



# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

“DETERMINACION DE ALGUNOS PARAMETROS POBLACIONALES Y  
PRODUCCION MAXIMA SOSTENIBLE DEL CAMARON AZUL (PENAEUS  
STYLIROSTRIS STIMPSON, 1871) EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA”



**TESIS**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**OCEANOLOGO**  
PRESENTA  
**RAFAEL GARCIA DE QUEVEDO MACHAIN**

ENSENADA B.C., FEBRERO DE 1990.

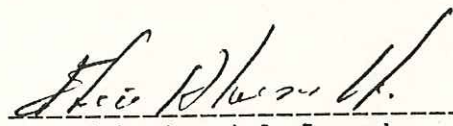
## RESUMEN

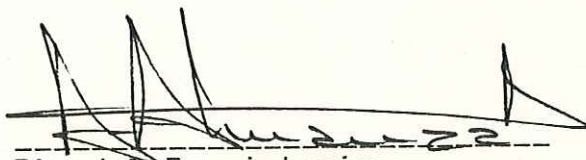
Se hace un análisis del estado actual de la pesquería de camarón azul para la flota de Puerto Peñasco, Sonora que opera en la parte norte del Golfo de California. Se realizaron muestreos mensuales durante octubre de 1987 a abril de 1988 a bordo de embarcaciones camaroneras industriales utilizando además estadística obtenidas de varias fuentes. Se dan a conocer estimaciones de los principales parámetros poblacionales como son: crecimiento, mortalidad por pesca ( $F$ ), mortalidad natural ( $N$ ), mortalidad total ( $Z$ ) y coeficiente de capturabilidad ( $q$ ) para la fase explotable por el sector pesquero industrial, los cuales fueron aplicados a modelos de producción de Schaefer y rendimiento por recluta de Beverton y Holt. El límite máximo de captura en esta zona para camarón azul ya se alcanzó. Se considera que la población presenta una ligera sobreexplotación biológica y por tanto debe disminuirse el esfuerzo a un nivel de por lo menos 113 embarcaciones normalizadas.

"DETERMINACION DE ALGUNOS PARAMETROS POBLACIONALES Y PRODUCCION MAXIMA SOSTENIBLE DEL CAMARON AZUL (PENAEUS STYLIROSTRIS STIMPSON, 1871) EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA."

T E S I S  
QUE PRESENTA:  
RAFAEL GARCIA DE QUEVEDO MACHAIN

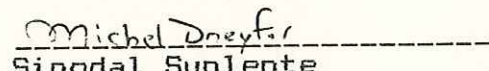
Aprobada por:

  
-----  
Presidente del Jurado  
Oc. Eliseo Almanza Heredia

  
-----  
Sinodal Propietario  
Oc. Eliseo Antonio Almanza H.

  
-----  
Sinodal Propietario  
M.C. Roberto Millán Nuñez

  
-----  
Sinodal Suplente  
M.C. Guillermo Villarreal Ch.

  
-----  
Sinodal Suplente  
Oc. Michel Dreyfus Leon

DEDICATORIA

CON MUCHO AMOR, UN PROFUNDO AGRADECIMIENTO Y  
RESPECTO A MIS PADRES:

SRA. ANA ROSA MACHAIN DE GARCIA DE QUEVEDO

LIC. RAFAEL GARCIA DE QUEVEDO PALACIOS

POR SU APOYO, PACIENCIA Y COMPRESION.

A LA MEMORIA DE MI ABUELO

SR. HERMILO MACHAIN TOPETE

QUIEN INCULCO EN MI EL AMOR POR LA

NATURALEZA Y A QUIEN SIEMPRE RECORDARE

CON MUCHO CARINO.

A MIS DULCES ABUELAS

JOSEFINA Y ANA MARIA

QUIENES SIEMPRE ME HAN COLMADO CON SU

TERNURA Y BENDICIONES.

A MIS HERMANAS

PATRICIA, LORENA Y MARCELA

POR SU CARINO Y AMISTAD.

## AGRADECIMIENTOS

- QUIERO AGRADECER A TODAS LAS PERSONAS QUE DESINTERESADAMENTE NOS BRINDARON LA INFORMACION NECESARIA PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

- A MIS MAESTROS, GUIAS Y AMIGOS POR SU APOYO E INTERES EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO: OC. ELISEO ALMANZA HEREDIA Y OC. ANTONIO ELISEO ALMANZA H.

- AL M.C. ROBERTO MILLAN NUÑEZ POR SUS ATENCIONES Y AMISTAD A LO LARGO DE TODA LA CARRERA Y POR SUS ATINADOS CONSEJOS EN LA ELABORACION DEL PRESENTE ESTUDIO.

- A MI MAESTRO M.C. GUILLERMO VILLARREAL CH. CON QUIEN COMPARTO GUSTOS E INQUIETUDES.

- AL OC. MICHEL DREYFUS L. POR SU AMISTAD Y ATINADOS CONSEJOS.

- A LA FEDERACION REGIONAL DE SOCIEDADES COOPERATIVAS DE LA INDUSTRIA PESQUERA DEL GOLFO DE CALIFORNIA POR SU APOYO Y COOPERACION.

- A LAS FAMILIAS GARCIA-CASTRO Y CONTRERAS-GARCIA QUIENES SIEMPRE DISPUESTOS NOS TENDIERON SU MANO Y AMISTAD.

- A SAMUEL GARCIA-CASTRO COMPAÑERO Y AMIGO DE TODA LA CARRERA CON QUIEN ADEMÁS GOZAMOS UNA MARAVILLOSA AVENTURA A BORDO DE UNA EMBARCACION CAMARONERA.

- MUY ESPECIALMENTE A MI COMPAÑERA Y AMIGA OC. MINERVA NOHEMI ALONSO ALEMAN QUIEN COLABORO DESDE UN PRINCIPIO EN LA OBTENCION DE DATOS Y EL PROCESAMIENTO DE LOS MISMOS, POR SUS CONSEJOS Y APOYO.

- A JUAN JOSE ARRIETA Y JUAN CARLOS ARROY CON QUIENES COMPARTI UN HOGAR COMO VERDADEROS HERMANOS DURANTE CASI TODA LA CARRERA.

- A DORA TERE QUIEN SIEMPRE ME DISTINGUIO CON SUS CARIÑO Y AMOR.

- A MARCOS CEBALLOS, GABRIELA DELGADO, GABRIEL SANCHEZ, GERARDO GONZALEZ Y OC. FRANCISCO ARANDA QUIENES SIEMPRE ME DISTINGUIERON CON SU AMISTAD Y RESPETO.

## INDICE

	PAG.
Introducción .....	1
Objetivo .....	5
Descripción del área de estudio .....	6
Materiales y Métodos .....	8
Muestreo.....	8
Tratamiento de los datos.....	9
Crecimiento.....	9
Crecimiento en peso.....	11
Mortalidad.....	12
Análisis de Población Virtual.....	15
Talla de Primera Captura.....	16
Modelos de Producción.....	16
Resultados .....	19
Crecimiento.....	19
Crecimiento en peso.....	22
Mortalidad.....	22
Análisis de Población Virtual.....	25
Edad de Primera Captura.....	28
Modelo de Producción de Schaefer.....	28
Modelo de Producción por recluta de Beverton y Holt .....	28
Discusiones .....	33
Conclusiones .....	51
Recomendaciones .....	52
Bibliografía .....	53

## LISTA DE TABLAS

- TABLA I. Valores de  $L$  infinito y del coeficiente de crecimiento ( $k$ ) para machos, hembras y ambos combinados obtenidos por el método de Ford-Walford y longitud máxima observada durante el muestreo biológico..... 20
- TABLA II. Valores de  $T$  cero obtenidos a partir del método de Gulland y el método de Beverton y Holt para hembras, machos y ambos combinados..... 20
- TABLA III. Valores de mortalidad total ( $Z$ ) obtenidos por el método de Beverton y Holt, de Gulland (tomado de Everhart et al. pp. 69 y el método citado por Pereiro (1982 pp. 153) para los datos de Puerto Peñasco y de una cooperativa del mismo Puerto..... 24
- TABLA IV. Valores del coeficiente de capturabilidad ( $q$ ) obtenidos por el método de Delury y de Leslie para las temporadas 85/86 y 86/87. Todos los valores presentaron una  $r$  cuadrada mayor a 0.80..... 26
- TABLA V. Valores de mortalidad natural obtenidas a partir de las relaciones generales de Tanaka (1960) y Beverton y Holt (1961)..... 26
- TABLA VI. Valores de mortalidad natural y  $r$  cuadrada obtenidos a partir del método analítico de Beverton y Holt, las temporadas 85/86 y 86/87..... 27
- TABLA VII. Valores de mortalidad por pesca ( $F$ ) para cada

edad obtenidos a partir del método de análisis de población virtual, para información de la temporada 86/87..... 27

TABLA VIII. Esfuerzo normalizado en barcos según el patrón de Alonso-Alemán (1989) para Puerto Peñasco y San Felipe, temporadas 83/84 a 87/88..... 29

TABLA IX. Valores de los parámetros empleados en el modelo de Beverton y Holt de producción por recluta(1957).. 29

TABLA X. Mortalidad total (Z), mortalidad por pesca (F), mortalidad natural (M) y coeficiente de capturabilidad (q) estimados por diversos autores..... 40

## LISTA DE FIGURAS

FIG. 1.- Zona de pesca de la flota camaronera de Puerto Peñasco, Sonora.....	7
FIG. 2.- Esquema mostrando las longitudes empleadas. La Longitud abdominal, Lt Longitud total.....	10
FIG. 3.- Curvas de crecimiento en longitud estimadas para machos, hembras y ambos combinados de <u>P. stylirostris</u> .....	21
FIG. 4.- Curva de crecimiento en peso estimada para machos y hembras combinados para <u>P. stylirostris</u> .....	23
FIG. 5.- Modelo de producción de Schaefer para datos de Puerto Peñasco y San Felipe temporada 86/87.....	30
FIG. 6.- Modelo de producción por recluta de Beverton y Holt (1957) para <u>P. stylirostris</u> .....	32
FIG. 7.- Curva de Crecimiento en longitud para hembras y machos combinados según el presente estudio, Galicia-Xicotencatl (1976) y Castro-Sanchez (1976).....	36

## INTRODUCCION.

La pesquería del camarón ha revestido una gran importancia en el desarrollo pesquero del país, ya que México se encuentra entre los diez productores más relevantes en cuanto a las capturas de este crustáceo (basado en datos de:FAO, 1986). Es así, que los recursos camaroneros representan una fuente considerable de divisas para la nación (Sria de Pesca, 1987).

