OBJETIVOS PARTICULARES

4.0. MATERIAL

5.0. METODOS

5.1. METODO GRAFICO

5.1.1. METODO DE BATTACHARYA

5.2. METODOS ANALITICOS

5.2.1. METODO DE FORD-WALFORD

5.2.2. METODO SLCA

5.2.3. METODO PROJMAT

5.2.4. METODO ELEFAN I

5.2.5. PARAMETROS DE CRECIMIENTO PARA *P. californiensis* "VALORES DE TRABAJO"

5.3. MORTALIDAD

5.3.1. METODO BEVERTON & HOLT (1956)

5.3.2. METODO POWELL & WETHERALL (1987)

5.3.3. METODO SSENTONGO & LARKIN (1973)





5.4. PROPORCION DE SEXOS

6.0. RESULTADOS

6.1. GRUPOS DE EDAD Y PARAMETROS DE CRECIMIENTO CON UN METODO GRAFICO PARAMETRICO

6.2. PARAMETROS DE CRECIMIENTO CON METODOS NO PARAMETRICOS

6.3. PARAMETROS DE CRECIMIENTO PARA *P. californiensis*

6.4. CONVERSION DE LA INFORMACION DE LONGITUDES A EDADES

6.5. MORTALIDAD

6.6. PROPORCION DE SEXOS

7.0. DISCUSION

7.1. CRECIMIENTO

7.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS METODOS PARA ESTIMACIONES DE CRECIMIENTO

A) METODO GRAFICO

B) METODOS ANALITICOS

7.3. PROBLEMAS EN LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE CRECIMIENTO

7.4. MORTALIDAD

7.5. PROPORCION DE SEXOS

8.0. CONCLUSIONES

9.0. RECOMENDACIONES

10.0. REFERENCIAS

11.0. ANEXOS



FIGURAS

- Fig. 1. Porcentaje de los productos con mayor participación en el valor de la exportación pesquera de México en 1990 p. 10
- Fig. 2. Volúmen de captura de camarón en México de 1982 a 1992 p. 11
- Fig. 3. Participación por Estados en la producción de camarón para 1990 en el Pacífico mexicano p. 12
- Fig. 4. Producción total de camarón desembarcado en Salinas Cruz, Oax. de 1980-1991 p. 12
- Fig. 5. Producción por especies de camarón desembarcado en Salina Cruz, Oax. p. 13
- Fig. 6. Participación por especies en la producción de camarón del litoral del Pacífico mexicano para 1990 p. 20
- Fig. 7. Distribución geográfica y localización de la pesquería de camarón en el litoral del Pacífico mexicano p. 21
- Fig. 7a. Ciclo de vida (*P. californiensis*) p. 22
- Fig. 8. Zonas de muestreo del PROGRAMA CAMARÓN EN EL PACÍFICO MEXICANO p. 26
- Fig. 9. Localización de las 58 subzonas, para los muestreos de camarón de alta mar en la zona 90 del PROGRAMA CAMARÓN EN EL PACÍFICO MEXICANO p. 27
- Fig. 10. Hoja de registro para muestreos en altamar del PROGRAMA CAMARÓN p. 29
- Fig. 11. Proporción hembra-macho de camarón café en los años 1985-1992 p. 43





TABLAS

Tabla 1. Relaciones biométricas de <i>P. californiensis</i> en longitud y peso, para cada sexo y combinados	p. 24
Tabla 2. Aspectos de la dinámica poblacional de <i>P. californiensis</i>	p. 24
Tabla 3. Parámetros de crecimiento reportados en la literatura para <i>P. californiensis</i> ...	p. 25
Tabla 4. Tasas de mortalidad (<i>Z</i> , <i>M</i> y <i>F</i>) reportadas en la literatura para <i>P. californiensis</i>	p. 25
Tabla 5. Estimaciones de <i>K</i> y <i>L_{oo}</i> , obtenidas en LA y LT con Ford-Walford, para hembras de camarón café (<i>P. californiensis</i>).....	p. 35
Tabla 6. Estimaciones de <i>K</i> y <i>L_{oo}</i> , obtenidas en LA y LT con Ford-Walford, para machos de camarón café (<i>P. californiensis</i>).....	p. 36
Tabla 7a. Parámetros de crecimiento <i>K</i> , <i>L_{oo}</i> y <i>t₀</i> en Longitud Abdominal (LA) con los métodos SLCA, ELEFAN y PROJMAT	p. 37
Tabla 7b. Parámetros de crecimiento <i>K</i> , <i>L_{oo}</i> y <i>t₀</i> en Longitud Total (LT) con los métodos SLCA, ELEFAN y PROJMAT	p. 38
Tabla 8. Tabla comparativa de los métodos SLCA, PROJMAT y ELEFAN, mostrando los valores mínimos y máximos de <i>K</i> y <i>L_{oo}</i> en LA y LT	p. 39
Tabla 9. Resultados de parámetros de crecimiento en LA y LT para <i>P. californiensis</i> en el Golfo de Tehuantepec en las temporadas 1985-1992	p. 39
Tabla 10. Conversión de la información de Longitud Total (LT) a edad, para hembras y machos de <i>P. californiensis</i>	p. 40
Tabla 11. Tasas de mortalidad total anual (<i>Z</i>) en LA y LT para hembras y machos, con los métodos Beverton & Holt, Powell & Wetherall y Ssentongo & Larkin en los años 1985-1992	p. 41
Tabla 12. "Valores de trabajo" de mortalidad total anual (<i>Z</i>) en <i>P. californiensis</i> para cada sexo, en el Golfo de Tehuantepec	p. 42
Tabla 13. Número total mensual de organismos, total anual por sexos y total anual combinados, para cada temporada de estudio	p. 42
Tabla 14. Proporción de hembras y machos de <i>P. californiensis</i> en las 7 temporadas ..	p. 43



ANEXOS

Fig. 14..Serie de Histogramas correspondientes a las distribuciones de frecuencias en LT para **hembras** de camarón café (*P. californiensis*) en las temporadas 87-92 p. 58-60

Fig. 15 Serie de Histogramas correspondientes a las distribuciones de frecuencias en LT para **machos** de camarón café (*P. californiensis*) en las temporadas 87-92 p. 61-63





1.0. INTRODUCCION

El camarón representa uno de los recursos pesqueros de mayor importancia comercial a nivel mundial, debido a su gran demanda en el mercado internacional; lo cual además ha provocado que el producto alcance precios altos comparados con otras especies. Esto ha motivado a los países productores de camarón a estudiar adecuadamente la dinámica de las poblaciones, así como las estrategias y medidas de regulación más apropiadas, con el objeto de explotar racionalmente este crustáceo. Especialmente para aquellas especies que no pueden ser cultivadas.

En México, la captura de camarón representa la principal actividad pesquera. Su producción contribuye con un 62 % del valor total de las exportaciones que alcanza un total de 447.4 millones de dólares en 1990 (SEPESCA, 1990) (Fig 1). De esta manera, los altos volúmenes de explotación han colocado al recurso como uno de los tres principales captadores de divisas del país, después del petróleo y el café (Anónimo, 1987); además de ser importante fuente de empleo de un gran sector de la población.

VALOR TOTAL DE LA EXPORTACION 447.4 MILLONES DE DOLARES

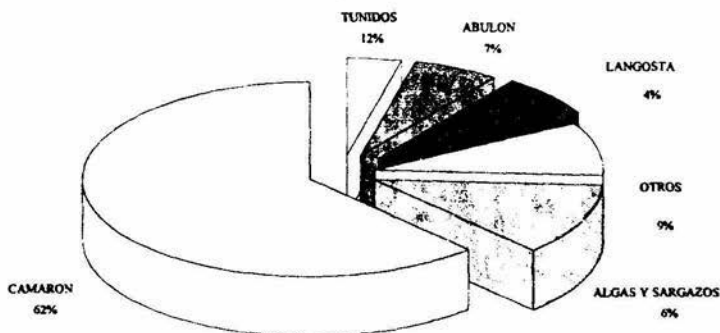


Fig. 1 PORCENTAJE DE LOS PRODUCTOS CON MAYOR PARTICIPACION EN EL VALOR DE LA EXPORTACION PESQUERA DE MEXICO EN 1990.

(fuente: SEPESCA, 1990)

En el período 1982-1990 la captura de camarón en México osciló alrededor de las 72,000 toneladas (peso vivo), alcanzando su máximo de producción en 1987 con 84,000 ton. (Fig. 2); permitiendo a México llegar a ocupar el octavo lugar en la producción pesquera mundial de camarón (SEPESCA, 1990). Sin embargo, a partir de este último año, las capturas en ambos litorales han venido decreciendo hasta alcanzar una producción de 60,000 toneladas en 1992. Esto ha representado una pérdida estimada de 20 millones de dólares anuales, que repercute directamente en el sector de la población involucrada con esta actividad, e indirectamente en la economía global del país.



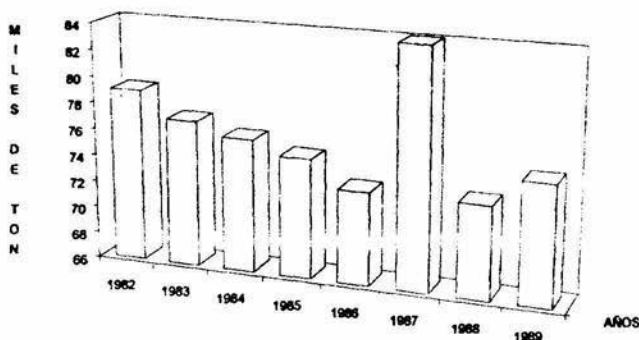


Fig. 2 VOLUMEN DE CAPTURA DE CAMARON EN MEXICO DE 1982 a 1992.
(fuente: SEPESCA, 1990)

La disminución en la producción de este recurso se ha convertido en una preocupación tanto para quienes se benefician de la pesquería, como para quienes se dedican a su estudio y administración. Lo anterior ha motivado que las investigaciones estén encaminadas al análisis de los posibles factores que han contribuido para que ello ocurra. De las posibles causas de este descenso se podrían considerar, entre otros, los cambios en el ambiente. Por otro lado, es muy probable que el sobredimensionado esfuerzo constituya una de las causas más importantes de este descenso. Al respecto, Rodríguez de la Cruz (1981a) estimó que para ese año el esfuerzo en el litoral del Pacífico se encontraba excedido en un 57.65 % respecto al óptimo.

Con el objeto de analizar el efecto del esfuerzo sobre cada una de las poblaciones de camarones que se explotan en las costas de México y determinar el esfuerzo apropiado, es necesario evaluar su impacto en la dinámica poblacional de cada una de ellas. Esto permite establecer en principio las estrategias más apropiadas con el objeto de controlar el esfuerzo aplicado, así como las medidas de regulación a las que deberán sujetarse para su explotación.

1.1. Comportamiento de las capturas de camarón por litoral

De acuerdo con Polanco *et al* (1987) durante el período 1980-1990 las capturas promedio reportadas en el litoral del Océano Pacífico y Golfo de México (incluye Mar Caribe) fueron de 49,290 y 25,149 toneladas (peso vivo) respectivamente. Lo que corresponde a un promedio porcentual del 66% y 33.8% para cada uno de los litorales.





En el Pacífico mexicano los dos principales puertos de desembarque son Mazatlán, Sin. y Guaymas, Son. En estos dos puertos se concentra el 78.81% de la producción de este litoral. El tercer puerto en importancia por el volumen desembarcado (14.30), es el puerto de Salina Cruz, Oax., cuya producción proviene en su gran mayoría del Golfo de Tehuantepec (Fig. 3).

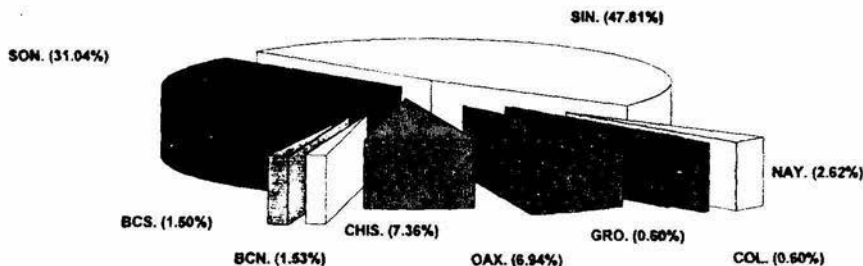


Fig. 3 PARTICIPACION POR ESTADOS EN LA PRODUCCION DE CAMARON PARA 1990 EN EL PACIFICO MEXICANO.

(fuente: SEPESCA, 1990)

Al revisar la producción total desembarcada en el puerto de Salina Cruz, Oax., y proveniente del Golfo de Tehuantepec; se observa claramente una tendencia decreciente en el volumen de captura de camarón; de 1,580 ton en 1980 a 400 ton en 1991, con un pico máximo en 1984 de 2,300 ton (Fig 4).

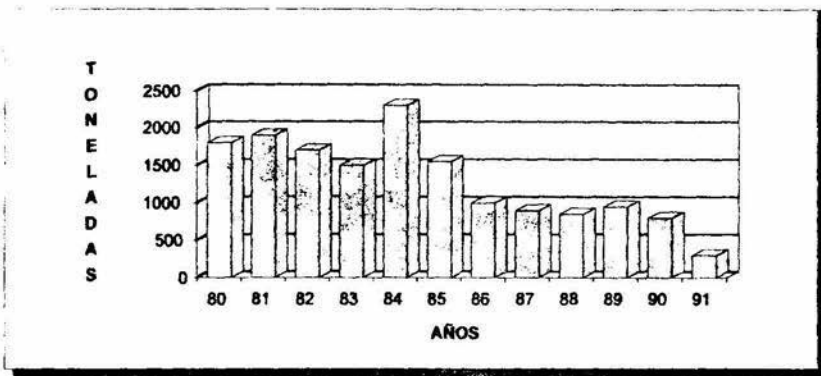


Fig. 4 PRODUCCION TOTAL DE CAMARON DESEMBARCADO EN SALINA CRUZ, OAX. DE 1980-1991. (fuente: SEPESCA,1990)

De las especies capturadas en el Golfo de Tehuantepec, se detecta una notoria caída en el volumen de camarón café (*Penaeus californiensis*) en comparación con el resto de las especies, de 950 kg. en 1982 a 400 kg. en 1990 (Fig 5). Esta caída en la producción merece especial atención y requiere de un profundo análisis como base para dar respuesta a los problemas biológicos, socioeconómicos y políticos que enfrenta la industria camarонера en la zona.



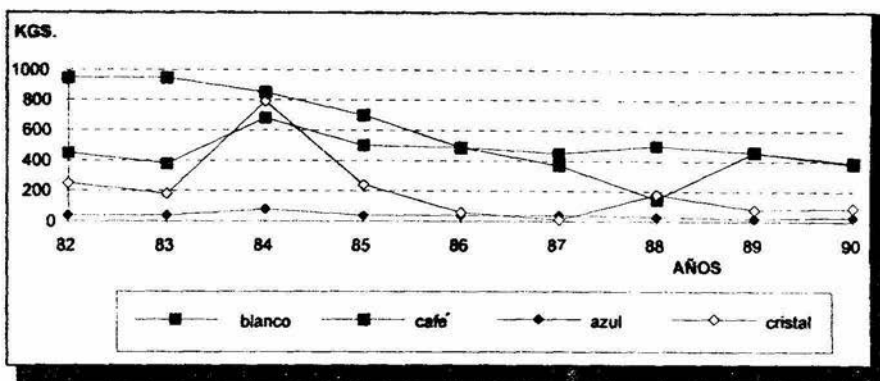


Fig. 5 PRODUCCION POR ESPECIES DE CAMARON DESEMBARCADO EN SALINA CRUZ, OAX. (fuente: SEPESCA,1990)

Para dar respuestas a los puntos mencionados anteriormente, en principio se requiere de una evaluación biológica, que permita predecir la producción y rendimiento que se esperaría en la pesquería de camarón para distintas estrategias de manejo y medidas regulatorias. Para lo cual, las tasas de crecimiento y mortalidad constituyen parámetros básicos en el estudio de dinámica poblacional.