El 75% de la flota camaronera del Pacífico mexicano se concentra en solo tres puertos: Mazatlán, Guaymas y Puerto Peñasco. Siendo estos los más importantes del noroeste del país (Banpesca, 1986).

La pesquería del camarón en el Pacífico mexicano esta compuesta por nueve especies de peneidos de las que destacan especialmente tres: camarón café Penaeus californiensis, camarón blanco P. vannamei y camarón azul P. stylirostris los cuales por su talla y volúmenes de captura constituyen las especies comerciales más importantes. Estas tres especies se encuentran presentes en el Golfo de California (Rodriguez de la Cruz, 1981a). Solo dos de ellas P. californiensis y P. stylirostris son fuente de capturas relevantes en esta región. De las capturas comerciales totales en Puerto Peñasco, Sonora, alrededor del 80% corresponde a camarón azul y cerca del 20% a camarón café, siendo las capturas de este último

siempre de tallas menores a las obtenidas por el azul el cual es apreciado precisamente por la talla que alcanza. (Valverde-Pollin y Juarez-Contreras, 1986; Valverde-Pollin et al., 1987).

De acuerdo con información de 1986, el camarón azul representa el 30.35% de la producción total camaronera para el litoral del Pacifico Mexicano (Secretaría de Pesca, 1987).

Penaeus stylirostris Stimpson, 1871 (Camarón azul), se distribuye desde Punta Abreojos, Baja California, México hasta Tumbes, Perú y no está uniformemente representado a través del litoral. Es capturado en la costa occidental de Baja California de Punta Abreojos a Cabo Falso. En el Golfo de California es abundante en la costa oriental. Es escaso del río Presidio, Sinaloa a Chiapas y se distribuye entre cero y 16 brazas con mayores capturas de cinco a diez brazas (Rodriguez de la Cruz, 1981b).

La presencia de esta especie está estrechamente relacionada con el tipo de fondo, teniendo especial predilección por los fondos blando-fango-arenosos. El rango de temperatura del agua óptima está entre 24 y 28 grados centígrados, aunque tolera perfectamente hasta 30. Temperaturas por arriba de los 33 C y por debajo de los 5 C en periodos prolongados son letales. Como son organismos

eurihalinos la salinidad no es un factor que limite su presencia aunque el óptimo se presenta entre 23 y 36 o/oo (Rodríguez de la Cruz, 1981b).

Por lo que respecta al oxígeno se considera que concentraciones menores a un ml/l en el fondo, no son adecuadas para Penaeus stylirostris (Rodríguez de la Cruz, 1981b).

En el alto Golfo de California el camarón azul es reclutado en aguas entre 0 y 48 m en su mayoría de 1 a 18 m (García-Gómez, 1976b; Mathews, 1981). El reclutamiento en esta zona se desarrolla de junio a septiembre (Magallón-Jaquemin, 1976; Félix-Pico y Mathews, 1975; y Mathews, 1981). P. stylirostris se reproduce entre marzo y agosto con un máximo en mayo (Mathews, 1981). La talla mínima de madurez es de 175 mm (Magallón y Jaquemin, 1976; García-Gómez, 1976a; Mathews, 1981).

La edad de primera reproducción es de 10 meses (Mathews, 1981). Los datos sugieren que a partir de abril la mayoría de las hembras están ovigeras (Cardenas, 1950 en Chapa-Saldaña, 1964) y que el desove cesa a finales de junio, las postlarvas aparecen distribuidas en junio, julio y agosto (Mathews, 1981).

Se sabe que estos organismos viven menos de dos años y debido a su alta fecundidad, hacen posible una recuperación de los bancos pesqueros. Esto ha permitido la

explotación intensiva de este recurso. Sin embargo, en los últimos años se han observado señales de declinación en su rendimiento independiente de las fluctuaciones correspondientes a cambios ecológicos estacionales (Medina-Neri, 1982).

La pesca comercial se inició desde 1922 pero fue hasta 1928 que Agustín Arreola utilizó el método de arrastre en el Golfo de California. Esta actividad fue continuada entre 1930 y 1933 por una compañía americana llevando el camarón por vía marítima a los Estados Unidos (Chapa-Saldaña, 1964). Posteriormente los japoneses consiguieron la concesión por parte del gobierno mexicano que perdieron en 1939 por no cumplir con los acuerdos. Es a partir de entonces cuando se desarrolló propiamente la pesca industrial de camarón de Alta Mar por parte de mexicanos en el Pacífico desde Oaxaca hasta el Alto Golfo de California (Medina-Neri, 1982).

La tendencia de esta pesquería muestra capturas decrecientes a partir de principios de los años sesentas, con una ligera recuperación en los últimos años, mas siempre con una tendencia a la baja (Alonso-Alemán, 1989).

La producción camaronera de Puerto Peñasco proviene de la explotación industrial de la parte norte del Golfo de California en la que también ejercen las embarcaciones de San Felipe, B. C. y la del Golfo de Santa

Clara, Son, Guaymas, Son. y Mazatlán, Sinaloa (Sria. Pesca, 1987). Este recurso además está sujeto a una explotación de tipo artesanal (Rodríguez de la Cruz, 1981b). Ambas formas de explotación empiezan a generar conflictos entre estos sectores (Comunicación Personal, Sr. Fregoso \*).

El estudio sobre los recursos camaróneros en el Pacífico mexicano se inició en la década de 1940, generando varios trabajos, la mayoría descriptivos de la pesquería, pero no fue sino hasta 1970 cuando se iniciaron los estudios de dinámica poblacional del recurso encaminados especialmente a evaluar el esfuerzo (Rodríguez de la Cruz, 1981b). Estos últimos están englobados casi todos en el Programa para el Camarón del Pacífico desarrollado entonces por el Instituto Nacional de Pesca. De ellos sobresalen los estudios de: Castro-Ortiz y Sánchez-Rojas, 1975; Galicia-Xicotencatl, 1976a, 1976b; Lluch-Belda, 1974; Mathews, 1981.

#### OBJETIVO.

Determinación de parámetros de crecimiento, mortalidad, producción máxima sostenible de Schaefer (1954) y producción por recluta de Beverton y Holt (1957) durante

\* Contador de la Fed. Coop. de la Ind. Pesq. del Golfo de California, F.C.L., 1988.

su fase explotada por el sector pesquero industrial en la parte norte del Golfo de California, zona explotada por las embarcaciones camaroneras de Puerto Peñasco, Sonora.

#### DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Puerto Peñasco se localiza en el Alto Golfo de California a 31 18' latitud norte y 114 45' latitud oeste. La flota camaronera que opera en este puerto realiza sus capturas en las zonas con profundidades entre 5 y 60 brazas localizadas entre los 28 45' latitud norte que corresponde a Bahía Kino en Sonora y a Punta las Animas en Baja California y los 31 40' de latitud norte en el Golfo de Santa Clara, Sonora región más septentrional del Golfo de California (fig. 1). La parte norte del Golfo de California, hacia arriba de los 28 latitud norte se caracteriza por presentar una fluctuación estacional de temperatura bastante considerable pues constituye un encerramiento de un cuerpo de agua templado pero con altas temperaturas en verano. La variación anual de la temperatura ambiental para Bahía de los Angeles, excede los 30 C y para el Golfo de Santa Clara, excede los 40 C. La temperatura máxima se registra en los meses de verano y generalmente sobrepasa los 40 C, mientras que las mínimas se registran en invierno y pueden descender hasta 1 C (Romero-Manzano, 1982).

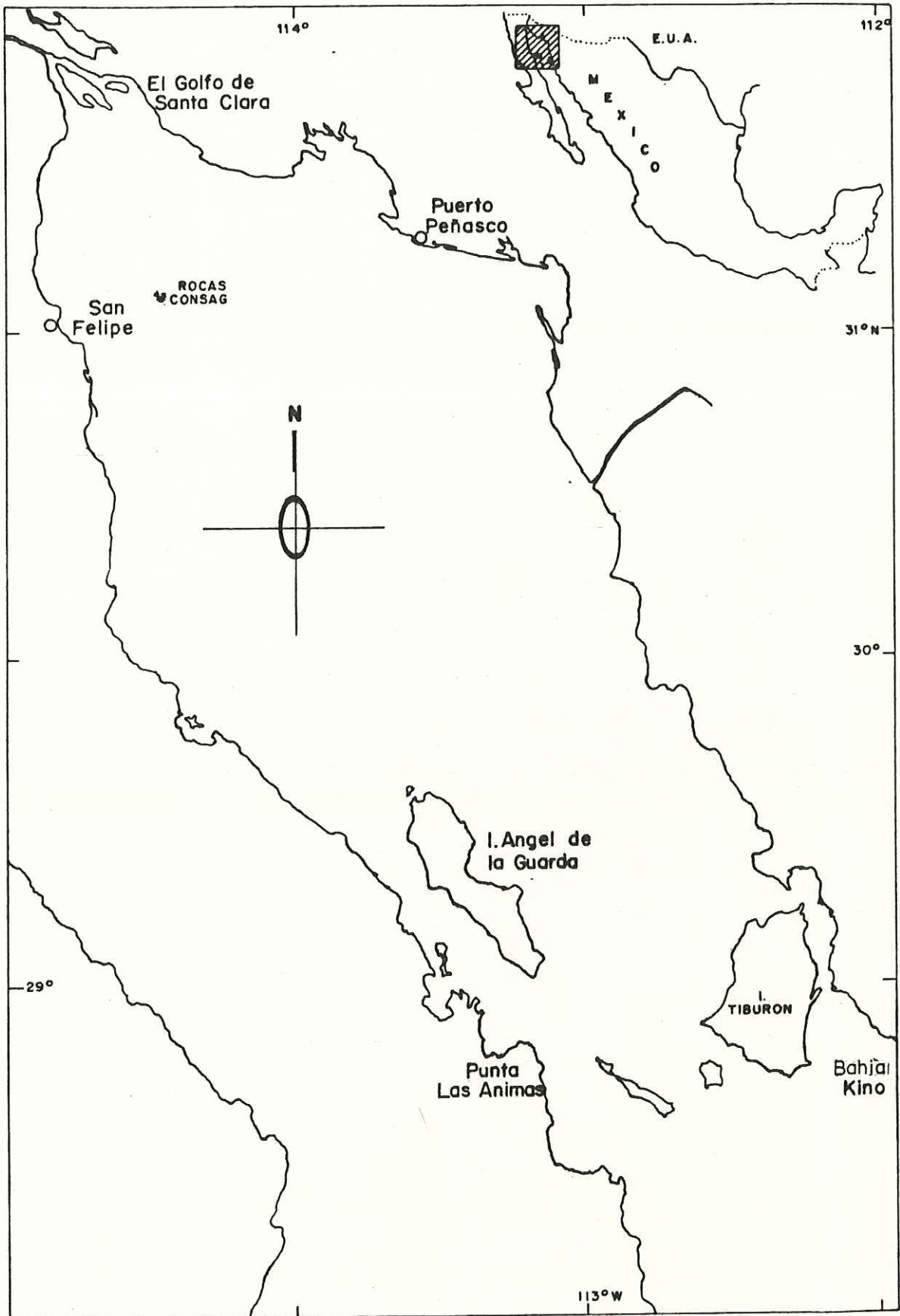


FIGURA 1.- ZONA DE PESCA DE LA FLOTA CANARONERA DE PUERTO PEÑASCO, SONORA.

La temperatura del agua superficial costera en Puerto Peñasco, Sonora, puede exceder los 30-32 C en verano y cae hasta 10-12 C en el invierno. Mientras que la temperatura superficial del mar a distancia de la costa, permanece relativamente constante en la parte norte del Golfo, con una fluctuación de 2 a 5 C (Brusca, 1973).

### MATERIALES Y METODOS.

#### MUESTREO

Se realizaron muestreos biológicos mensuales de camarón azul *P. stylirostris* a lo largo de una temporada de pesca (Octubre, 1987-Abril, 1988). Para ello se determinó el tamaño mínimo de muestra en base a la siguiente ecuación:

$$N = ((z_{\alpha/2} * t) / c)^2 \quad (\text{Brower y Zar, 1978})$$

donde:

N= tamaño de muestra

t= desviación estandar de la muestra

c= error dispuesto a aceptar

$z_{\alpha/2}$ = nivel de confianza

Los primeros dos meses, a partir de organismos descabezados obtenidos al azar en una planta congeladora de Puerto Peñasco, Sonora. El resto en base a organismos completos provenientes directamente de embarcaciones

camaroneras comerciales. Los muestreos consistieron en anotar de cada individuo las siguientes características:

Longitud total (Lt): distancia desde el extremo del rostrum hasta el final del telson.

Longitud abdominal (La): Distancia desde el borde posterodorsal del caparazón hasta el extremo del telson (fig. 2).

Estas medidas fueron tomadas con un ictiómetro de 30 cm, con precisión de 1 mm.

Peso total (P): Se obtuvo por medio de una balanza granataria, hasta +/- 0.01 gramos.

Peso abdominal (Pa): Peso del individuo una vez descabezado.

Sexo: Se determinó usando como criterio los órganos reproductivos diferenciados.

## TRATAMIENTO DE LOS DATOS

### CRECIMIENTO.

El presente análisis se efectuó en base a la información de longitud total del muestreo biológico. En el caso de los meses de octubre y noviembre, en los cuales no se tenían dichos datos fueron obtenidos a partir de la regresión de peso abdominal-longitud total de Muhlia et al. (1975).

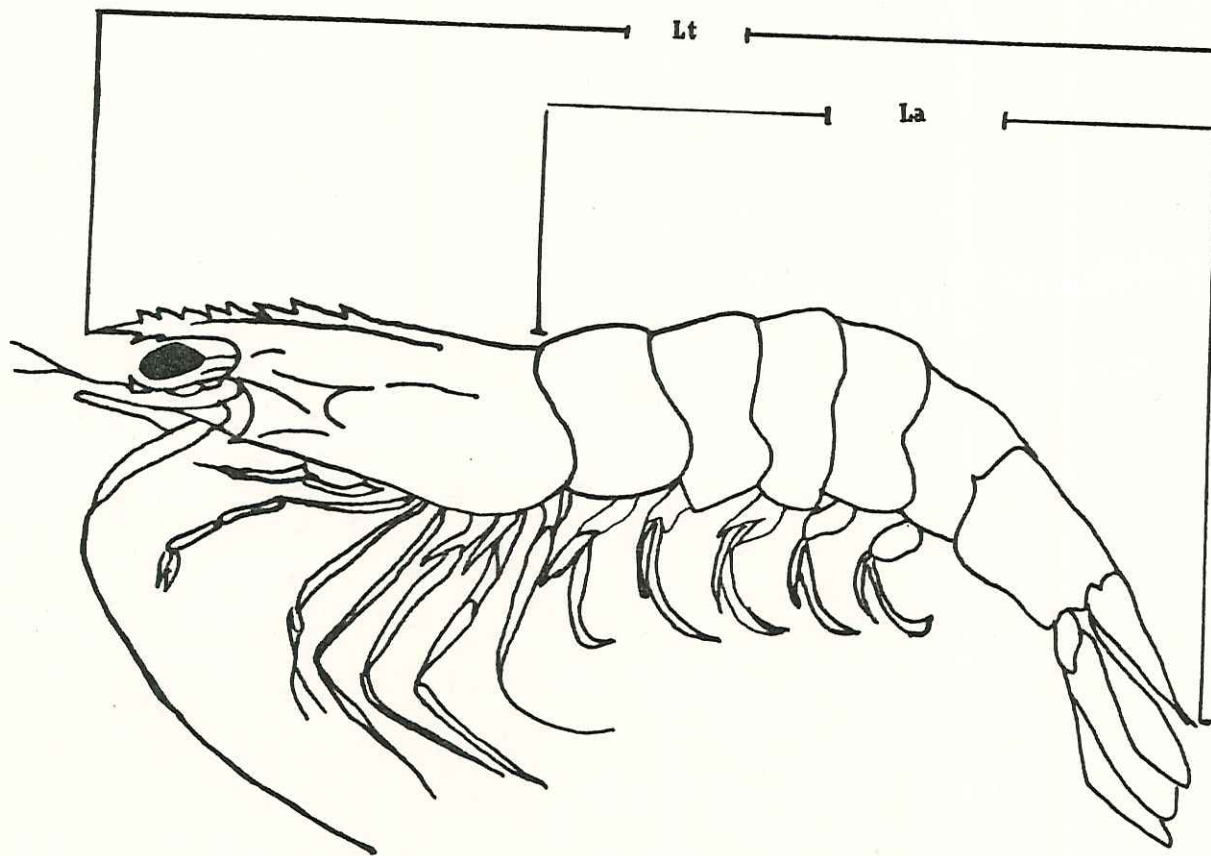


FIGURA 2.- ESQUEMA MOSTRANDO LAS LONGITUDES EMPLEADAS. La LONGITUD ABDOMINAL, Lt LONGITUD TOTAL.

Los datos fueron agrupados en tres conjuntos independientes, a saber: hembras, machos y ambos combinados. Cada conjunto de datos fue separado en clases con intervalos de 0.5 cm estimándose su frecuencia correspondiente. Por medio del método descrito por Bhattacharya (1967) se definieron los componentes de edad para cada mes. Estos últimos son las longitudes totales que posteriormente fueron empleadas al aplicar el método de Ford-Walford (citado por Pereiro, 1982) para obtener los parámetros de crecimiento:  $k$  y  $L$  infinita.