1.2. Crecimiento

El crecimiento individual es el resultado de una serie de procesos metabólicos (anabólicos y catabólicos) (Gulland, 1971), que se manifiestan finalmente en el incremento de tamaño y peso del organismo. El estudio del crecimiento significa básicamente, estimar la relación que existe entre la edad del organismo y la talla o peso adquirido. La mayoría de los métodos en evaluación de poblaciones pesqueras trabajan con datos que representan a la estructura por edades; lo que nos permite conocer la talla promedio de los individuos a una edad dada y estimar el número de individuos por clase de edad en la captura (Pereiro, 1982). Sin embargo y como se explica más adelante, esto no siempre es posible, y el procedimiento consiste en determinar la edad en forma indirecta a partir de las estructuras de longitudes y pesos de organismos que representan a la población bajo estudio.



1.2.1. Expresiones matemáticas del crecimiento

En el estudio del crecimiento en biología pesquera se han desarrollado diversos modelos entre los que citaremos a von Bertalanffy (1938), Beverton y Holt (1957), Ricker (1975), Gulland (1983), Pauly (1984) y Pauly & Morgan (1987); no obstante, el modelo más difundido y el más utilizado para describir el crecimiento es el modelo de von Bertalanffy *op. cit.* Este modelo asume que en la mayoría de los organismos, al ir alcanzando la talla máxima los incrementos en talla o peso por unidad de tiempo se van haciendo menores; es decir, que el incremento instantáneo de la talla de un individuo (dl/dt) es proporcional a la diferencia entre su talla máxima y su talla actual ($L_{oo}-L_t$) (Pereiro, 1982). Para el análisis de una población conviene expresar el crecimiento de los organismos en forma de una expresión matemática, para lo cual von Bertalanffy *op. cit.* lo describe como:

$$L_t = L_{oo} [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (1)$$

Donde:

L_t = longitud a una edad determinada.

L_{oo} = longitud máxima promedio.

K = constante proporcional a la tasa de catabolismo.

t = edad (día, mes, año, etc.).

t_0 = edad teórica, correspondiente a una longitud igual cero;
es decir se refiere al inicio del crecimiento.

De acuerdo con Gulland (1983) se ha preferido utilizar este modelo debido a que cumple cuatro condiciones satisfactorias, que han determinado su universalidad:

- 1) Se requiere estimar sólo tres parámetros (L_{oo} , K y t_0).
- 2) Es coherente con el proceso biológico del crecimiento.
- 3) Normalmente se ajusta a los datos observados.
- 4) Puede incorporarse fácilmente a modelos analíticos para evaluación de poblaciones; tales como los de rendimiento por recluta (Beverton y Holt, 1957) y análisis de cohortes (Jones, 1981).



1.2.2. Métodos para estimar la edad y crecimiento

Para la estimación de edad y crecimiento se han generado diversos métodos, los cuales han sido clasificados de manera general en métodos directos e indirectos.

1.2.2.1. Métodos Directos

Están basados en la identificación de anillos de crecimiento, que se forman en estructuras rígidas como otolitos, escamas, espinas, vértebras, etc. La interpretación de estos anillos concéntricos se asocia con diversos aspectos que ocurren y afectan o se reflejan en la vida de los organismos, como la temperatura ambiente, épocas de reproducción, disponibilidad de alimento, etc. De tal forma que, si podemos relacionar la formación de las marcas del crecimiento con el tiempo de su formación, podremos determinar la edad del organismo.

a) Claves edad-longitud

Estas claves consisten en la construcción de una tabla, donde se ordena la información proveniente de las lecturas de otolitos o alguna otra estructura, de tal forma que pueda ser asociado con la longitud de los peces. Si se asume una distribución normal para cada uno de los grupos de edad y considerando que provienen de una muestra representativa; podemos determinar las longitudes de los organismos en las diferentes edades y finalmente describir este crecimiento con una curva de de von Bertalanffy.

b) Retrocálculo

También conocido como "Cálculo Regresivo de Longitudes a Edades Previas" (Arreguín, 1987), supone una relación estrecha entre el crecimiento del pez, y el incremento de la magnitud de las estructuras que se están estudiando. Este método consiste en efectuar mediciones desde el foco o centro de formación de los anillos en la estructura analizada hacia cada uno de los anillos de la periferia; y posteriormente asociar por interpolación las tallas que tuvieron los individuos en edades anteriores a la actual, tomando como base la relación entre el radio de la estructura con la longitud furcal u otra seleccionada (Pereiro, 1982).

Este procedimiento nos lleva a estimar la longitud media de cada uno de los grupos de edad y en consecuencia estar en disponibilidad de estimar los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy.





1.2.2.2. Métodos Indirectos

Este tipo de procedimientos pueden ser utilizados también para determinar la estructura por edades de una población. Se basan en el análisis estadístico de distribuciones de tallas, donde de manera indirecta se identifican los grupos de edad presentes en la población y se estiman los parámetros de crecimiento, de acuerdo al modelo considerado.

Los métodos indirectos han sido clasificados en:

a) Métodos Gráficos (Petersen, 1892; Cassie, 1954; Tanakas, 1962; Battacharya, 1967; etc)

b) Métodos Analíticos (NORMSEP, ELEFAN, SLCA, PROJMAT, MULTIFAN, etc.)

a) Métodos Gráficos

Los métodos gráficos consideran como punto de partida que los grupos de edad se presentan de acuerdo a una mezcla de distribuciones normales. Cassie (1954) utiliza el papel probabilidad para separar cada componente. Identifica los puntos de inflexión que representan los límites de cada grupo. Por su parte Petersen (1892) se basa en la identificación de modas de una distribución de frecuencias de longitud; asumiendo que a cada moda le corresponda una clase de edad y longitud, ésta será entonces la talla media del grupo de edad (Cabrera, 1990). El método de Battacharya (1967) también llamado de "Progresión Modal", consiste en la transformación logarítmica de las frecuencias y sus diferencias en tiempos sucesivos, por lo tanto, esas modas en el tiempo irán desplazándose hacia la derecha; de tal forma que será posible identificar las tendencias por medio de líneas que corresponden a los grupos de edad.

b) Métodos Analíticos

El avance en materia de computación ha permitido que se desarrollaran algunos procedimientos con un tratamiento estadístico mucho más elaborado que tiende a reducir el problema de la subjetividad, lo que los hace "más confiables", sin dejar de ser prácticos para la separación y caracterización estadística de los grupos de edad en la distribución. Pauly y David (1981), desarrollaron un procedimiento numérico llamado ELEFAN que no considera la distribución normal como necesaria y no permite subjetividad en la separación de los grupos (Cabrera, 1990).

Otros métodos prácticos en la evaluación de parámetros de crecimiento son el SLCA (Shepherd's Length Composition Analysis) (Shepherd, 1987a), el cual trabaja comparando las distribuciones observadas con una función de prueba construida a partir de un conjunto de parámetros de una ecuación de crecimiento, siendo positiva a longitudes modales



pronosticadas y negativa a longitudes intermodales. Y el PROJMAT (Shepherd, 1987b), el cual permite estimar los parámetros de crecimiento de una serie de muestreos sucesivos. De esta manera, por medio de una función basada en mínimos cuadrados no ponderados, se escogen aquellos parámetros de crecimiento cuya matriz de proyección genera la menor diferencia, entre las frecuencias esperadas y las observadas en cada intervalo de longitud (González-Cano, 1991a).

1.2.2.1. Estimación de los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy con métodos indirectos

El modelo de von Bertalanffy, descrito en 1.2.1., fué el primer procedimiento sugerido para estimar K y t_0 a partir de datos de edad-longitud; y para ello se requiere de una estimación de L_{∞} , por lo que generalmente se recurre al método de Ford-Walford.

a) Método de Ford-Walford

El método de Ford-Walford (Ford, 1933 y Walford, 1946)(citado en Ricker, 1975), ha sido uno de los más utilizados para estimar los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy K y L_{∞} . Este método consiste en una regresión lineal simple entre las longitudes medias y sus respectivas edades estimadas a partir de una distribución de frecuencia. Esta regresión es del tipo $y = a + bx$, donde:

$$K = -Ln b \quad y \quad L_{\infty} = \frac{a}{1 - b}$$

b) Método de Pauly & David (1981)

Este procedimiento está basado en el análisis de datos de frecuencia de longitud, de donde se obtiene mediante un procedimiento completamente numérico los grupos de edad presentes en la muestra. Los resultados obtenidos por este método dependen especialmente de la representatividad del muestreo (Arreguín, 1987).

1.2.3. Problemas en la estimación de parámetros de crecimiento para peneidos

Para el caso de los peneidos surgen diversas dificultades:(García y Le Reste, 1986).

- Los crustáceos carecen de una estructura rígida que "registre" las variaciones del ambiente externo, que permita una lectura directa de la edad.
- El crecimiento en crustáceos es discontinuo debido al proceso de muda o ecdisis
- Este mismo factor de la muda no permite en muchos casos el uso de marcas externas para estudios de marcaje-recaptura.
- Como muchas especies tropicales, los camarones muestran uno ó dos períodos anuales de reproducción que hace difícil el uso de métodos de descomposición de curvas polimodales de distribución de frecuencias. Por consiguiente se obtienen sesgos considerables en las evaluaciones de dinámica poblacional.





- e) Muchas de las especies realizan movimientos migratorios a lo largo de su ciclo biológico, lo que dificulta su muestreo.
- f) La distribución del recurso en el espacio dificulta el seguimiento de las poblaciones y el acceso a información de los individuos.
- g) Generalmente la información del camarón proviene de desembarques comerciales, lo que implica un factor de selectividad hacia ciertas tallas.

1.3. Mortalidad

La mortalidad representa la proporción de los organismos que mueren en un período de tiempo dado. Por lo tanto, es un fenómeno por el cual la población pierde individuos. La forma más práctica de expresar este decremento es por medio de tasas instantáneas de mortalidad, como medidas del decremento de la población en función del tiempo. El método clásico para estimar mortalidad se llama "modelo de extinción exponencial" y se remonta a Baranov (1918):

$$Nt = N_0 e^{-Zt} \quad (2)$$

Donde:

N_0 = número inicial de organismos cuando $t = 0$.

Nt = número de organismos al tiempo t .

Z = tasa instantánea de mortalidad total.

t = tiempo considerado.

1.3.1. Tasas de Mortalidad (Z , F , M)

De lo anterior se desprende que la mortalidad total (Z) es por definición la sumatoria de la mortalidad natural (M) y la tasa de mortalidad por pesca (F).

$$Z = M + F \quad (3)$$

De estas, la mortalidad natural (M) se refiere al decremento de organismos en la población, propiciado por cambios en el ambiente (salinidad, temperatura, oxígeno, pH, precipitación, etc.) o la mortalidad ocasionada al interactuar los organismos entre ellos (competencia), o con otras especies (depredación, parásitos, etc.)

La mortalidad por pesca (F) se refiere al efecto que ejerce el hombre sobre el recurso en cualquiera de sus fases de explotación. La forma más simple de evaluar F es por medio de la siguiente expresión (Pereiro, 1982):

$$F = q * f \quad (4)$$

Donde: F = mortalidad por pesca

q = coeficiente de capturabilidad

f = esfuerzo de pesca



1.3.2. Problemas en las estimaciones de mortalidad para peneidos

Las mortalidades son parámetros extremadamente críticos en los estudios de dinámica de poblaciones; y mas aún en poblaciones de peneidos. La duración de vida muy corta del camarón dificulta la separación de las clases de edad. Las constantes variaciones espacio-temporales del recurso que afectan fuertemente el reclutamiento. El difícil seguimiento del esfuerzo pesquero y variabilidad de un mes a otro en la intensidad de mismo afectan continuamente la capturabilidad del recurso y obviamente la mortalidad.

Aunado a lo anterior la mayoría de los métodos consideran la tasa de mortalidad total para las diferentes cohortes y edades como una constante, lo cual es poco común en peneidos.

1.3.3. Métodos para estimar mortalidad total (Z)

Existen demasiadas maneras de estimar los coeficientes instantáneos de mortalidad (Z , M y F). Básicamente basadas en datos de marcaje-recaptura, datos de esfuerzo y estadísticas de pesca. Entre los métodos que se han utilizado en los estudios de camarón tenemos el método iterativo de Silliman y el de Beverton y Holt (1957); los cuales requieren datos de esfuerzo (Ricker, 1975). También tenemos Powell y Wetherall (1987), Ssentongo y Larkin (1973) y Beverton y Holt (1956); los cuales ofrecen estimaciones de Z a partir exclusivamente de datos de producción. (García y LeReste, 1986).

1.4. Especies que se explotan y su distribución

Existen 318 especies de camarones registrados en el mundo (Yap *et al.*, 1987). Entre ellos el género *Penaeus* sobresale por su importancia comercial con 25 especies; de las cuales 9 se localizan en aguas mexicanas; 4 especies en el Golfo de México y 5 en el litoral del Pacífico mexicano (Chapa, inédito).

	<i>Golfo de México</i>	<i>Pacífico mexicano.</i>
Camarón café	<i>P. aztecus</i>	<i>P. californiensis</i>
Camarón blanco	<i>P. setiferus</i>	<i>P. vannamei</i>
Camarón albino	<i>P. schmitti</i>	<i>P. occidentalis</i>
Camarón rosado	<i>P. duorarum</i>	
Camarón azul		<i>P. stylirostris</i>
Camarón rojo		<i>P. brevisrostris</i>
o cristal		





De las 5 especies del género *Penaeus* distribuidas en el Pacífico mexicano, *P. occidentalis* no tiene una participación importante en la producción de este litoral; mientras que *Penaeus californiensis* participa con el 50 % aproximadamente (Fig 6).

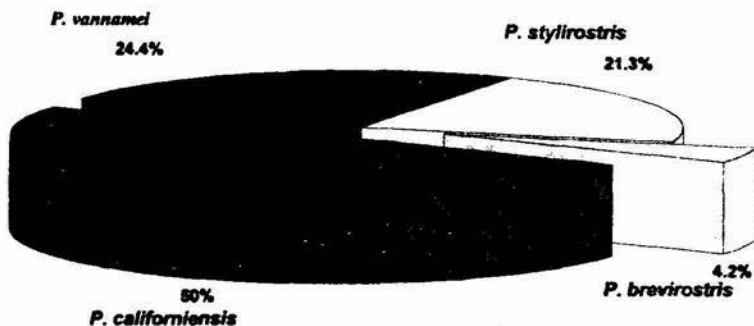
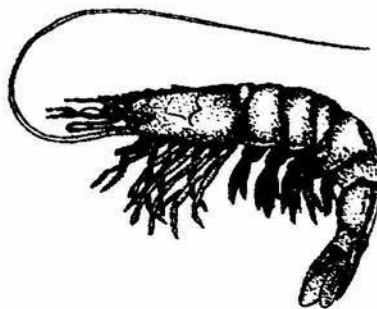


Fig. 6 PARTICIPACION POR ESPECIES EN LA PRODUCCION DE CAMARON DEL LITORAL DEL PACIFICO MEXICANO PARA 1990.
(fuente: SEPESCA, 1990)

1.4.1. Posición taxonómica de *P. californiensis*

Subfilo	Crustacea
Clase	Malacostraca
Subclase	Eumalacostraca
Superorden	Eucarida
Orden	Decapoda
Suborden	Dendrobranchiata
Superfamilia	Peneoidea
Familia	Penacidae
Subfamilia	Penainac
Género	<i>Penaeus</i>
Subgénero	Meliceratus
Especie	



Penaeus californiensis

(Brusca y Brusca, 1990)

1.4.2. Características y distribución de *P. californiensis*

Es una especie eminentemente marina y omnívora. Su distribución va desde la Bahía de San Francisco, California hasta la Bahía Sechura, Piura, Perú, e Islas Galápagos, en Ecuador. En México, se localiza desde Sebastián Vizcaíno en la costa occidental de Baja California, hasta la frontera con Guatemala (Rodríguez de la Cruz, 1981b) incluyendo el Golfo de California (Fig. 7).



Fig. 7 DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y LOCALIZACION DE LA PESQUERIA DE CAMARON EN EL LITORAL DEL PACIFICO MEXICANO.

Batimétricamente los adultos se localizan entre las 10 y 100 brazas de profundidad, con una mayor abundancia entre las 30 y 40 brazas. La salinidad que soporta esta especie varía entre 7.09 ‰ y 73.76 ‰, siendo la más favorable entre 34 ‰ y 36 ‰; por lo que se le considera una especie eurihalina (Rodríguez de la Cruz, 1976). Su distribución se encuentra asociada a una temperatura alrededor de los 28°C. Arosamena (1976) menciona una mayor tolerancia a salinidad alta con temperatura baja y viceversa, reportando la más baja temperatura tolerada de 10°C y la más alta de 35°C. Respecto al nivel de oxígeno se considera que concentraciones menores a 1.0 ml/l en el fondo no son adecuado para el camarón (Rodríguez de la Cruz, 1981b).