A continuación se determinó la  $t$  cero o constante de integración por medio de los métodos de Gulland y Beverton y Holt (citados por Pereiro, 1982) con la finalidad de obtener el último de los parámetros de crecimiento para la aplicación de la ecuación de Von Bertalanffy para machos, hembras y ambos combinados.

#### CRECIMIENTO EN PESO

La ecuación de Von Bertalanffy que describe el comportamiento del crecimiento en peso (tomada de García y Le Reste, 1986) utiliza los parámetros  $k$  y  $t$  cero de la ecuación de crecimiento en longitud y requiere de dos parámetros más:  $W$  infinita y  $b$ . Dicha ecuación se muestra a continuación:

$$W = W_{inf} * ( 1 - \exp (-k * (t - t_0) ) )^b$$

El valor correspondiente a  $W$  infinita ( $W_{inf}$ ) se obtuvo en base a la  $W$  máxima observada en el medio. Mientras que el parámetro "b" se adquirió a partir de una regresión del logaritmo de la longitud total contra el logaritmo del peso total basada en los datos del muestreo biológico. Se aplicó una prueba de Mann-Whitney para estimar si existe diferencia significativa entre el parámetro b estimado y el correspondiente a un crecimiento isométrico ( $b=3$ ).

## MORTALIDAD

### TRANSFORMACION DE DATOS DE CAPTURA A NUMERO DE ORGANISMOS POR EDAD.

#### a) Obtención de probabilidades.

Se demostró que los datos en peso de la captura comercial presentan una distribución normal por medio de una prueba de Kolmogorow-Smirnov y tomando como base el Teorema del límite central (Sokal y Rohlf, 1979) se asumió una distribución normal en cada una de las categorías comerciales.

A partir de los datos obtenidos en el muestreo biológico se estimó la media y desviación standard de cada

categoría comercial con base en las mismas, por medio de la fórmula:

$$Z = (X - M) / t$$

donde: M= media

t= desviación estandar

X= rango de clase

Z= variable normal estandar

Con la tabla estadística de probabilidad de una distribución normal se obtuvieron las posibilidades de aparición de cada rango de clase dentro de cada talla comercial.

b) Obtención del número de organismos por rango de clase.

Una vez con la probabilidad y con los pesos de la captura comercial en gramos, ambos se multiplicaron. El resultado de la sumatoria para cada rango de clase se divide entre el mismo rango obteniendo el número de organismos para cada clase.

c) Obtención del número de organismos por clase de edad.

Por medio de la ecuación de crecimiento en peso estimada previamente se observan los límites de peso total para cada edad que son transformados a peso abdominal por medio de la regresión de peso total- peso abdominal de Muhlia et al. (1975). A partir de dichos límites y con el

número de individuos dentro de cada rango de clase conseguimos finalmente el número de organismos para cada clase de edad.

#### TASA INSTANTANEA DE MORTALIDAD TOTAL (Z).

Fue establecida por varios métodos para las temporadas de pesca 1985/1986 y 1986/1987, a saber:

- El método descrito por Pereiro (1982, pp. 153) basado en el número de organismos por clase de edad, el esfuerzo en días de pesca y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Este método fue aplicado exclusivamente a los datos de capturas comerciales en Puerto Peñasco donde se obtuvieron valores de Z mensuales que fueron promediados para obtener un valor único.

- El método de Gulland (citado por Everhart et al., 1953 pp. 69) tomando como base el número de organismos de las capturas comerciales y el tiempo en meses.

- El método de Beverton y Holt (1956, 1957 citado por Ricker, 1975 pp. 169), el cual requirió conocer la captura, el esfuerzo en días y la composición por edades de la captura, obteniéndose una Z promedio.

#### COEFICIENTE DE CAPTURABILIDAD (q)

La estimación del coeficiente de capturabilidad (q) fue obtenido por el método de Delury y el método de

Leslie citados por Ricker (1975). El primero fue aplicado una vez obtenidas las capturas por mes en número de organismos, el esfuerzo en días y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE); utilizando el esfuerzo acumulado para las capturas comerciales de las temporadas 86/87.

El método de Leslie, similar al anterior, se basa en la captura acumulada en lugar del esfuerzo acumulado. Fue aplicado a la misma información y a la temporada 85/86 y 86/87.

#### MORTALIDAD NATURAL (M).

Fueron empleados por tres métodos: el método de Tanaka (1960), el método de Beverton y Holt (1961) citados en Pereiro (1982) y el método de Beverton y Holt (1956, 1957) citado por Ricker (1975 pp. 169). Para este último se empleó información tanto de Puerto Peñasco como de una cooperativa del mismo puerto durante las temporadas 85/86 y 86/87. La unidad de esfuerzo fueron días de pesca.

#### ANALISIS DE POBLACION VIRTUAL (APV).

Esta técnica, ampliamente utilizada en la evaluación de recursos marinos explotados (Jones, 1984), se apoya en la ecuación de captura y sobrevivencia para resolver cohorte por cohorte en forma retrospectiva el tamaño de la población y la tasa de mortalidad por pesca (F) en cada intervalo.

La información base para esta técnica consiste en la captura en número de organismos realizada sobre la cohorte en cada intervalo, la tasa de mortalidad (M) a que esta sometida la misma en cada intervalo y un valor de mortalidad por pesca. Este último se estimó a partir de la relación:  $Z = M + F$  (Pereiro, 1982). El periodo de estudio comprendió las temporadas 85/86 y 86/87.

#### TALLA DE PRIMERA CAPTURA ( $T_c$ )

Se estima a partir del porcentaje acumulativo del número de organismos de la captura total para cada talla. En el momento en que éste es igual o cercano al 50%, dicha talla se considera  $t_c$  (Pereiro, 1982).

#### MODELOS DE PRODUCCION

Se utilizó el modelo de producción de Schaefer (1954 ;citado por Ricker, 1975) a los datos de las capturas comerciales por temporada para las capturas de Puerto Peñasco y San Felipe. El periodo de análisis fue de la temporada 81/82 a 87/88.

El método consiste en hacer una regresión entre el esfuerzo y la CPUE. A partir de esta regresión se estiman dos parámetros:  $U$  infinita y  $b$  que son empleados en fórmulas mostradas a continuación para obtener el esfuerzo óptimo, la producción máxima sostenible (PMS) y en sí el

modelo de producción a diferentes niveles de esfuerzo:

$$f_{opt} = U_{inf} / (2b)$$

$$PMS = U_{inf}^2 / (4b)$$

$$Y_e = U_{inf} * f - b f^2$$

donde:

$f_{opt}$  = esfuerzo óptimo

$Y_e$  = producción

$f$  = esfuerzo

La unidad de esfuerzo utilizada fue el número de barcos. La estandarización de los mismos fue basada en el patrón aplicado por Alonso-Alemán (1989).

A partir del resultado del modelo de Producción se estimó el nivel de esfuerzo en PMS para Puerto Peñasco empleando una regla de tres tomando como base el número de embarcaciones normalizadas en Puerto Peñasco y San Felipe.

El modelo de producción por recluta de Beverton y Holt (1957; modificado por los autores 1964) se aplicó a los datos de las capturas comerciales de Puerto Peñasco para la temporada 86/87.

Las relaciones empleadas por este método son:

$$M/k \quad C = L_c / L_{inf} \quad E = (F / (F + M))$$

donde:

$M$  = mortalidad natural

$k$  = coeficiente de crecimiento

$L_c$  = longitud de primera captura

$L_{inf}$  = longitud infinita

$F$  = mortalidad por pesca

$C$  y  $E$  = parámetros del modelo

Una vez estimados  $(M/K)$ ,  $C$  y  $E$  a diferentes niveles de esfuerzo se obtuvieron los valores de producción a partir de las tablas de Beverton y Holt (1964). Se graficó el esfuerzo contra los valores de producción y se estimó a partir de la misma con la aplicación del método  $F_{0.1}$  la producción máxima sostenible y el nivel de mortalidad por pesca correspondiente. La mortalidad por pesca ( $F$ ) fue traducida a esfuerzo a partir de la relación  $F=fg$ .

## RESULTADOS

### CRECIMIENTO.

Los parámetros  $L$  infinita y  $k$  de la ecuación de Von Bertalanffy estimados para hembras, machos y ambos combinados a partir del método de Ford-Walford se muestran en la tabla I. El valor de la  $L$  inf es en orden decreciente: hembras, ambos combinados y machos mientras que el comportamiento es inverso para el valor de  $k$ . Se muestran además las longitudes máximas observadas a lo largo del muestreo biológico para hembras y machos. En el caso de las hembras estos son semejantes a los valores de  $L$  infinita mientras que para machos la diferencia encontrada es mayor.

Los valores de  $t$  cero fluctúan entre 0.28 y a 0.71 (Tabla II). Los mejores ajustes para hembras y machos fueron los obtenidos por el método de Gulland mientras que para ambos combinados se eligió el valor estimado a partir del método de Beverton y Holt.

Las curvas de crecimiento obtenidas a partir de estos parámetros, muestran que antes de los ocho meses el crecimiento de machos es mayor que el de las hembras pero a partir de entonces éstas crecen con mayor rapidez, y es así, que los organismos mas viejos son siempre hembras (fig. 3).

TABLA I. VALORES DE L INFINITO Y DEL COEFICIENTE DE CRECIMIENTO (K) PARA MACHOS, HEMBRAS Y AMBOS COMBINADOS OBTENIDOS POR EL METODO DE FORD-WALFORD Y LONGITUD MAXIMA OBSERVADA DURANTE EL MUESTREO BIOLOGICO.

	L INFINITA (CM)	K	L MAXIMA OBSERVADA
HEMRAS	24.83	0.189573	23.4
MACHOS	23.63	0.322731	20.7
AMBOS COMBINADOS	24.56	0.238761	23.4

TABLA II. VALORES DE T CERO OBTENIDOS A PARTIR DEL METODO DE GULLAND Y EL METODO DE BEVERTON Y HOLT PARA HEMBRAS, MACHOS Y AMBOS COMBINADOS.

T CERO	HEMRAS	MACHOS	COMBINADOS
METODO DE GULLAND	<u>0.55738</u>	<u>0.273438</u>	0.43117
METODO DE BEVERTON Y HOLT	0.710363	0.30647	<u>0.284764</u>

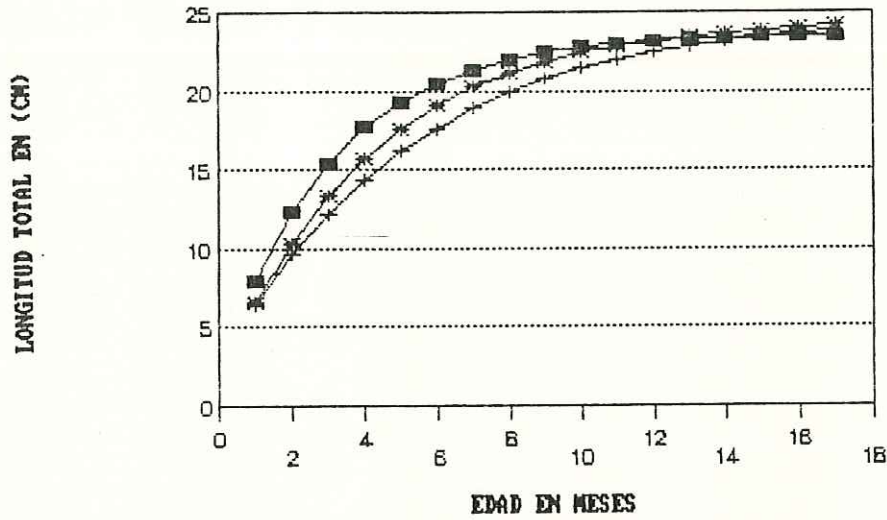


FIGURA 3.- CURVAS DE CRECIMIENTO EN LONGITUD ESTIMADAS PARA MACHOS —■— , HEMBRAS —●—  
Y AMBOS COMBINADOS —\*— DE P. STYLIROSTRIS.

### CRECIMIENTO EN PESO

La W máxima observada en el muestreo biológico es igual a 112.6 gr. El parámetro "b" estimado fue de 2.839212. La curva de crecimiento en base a estos valores se muestra en la figura 4. La prueba de Mann-Whitney demostró que no existe diferencia significativa entre el parámetro estimado y el correspondiente a un crecimiento isométrico (3) a un nivel de 95% de confianza.

A lo largo del muestreo biológico, la composición por sexos en las tallas comerciales mantiene una relación uno a uno.

### MORTALIDAD

#### MORTALIDAD TOTAL

Los valores de Z promedio estimados a partir de tres métodos distintos tanto para Puerto Peñasco como para una cooperativa del mismo puerto, varían entre 0.91 y 1.22 siendo los más altos los obtenidos a partir de la información de Puerto Peñasco (Tabla III).

#### COEFICIENTE DE CAPTURABILIDAD

Los valores del coeficiente de capturabilidad (q) fueron obtenidos por medio del método de Delury y de Leslie para las temporadas 85/86 y 86/87, utilizando diferentes

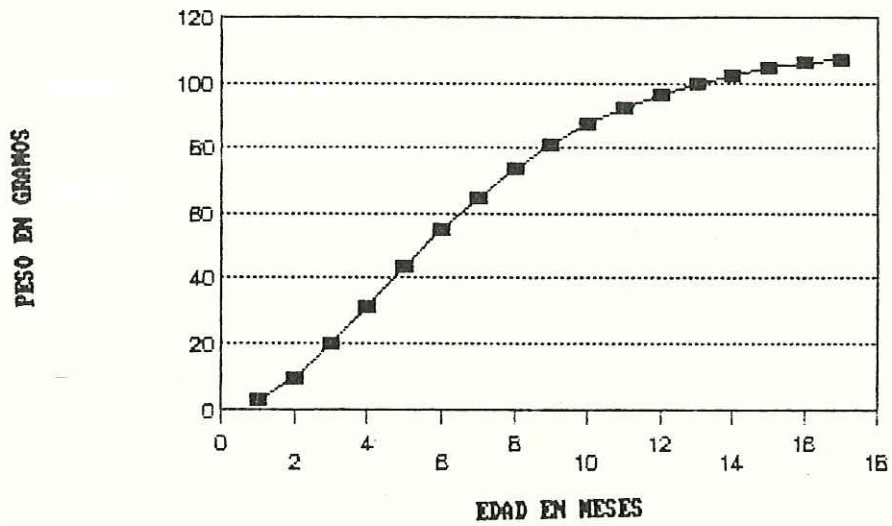


FIGURA 4.- CURVA DE CRECIMIENTO EN PESO ESTIMADA PARA MACHOS Y HEMBRAS COMBINADOS PARA P. STYLIROSTRIS.

TABLA III. VALORES DE MORTALIDAD TOTAL (Z) OBTENIDOS POR LOS METODOS DE BEVERTON Y HOLT, METODO DE GULLAND CITADO POR EVERHART Y EL METODO CITADO POR PEREIRO PP. 153. PARA LOS DATOS DE PUERTO PENASCO Y DE UNA COOPERATIVA DEL MISMO PUERTO.

METODOS	VALORES DE MORTALIDAD TOTAL PROMEDIO	
	PUERTO PENASCO	COOPERATIVA
BEVERTON Y HOLT	1.005275	0.915895
GULLAND	1.2234221	0.9140
PEREIRO PP. 153	0.953559	
PROMEDIO TOTAL	<u>1.0024</u>	

grupos de periodos mensuales. Los valores van de 0.00026 hasta 0.0002 y en todos los casos la  $r$  cuadrada fue mayor a 0.80 (Tabla IV) El resultado fue una  $q$  promedio para las dos temporadas y para ambos metodos que es aplicable a una relación de  $F=fq$  con el esfuerzo en días de captura por mes.

#### MORTALIDAD NATURAL

Los valores de  $M$  fueron estimados a partir de tres métodos: dos de una relación empírica (Tabla V) y uno analítico (Tabla VI). En el primer caso los valores son bastante discordantes: 0.2307 (Tanaka) y 0.38461 (Beverton y Holt). En este caso, es la relación de Tanaka la que da resultados más semejantes a la aproximación analítica, la cual muestra valores entre 0.22 y 0.28 con valores de  $r$  cuadrada entre 0.39 y 0.59. El valor electo es de 0.2835 y posee la  $r$  cuadrada mayor.

#### ANALISIS DE POBLACION VIRTUAL

Los resultados del presente análisis se muestran en la Tabla VII. En ella se observa que la  $F$  mayor fue la estimada para la edad 6 de 1.55 a partir de la cual estas disminuyen hasta la edad 9 desde donde nuevamente aumentan. Debido a que los varios análisis de APV fueron muy diferentes y basados solo en dos temporadas de pesca se estimó una  $F$  promedio de 0.734 como único resultado. En

TABLA IV. VALORES DEL COEFICIENTE DE CAPTURABILIDAD ( $q$ ) OBTENIDOS POR EL METODO DE DELURY Y DE LESLIE PARA LAS TEMPORADAS 85/86 Y 86/87. TODOS LOS VALORES PRESENTARON UNA R CUADRADA MAYOR A 0.80.

METODO	TEMPORADA	PERIODO EMPLEADO	$q$
DELURY	86/87	OCT-MAY	0.00021
	86/87	DIC-MAY	0.0002
LESLIE	85/86	DIC-MAY	0.00026
	86/87	DIC-MAY	0.00025
PROMEDIO=			0.00023

TABLA V. VALORES DE MORTALIDAD NATURAL OBTENIDOS A PARTIR DE LAS RELACIONES GENERALES DE TANAKA (1960) Y BEVERTON Y HOLT (1961).

METODO	RELACION GENERAL	MORTALIDAD NATURAL	T MAX (AÑOS)
TANAKA (1960)	$3/T_{MAX}$	0.2307	1.3
BEVERTON Y HOLT (1961)	$5/T_{MAX}$	0.38461	1.3

TABLA VI. VALORES DE MORTALIDAD NATURAL Y R CUADRADO OBTENIDOS A PARTIR DEL METODO ANALITICO DE BEVERTON Y HOLT, LAS TEMPORADAS 85/86 Y 86/87.

TEMPORADA	MORTALIDAD NATURAL	R CUADRADA
85/86	0.2835	0.59
86/87	0.2293	0.39
PROMEDIO	0.2561	0.53

TABLA VII. VALORES DE MORTALIDAD POR PESCA (F) PARA CADA EDAD OBTENIDOS A PARTIR DEL METODO DE ANALISIS DE POBLACION VIRTUAL, PARA INFORMACION DE LA TEMPORADA 86/87.

EDAD (MESES)	MORTALIDAD POR PESCA
5	0.62
6	1.55
7	0.90
8	0.66
9	0.15
10	0.54
11	0.72
PROMEDIO	0.734

base a este valor, al valor de  $M$  y a la relación:  $Z = F + M$  se estimó una  $Z = 1.0175$ .