La proporción de sexos es de 1.5 hembras por cada macho capturado. (Rodríguez de la Cruz, *op. cit.*). Los sexos son semejantes en color y forma, sin embargo las hembras son ligeramente mayores y más pesadas que los machos. La proporción de sexos toma real importancia si consideramos que en las capturas de cada 30 camarones capturados 20 son hembras.



1.4.3. Ciclo de vida de *P. californiensis*

A diferencia de la mayoría de su género *P. californiensis*, cumple la totalidad de su ciclo biológico en aguas marinas, y no penetra en aguas estuarinas. Los camarones maduran sexualmente en ambientes marinos, cuando alcanzan un peso de 30 a 45 grs. Los organismos se aparean durante la noche, el macho coloca un espermatóforo en la zona ventral de la hembra cuyo exoesqueleto se encuentra firme. Esta especie tiene la ventaja de poseer tégico cerrado, lo que protege el espermatóforo y asegura la fecundidad. Pocas horas después de haber sido fertilizada la hembra, desovan de 500,000 a 1,000 000 de huevos, que miden 0.22 a 0.32 mm de longitud. Las larvas eclosionan de 11 a 18 horas después del desove a temperaturas entre 27 y 29 °C (Bliss, 1985).

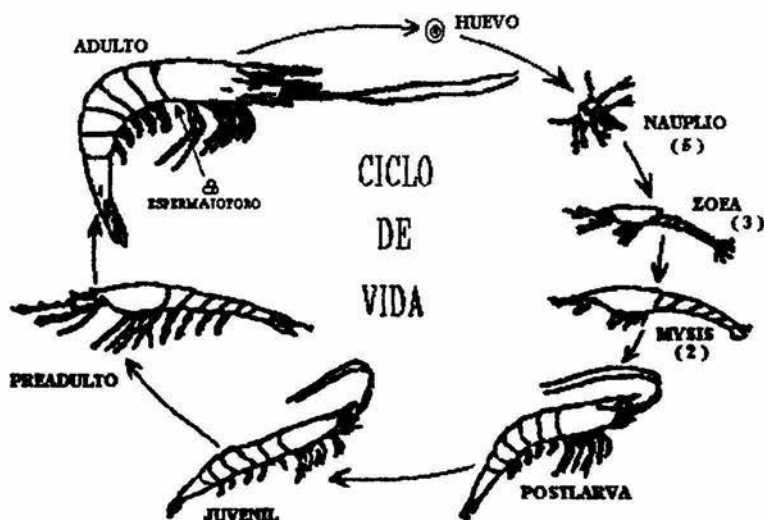


Fig. 7a CICLO DE VIDA DE *P. californiensis*. (modificado de Anónimo, 1986)

Los estadios larvales del camarón son: *nauplio* (36-50 horas); *protozoa* (5 días y crece hasta 2.5 mm); *mysis* con 3 días y 4.0 mm; todos estos estadios son planctónicos y nadadores muy activos. Después de *mysis* el camarón se transforma en *postlarva* con tamaño de aproximadamente 5 mm, por un período de dos a tres semanas. El siguiente estadio es el *juvenil* el cual es bentónico y alcanza los 10 mm; y finalmente llega a *adulto* al alcanzar la madurez sexual (Anónimo, 1986).

2.0. ANTECEDENTES

En México la pesquería de camarón tuvo sus inicios en la parte norte del Pacífico, motivo por el cual la mayoría de los estudios realizados sobre este recurso han sido referidos a esta zona.

Entre los primeros trabajos publicados se encuentran los de Cárdenas (1950 y 1951) quien trabajó sobre la biología de los peneidos; Nuñez (1954) se abocó a la biología de *Penaeus stylirostris* y Chapa (1956, 1959) contribuyó al conocimiento sobre la biología, pesca y distribución geográfica del género *Penaeus* en el Noroeste de México. Por su parte, Pérez-Farfante (1967) estudió la biología del camarón blanco (*P. schmitti*) en el Golfo de México. Los trabajos anteriores a pesar de referirse al proceso de crecimiento, ninguno de ellos lo expresaron con modelos matemáticos.

A partir de 1971 el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938) ha sido de uso generalizado en las evaluaciones del recurso camarón en México. Entre los trabajos que incluyen este modelo se encuentran el de Chávez y Rodríguez de la Cruz (1972) quienes analizaron el crecimiento en el camarón café (*P. californiensis*) del Golfo de California; Chávez (1973a y 1973b) reportó la tasa de crecimiento del camarón blanco (*P. vannamei*) en el Golfo de California y de camarón café del Atlántico (*P. aztecus*) en Veracruz y Tamaulipas; Chávez *et al* (1974) y Sepúlveda (1976) realizaron estudios de crecimiento de camarón blanco (*P. vannamei*) en la región de Ixhuatán, Oaxaca, y en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, respectivamente. Galicia (1976) estimó los parámetros de crecimiento de *P. stylirostris* y *P. californiensis* en el Golfo de California; mientras que Jacquemin (1976) lo realizó con *P. stylirostris*, *P. californiensis* y *P. vannamei*. En este mismo año, Rodríguez de la Cruz (1976) realizó una sinopsis biológica de las especies del género *Penaeus* del Pacífico mexicano, donde recopila valores reportados de los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy para la mayoría de las especies.

La explotación del camarón en el Golfo de Tehuantepec careció de medidas de ordenación hasta 1973. A partir de 1974 se estableció por primera vez una veda en alta mar (SEPESCA-INP, 1992). Entre los primeros trabajos encontrados para el Golfo de Tehuantepec figura el de Chávez *et al* (1974), quien trató de determinar la época de entrada de postlarvas de camarón en la región lagunar de Ixhuatán, Oaxaca. Posteriormente Cruz y Reyna (1976), analizaron los parámetros poblacionales del camarón de alta mar *P. californiensis* en Salina Cruz, Oaxaca; y más tarde, Chávez (1980) hizo una diagnóstico de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec. En la misma zona, Saénz (1981) calculó el rendimiento por área y las posibles relaciones entre la profundidad, número de individuos y tallas, para las tres especies presentes en el Golfo de Tehuantepec (*P. californiensis*, *P. vannamei* y *P. stylirostris*). El trabajo más completo referido en el área de estudio es de Arreguín (1984), quien efectúa un análisis detallado de la pesquería, incluye datos de esfuerzo y reporta un modelo de Rendimiento Máximo Sostenido. Si bien es cierto que este estudio es el más completo, carece de estimaciones de parámetros de crecimiento y mortalidad para machos y hembras por separado.





A partir de 1973 a la fecha, el Instituto Nacional de la Pesca, a través de su CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES PESQUERAS EN SALINA CRUZ, ha pretendido sentar bases científicas para el adecuado manejo de la pesquería en la zona, motivo por el cual recientemente el personal de este Instituto elaboró una propuesta de manejo de la pesquería de camarón de alta mar en el Golfo de Tehuantepec (INP-SEPESCA, 1992).

Como puede observarse, varios autores han estudiado el recurso camarón y el género *Penaeus* en el Pacífico Mexicano; sin embargo, las especies capturadas en el área del Golfo de Tehuantepec en general han sido poco estudiadas. En el caso particular de *P. californiensis*, poco se conoce sobre su crecimiento y mortalidad, por lo que se considera conveniente determinar la tasa de crecimiento y el coeficiente de mortalidad instantánea (Z), a fin de contribuir con bases científicas para análisis más profundos.

2.1. Relaciones biométricas

Las medidas de longitud y peso obtenidas en muestreos de campo son fuente importante en la investigación biológica, en virtud de las diversas formas de presentación de datos, el biólogo requiere factores de conversión que permitan determinar el valor de una característica en función de otra. La Tabla 1 presenta las relaciones más utilizadas para la especie (Muhlia *et al.*, 1975).

Tabla 1. RELACIONES BIOMETRICAS DE *P. californiensis* EN LONGITUD Y PESO, PARA CADA SEXO Y COMBINADOS.

SEXO	PESO TOTAL LONGITUD TOTAL	PESO COLA C/CASCARA LONGITUD TOTAL	PESO TOTAL LONG. CEPALOTORAX
HEMBRAS	WT = - 4.922 + 3.043 (LT)	WCC = - 5.236 + 3.052(LT)	WT = - 4.130 + 2.610 (LC)
MACHOS	WT = - 4.939 + 3.007 (LT)	WCC = - 4.925 + 2.919(LT)	WT = - 4.417 + 2.716 (LC)
COMBINADOS	WT = - 5.014 + 3.050 (LT)	WCC = - 5.763 + 3.304(LT)	

WT= Peso total WCC= Peso Colas Cáscaras LT= Longitud Total LC= Longitud Cefalotorácica

2.2. Aspectos de la dinámica poblacional de *P. californiensis*

En la Tabla 2 se presenta información sobre la dinámica poblacional, como fecundidad, vulnerabilidad, talla de primer desove y la relación hembra-macho (Rodríguez de la Cruz, 1981b). El conocimiento de estos aspectos contribuye al conocimiento de las poblaciones e influyen en el incremento o decremento de las mismas.

Tabla 2. ASPECTOS DE LA DINAMICA POBLACIONAL de *P. californiensis*.

PECUNDIDAD *	TALLA DE 1 ^{er} DESOVE	RELACION SEXUAL MACHOS: HEMBRAS	PESO PROMEDIO (grs. colas)	VULNERABILIDAD **
F= 0.0388 L. 3.2070 F= 0.0962 L. 2.9642	130 mm	1:1.5	13.89 (31-40)	0.000011

* La fecundidad está determinada por el número de óvulos, y en éste caso relacionada con la longitud total.

** La Vulnerabilidad es la fracción del Stock de camarones en estudio que se captura por unidad definida de esfuerzo. Esta fracción es pequeña, menor de 0.01 y se usa como una tasa instantánea de cambio en la población.



2.3. Parámetros de crecimiento reportados para *P. californiensis*

En la Tabla 3 se presentan estimaciones de crecimiento del modelo de von Bertalanffy reportadas por varios autores. Se observa que todos ellos reportan L_{∞} en Longitud Total y K mensual, sin embargo como puede observarse no hay similitud en los valores de los diferentes autores.

Tabla 3. PARAMETROS DE CRECIMIENTO REPORTADOS EN LA LITERATURA PARA *P. californiensis*.

FUENTE	SEXO	K	L_{∞} (mm)	W (gr)	$-t_0$
Chávez y Rodríguez. de la Cruz, 1971	HEMBRA	0.1317	261	205	0.618
	MACHO	0.1729	222	195	0.2637
	TOTAL	0.1662	242	220	0.140
Galicia, 1976	HEMBRA	0.1704	241.44	124.25	0.4790
	MACHO	0.1089	229.68	94.95	0.6313
	TOTAL	0.1358	238.67	119.64	0.7599
Arreguín, 1984	TOTAL	0.2585	243.5	184	0.3268
Ascencio <i>et. al.</i> , 1987	TOTAL	0.2788	200.3	---	0.00538

2.4. Tasas de mortalidad reportadas para *P. californiensis*

Cuando se estudian las diferentes mortalidades, lo que interesa en realidad son las tasas de cambio como medida del decremento de la población por diferentes factores en un periodo finito de tiempo. En la Tabla 4 se muestran valores de Z , M y F , reportados por los diferentes autores. Al igual que para crecimiento, se muestran grandes divergencias en los valores.

Tabla 4. TASAS DE MORTALIDAD (Z , M , F) REPORTADAS EN LA LITERATURA PARA *P. californiensis*

FUENTE	Z	M	F
Rodríguez de la Cruz, 1974	0.26	0.10	0.17
Lluch, 1974	0.37	0.11	---
Jacquemin, 1976	0.208	0.30	0.206
Chávez, 1979	0.318-0.593	0.096-0.071	0.85



2.5. Area de estudio

El área de estudio se encuentra en el litoral del Pacífico mexicano. Los límites geográficos del Golfo de Tehuantepec están comprendidos entre Punta Chipehua, Oaxaca y Puerto Madero, Chiapas. Cabe mencionar que la parte de altamar está dividida en zonas y estas en subzonas, por parte del programa CAMARÓN DEL PACÍFICO del Instituto Nacional de la Pesca, con la finalidad de poder estudiar la pesquería de altamar y conocer el origen exacto de los muestreos; dado lo anterior, al Golfo de Tehuantepec le corresponde la zona No. 90 (Fig. 8); a su vez dividido en las subzonas 91, 92, 93, 94 y 95 con 13, 12, 11, 11 y 11 estaciones respectivamente, hasta completar 58 estaciones (Fig. 9).

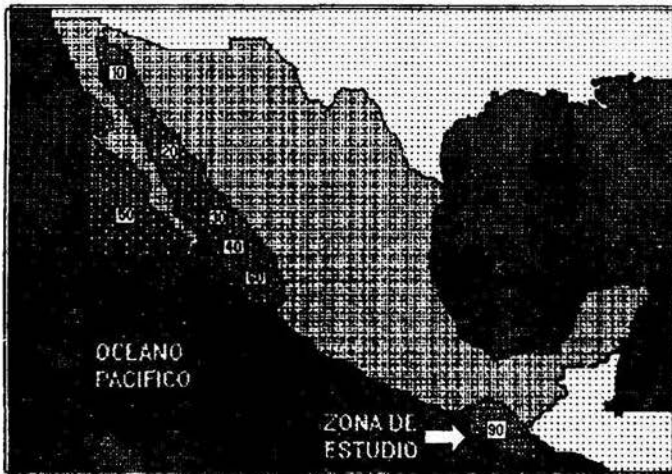


Fig. 8 Zonas de muestreo del PROGRAMA CAMARÓN EN EL PACÍFICO MEXICANO.

El clima es tropical lluvioso con lluvias en verano. La temperatura en todos los meses es superior a 18°C y la precipitación es superior a 750 mm (Tamayo, 1970). El rango de marea es menor de 2 m hacia el Oeste de Salina Cruz y de 2 a 4 m hacia el Este del mismo puerto (Davies, 1973). En ambos casos la marea es de tipo mixto (Instituto de Geofísica, 1978).

De acuerdo con las cartas mensuales de corrientes superficiales (Wyrtki, 1965), las próximas a las costas oaxaqueñas presentan en promedio velocidades menores a 0.3 nudos, con un máximo de 0.42 nudos, medido en el mes de junio. Del mes de mayo al mes de septiembre, la dirección de estas corrientes es principalmente de E a W; en tanto que el resto del año se presenta al W de Puerto Angel una corriente E-W y al E del mismo puerto, la corriente tiene una dirección W-E.



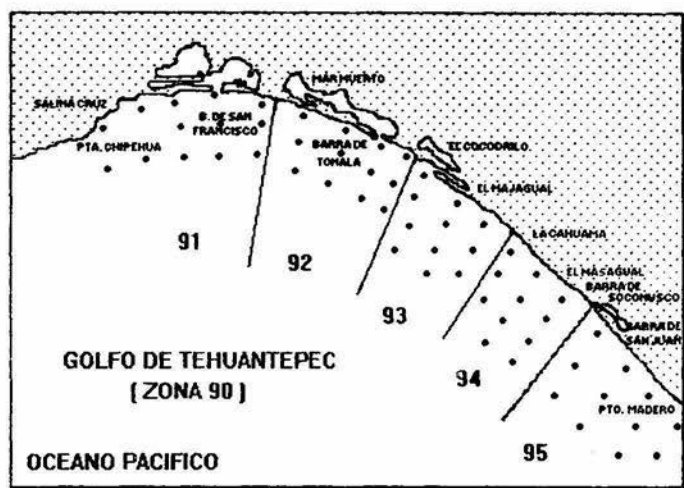


Fig. 9 LOCALIZACIÓN DE LAS 58 SUBZONAS, PARA LOS MUESTREOS DE CAMARÓN DE ALTA MAR EN LA ZONA 90 DEL PROGRAMA CAMARÓN EN EL PACÍFICO MEXICANO.

De acuerdo con Strakhov (1967) el área queda comprendida dentro de una región de intenso intemperismo químico, en la cual la precipitación anual media, fluctúa entre 1000 y 2000 mm. La zona costera está sujeta a ciclones tropicales cuyas principales trayectorias tienen una dirección SE-NW. En el área de estudio ocurren olas con alturas de 2.4 metros o más, con una frecuencia de 10 a 20 % al menos durante dos cuartas partes de un año (Meisburger, 1962).