#### EDAD DE PRIMERA CAPTURA

La edad de primera captura adquirida en base a información de las temporadas 85/86 y 86/87 fue de 5 meses.

#### MODELO DE PRODUCCION DE SCHAEFER

Los valores de esfuerzo en número de barcos fueron estimados a partir del patrón empleado por Alonso-Alemán (1989). La tabla VIII muestra las estimaciones. Fue a partir de dichos valores y del modelo de producción de Schaefer que se obtuvo la figura 5, que estima la captura máxima sostenible (CMS) en 2,853,633 kg y una  $f$  óptima de 134 barcos normalizados para Puerto Peñasco y San Felipe. A partir de la regla de 3 se estimó en 113 barcos el nivel de esfuerzo óptimo para Puerto Peñasco.

#### MODELO DE PRODUCCION POR RECLUTA DE BEVERTON Y HOLT (1957 MODIFICADO POR LOS AUTORES, 1964).

Los parámetros empleados en el modelo se muestran en la Tabla IX. El valor de mortalidad por pesca en producción máxima sostenible (FMS) estimado a partir de la

TABLA VIII. ESFUERZO NORMALIZADO EN BARCOS SEGUN PATRON DE ALONSO-ALEMAN (1989) PARA PUERTO PENASCO Y SAN FELIPE, TEMPORADAS 83/84 A 87/88.

TEMPORADA	PUERTO PENASCO	PTO.PCO. Y SN. FELIPE
83/84	130	153
84/85	151	184
85/86	132	158
86/87	124	148
87/88	134	175

TABLA IX. VALORES DE LOS PARAMETROS EMPLEADOS EN EL MODELO DE BEVERTON Y HOLT DE RENDIMIENTO POR RECLUTA (1957).

PARAMETRO	VALOR
M	0.28
K	0.23
Lc	17 cm
L inf	24.56 cm
F	0.015 a 1.1

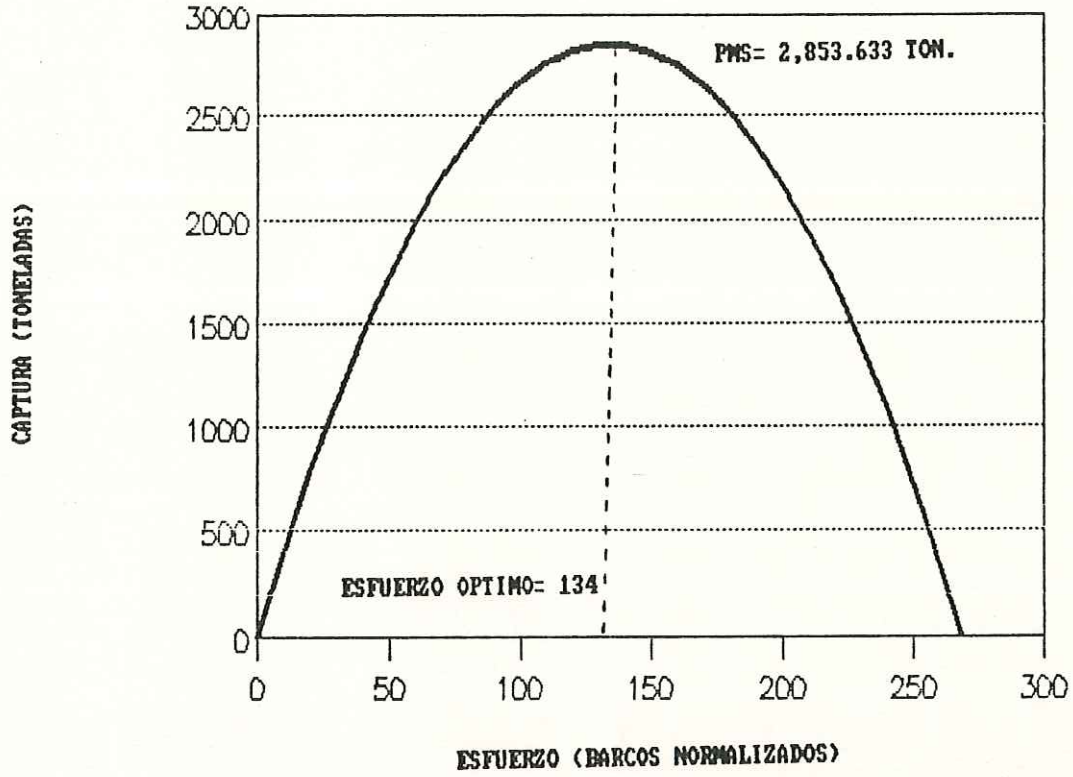


FIGURA 5.- MODELO DE PRODUCCION DE SCHAEFER PARA DATOS DE PUERTO PENASCO Y SAN FELIPE TEMPORADA 86/87.

figura 6 es de 0.66 que traducido a esfuerzo equivale a 127 barcos normalizados. La producción máxima sostenible (PMS) estimada para Puerto Peñasco es de alrededor de 70,000 reclutas.

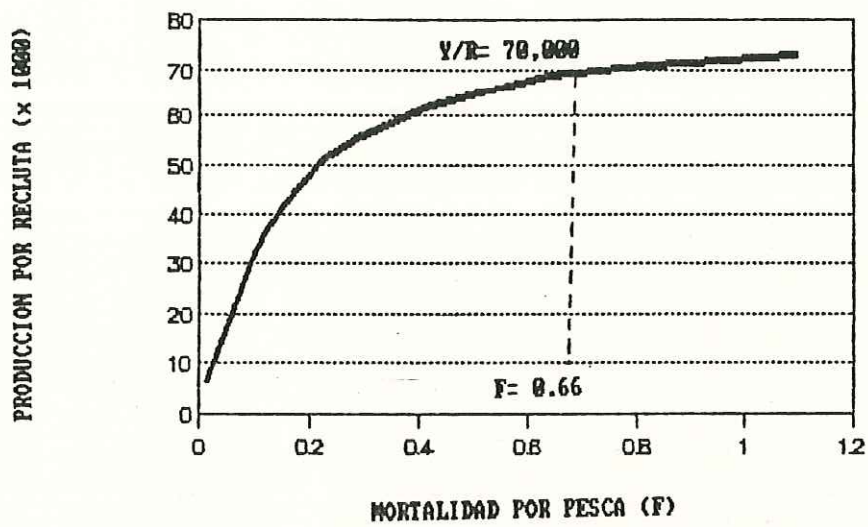


FIGURA 6.- MODELO DE PRODUCCION POR RECLUTA DE BEVERTON Y HOLT (1957) PARA P. STYLIROSTRIS.

## DISCUSIONES

### CRECIMIENTO

Entre los parámetros poblacionales que se consideran necesarios para el mejor conocimiento de la pesquería, la tasa de crecimiento ocupa un lugar importante, ya que permite conocer el tamaño promedio (en longitud o peso) de los individuos de una población en un tiempo dado. Hay que resaltar que es prácticamente imposible muestrear toda la gama de tallas de una población con el mismo arte, debido a la distribución diferencial de tallas en áreas de diversa accesibilidad. Es por esto que las ecuaciones estimadas explican tan solo la fase explotada del ciclo del camarón (Mathews, 1981).

A pesar de que la forma más apropiada para determinar crecimiento en camarones peneidos es el método de captura-recaptura en el presente estudio se empleó el método de progresiones modales. El principal problema al aplicar éste último estriba en la dificultad para identificar grupos de tallas diferenciadas y seguir las a lo largo del tiempo (García y Le Reste, 1986). Para reconocerlas y evitar posibles errores se utilizó el método analítico de Battacharya (1967) y se ocuparon medidas lo más precisas posibles, tratando de utilizar una configuración espacio-temporal representativa consiguiendo

organismos provenientes de diversas embarcaciones cuando ello fue posible. Es así, que se considera que a pesar de no haber utilizado el método idóneo, los resultados aquí presentados son representativos.

Comparando la  $L$  infinita obtenida con los organismos más grandes encontrados en el muestreo se observa que la diferencia es muy pequeña para las hembras y notoria para machos. Esto puede deberse a varios factores:

a) Un muestreo representativo de la población no necesariamente debe incluir a los organismos más grandes.

b) Aunque la relación global de sexos encontrada en la temporada muestrada fue de uno a uno, en algunos meses predominaron ligeramente unos u otros. Cuando era el caso en que las hembras predominaban, las tallas de los machos se presentaban muy dispersas haciendo difícil la estimación de una talla modal para estos y por tanto incrementando la posibilidad de error.

La relación de sexos encontrada de uno a uno coincide con la evaluada por Galicia-Xicotencatl (1976) para la desembocadura del río Concepción en Sonora y con la encontrada por Loesch y Lobo (1966) en aguas ecuatorianas para la misma especie.

Cotejando los valores de la  $L$  infinita con los obtenidos por Galicia-Xicotencatl (1976b) en Puerto Peñasco y Lluch-Belda (1974) en Mazatlán, los aquí estimados son

más grandes, tanto para machos como para hembras. Sin embargo son similares a los obtenidos por Castro-Sanchez (1976) en Sinaloa. Lo mismo sucede al comparar los valores de  $k$  aunque las diferencias entre ellas son muy pequeñas.

Las estimaciones de  $t$  cero fueron seleccionadas en base al ajuste de las curvas de crecimiento que producen, con las observaciones en el campo. Los valores selectos son los menos parecidos a los estimados por Galicia-Xicotencatl (1976b). Sin embargo, este último ajustó indirectamente el valor de  $t$  (tiempo) interpretando la  $t$  como  $t$  relativo que debe ser transformada a  $t$  verdadero. Para hacerlo trasladó el eje de las "x" a la izquierda. Esta puede ser una razón para la diferencia.

Comparando la curva de crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy aquí estimada, para hembras y machos combinados, con la de Galicia-Xicotencatl (1976b) y Castro-Sanchez (1976) (fig. 7), sobresalen varios puntos:

a) La curva más parecida es la de Castro-Sanchez (1976).

b) En esta última y en la aquí obtenida los organismos crecen más rápido y alcanzan una talla mayor.

Chapa et al. (1968) encontraron que el crecimiento del camarón azul es extraordinariamente rápido en mar abierto entre Septiembre y Octubre. En el presente estudio se confirma este hecho.

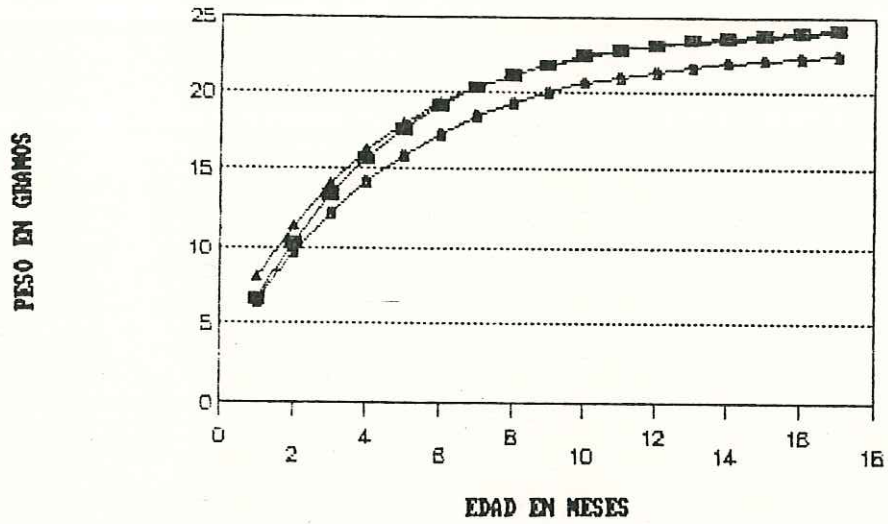


FIGURA 7.- CURVA DE CRECIMIENTO EN LONGITUD PARA HEMBRAS Y MACHOS COMBINADOS SEGUN EL PRESENTE ESTUDIO —■—, GALICIA XICOTENCATL (1976) —◆— Y CASTRO-SANCHEZ (1976) —▲—.

## CRECIMIENTO EN PESO

Comparando los parámetros de crecimiento en peso se observa que a pesar de que las longitudes infinitas aquí estimadas son mayores, la  $W$  máxima observada en el muestreo es menor que las presentadas por Galicia-Xicotencatl (1976b) para el mismo puerto y también para las obtenidas por Castro-Ortiz y Sanchez-Rojas (1976) para las costas de Sinaloa.

Esto puede significar varias cosas: o que el organismo máximo observado en este estudio no es representativo de la  $W$  infinita o que los camarones son hoy en día más largos pero más delgados. Estas diferencias también pueden deberse a que el peso es más susceptible a errores sistemáticos por el grado de congelación en que se encuentren los organismos al ser pesados, o al periodo de intermuda en que se encuentre el organismo.

Aunque se dice que el parámetro "b" de la ecuación de crecimiento en peso para el caso de los peneidos es de 3, es decir, crecimiento isométrico, en el presente estudio se obtuvo un valor de 2.83. La prueba de Mann-Whitney demostró que dicho valor no presenta diferencias significativas con el valor de crecimiento isométrico. Por ello se dice que los cambios en tamaño, forma y peso específico (Von Bertalanffy, 1938) de *P. stylirostris* son

uniformes a través del tiempo. Kutkuhun (1962) opina que el exponente no es necesariamente tres sino que varía alrededor de este.

Para transformar el peso total en peso abdominal en los muestreos de Octubre y Noviembre se emplearon las regresiones estimadas por Muhlia et al. (1975). Cabe señalar que si bien en este caso dichas regresiones fueron representativas no lo fueron así las regresiones de longitud-peso. La posible razón a esto es que los valores de L infinita y W infinita estimadas por Muhlia et al. (1975) son menores que las estimadas en el presente estudio.

Llhomme y García, Mathews, Nichols, Farreck y Pauly mencionan que puede presentarse una variabilidad estacional de crecimiento (en Gulland y Rothschild, 1984). Sería conveniente estimar hasta que punto es cierto esto para la pesquería del camarón en el Alto Golfo de California.

La temporada muestreada no fue considerada por el sector pesquero como buena, es así que una baja densidad del camarón pudo provocar un aumento en peso individual de los organismos. Por otro lado, se ha explotado intensivamente la zona desde finales de los años sesentas y siendo el camarón un "R" estratega, es probable que como mecanismo de defensa esté tratando de alcanzar la madurez

más rápido. En esta última temporada el pasante de Oceanólogo Samuel García Castro (com. pers.) ha encontrado en muestreos biológicos periódicos, que la madurez es alcanzada cada vez más rápido.

#### MORTALIDAD

El cálculo de las mortalidades en el caso de los peneidos es complicado por la dificultad de obtener composiciones de edad confiables (García y Le Reste, 1986). Existen pocos trabajos en los que se haga referencia a la tasa de mortalidad para el camarón azul en la parte norte del Golfo de California por la dificultad para su evaluación, sobretodo para la estimación de la tasa de mortalidad natural durante los primeros meses de vida del mismo. Sin embargo Lluch-Belda (1974), García-Gomez (1976b), Jacquemin (1976) y Rodríguez de la Cruz (1977) han evaluado estos parámetros poblacionales para las capturas de la zona (Tabla X).

El coeficiente de capturabilidad ( $q$ ) aquí evaluado está dentro del rango de valores dado por el resto de los autores (Tabla X). La relación clásica de  $F=fq$  supone que cualquier variación de  $q$  tanto periódica como a largo plazo, implica para un nivel dado de esfuerzo estandarizado una variación aparente de la densidad (García y Le Reste, 1986). Esto significa que si las evaluaciones de García-Gomez (1976b) son ciertas, en los últimos 20 años ha

TABLA X. Mortalidad total (Z), Mortalidad por pesca (F), Mortalidad natural (M) y Coeficiente de capturabilidad (q) estimados por diversos autores.

	LLUCH-BELDA (1974)	GARCIA-GOMEZ (1976)	JAEQUEMIN (1976)	RODRIGUEZ DE LA CRUZ (1977)	MATHEWS ET. AL. (1976)	PRESENTE ESTUDIO
q	0.0001023	68/69 0.000620 69/70 0.000884 70/71 0.000560				0.00023
Z	0.36	68/69 1.12 70/71 0.84	0.537	0.35		1.0175
F	0.28	68/69 1.06 70/71 0.78	0.521	0.21 a 0.43	71/72 0.62	0.734
M	0.08	68/69 0.06 70/71 0.06	0.062	0.13 a 0.88		0.2835

disminuido la densidad del stock pescable.

Comparando los resultados de mortalidad total (Z) con los presentados por otros autores (Tabla X) encontramos que el parámetro aquí estimado es parecido al de García-Gomez (1976b), para la temporada 68/69 y muy alta en relación al resto de los autores reflejando una mayor mortandad en el stock por temporada.

Ya que el valor de mortalidad por pesca es semejante al obtenido por García-Gomez (1976b) y mucho mayor al estimado por el resto se confirma el incremento del esfuerzo real aplicado en los últimos años.

Por otro lado los valores de Z y F estimados por Lluch-Belda (1974), Jacquemin (1976) y Rodríguez de la Cruz (1977) son muy pequeños con relación a las estimaciones de este estudio. Considerando los diversos métodos por los que se llegó a la obtención de F es difícil pensar que se encuentre muy lejano de la realidad. Dicha estimación está muy por encima de las evaluaciones de Mortalidad total de Lluch-Belda (1974), Jacquemin (1976) y Rodríguez de la Cruz (1977) por lo que los resultados de estos autores se consideran fuera de la realidad actual. Esto significa que la mortalidad por pesca se ha incrementado tanto que, en el presente, ésta sola es casi el doble que los valores de mortalidad total de hace algunos años. La razón de ello es el incremento del esfuerzo real aplicado.

El método de análisis de población virtual ha sido poco utilizado en el caso de los peneidos sin embargo muy aplicado en otras pesquerías (García y Le Reste, 1986). Este método necesita muchas variables de entrada, es recomendable emplearlo para análisis de varias temporadas de pesca. El análisis aquí presentado solo incluye a una temporada por lo que los resultados de mortalidad por pesca por edad aquí presentados deben ser tomados con cautela. Por esta misma razón se considera como unico resultado confiable al promedio de las F aquí evaluadas.

Los valores de mortalidad natural encontradas en el mundo para el estudio de los peneidos varían de 0.04 a 2.2 por mes. La gran mayoría de ellos se encuentran entre 0.1 y 0.45 por mes (García y Le Reste, 1986). Los valores estimados en el presente estudio son mayores a los obtenidos por Jacquemin (1976), Lluch-Belda (1974) y García-Gomez (1976b) a excepción del rango evaluado por Rodríguez de la Cruz (1977). Solo éste último y el aquí estimado está dentro del rango mencionado por García y Le Reste (1986) como más común. Considerando que las estimaciones son correctas, entonces la mortalidad natural ha aumentado. Esto se puede atribuir a varias causas:

- Un incremento del nivel de contaminación principalmente proveniente de los aportes del Río Colorado y las poblaciones humanas aledañas a éste.