Desde los límites con Guerrero hasta Salina Cruz, Oax., la línea de costa pertenece a la provincia fisiográfica conocida como zona montañosa de la costa del suroeste (Alvarez, 1962). La plataforma continental es muy angosta y la costa es principalmente rocosa con incipiente planicie costera. Predominan las costas primarias formadas por procesos diastróficos y en menor proporción costas secundarias por erosión, oleaje o por depositación marina (Carranza - Edwards *op. cit.*). Desde Salina Cruz hasta los límites de Guatemala, se tiene una llanura costera en desarrollo, de amplitud moderada, asociada a una plataforma continental amplia.

Respecto a la tectónica de placas frente al litoral de Oaxaca se considera que es el resultado de la colisión continental, afectada por el contacto de la Placa de América con la Placa de Cocos (Carranza - Edwards *et al.*, 1975). Las rocas que afloran en las cuencas hidrológicas que drenan hacia el mar son de litología y edad muy diversa, por lo que en la playa se reciben principalmente los aportes de sedimentos provenientes de rocas metamórficas del Paleozoico y del Precámbrico, rocas intrusivas y extrusivas ácidas del Terciario y suelos del Cuaternario (Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981).



3.0. OBJETIVO GENERAL

Estimar las tasas de crecimiento y mortalidad total (Z) de *Penaeus californiensis* para el Golfo de Tehuantepec por medio de métodos paramétricos y no paramétricos, y compararlos con aquellos obtenidos con anterioridad en el parte norte del Pacífico mexicano.

3.1. Objetivos Particulares

- Estimar los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy (K , L_{∞} y t_0) con base en la longitud, con métodos indirectos paramétricos y no paramétricos
- Determinar los grupos de edad presentes en las distribuciones generadas con datos de las capturas comerciales.
- Estimar las tasas de mortalidad total (Z) con información proveniente de las capturas comerciales en las temporadas 1985-1992.
- Evaluar la proporción de sexos mensual y anual presente en las capturas de *P. californiensis*.

4.0. MATERIAL

Se utilizaron datos recabados por personal del CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIONES PESQUERAS (C.R.I.P.) en Salina Cruz, Oaxaca; como resultado del "PROGRAMA NACIONAL DE CAMARÓN DEL PACÍFICO", registrados por personal del Instituto Nacional de la Pesca-SEPESCA.

Los datos biológicos incluyeron:


Frecuencia de tallas/mes de camarón café *P. californiensis* para 1985-1992, tomados continuamente durante dos periodos:

- a) Temporada de captura (septiembre-octubre a abril-mayo).
- b) Epoca de veda (de junio a septiembre).

a) En la temporada de pesca, el CRIP Salina Cruz, registra mensualmente en formatos establecidos, datos de camarón de maquila en las plantas congeladoras; para ello, se seleccionan muestras de la captura, se identifica la especie, se sexa, se mide la longitud abdominal ("colas") y se registra la madurez sexual de los individuos.

b) En la época de veda se realizan cruceros de investigación, en las estaciones de muestreo establecidas en el programa "CAMARÓN", a lo largo del Golfo de Tehuantepec. Los camarones capturados se identifican a nivel de especie, se sexan, se mide su longitud total, y se determina el grado de madurez sexual; registrándose todo en formatos establecidos (Fig. 10).



 INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA		PROGRAMA CAMARON				HOJA No. _____									
		MUESTREO EN ALTAMAR				DE _____									
MMA	CICLO	MAY 1984	ESTACION	II	T. ANL.	PROY.	D	D	CAP. T. CARL. E.S.	TEMP.	D	D	CAP. INC. E.C.	M. INDIVIDUOS TOTAL/DESC.	FECHA. DIA MES AÑO

MACHOS					HEMBRAS									
ESPECIE <input type="checkbox"/> _____					ESPECIE <input type="checkbox"/> _____									
MAD <input type="checkbox"/> 1		MAD <input type="checkbox"/> 2			MAD <input type="checkbox"/> 1		MAD <input type="checkbox"/> 2		MAD <input type="checkbox"/> 3		MAD <input type="checkbox"/> 4			
TALLA INICIAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		T.L. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			TALLA INICIAL <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		T.L. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		T.L. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		T.L. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
5.0														
5.5														
6.0														
6.5														
7.0														
7.5														
8.0														
8.5														
9.0														
9.5														
10.0														
10.5														
11.0														
11.5														
12.0														
12.5														
13.0														
13.5														
14.0														
14.5														
15.0														
15.5														
16.0														
16.5														
17.0														
17.5														
18.0														
18.5														
19.0														
19.5														
20.0														
20.5														
21.0														
21.5														
22.0														
22.5														
23.0														
23.5														
24.0														
24.5														
FIN <input type="checkbox"/>					FIN <input type="checkbox"/>					FIN <input type="checkbox"/>		FIN <input type="checkbox"/>		

OBSERVACIONES:	NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL CRUCERO
----------------	-------------------------------------

Fig. 10 HOJA DE REGISTRO PARA MUESTREOS EN ALTAMAR DEL PROGRAMA CAMARÓN.

Los registros provenientes de la temporada de pesca se refieren a longitud abdominal (LA), mientras que los de la época de veda corresponden a longitudes totales (LT). Por lo que fué necesaria una conversión de LA a LT, con la finalidad de uniformizar los datos, estudiar la progresión modal de las longitudes abdominales y totales en función del tiempo, y así estimar los parámetros de crecimiento. La conversión se realizó de acuerdo a Chávez y Rodríguez de la Cruz (1972):

$$\text{Para hembras de camarón café:} \quad LT = 3.25 + 1.55 LA \quad (7)$$

$$\text{Para machos de camarón café:} \quad LT = 7.16 + 1.47 LA \quad (8)$$





5.0. METODOS

Para la estimación de los parámetros de von Bertalanffy de *P. californiensis* en el Golfo de Tehuantepec se utilizaron 5 métodos indirectos, uno gráfico (Battacharya) y 4 analíticos (Ford-Walford [paramétrico], SLCA, PROJMAT, y ELEFAN [no paramétricos]), los cuales se describen a continuación.

5.1. MÉTODO GRÁFICO

5.1.1. Método de Battacharya (1967)

Este método de resolución en componentes gaussianos de una distribución, propuesto por Battacharya (1967) está basado en la transformación logarítmica de las frecuencias de longitud y las diferencias existentes entre éstas. En la actualidad se encuentra el método computarizado por Gayanilo, Soriano y Pauly (1988), de tal forma que es posible obtener una dispersión de puntos en el gráfico, de donde se identifican las principales tendencias lineales las cuales corresponden a los grupos de edad.

5.2. MÉTODOS ANALÍTICOS

5.2.1. Método de Ford-Walford

Contando con los valores de la longitud media y la edad promedio de cada grupo o componente es posible estimar los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy; para esto el método más utilizado ha sido el propuesto por Ford (1933) y Walford (1946) (citado en Ricker 1975). Este procedimiento está representado como una regresión lineal simple del tipo $y = a + bx$; de tal forma que si reordenamos la ecuación de von Bertalanffy, tenemos:

$$Lt + l = a + bLt \quad (9)$$

Donde:

$$a = Loo(1-b) \quad b = \exp^{-k(t-t_0)}$$

De esta manera se obtiene una recta con pendiente negativa, donde su logaritmo natural cambiando el signo será K ; y el punto donde la línea corta el eje de las X será Loo .

$$\text{Entonces:} \quad K = -Lnb \quad Loo = \frac{a}{1-b}$$



Como éste procedimiento no permite estimar el valor de t_0 utilizamos la ecuación propuesta por Pauly (1979). Donde al despejar t_0 de la ecuación simple de von Bertalanffy obtenemos:

$$t_0 = t + \frac{I}{K} \ln \left(1 - \frac{L(t)}{L_{\infty}} \right) \quad (10)$$

Realizando una regresión lineal con la forma:

$$\ln \left(1 - \frac{L(t)}{L_{\infty}} \right) = Kt_0 - Kt$$

$$\text{Así: } b = -K \quad a = Kt_0$$

$$\text{Entonces: } t_0 = \frac{a}{-b}$$

En los últimos años, se ha desarrollado un paquete computarizado para estimar parámetros de crecimiento y mortalidad, a partir de las frecuencias de longitud. Este paquete llamado LFDA (Holden & Bravington, 1992) cuenta con tres métodos para la evaluación de parámetros de crecimiento: SLCA, PROJMAT y ELEFAN.

5.2.2. Método SLCA

El método Shepherd Length Composition Analysis (SLCA) de Shepherd (1987a), trabaja comparando las distribuciones observadas con una función de prueba construída a partir de un conjunto de parámetros de una ecuación de crecimiento, siendo positiva a longitudes modales pronosticadas y negativa a longitudes intermodales. La función de prueba presenta la siguiente forma:

$$T(i) = \frac{\sin \pi (t_{max} - t_{min}) \cos 2 \pi (t_{bar} - t_s)}{(t_{max} - t_{min})} \quad (11)$$

donde t_{max} y t_{min} son las edades a cierta longitud (calculadas a partir de la ecuación de von Bertalanffy) correspondientes a los límites superior e inferior del intervalo de longitud i , y t_{bar} es el promedio de t_{max} y t_{min} . El parámetro t_s indica la estación o el período del año (como fracción del ciclo anual) en el cual la muestra fué tomada. La función de prueba es una función periódica y continua. A diferencia de otros métodos, para las estimaciones considera toda la información en las distribuciones en lugar de considerar únicamente las modas (Rosenberg y Beddington, 1988).

A través de este método, se calcula una medida "S" parecida a un coeficiente de correlación entre los datos y la función de prueba. "S" alcanzará un valor máximo, para aquellos valores de los parámetros en la curva de crecimiento que mejor reflejen el comportamiento entre la función de prueba y los datos. Para un conjunto de distribuciones, el método se interpreta como un solo conjunto de parámetros (Basson *et al.*, 1988).



5.2.3. Método PROJMAT

Este método inicialmente diseñado con el objeto de pronosticar las capturas por talla, al pronosticar las composiciones en los distintos intervalos de tamaño (Shepherd, 1987b), puede ser adaptado para estimar los parámetros de crecimiento de una serie de muestras (Rosenberg *et al.*, 1986; Basson *et al.*, 1988).

Al especificar la forma de la ecuación de crecimiento, una matriz de proyección puede ser construida en forma análoga a la matriz de proyección de Leslie (1945). En este caso, en lugar de generar un vector de proporciones de individuos en cada clase de edades, se genera un vector conteniendo la proporción de los individuos en cada clase de tallas. La matriz de proyección Q , es una matriz triangular cuya dimensión es igual al número de clases o intervalos de longitud. Cada elemento q_{ij} , indica qué proporción del intervalo de longitud i al tiempo t , se encontrará en el intervalo j al tiempo $t+1$, debido únicamente al crecimiento. Entonces, el vector X_{t+1} está dado como:

$$X_{t+1} = Q X_t \quad (12)$$

De esta manera, el número de individuos en la población total en un intervalo de longitud determinado, dependerá de las tasas de crecimiento, mortalidad y reclutamiento. Sin embargo, si se asume que la mortalidad es constante en el tiempo, e igual para todas las clases de edades, se obtiene una estructura estable de edades, la cual se mantendrá siempre y cuando su proyección de X_t a X_{t+1} se deba solamente al crecimiento.

De la ecuación anterior, la primera distribución observada puede ser proyectada hacia el futuro para aquellos tiempos para los cuales se hicieron muestreos sucesivos. De esta manera, por medio de una función basada en mínimos cuadrados no ponderados, se escogen aquellos parámetros de crecimiento cuya matriz de proyección genera la menor diferencia entre las frecuencias esperadas y las observadas, en cada intervalo de longitud.

5.2.4. Método ELEFANI

Trabaja por restructuración de distribuciones de longitud asignando valores positivos a las clases de longitud donde hay un número elevado de organismos, y valores negativos donde hay pocos organismos, entonces se calcula una función de puntaje para un par de valores en particular.

5.2.5. Parámetros de crecimiento para *P. californiensis* "Valores de Trabajo"

De los cuatro métodos analíticos utilizados para estimar parámetros de crecimiento, se escogieron "los valores de trabajo" (K , L_{oo} y t_0) para hembras y machos por separado.

Los criterios de selección considerados fueron:

- a) Valores mínimos y máximos de las estimaciones de K y L_{oo} .
- b) Medidas de tendencia central (media, moda y mediana).



- c) Valoración de la temporada que podría considerarse como la más "representativa" de la estructura de tallas de la población, de acuerdo al número de organismos registrados en la distribución.
- d) Se consideraron los resultados de la conversión, de tal forma que la evaluación correspondiera a la realidad.

5.3. Mortalidad

Esta claro que la estimación de la mortalidad es un punto crítico en cualquier investigación pesquera, y más aún en el caso de peneidos; sin embargo, una buena estimación de la mortalidad depende en mucho de la representatividad de las distribuciones de talla y edad, y de la calidad del sistema de muestreo (García y LeReste, 1987).

La tasa de mortalidad total anual (Z), fué estimada mediante tres métodos:

5.3.1. Método Beverton & Holt (1956)

Estos autores proponen una modificación al método de la edad media de Holt (1956). El método asume que el crecimiento es determinístico, no estacional y es descrito por la curva de crecimiento de von Bertalanffy. Además, considera que toda la población deberá estar en estado estable, con mortalidad constante para todos los individuos en la muestra, lo que asume un reclutamiento continuo. La expresión esta dada como:

$$Z = \frac{K(L_{oo} - L)}{(L - L_c)} \quad (13)$$

Donde:

K y L_{oo} = parámetros del modelo de von Bertalanffy.

L_c = longitud de primera captura.

L = longitud promedio de la captura para tallas mayores a L_c .

Su cálculo se lleva a cabo de la siguiente manera:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n f_i L'_i}{f}$$

Siendo L'_i la marca de clase y f el número de observaciones en cada intervalo i de talla.

Una discusión sobre los fundamentos de éste método está dada en Wetherall *et al* (1987) y la precisión del método es examinada por Issac, 1990 (Pereiro, 1982; González-Cano, 1991a y Holden & Bravington, 1992).

5.3.2. Método Powell & Wetherall (1987)

Inicialmente desarrollado por Powell (1979) y extendido por Wetherall *et al.* (1987); este método permite estimar L_{oo} y el coeficiente de mortalidad total y crecimiento (Z/K) usando solamente las frecuencias de longitud de la muestra. Se asume que las muestras provienen





de una población estable, con reclutamiento anual constante, con crecimiento del tipo von Bertalanffy y con una tasa de mortalidad continua y uniforme (Wetherall, 1986).

Este método basado en la ecuación de Beverton & Holt (1956) (ver ecuación 13)

Al reordenar se tiene:

$$L - Lc = Loo \frac{1}{1 + Z/K} - Lc \frac{1}{1 + Z/K}$$

Esta última ecuación implica que, si \bar{L} y Lc son tratadas como variables, la regresión de \bar{L} en función de Lc es lineal con la intercepción del eje de las X de Loo , como una función igual a: (Holden & Bravington, 1992)

$$\frac{-1}{(1 + Z/K)}$$

5.3.3. Método Ssentongo & Larkin (1973)

Proponen una versión análoga al método de la edad media de Beverton y Holt (1956) para situaciones donde el reclutamiento es continuo, utilizando datos de composición por longitudes (Pereiro, 1982):

$$Z/K = \left[\frac{n}{n+1} \right] * \frac{1}{\bar{y} - yc}$$

Donde:

K = tasa de crecimiento individual del modelo de von Bertalanffy.

n = número de muestras usadas para estimar \bar{y} .

$y_i = \ln [1 - (1/Loo)]$

$\bar{y} = \frac{1/n}{m-1} \sum y_i$

$yc = \ln [1 - (Lc / Loo)]$

De acuerdo con estos la varianza de esta estimación estará dada por:

$$d^2(Z) = \frac{[n]^2}{[n+1]} * \frac{1}{n(\bar{y} - yc)^2} \quad (14)$$

5.4. Proporción de sexos

Los individuos muestreados en el estudio fueron separados por sexos en forma mensual, para cada una de las siete temporadas, con el objeto de determinar la proporción de machos y hembras de esta especie en el Golfo de Tehuantepec.



6.0. RESULTADOS

Habitualmente el biólogo-pesquero se basa en muestreos de las longitudes de los individuos para estimar edad y crecimiento; y definir posteriormente la estructura por edades. Siguiendo con este procedimiento se utilizaron las curvas de frecuencias de las tallas comerciales para identificar los grupos de edad (Arreguín, 1984).

Las figuras 14 y 15 (anexos), muestran las series de histogramas para cada sexo por separado considerando Longitud Total (LT), en las temporadas 1987-1992. Estas distribuciones son el resultado de la conversión de LA a LT, las cuales fueron también complementadas con los muestreos de veda obtenidos en los cruceros de investigación que realiza el I.N.P. "PROGRAMA CAMARÓN". Las temporadas '85 y '86 carecen de conversión, debido a que en estos años no se contó con datos durante las épocas de veda.

6.1. Grupos de edad y parámetros de crecimiento con un método gráfico paramétrico

Con base en el método de Ford-Walford, se procedió a la evaluación de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, los cuales se muestran para hembras, en LA y LT en la Tabla 5. Para el caso de los machos no fué posible la evaluación de parámetros de crecimiento, en longitud abdominal (LA); sin embargo, los datos en LT permitieron la evaluación e las temporadas 87-91; resultados que se presentan en la Tabla 6.

En hembras y machos, algunas evaluaciones de K y L_{∞} resultaron poco satisfactorias o alejadas de la realidad. Este tipo de datos se muestran con áreas sombreadas en las tablas 5 y 6; y se discuten en la sección 7.1.

Tabla 5. ESTIMACIONES DE K y L_{∞} , OBTENIDAS EN LA Y LT CON FORD-WALFORD, PARA HEMBRAS DE CAMARÓN CAFÉ (*P. californiensis*).

HEMBRAS					
Longitud Abdominal (LA)			Longitud Total (LT)		
AÑOS	K	L_{∞}	AÑOS	K	L_{∞}
85	0,16	216,47	85	---	---
86	0,25	215,41	86	---	---
87	0,43	162,15	87	0,27	301,73
88	0,17	215,39	88	0,26	276,21
89	0,18	198,95	89	0,17	357,75
90	0,23	212,23	90	0,16	345,04
91	0,18	209,36	91	0,72	209,89

--- En estos años, no se realizó la conversión a L.T.

■ Datos desechados en el promedio, por carecer de apego a la realidad.




Tabla 6. ESTIMACIONES DE K y L_{oo} , OBTENIDAS EN LA Y LT CON FORD-WALFORD, PARA MACHOS DE CAMARÓN CAFÉ (*P. californiensis*).

MACHOS					
Longitud Abdominal (LA)			Longitud Total (LT)		
AÑOS	K	L_{oo}	AÑOS	K	L_{oo}
85	*	*	85	---	---
86	*	*	86	---	---
87	*	*	87	0,13	25,46
88	*	*	88	0,24	230,66
89	*	*	89	0,16	350,22
90	*	*	90	0,31	262,27
91	*	*	91	0,42	224,5

* Casos en los que no se pudieron separar los grupos de edad.

--- En estos años, no se realizó la conversión a LT.

Datos desechados en el promedio, por carecer de apego a la realidad.

6.2. Parámetros de crecimiento con métodos no paramétricos

Las Tablas 7a y 7b muestran los resultados de las estimaciones de K , L_{oo} y t_0 para LA y LT, respectivamente; obtenidos con los métodos SLCA, PROJMAT y ELEFAN, para cada sexo, en cada una de las temporadas 1985-1992. Se observa que en general los resultados de los tres métodos son muy similares.

Además, para cada método y para los tres métodos en conjunto, se presenta el promedio, moda y mediana de cada uno de los parámetros en cada temporada.

6.3. Parámetros de crecimiento para *P. californiensis*

Considerando los resultados de las Tablas 7a y 7b de métodos no paramétricos, y como se menciona en el punto 5.2.5., se utilizaron cuatro diferentes criterios de selección para determinar los "valores de trabajo", que representan los parámetros de crecimiento que se reportan como resultados finales para esta especie en el Golfo de Tehuantepec.



Tabla 7a. Parámetros de crecimiento (*K*, *Loo* y *to*) en Longitud Abdominal con los métodos SLCA, ELEFAN y PROJMAT.

METODO SLCA									
HEMBRAS				MACHOS					
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score		<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score
85	0,19	144	0	8,83	85	0,19	123	-0,23	8,29
86	0,18	138	-0,3	5,72	86	0,24	124	-0,34	7,31
87	0,23	136	-0,93	5,29	87	0,3	122	-0,34	8,95
88	0,24	130	-0,5	5,32	88	0,27	126	-0,47	8,03
89	0,21	138	-0,08	9,02	89	0,26	123	-0,27	7,39
90	0,22	147	-0,55	7,89	90	0,25	126	-0,01	7,59
91	0,21	146	-0,01	9,19	91	0,26	124	-0,03	5,75
MEDIA	0,21	139	-0,33	7,322	MEDIA	0,25	124	-0,24	7,615
MODA	0,21	138	***	***	MODA	0,26	124	-0,34	***
MEDIANA	0,21	138	0,3	7,89	MEDIANA	0,26	124	-0,27	7,59

METODO ELEFAN									
HEMBRAS				MACHOS					
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score		<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score
85	0,24	122	-0,36	-0,18	85	0,3	102	-0,61	-0,05
86	0,24	134	-1	-0,03	86	0,3	109	-0,51	-0,13
87	0,24	137	-0,66	-0,02	87	0,3	110	-0,64	-0,06
88	0,28	120	-0,16	-0,09	88	0,28	108	-0,4	-0,28
89	0,23	132	-1	-0,12	89	0,28	107	-0,65	-0,01
90	0,26	132	-0,23	-0,15	90	0,3	126	-0,92	-0,33
91	0,26	137	-0,73	-0,11	91	0,28	115	-0,4	-0,11
MEDIA	0,25	130	-0,59	-0,1	MEDIA	0,29	111	-0,59	-0,13
MODA	0,24	132	-0,1	***	MODA	0,3	***	-0,61	***
MEDIANA	0,24	132	-0,23	-0,11	MEDIANA	0,3	109	-0,61	-0,11

METODO PROJMAT									
HEMBRAS				MACHOS					
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score		<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score
85	0,22	183	-0,32	-0,29	85	0,21	100	-0,61	-0,45
86	0,2	139	-0,28	-0,16	86	0,27	114	-0,39	-0,16
87	0,2	161	-0,72	-0,12	87	0,28	133	-0,26	-0,09
88	0,2	228	-0,07	-0,21	88	0,25	143	-0,75	-0,25
89	0,2	183	-0,47	-0,1	89	0,21	131	-0,39	-0,2
90	0,18	183	-0,18	-0,12	90	0,21	114	-0,71	-0,31
91	0,17	228	-0,04	-0,24	91	0,27	166	-0,56	-0,36
MEDIA	0,19	186	-0,29	-0,17	MEDIA	0,24	128	-0,52	-0,26
MODA	0,2	183	-0,07	***	MODA	0,21	114	-0,39	***
MEDIANA	0,2	183	-0,28	-0,16	MEDIANA	0,25	128	-0,56	-0,25

Medidas de tendencia central de los tres métodos combinados							
HEMBRAS				MACHOS			
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>		<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>
MEDIA	0,21	151	-0,4	MEDIA	0,26	121	-0,45
MODA	0,21	151	-0,08	MODA	0,29	119	-0,44
MEDIANA	0,21	151	-0,27	MEDIANA	0,25	120	-0,48




Tabla 7b. Parámetros de crecimiento (*K*, *Loo* y *to*) en Longitud Total con los métodos SLCA, ELEFAN Y PROJMAT.

METODO SLCA									
HEMBRAS					MACHOS				
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score		<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score
87	0,25	199	-0,71	8,73	87	0,26	206	-0,28	5,95
88	0,23	222	-0,67	9,33	88	0,3	190	-0,15	10,13
89	0,2	213	-0,37	16,03	89	0,23	181	-0,7	7,68
90	0,21	209	-0,01	5,72	90	0,26	208	-0,04	7,88
91	0,22	202	-0,72	8,61	91	0,23	206	-0,01	16,96
MEDIA	0,22	209	-0,49	9,484	MEDIA	0,25	198	-0,22	9,72
MODA	***	***	-0,71	***	MODA	0,26	206	-0,04	***
MEDIANA	0,22	209	-0,67	8,61	MEDIANA	0,26	206	-0,15	7,88

METODO ELEFAN									
HEMBRAS					MACHOS				
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score		<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score
87	0,32	209	-0,99	0,12	87	0,32	180	-0,3	0,1
88	0,27	195	-0,86	0,04	88	0,22	217	-0,28	0,17
89	0,22	200	-0,26	0,13	89	0,3	185	-0,25	0,08
90	0,27	209	-0,6	-0,3	90	0,3	191	-0,28	-0,03
91	0,24	204	-0,08	0,04	91	0,26	259	-0,75	0,1
MEDIA	0,26	203	-0,55	0,006	MEDIA	0,28	206	-0,37	0,084
MODA	0,27	209	***	***	MODA	0,3	***	-0,28	***
MEDIANA	0,27	204	-0,6	0,04	MEDIANA	0,3	191	-0,28	0,1

METODO PROJMAT									
HEMBRAS					MACHOS				
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score		<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	Score
87	0,24	283	-0,48	-0,2	87	0,16	179	-0,2	-0,13
88	0,24	250	-0,73	-0,13	88	0,16	194	-0,96	-0,16
89	0,24	193	-0,21	-0,16	89	0,24	150	-0,58	-0,28
90	0,21	150	-0,11	-0,11	90	0,16	150	-0,76	-0,39
91	0,21	236	-0,36	-0,14	91	0,14	270	-0,46	-1,65
MEDIA	0,22	222	-0,37	-0,14	MEDIA	0,17	188	-0,59	-0,52
MODA	0,24	***	***	***	MODA	0,16	150	***	***
MEDIANA	0,24	236	-0,36	-0,14	MEDIANA	0,16	179	-0,58	-0,28

Medidas de tendencia central de los tres métodos combinados									
HEMBRAS					MACHOS				
	<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>			<i>K</i>	<i>Loo</i>	<i>to</i>	
MEDIA	0,23	211	-0,47		MEDIA	0,23	197	-0,41	
MODA	0,25	209	-0,71		MODA	0,24	178	-0,16	
MEDIANA	0,24	216	-0,54		MEDIANA	0,24	192	-0,33	



En la Tabla 8 se muestran los valores mínimos y máximos encontrados de K y L_{oo} (en LA y LT) para ambos sexos en las temporadas 1985-1992. Los mínimos y máximos permitieron de entrada, conocer entre que rangos se encontraban K y L_{oo} .

Tabla 8. Tabla comparativa de los métodos SLCA, PROJMAT y ELEFAN, mostrando los valores mínimos y máximos de K y L_{oo} en LA y LT.

METODO SLCA				METODO ELEFAN				METODO PROJMAT			
	K	LA	LT		K	LA	LT		K	LA	LT
HEMBRAS	0.18-0.24	130-147		HEMBRAS	0.23-0.28	120-137		HEMBRAS	0.17-0.22	139-228	
	0.20-0.25		202-222		0.22-0.32		195-209		0.21-0.24		150-283
MACHOS	0.19-0.27	122-126		MACHOS	0.28-0.30	102-126		MACHOS	0.21-0.28	100-166	
	0.23-0.28		190-211		0.22-0.32		180-259		0.14-0.24		150-270

Se observó que de los tres métodos, SLCA ofrece los resultados más apegados a la realidad en la temporada 1989, motivo por el que fué considerado como el más adecuado; y por lo tanto, los "valores de trabajo" reportan las estimaciones de este método en este año.

En la Tabla 9 se reportan los valores de trabajo K y L_{oo} en LA y LT, en las temporadas 1985-1992.

Tabla 9. RESULTADOS DE PARAMETROS DE CRECIMIENTO EN LA y LT para *P. californiensis* EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC EN LAS TEMPORADAS 1985-1992.

"Valores de Trabajo"

LONGITUD ABDOMINAL		LONGITUD TOTAL	
Hembras	Machos	Hembras	Machos
K= 0.21	K= 0.26	K= 0.2	K= 0.23
L _{oo} = 151	L _{oo} = 123	L _{oo} = 213.5	L _{oo} = 181
t _o = 0.27	t _o = 0.48	t _o = 0.54	t _o = 0.33

6.4. Conversión de la información de longitudes a edades

Por otro lado, y a manera de confirmación a partir de los valores de trabajo de crecimiento, se realizó la conversión de la información de longitud total a edad, tomando en consideración las longitudes promedio correspondientes. Cuestión que permite observar las diferencias en el crecimiento a lo largo del desarrollo del camarón, así como las diferencias en el crecimiento para cada sexo. (Tabla 10).




Tabla 10. CONVERSIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LONGITUD TOTAL (LT) A EDADES PARA HEMBRAS Y MACHOS DE *Penaeus californiensis*. El tiempo expresado en meses.

HEMBRAS					MACHOS				
Parámetros:		Ecuación:			Parámetros:		Ecuación:		
$K=$	0.2	(1) $Lt=Loo(1-ek(to))$			$K=$	0.23	(1) $Lt=Loo(1-ek(to))$		
$Loo=$	213				$Loo=$	181			
$to=$	-0.37	(2) $t=(Ln(1-Lt/100)/-k)+to$			$to=$	-0.7	(2) $t=(Ln(1-Lt/100)/-k)+to$		
tiempo	Lt (1)	* Longitud	t (2)		tiempo	Lt (1)	* Longitud	t (2)	
1	51,04927	190	10,75899		1	58,57519	150	6,97178	
2	80,40596	191	10,98125		2	83,72938	151	7,11434	
3	104,44120	192	11,21385		3	103,71520	152	7,26174	
4	124,11960	193	11,45780		4	119,59460	153	7,41431	
5	140,23080	194	11,71427		5	132,21140	154	7,57243	
6	153,42170	195	11,98460		6	142,23580	155	7,73652	
7	164,22140	196	12,27039		7	150,20050	156	7,90704	
8	173,06340	197	12,57352		8	156,52880	157	8,08453	
9	180,30270	198	12,89621		9	161,55680	158	8,26957	
10	186,22970	199	13,24117		10	165,55170	159	8,46284	
11	191,08240	200	13,61171		11	168,72580	160	8,66510	
12	195,05530	201	14,01193		12	171,24780	161	8,87723	
13	198,30820	202	14,44698		13	173,25150	162	9,10025	
14	200,97130	203	14,92354		14	174,84360	163	9,33532	
15	203,15180	204	15,45034		15	176,10850	164	9,58384	
16	204,93690	205	16,03925		16	177,11350	165	9,84742	
17	206,39850	206	16,70691		17	177,91210	166	10,12803	
18	207,59520	207	17,47766		18	178,54650	167	10,42799	
19	208,57490	208	18,38927		19	179,05060	168	10,75020	
20	209,37700	209	19,50499		20	179,45120	169	11,09821	
21	210,03380	210	20,94340		21	179,76940	170	11,47652	
22	210,57150	211	22,97072		22	180,02230	171	11,89092	
23	211,01170	212	26,43646		23	180,22310	172	12,34901	
24	211,37210	*			24	180,38280	173	12,86111	
					25	180,50960	174	13,44168	
					26	180,61030	175	14,11190	
					27	180,69040	176	14,90460	
					28	180,75400	177	15,87479	
					29	180,80460	178	17,12558	
					30	180,84470	179	18,88847	
					31	180,87660	180	21,90216	
					32	180,90200	*		
					33	180,92210	*		
					34	180,93810	*		
					35	180,95080	*		
					36	180,96090	*		
					37	186,96900	*		
					38	180,97530	*		
					39	180,98040	*		
					40	180,98440	*		
					41	180,98760	*		
					42	180,99020	*		
					43	180,99220	*		
					44	180,99380	*		
					45	180,99510	*		



6.5. Mortalidad

Las evaluaciones de la tasa de mortalidad total mensual (Z) se presentan en la Tabla 11, considerando LA y LT para hembras y machos, con los métodos Beverton & Holt (5.3.1.), Powell & Wetherall (5.3.2.) y Ssentongo & Larkin (5.3.3). Como puede observarse los tres métodos se evaluaron con Z para ambos sexos por separado, con la finalidad de detectar posibles diferencias en la mortalidad por sexos; sin embargo la Z para ambos sexos resultó muy similar.

Tabla 11. Tasas de mortalidad total anual (Z) en LA y LT para hembras y machos, con los métodos Beverton & Holt, Powell & Wetherall y Ssentongo & Larkin en los años 1985-1992.

HEMBRAS				MACHOS			
$K=0.21$ $Loo=138$				$K=0.26$ $Loo=123$			
	B-H	P-W	S-L		B-H	P-W	S-L
ANO	Z	Z	Z	ANO	Z	Z	Z
1985	0.51	0.25	0.17	1985	0.28	0.26	0.45
1986	0.35	0.42	0.02	1986	0.97	0.32	0.05
1987	0.32	0.25	0.03	1987	0.70	0.21	0.04
1988	0.33	0.14	2.13	1988	0.95	0.21	0.18
1989	0.45	0.21	0.06	1989	1.18	0.20	0.13
1990	0.50	0.20	0.03	1990	0.74	0.08	0.05
1991	0.32	0.28	0.02	1991	0.59	0.20	0.03
MEDIA	0.39	0.25	0.35	MEDIA	0.77	0.21	0.13

First 100 % Exploited = 105

First 100 % Exploited = 90

HEMBRAS				MACHOS			
$K=0.20$ $Loo=213$				$K=0.23$ $Loo=181$			
	B-H	P-W	S-L		B-H	P-W	S-L
ANO	Z	Z	Z	ANO	Z	Z	Z
1987	0.34	0.26	0.06	1987	0.50	0.21	0.04
1988	0.33	0.23	0.02	1988	0.77	0.29	0.22
1989	0.44	0.35	0.52	1989	0.80	0.34	0.15
1990	0.33	0.32	0.02	1990	0.29	0.22	0.01
1991	0.32	0.44	0.03	1991	0.62	0.15	0.01
MEDIA	0.34	0.32	0.13	MEDIA	0.59	0.24	0.08

First 100 % Exploited = 166

First 100 % Exploited = 139

Entre estos métodos se observa que Beverton & Holt arrojó buenos resultados, pero algunas temporadas con valores elevados. Ssentongo & Larkin, presenta casi todas las temporadas con valores por debajo de lo esperado. Powell & Wetherall es el método que presenta las mejores estimaciones de Z de las 7 temporadas. Dado lo anterior se decidió considerar la temporada 1989 con este método como "valores de trabajo" de mortalidad. La temporada 1989 es la mejor representada en el muestreo, por lo tanto sus respectivos valores de Z , se presentan en la Tabla 12.





Tabla 12. "Valores de trabajo" de mortalidad total anual (Z) en *P. californiensis* para cada sexo, en el Golfo de Tehuantepec.

MORTALIDAD TOTAL (Z)	
HEMBRAS	MACHOS
0.21	0.20

6.6. Proporción de sexos

Las longitudes (LA y LT) de un total de 20,878 individuos fueron analizadas en este trabajo, de los cuales 13,207 fueron hembras y 7,671 machos. En la Tabla 13 se presenta el total mensual de organismos por sexo, el total anual por sexo y el total anual combinados en las siete temporadas.

Tabla 13. Número total mensual de organismos, total anual por sexos y total anual combinados, para cada temporada de estudio.

	85		86		87		88		89		90		91	
	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS
OCT.	30	5	48	11					197	120	62	57	101	52
NOV.	137	107	468	163	236	191	50	18	310	104	726	305	316	215
DIC.	98	64	294	122	274	162	55	24	457	198	539	327	670	242
ENE.	221	108	181	71	242	172	138	132	353	219	305	503	375	131
FEB.	304	201	368	193	316	257	164	92	656	363	380	201	135	49
MAR.	272	251	409	205	345	260	259	241	496	260	438	244	359	279
ABR.	261	175	239	160			146	100	340	125			297	131
MAY.	140	61												
Total de hembras y machos en cada una de las 7 temporadas														
tot X año	1463	972	2007	925	1413	1042	812	607	2809	1389	2450	1673	2253	1099
Total de ambos sexos en cada una de las 7 temporadas														
tot X año	2435		2932		2455		1419		4198		4087		3352	

Total de hembras en las 7 temporadas = 13,207

Total de machos en las 7 temporadas = 7,671

Total de ambos sexos en las 7 temporadas = 20,878

La Tabla 14 muestra la proporción del total mensual por sexos y del total anual por sexos. De este último dato se obtuvo la proporcionalidad para las siete temporadas del análisis, las cuales presentaron un valor mínimo de 1.33 y un máximo de 2.17, observando que siempre las hembras se encuentran en mayoría sobre los machos. El promedio de las siete temporadas mostró una relación 1.7:1 hembra-macho.

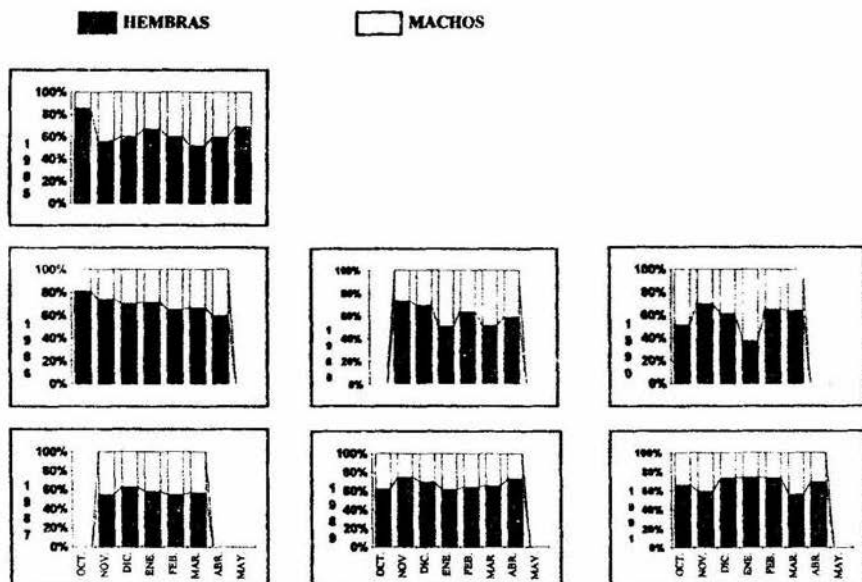


Tabla 14. Proporción de hembras y machos de *P. californiensis* en las 7 temporadas.

	85		86		87		88		89		90		91	
	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS
OCT.	0,857	0,143	0,814	0,186					0,621	0,379	0,521	0,479	0,660	0,340
NOV.	0,561	0,439	0,742	0,258	0,553	0,447	0,735	0,265	0,749	0,251	0,704	0,296	0,595	0,405
DIC.	0,601	0,395	0,707	0,293	0,628	0,372	0,696	0,304	0,698	0,302	0,622	0,378	0,735	0,265
ENE.	0,672	0,328	0,718	0,282	0,585	0,415	0,511	0,489	0,617	0,383	0,377	0,623	0,741	0,259
FEB.	0,602	0,398	0,656	0,344	0,551	0,449	0,641	0,359	0,644	0,356	0,654	0,346	0,734	0,266
MAR.	0,520	0,480	0,666	0,334	0,570	0,430	0,518	0,482	0,656	0,344	0,642	0,358	0,563	0,437
ABR.	0,599	0,401	0,599	0,401			0,593	0,407	0,731	0,269			0,694	0,306
MAY.	0,697	0,303												
Por X sex	0,601	0,399	0,685	0,315	0,576	0,424	0,572	0,428	0,669	0,331	0,599	0,401	0,672	0,328
Relación HEMBRA - MACHO														
	1,5:1		2,17:1		1,35:1		1,33:1		2,02:1		1,49:1		2,04:1	
PROMEDIO DE LAS 7 TEMPORADAS DE LA RELACION HEMBRA- MACHO														
1,7:1														

La proporción hembra-macho se presenta en forma mensual y anual, con la finalidad de detectar posibles patrones o variaciones en la relación hembra-macho conforme transcurre la temporada de pesca (Fig. 11).

Fig. 11 Proporción hembra-macho de camarón café en los años 1985-1992.





7.0. DISCUSION

El presente trabajo es el resultado del análisis de datos de frecuencias de longitud provenientes de los muestreos mensuales de camarón café (*P. californiensis*); llevados a cabo de octubre de 1985 a abril de 1992 en el Puerto de Salina Cruz, Oax. Donde se observa que la tasa de crecimiento de machos es mayor que para hembras; sin embargo éstas últimas alcanzan una longitud máxima promedio mayor. El valor de Z resulta adecuada para la especie. En la proporción de sexos se observó una marcada dominancia de hembras con respecto a machos, correspondiente a 1.7:1 hembra-macho.

7.1. Crecimiento

Uno de los aspectos considerados en el presente estudio, consistió en determinar los parámetros del modelo de von Bertalanffy para describir el crecimiento.

Las propiedades del modelo han sido estudiadas por diversos autores (1.2.1.). Entre estas propiedades tenemos que el uso de este tipo de curva describe el crecimiento como una función continua; sin embargo, para el caso de peneidos debido a la muda, sería más correcto el uso de "funciones en escalera", sin que hasta el momento se halla generalizado el uso de algún modelo de simulación "en escalera" (García y Le Reste, 1987). No obstante cualquiera que sea el modelo utilizado, es raro que un solo modelo sea suficiente para presentar el crecimiento de un camarón desde su nacimiento hasta su muerte; sin embargo los resultados aquí presentados demuestran que el modelo de von Bertalanffy, tal y como se usa en la actualidad es apropiado en el sentido más práctico para *P. californiensis*.

7.2. Funcionamiento de los métodos para estimaciones de crecimiento

a) Método Gráfico

En las Tablas 5 y 6 se presentan los valores de K y L_{∞} obtenidos a partir del método Ford-Walford. Se observan pares de datos caracterizados como no adecuados y/o alejados de la realidad; algunos otros no pudieron evaluarse dada la naturaleza de los datos y en el mejor de los casos se muestra una K baja y L_{∞} elevada. Esto se debe a lo difícil que resulta identificar y separar en peneidos los componentes de tallas. Lo anterior responde a varios factores propios del recurso: el reclutamiento continuo, el esquema bimodal de reproducción en la especie y la distribución del recurso en el espacio (migración) (García y Le Reste, *op. cit.*).

De lo anterior se observa que dicho procedimiento para este conjunto de datos arroja resultados poco satisfactorios.



Este problema para detectar los grupos de edad presentes en la población se resolvería con muestreos minuciosos y frecuentes, que tuvieran una mejor representatividad del recurso. O bien, mediante el uso de técnicas de marcado con colorantes que permitan la fácil identificación de los organismos y recaptura de los mismos, de tal forma que se pueda contar con muestreos representativos de todos los componentes de la población.

b) Métodos Analíticos

Considerando los valores de trabajo de crecimiento presentados en la Tabla 9 (métodos no paramétricos), se observa que el camarón café es una especie que durante los primeros meses de edad crece demasiado rápido (Tabla 10), presentando un crecimiento de 0.83-0.97 mm/día. Ascencio *et al*, 1987 reportan un crecimiento promedio diario para la especie de 0.73 mm/día, apuntando se trata del 42% inferior al promedio general en el Pacífico mexicano que es de 1.26 mm; por su parte Edwards y Menz (1975) obtuvieron una tasa de crecimiento de 0.9 a 1.0 mm/día para *Penaeus vannamei* en Sinaloa, lo que sugiere que el crecimiento del género *Penaeus* es similar en sus diferentes especies.

Comparando las tasas de crecimiento halladas por otros autores para *P. californiensis*, Galicia (1976) asume que el primer mes de vida del camarón café alcanza 50.74 mm/mes en Sonora; por su parte, Chávez y Rodríguez de la Cruz (1972) calculan para el área de Mazatlán 46.28 mm en el primer mes de su ciclo de vida. En el presente trabajo tenemos 51.04 mm en el primer mes de vida de hembras y 58.57 para el primer mes de vida en machos. Lo que demuestra que los tres valores resultan similares y por lo tanto aceptables. El valor de $K=0.25$ de Arreguín (1984), se considera una tasa de crecimiento demasiado rápida, comparada con la obtenida en este estudio y con los autores citados anteriormente.

Además, *P. californiensis* es una especie que se reproduce normalmente dos veces al año, aunque al parecer la intensidad de pesca sobre el recurso propicia que la población difícilmente sobrepase el año de edad, cuestión que se refleja en las capturas. En consecuencia el camarón macho más grande capturado es de 150 mm que corresponde a 6 meses de edad (Tabla 10).

Por otra parte los machos crecen más rápido que las hembras, durante los primeros meses, aunque las hembras alcanzan tallas mayores. Según Chávez y Rodríguez de la Cruz (1972) las hembras alcanzan tallas mayores debido a que éstas deben tener más espacio disponible para ser ocupado por las gónadas durante la etapa de madurez sexual.

La diferencia entre la longitud máxima de las hembras con respecto a la de los machos resulta ser de 32 mm. Chávez y Rodríguez de la Cruz, *op. cit.*, obtuvieron para esta misma especie una diferencia de 39 mm; lo que permite apreciar que esta diferencia no ha variado demasiado de 1972 a la fecha.



Los valores de *L_{oo}* en la Tabla 9, son menores a los obtenidos por Chávez y Rodríguez de la Cruz *op. cit.* y por Galicia (1976). Ambos trabajos reportan una *L_{oo}* por arriba de lo que encontramos en el Golfo de Tehuantepec. Lo anterior puede deberse a que el camarón que se registra en el Puerto de Salina Cruz, Oaxaca, generalmente es de tallas más pequeñas al que se captura en el norte del Pacífico (Mazatlán y Guaymas). Esta diferencia en los tamaños de capturas del Pacífico norte al Pacífico sur, podría atribuirse a las condiciones ambientales favorables (refugios, áreas de crianza, alimento, duración en la época de lluvias, etc.), o bien, a un esfuerzo de pesca mejor regulado, con una veda exitosa. Todos estos factores influyen directamente en una mayor velocidad de crecimiento y/o en tallas mayores presentes en la captura. Por otro lado, los dos estudios antes mencionados, fueron realizados con datos de poblaciones de hace 20 años, cuestión que requiere de actualización.

Por su parte en la zona de estudio, para *P. californiensis* el único trabajo que reporta parámetros de crecimiento es el de Arreguín (1984), quien reporta *L_{oo}*=243. Si bien es cierto, en las temporadas 1985-1992 el organismo más grande encontrado corresponde a 230 mm; las observaciones personales directas permiten constatar que en ausencia de un esfuerzo tan marcado en la pesquería, muy posiblemente la especie presentaría organismos de 240 mm. La *L_{oo}* reportada en este estudio es de 213.5 mm., por debajo de la presentada por Arreguín en 1984, lo cual consideramos se debe a que dicho autor analizó las temporadas 1974-1980, y que en este caso la *L_{oo}* se ha desplazado hacia tallas más pequeñas, quizá influenciado por el elevado esfuerzo de pesca ejercido sobre el recurso.

Lo anterior tendría validez, si al revisar los histogramas de 20 años atrás a la fecha, detectamos que efectivamente la *L_{oo}* ha disminuido, como reflejo de la explotación de la flota que incide sobre el recurso. Esto requiere de un exhaustivo estudio del esfuerzo pesquero aplicado a la pesquería, en por lo menos los últimos diez años.

Sin embargo, cualquiera que sea el motivo del decremento de *L_{oo}* en la historia de la pesquería, debemos señalar que la misma se encuentra sostenida actualmente en su gran mayoría por juveniles recién reclutados, los cuales seguirán presentando una *K* alta y *L_{oo}* de tallas pequeñas; con respecto a los adultos que fueron capturados en los inicios de la pesquería en los años 60's y 70's; años en los cuales además la flota camaronera no era tan numerosa.

De los tres métodos analíticos no paramétricos, observamos que para el grupo de datos aquí estudiados, SLCA mostró los mejores resultados; mientras que PROJMAT y ELEFAN, se presentan más sensibles a los datos contenidos en las frecuencias de longitud. La sensibilidad de estos dos últimos métodos obedece a las características de los datos, un tanto disgregados y escasos en cuanto a la representación de los componentes longitud presentes en la población y por lo tanto de edad.



Los tres métodos arrojaron resultados satisfactorios, motivo por el cual no se considera que en estudios posteriores algunos de éstos métodos pudiera tener preferencia sobre otro para la decisión en su aplicación; mejor aún, si la práctica lo permite, dada la rapidez y facilidad que nos ofrecen, se recomienda abiertamente la aplicación de los tres métodos para un mismo conjunto de datos, a fin de contar con un mayor número de investigaciones con diferentes especies en lugares distintos, que permitan conocer mejor la eficiencia y limitaciones de los métodos. En el presente trabajo se ha detectado que la calidad de la información es determinante en los resultados, motivo por el que se concluye que para obtener buenos resultados se requiere de un buen diseño de muestreo.

7.3. Problemas en la estimación de los parámetros de crecimiento

Los datos provenientes de las capturas son de gran utilidad y efectividad para la obtención de parámetros de crecimiento, siempre y cuando se encuentre bien representada la población; de otra forma, el investigador se enfrenta a diversos problemas.

Por otra parte, la utilización de información de capturas tiene como ventajas principales, la facilidad para obtener dicha información con sólo acudir a las plantas congeladoras, que a su vez reduce considerablemente los gastos que pudiera tener cualquier investigación biológico-pesquera. Sin embargo, también existen desventajas en esta información, como es su representatividad de la población. Los datos provenientes de capturas tienen un fuerte sesgo hacia tallas medianas y grandes, sin la presencia de organismos pequeños; de tal forma que parte importante de la población no está representada en los muestreos. Esto se debe principalmente a la selectividad de las redes de arrastre hacia tallas comerciales

Para disminuir este efecto en el presente estudio se consideraron datos de cruceros de investigación; los cuales utilizan una red de arrastre de 2.0 pulgadas que permite un mayor rango de tallas en el muestreo.

7.4. Mortalidad

Se utilizaron tres métodos para estimar (Z) en las 7 temporadas, los valores de trabajo de mortalidad se presentan en la Tabla 12, para hembras y machos por separado, y como puede observarse no se presenta una marcada diferencia de Z entre los dos sexos.

Como se esperaba *P. californiensis* presenta una mortalidad anual (Z) elevada (mayor que 1), debido al intenso esfuerzo de pesca que se ejerce sobre el recurso. Comparando las Z obtenidas en el presente trabajo con los valores reportados en la literatura, se observa que a pesar de no haber consenso entre los diferentes autores, las Z estimadas de 0.2-0.21 se encuentra dentro del rango aceptable del resto de los autores (Tabla 12); sin embargo los resultados aquí presentados de Z se consideran preliminares y por lo tanto deberá realizarse un análisis más exhaustivo.





7.5. Proporción de Sexos

Como puede observarse en todos los meses de las siete temporadas en estudio se observó una marcada abundancia de hembras sobre machos en la captura. Esta proporción osciló entre 1.33 a 2.17 hembras por cada macho, con una proporción promedio de las siete temporadas de 1.7:1 hembras-machos.

Lo anterior concuerda con los reportado por Rodríguez de la Cruz (1981b), al mostrar una relación 1.5:1 hembras-machos. Ascencio *et al* apunta 1.54:1 hembras-machos; por su parte Schultz y Chávez (1976) y Paulino (1979), también encontraron predominancia de hembras sobre machos en el camarón de altamar del Golfo de México (*Penaeus setiferus*).

Esta proporcionalidad puede deberse a muchos factores, entre ellos como ya apuntamos la tasa de crecimiento de los machos es mayor que en hembras; sin embargo las hembras alcanzan tallas mayores, lo que nos dice que posiblemente los machos son reclutados antes que las hembras, cuestión que los hace más susceptibles al arte de pesca.

Otro causa que se considera es que posiblemente los machos sean más sensibles a los factores adversos y de ahí la predominancia de las hembras en el ecosistema, lo que sugiere la necesidad de estudios de disponibilidad del recurso (Paulino, 1979).

8.0. CONCLUSIONES

Es importante mencionar que el presente es un trabajo preliminar que contribuye a la evaluación de las especies de camarón del Pacífico y al conocimiento de la problemática de una pesquería tan compleja como es el recurso camarón.

En el presente trabajo, se buscaron los métodos más adecuados para la información disponible y los más actualizados para estimar parámetros de crecimiento y mortalidad. A pesar de los problemas que presentan los datos, y al tipo de crecimiento en crustáceos; los resultados obtenidos constituyen información confiable para posteriores estudios sobre manejo de *Penaeus californiensis* frente a las costas de Oaxaca y Chiapas.

Los datos provenientes de las capturas son de gran utilidad y efectividad para la obtención de parámetros de crecimiento y mortalidad, siempre y cuando se encuentre bien representada la población.

Se concluye que Ford-Walford (método paramétrico) no ofrece buenos resultados de parámetros de crecimiento para este grupo de datos, dado que no se encuentran bien representados todos los componentes de longitud.

De los tres métodos analíticos no paramétricos, SLCA mostró los mejores resultados; mientras que PROJMAT y ELEFAN, se presentan más sensibles a los datos contenidos en las distribuciones de frecuencias de longitud.

Los tres métodos utilizados para estimar mortalidad total anual ofrecen resultados satisfactorios. La mortalidad reportada en el presente estudio se encuentra en el rango de $Z=0.2-0.21$.

Las siete temporadas en estudio (1985-1992) presentaron una marcada abundancia de hembras sobre machos en la captura. Esta proporción osciló entre 1.33 a 2.17 hembras por cada macho capturado, con una proporción promedio de las siete temporadas de 1.7:1 hembras-machos.



9.0. RECOMENDACIONES

Aumentar el número de cruceros de investigación en la temporada de veda.

Implementar cruceros de investigación aún en la temporada de pesca.

Implementar la investigación de la especie con una muestra representativa en condiciones controladas; por medio de "encierros" que permiten el uso de técnicas de marcaje-recaptura.

Impulsar los estudios de laboratorio para definir procesos fisiológicos.

Revisar el método de muestreo en los barcos comerciales, con observadores a bordo.

Realizar pruebas de sensibilidad con los tres métodos de crecimiento aquí presentados, a fin de establecer, cual de ellos es el que ofrece los mejores resultados para las diferentes especies de camarón en la zona de estudio, y en ambos litorales.

Continuar y profundizar en el estudio de crecimiento y mortalidad en el área de estudio.

Implementar un adecuado sistema de muestreo encaminado a describir la distribución espacio-temporal del recurso; y detectar posibles áreas de crianza, áreas de refugio, etc.

Profundizar en el estudio del esfuerzo pesquero que incide sobre el recurso en el área de estudio y analizar el comportamiento de la flota de veinte años atrás a la fecha.

Avanzar en los estudios científicos hacia un modelo que represente la pesquería en el Golfo de Tehuantepec.



10.0. REFERENCIAS

- ALVAREZ, M. Jr. 1962. Apuntes de Geología, Paleogeografía y Tectónica de México. 5º año carrera Ing. Geol. Fac. Ing. UNAM, (inédito) 150 p.
- ANONIMO. 1986. El cultivo de camarón en México. Acuavisión. Año I. julio-agosto 1986. p 4-8.
- ANONIMO. 1987. La camaronicultura está en marcha . Acuavisión. Año II. No. 9 (1987) p.p. 32-35.
- ARREGUIN, S.F. 1984. Análisis de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Maestría. CINVESTAV, Mérida, IPN. p. 60.
- ARREGUIN, S.F. 1987. Manual de Técnicas para la evaluación de recursos pesqueros. CINVESTAV, Mérida, IPN. p 52.
- ASCENCIO, B.F., C.SOLIS y L.C. CETINA. 1987. Evaluación biológico-pesquera del recurso camarón *Penaeus californiensis* (Holmes) en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. VII Congreos Nac. de Oceanografía. Ensenada, B:C: Julio de 1987. p. 279-289.
- BARANOV, F. 1918. On the question of the biological basis of fisheries. Nauchn. Issled. Ikhtologicheskij. Inst Izv. 1:81-128 (en ruso).
- BASSON, M., A.A. ROSENBERG and 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.
- BATTACHARYA, C.C. 1967. A simple methods of resolution of a distribution into Gaussian component. Biometrics. 23(1); 115-135.
- BEVERTON, R.J. Y S.J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Fishery Investigations. Ser II Vol. 19; 553 p.
- BLISS, D.E., 1985. The biology of Crustacea. Economic Apects: Fisheries and Culture. Academic Press.Inc., Vol 10:18-20.
- BRUSCA, R.C. y G.J. BRUSCA.1990. Invertebrates. Sinaver Associates,Inc., Publishers, Sunderland, Massachussetts. p. 597-600.





- CABRERA, V.M.A. 1990. Apuntes del curso sobre dinámica de poblaciones y evaluación de recursos pesqueros (versión 1.0). CINVESTAV, Mérida, IPN. p. 46.
- CARDENAS, F.M. 1950. Contribución al conocimiento de la biología de los peneidos del noroeste de México. Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. (Tesis Prof.). 67 p.
- _____ 1951. Ciclo evolutivo de tres peneidos del Noroeste de México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 12 (1-4); 229-258.
- CARRANZA-EDWARDS, A., M. GUTIERREZ-ESTRADA Y R. RODRIGUEZ-TORRES, 1975. Unidades Morfo-Tectónicas Continentales de las Costas Mexicanas. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, 2(1);81-88.
- CARRANZA-EDWARDS, A., L ROSALES-HOZ Y R. LOZANO-SANTA CRUZ. 1988. Estudio Sedimentológico de Playas del Estado de Oaxaca, México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, 15(2);23-38.
- CASSIE, RM 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshwater. Res., 5:513-522.
- CRUZ ROMERO, M e I.E. REYNA. 1976. Análisis de algunos parámetros poblacionales de tres especies de camarón del Pacífico mexicano. Mem. Simp. Biol. Dinam. Pobl. Camarones, Guaymas, México. Agosto 8 al 13, 1976. 1:387-408.
- CHAPA, S.H. 1956. La distribución comercial de los camarones del noroeste de México. El problema de las artes fijas. Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. (Tesis Prof.). 57 p.
- CHAPA, S.H. Notas sobre el comportamiento de los camarones del género *Penaeus*. Dircc. Gral. de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. Sría. de Rec. Hidráulicos., Méx. p. 37. (inédito).
- _____ 1959. Generalidades sobre la pesca y la biología de los camarones del género *Penaeus*. Trab. Divulg., Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conexas, SIC. 4(7).1-26.
- CHAVEZ, E. A. Y RODRIGUEZ, C. M. C. 1972. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis*, Holmes) del Golfo de California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 32 111-127.
- CHAVEZ. E.A. 1973a. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón blanco (*P. vannamei*, Boone) de la región sur del Golfo de California. Ciencia, México. (2) 79-85.
- _____ 1973b. A study on the growth rate of brown shrimp (*P. aztecus aztecus* Ives, 1891) from the coast of Veracruz and Tamaulipas, México. Gulf Research Reports 4 (2); 278-300.



- J.L. CASTRO., M.L. SEVILLA. 1974. Estudio para determinar la época de entrada de postlarvas de camarón a las lagunas Oriental y Occidental de Oaxaca. Informe definitivo. Contrato No. AC-E-73-6. de la Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. con Sría. Rec. Hidráulicos. XIII+269 p.
- CHAVEZ, E.A. 1980. Diagnós de la pesquería de camarón del Golfo de Tehuantepec, Pacífico sur de México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. U.N.A.M. 6(2); 11-18.
- DAVIES, J.C., 1973. Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley & Sojns, New York, 550 p.
- EDWARDS, R.R.C. y MENZ A. 1975. The ecology and population dynamics of penaeid shrimps in a Mexican Coastal Lagoon. Memorias de la Conferencia, Ciencia Pesquera. Univ. de Baja California.México
- *GALICIA, X.R., 1976. Contribución al conocimiento de la biología pesquera de dos especies de camarón; *Penaeus stylirostris* y *P. californiensis* del Norte del Golfo de California. (Tesis Prof.) Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. México. 64 p.
- GARCIA, S. y Le RESTE. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO. Doc. Téc. Pesca. (203); 180 p.
- GAYANILO, F.C. Jr., SORIANO, M. AND PAULY, D. 1988. A draft guide to the compleat ELEFAN. Internacional Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philipines. p.p. 65.
- GONZALEZ-CANO, M. 1991a. Evaluación y opciones de manejo para la pesquería de langosta del caribe mexicano. En: Memorias del Taller sobre manejo de lapesquería de la Langosta. 6-9 junio de 1988, Pto. Morelos, Q. Roo. p. 23-32.
- GULLAND, J. A. 1971. Science and Fishery Management. J. Cons. Int. Explor. Mer. 33:471-477.
- GULLAND, J. A. 1983. Fish Stock Assessment. A manual of basic methods. Wiley, New York. 223 p.
- HOLDEN, S. & M. V. BRAVINGTON. 1992. The LFDA package user manual. versión 3.10. Produced by MRAG Ltd, London. p.
- INSTITUTO DE GEOFISICA. 1978. Tablas de predicción de marcas para 1979. Puertos del Océano Pacifico. An. Inst. Geofisica. UNAM-24;287 p.





- JACQUEMIN, P. 1976. Estimación de algunos parámetros poblacionales de tres especies de camarón del Pacífico mexicano. Mem. Simp. Biol. Dinám. Pobl. Camarones, Guaymas, México. Agosto 8 al 13 de 1976. 2;169-188.
- JONES, R. 1981. The use of length composition data in fish stock assesment (with notes on VPA and Cohort Analysis) FAO Fish. Circ. 734, Rome, 55 p.
- LESLIE, P.H. 1945. The use of matrices in certain population mathematics. Biometrika 35;213-245.
- MUHLIA, A., E. CASTELLANOS. C., B. KENSELER y B.C. BEDFORD. 1975. Relaciones biométricas para tres especies de camarones. I.N.P./SC:7 p.336.
- MEISBURGER, E.P. 1962. Frequency of ocurrence of ocean surface waves in variaous height categories for coastal areas. U.S. Army Engineer research and Development Laboratories. Report 1719-rr.
- NUÑEZ, F.R. 1954. The biology of *P. stylirostris* (Stimpson) a comercial species of shrimp of the west coast of México. M. A. Thesis, Stanford University, U.S. A. 41 p.
- PAULINO, J.M. 1979. Datos sobre las poblaciones de camarón blanco *P. setiferus* Linnaeus en la Laguna de Términos, Campeche (Tesis Profesional) IPN. p.65
- PAULY, D. 1979. Gill size and temperature as governing factors is fish growth formula. Ber. Inst. Meereskunde Univ. Kiel. No. 63, XV+156 p.
- _____ and N. DAVID. 1981. ELEFAN a basic program for the objeteve extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforsch./Rep. Mar. 28(4); 205-211.
- _____ 1984. Fish population dynamics in tropical waters; a manual for use with programmable calculators. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. Studies an Reviews 8, 325 p.
- _____ and MORGAN, GR. (Eds.). 1987. Length-based methods in fisheries research ICLARM, Manila, Philippines and KISR, Safat, Kuwait, 468 p.
- PEREIRO, J. A. 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones marinas sometidas a explotación. Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanog. No. 1. Madrid, España.
- PEREZ-FARFANTE, I. 1967. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón blanco *Penaeus schmitti*. Act. Cont. Cient. Mun. Biol. Cult. Cam. Gamb. México. Junio 12-21, 1967. 1417-1438. p.



- PETERSEN, C.G.J. 1892. Fiskeribiologiske forhold i Holboek, Fjord, 1890-91. Beret. Danske Biol. Sta. 1890-91, 1:121-183.
- POWELL, D.G. 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length-frequency data in the catch. Rapp. P.V. Reun. CIEM 175;167-169.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191; 1-382.
- RODRIGUEZ DE LA C. M. C. 1976. Sinopsis biológica de las especies del género *Penaeus* del Pacífico mexicano. Mem. Simp. Biol. Dinám. Pobl. Cam. Guaymas, México. Agosto 8-13, 1976. 1:282-316, 37 figs.
- _____. 1981a. Estado actual de la pesquería de camarón en el Golfo de México. Ciencia Pesquera. INP. México 1(1):23-45.
- _____. 1981b. Aspectos pesqueros del camarón de altamar en el Pacífico mexicano. Ciencia Pesquera, INP, México. 1 (2); 1-19.
- _____. 1987. Crustáceos decápodos del Golfo de California. SEPESCA. 1a. ed. p. 1-306.
- ROSENBERG, A. A., J.R. BEDDINGTON and M. BASON. 1986. Growth and longevity of krill during the first decade of pelagic whaling. Nature, 324 (6093): 152-154.
- ROSENBERG, A. A. and BEDDINGTON, J.R. 1988. Length-based methods of fish stock assesment. In: J.A. Gulland (ed.) Fish population dynamics. Jonh Wiley & Sons, London. p.
- SAENZ, M.P. 1981. Análisis de las poblaciones de camarón en el Golfo de Tehuantepec. Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. (Tesis Prof.) 38 p.
- _____. 1987. El cultivo de camarón en México. 35-44 p. En: Los recursos del mar y la investigación. Tomo I SEPESCA-INP.
- SCHULTZ-RUIZ, L.E. y E.A. CHAVEZ. 1976. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del camarón blanco (*P. setiferus* L.) del Golfo de Campeche, Méx. In: Mem. Simp. Biol. Dinám. Pobl. Cam. Guaymas, México. Agosto 8-13, 1976. 1:58-72.
- SEPESCA, 1990 Anuario estadístico de pesca 1990. México, 350 p.
- SEPESCA-INP. 1992. Propuestas para el manejo de la pesquería de camarón de alta mar en el Golfo de Tehuantepec. 10 p. (inédito).
- SEPULVEDA, A. 1976. Crecimiento y Mortalidad de camarón blanco *Penaeus vannamei* (Boone) en el sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sin. Durante la temporada 74-75. Esc. Nal. Cienc. Biol. I.P.N. (Tesis Prof.) 38 p.



- SHEPHERD, J.G. 1987a. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. p. 113-119. In: Pauly, D. and G.R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- SHEPHERD, J.G. 1987b. Towards a method for short-term forecasting of catch-rates based on length-compositions. p. 167-176. In: Pauly, D. and G.R. Morgan (eds) Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings 13, 468 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safat, Kuwait.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Carta Geológica, Escala 1:1,000,000, Hoja México y Hoja Villahermosa. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, Secretaría de Programación y Presupuesto.
- SSENTONGO, G. W. and P.A. LARKIN. 1973. Some simple methods of estimating mortality rates of exploited fish populations. J. Fish Res. Board. Can., 30(5); 695-698.
- STRAKHOV, N. M. 1967, Principles of lithogenesis I. Trans. J. P. Firtz-simmons. Oliver y Boyd, Edimburgo.
- TAMAYO, J.L. 1970. Geografía Moderna de México. Edit. Trillas, S:A: México, 390 p.
- TANAKAS, 1962. A method of analysing polymodal frequency distributions and its application to the length distribution of the porfy *Talus tumifrons* (T. and S.). J. Fish Res. Board. Can. 19 (6); 1143-1159.
- Von BERTALANFY, L. V. 1938. A Quantitative laws in metabolism and growth. Q. Rev. Biol. 32: 217-231.
- WETHERALL, J. A., POLOVINA, J.J. and. RALSTON, S 1987. Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. 53-74 p. In: Pauly, D. and Morgan, G. R. (eds) Length-Based methods in fisheries research. ICLARM, Manila, Philippines and KISR, Safat, Kuwait. 468 p.
- WYRTKI, K. 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter. Amer. Trop. Tuna. Comm. Bull, 9 (5); 270-304.
- YAP, G.W., P.A. FLORENTINO Y JURGENNE, H.P. 1987. Manual de cultivo de camarón. Centro de Desarrollo de las pesquerías del sudeste Asiático. (SEAFUEC). Traducción; Garduño, A.H. y Hortensia, C. S. p. 16.

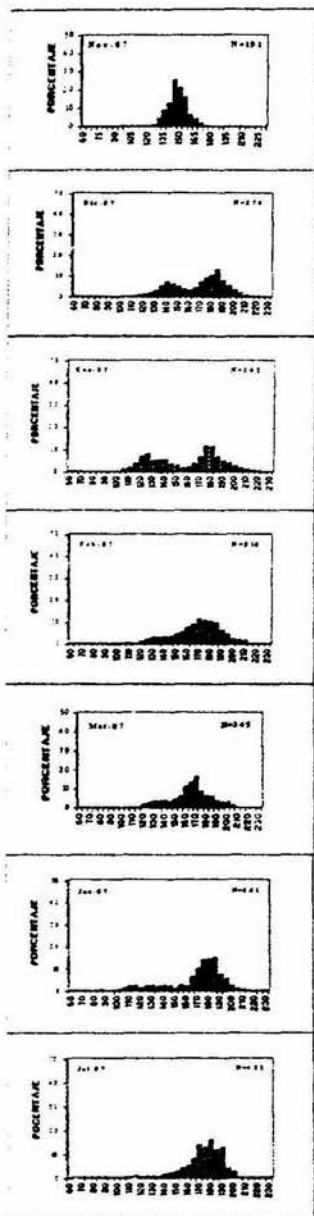


ANEXOS

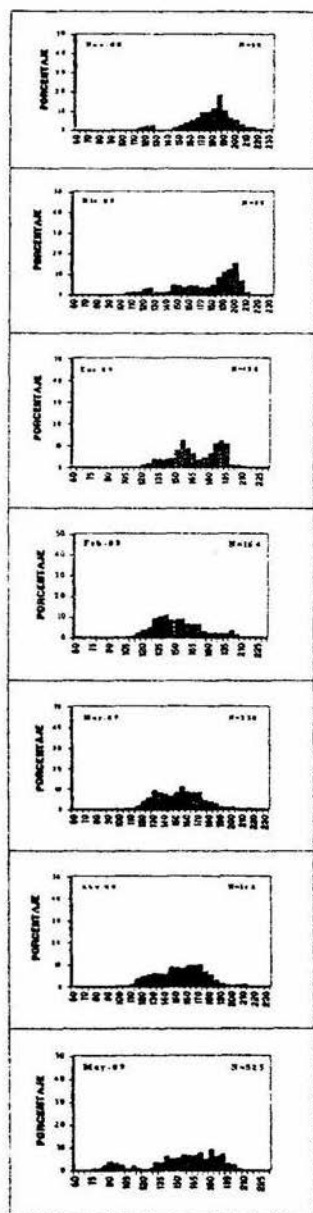


HEMBRAS

TEMPORADA 1987-1988

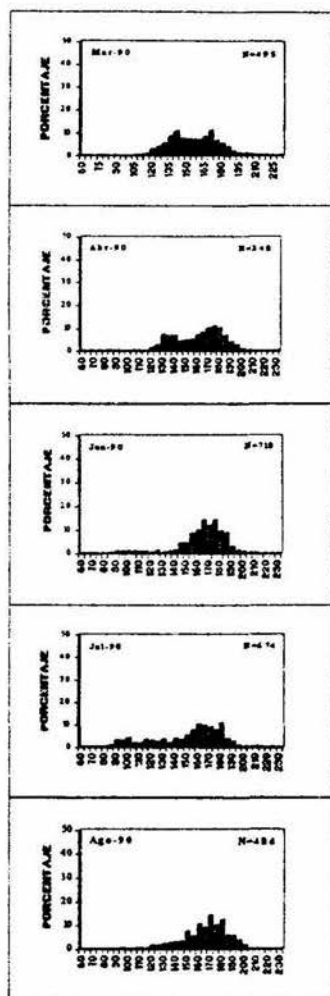
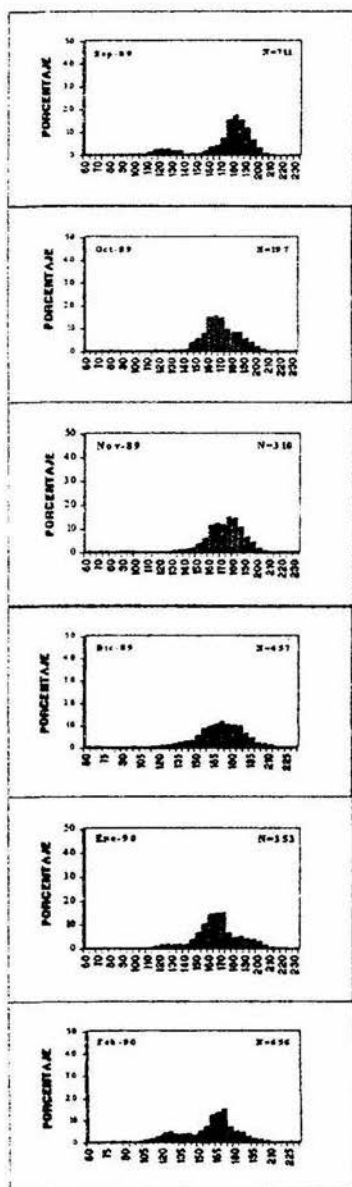


TEMPORADA 1988-1989



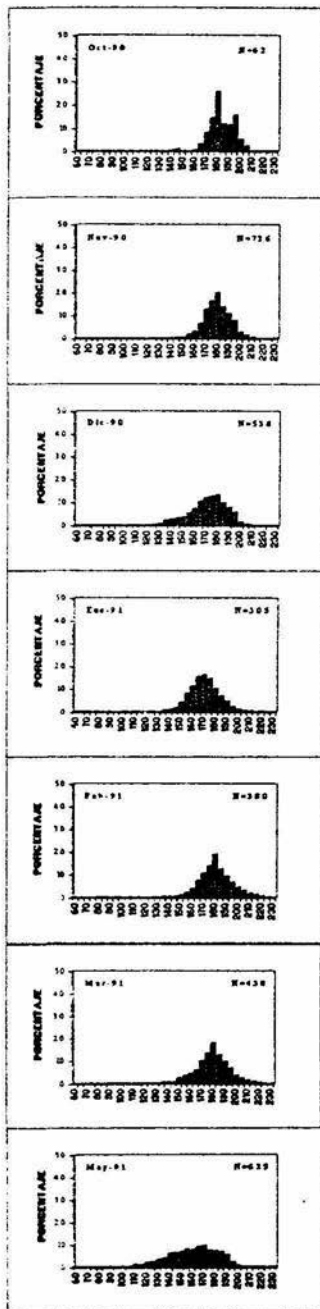
HEMBRAS

TEMPORADA 1989-1990

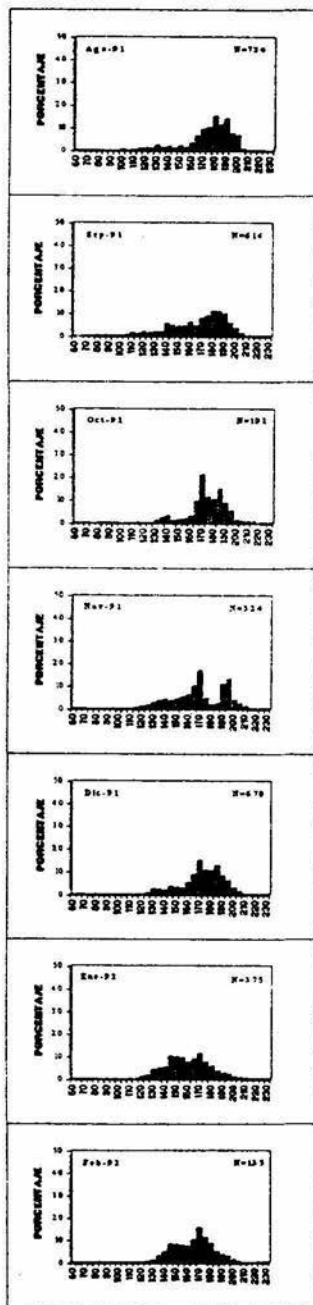


HEMBRAS

TEMPORADA 1990-1991



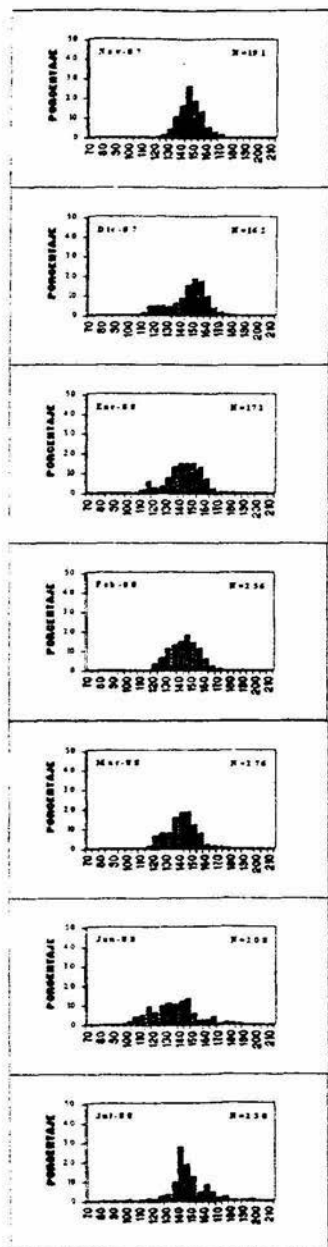
TEMPORADA 1991-1992



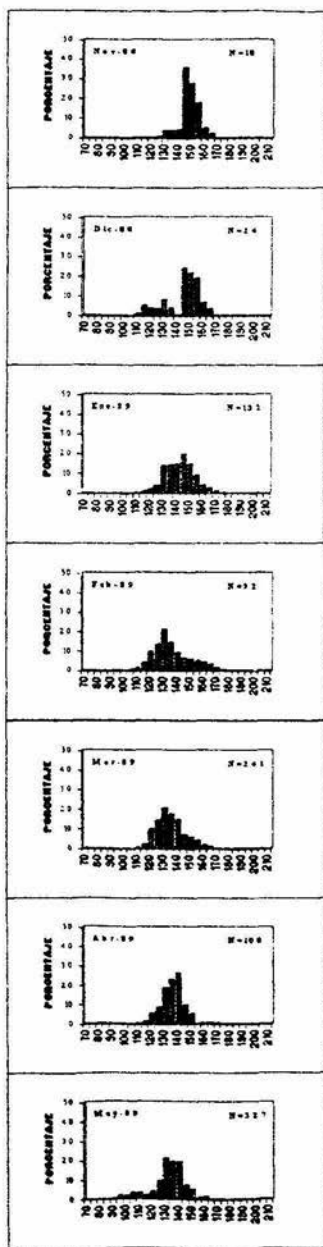


MACHOS

TEMPORADAS 1987-1988

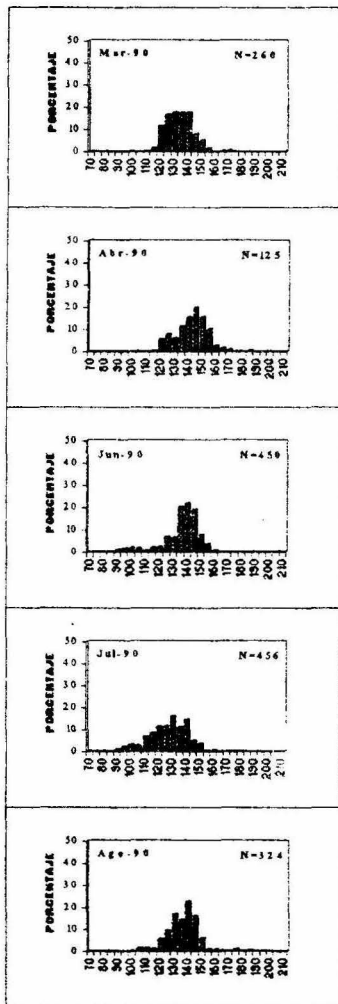
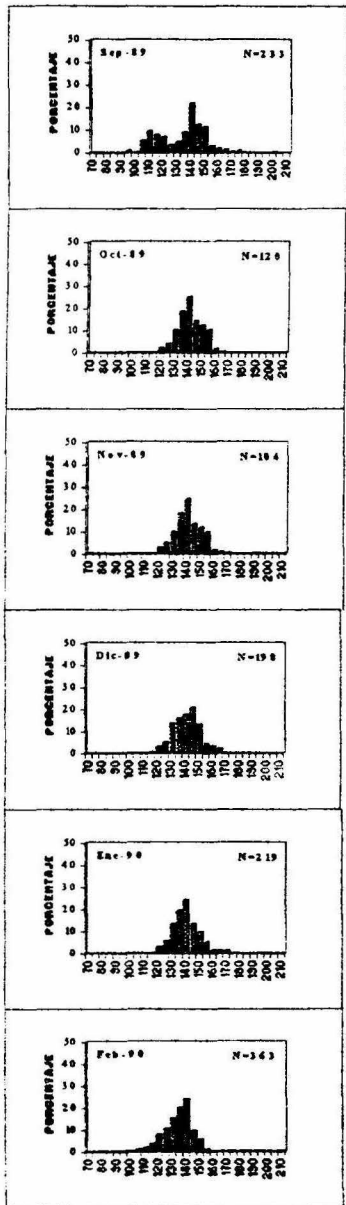


TEMPORADAS 1988-1989



MACHOS

TEMPORADA 1989 -1990





MACHOS

TEMPORADA 1990-1991

TEMPORADA 1991-1992