- Una disminución de la precipitación pluvial y por lo tanto del aporte del alimento.

- El incremento del esfuerzo. Ya en 1974 Mathews mencionaba que cada metro cuadrado del Golfo de California era barrido 6.4 veces al año por redes de arrastre. Tomando en cuenta el aumento del esfuerzo, a partir de entonces, los daños al habitat del camarón pueden ser importantes.

#### MODELO DE PRODUCCION DE SCHAEFFER

La vida corta de los peneidos permite mayor facilidad para estimar, a travez de los modelos de producción, las condiciones de equilibrio que en organismos de vida más larga (Gulland y Rothschild, 1984).

El ser organismos que en general sobreviven un año hace que los consejos de administración deban basarse en análisis de estadística reciente pues los efectos de eventos en stocks anuales se efectúan al siguiente año (Rothschild y Brunenmeister, 1984).

Los modelos de producción, como es el caso del de Schaefer, presentan la ventaja que son fáciles de interpretar y aunque se dice que fueron creados para analizar organismos con varias clases anuales, cada una expuesta a diferentes niveles de esfuerzos pesqueros, se aplican perfectamente a peneidos. Un problema con ellos es

que no toman en cuenta parámetros ambientales aunque se debe considerar que para predicciones futuras, curvas ajustadas en base a condiciones ambientales deben también predecir éstos últimos (Rothschild y Brunenmeister, 1984). Los parámetros ambientales parecen afectar más que otros factores la magnitud del reclutamiento, y de estos, es la precipitación pluvial la que aparenta tener mayor correlación (Lluch-Belda, 1976). Los trabajos de Castro-Ortiz (1976), Soto (1969) y Castro-Aguirre (1976) (en Lluch-Belda, 1976) entre otros, muestran esta relación.

Otro inconveniente de los modelos de producción es que reflejan condiciones promedio de la población con respecto a su explotación pero no dice que pasa con una baja severa de la captura por un incremento significativo en el esfuerzo (Gulland y Rothschild, 1984).

Un problema más en la aplicación de estos modelos es determinar una medida apropiada de esfuerzo que sea representativa. En el presente estudio se utilizó la estandarización realizada por Alonso-Alemán (1989) y aunque la medida de esfuerzo no es la más apropiada para el estudio de los peneidos, la confiabilidad y cantidad de información empleada la hace apropiada. Una limitante de este modelo es que no incluye el reclutamiento en su análisis por tanto su alcance es limitado y para el estudio de los peneidos es aproximativo.

La producción máxima sostenible del modelo de Schaefer ( 2,853,633 kg) se encuentra alrededor de los valores actuales en Puerto Peñasco pero con un nivel de esfuerzo mayor. El esfuerzo en la temporada 87/88 en Puerto Peñasco fue de 134 embarcaciones y el estimado como óptimo por el modelo es de 113 barcos. Esto significa que existe una sobreexplotación biológica.

Cabe hacer notar que año con año los barcos viejos y en malas condiciones son cambiados por embarcaciones nuevas lo que incrementa el esfuerzo real aplicado.

Comparando con los resultados de Mathews et al. (1976) (1844 toneladas) se observa que la estimación de este estudio y las capturas históricas son mayores que lo predicho por los autores. Dichas capturas se han mantenido dentro de cierto rango, sin aumentar, a pesar del incremento constante del esfuerzo por ello es recomendable disminuir el mismo hasta llegar al nivel óptimo.

La gran mayoría de los análisis realizados en el mundo reflejan una sobrepesca de los camarones. Es así que una reducción en el esfuerzo puede producir casi con certeza ventajas económicas (Rothschild y Brunenmeister, 1984). Esta situación la padecen las principales pesquerías de camarón en México y es demostrado por el incremento gradual en el esfuerzo, caracterizado por una eficientización del mismo, que no ha proporcionado mayores

rendimientos reflejados en las capturas históricas por barco. Sumando a esto la baja de los precios en el mercado mundial, es necesario abatir los costos disminuyendo el esfuerzo para que el camarón capturado en México pueda competir en el mercado.

#### MODELO DE PRODUCCION POR RECLUTA DE BEVERTON Y HOLT

El modelo de producción por recluta ha sido poco empleado para analizar las pesquerías de peneidos mexicanos.

Este modelo al tomar en cuenta los parámetros poblacionales de crecimiento, mortalidad y principalmente reclutamiento da una visión más completa de la situación de la pesquería que el modelo de producción de Schaefer. Esto se da debido a la importancia del nivel de reclutamiento en las pesquerías de camarón. El modelo de rendimiento por recluta, por otra parte, podría ser más útil si no tuviera la restricción de reclutamiento uniforme (Lluch-Belda, 1976), situación difícil de conjugar en las poblaciones de camarón donde el reclutamiento es muy variable y hasta ahora impredecible. El modelo supone una tasa de crecimiento uniformemente variable, una mortalidad constante a todo lo largo del ciclo vital que parece muy lejana a lo que realmente sucede (Lluch-Belda, 1976; García y Le Reste, 1986).

Para ser empleado y obtener afirmaciones de valor es necesario poseer estimaciones confiables de los parámetros de entrada (Silas et al., 1984).

El modelo predice que la mortalidad por pesca ( $F$ ) en producción máxima sostenible debe ser igual a 0.66. Comparandola con la  $F=0.73$  obtenida previamente en este estudio como la mortalidad por pesca aplicada en la zona, se observa una ligera sobrepesca biológica. Transformando el valor de  $F=0.66$  en esfuerzo normalizado se obtienen 127 barcos normalizados que es un valor un poco mayor a las 113 embarcaciones estimadas por el modelo de Schaefer para PMS en Puerto Peñasco. Haciendo una conversión similar para la  $F=0.73$  se obtienen 139 barcos normalizados como los que operan físicamente en Puerto Peñasco demostrando nuevamente una sobreexplotación biológica en la zona.

Dado que los resultados tanto del modelo de Schaefer como del modelo de Beverton y Holt son aproximaciones y considerando que entre menos barcos estén pescando se obtienen mayores rendimientos económicos, es conveniente disminuir el esfuerzo real a por lo menos 113 barcos normalizados y así evitar la sobreexplotación biológica.

Hay que agregar que durante los últimos años se ha dado una situación de competencia entre las embarcaciones mayores y menores que se dedican a la captura de camarón de

altamar. La competencia se da en términos de área de pesca y recurso. Por ejemplo, para esta misma zona la flota camaronera de Mazatlán, Sinaloa integrada por 450 embarcaciones en la temporada 84/85 realizó el 5.2% de sus lances en la parte alta del Golfo de California. Mientras que la flota de Guaymas, Sonora para la misma temporada realizó el 42.5% de su esfuerzo en la misma zona. Esta última flota está integrada por 457 barcos (Secretaría de Pesca, 1987). Para tener una medida de esfuerzo más realista, deben tomarse en cuenta no solo las capturas de Puerto Peñasco sino las del resto de las flotas que operan en esa área.

El camarón azul es dependiente de las lagunas costeras como parte de su ciclo vital y por ello está expuesto a la acción de la flotilla de embarcaciones menores que legal e ilegalmente operan dentro y fuera de la zona de veda del Golfo de Santa Clara considerada oficialmente zona de reserva. Según información de los pescadores y observaciones directas realizadas en la zona, no es respetada por la flota de altura ni de pangas, las cuales realizan operaciones tanto para la pesca de camarón como para la pesca de escama dentro de ella; además de que las boyas de marcación de los límites han sido removidas (Secretaría de Pesca, 1987).

Actualmente la pesquería del camarón azul en el norte del Golfo de California se encuentra en crisis por la influencia de varios factores como la caída de los precios en el mercado internacional, por causas naturales como la ausencia de precipitación pluvial que además de aportar agua dulce a las lagunas costeras aporta materia orgánica a los fondos donde este se alimenta como en la desembocadura del río Colorado y el efecto de sobrepesca que provoca aumentos en la mortalidad por pesca.

Según la Secretaría de Pesca (1987) la problemática de la pesquería del camarón en altamar implica varias cuestiones:

- Marcada reducción en la producción promedio por viaje de pesca. Principalmente en los meses de enero a mayo, lo que está provocando una reducción obligada de la temporada de pesca efectiva.

- Incremento en la duración promedio en días de los viajes de pesca de las embarcaciones mayores.

- Costos de operación elevados principalmente en combustible, lubricantes y mantenimiento.

- Problemas financieros en las cooperativas.

- Deterioro de la flota por falta de capacidad de pago atribuida a un excesivo esfuerzo pesquero.

Según Alejandro Real Arvizu, presidente de la Sociedad Cooperativa de Productos Pesqueros del Puerto de

San Felipe, B.C. (El mexicano, 18 de enero 1990) en esta temporada 89/90 los pescadores de camarón han tenido que suspender su actividad en el mes de enero ya que en lugar de ganar están perdiendo dinero por los altos costos de operación y el desplome de los precios del crustáceo en el mercado internacional aunado a que la producción ha sido poca, por una baja existencia de producto.

La Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera del Golfo de California en una ponencia presentada en Hermosillo, Sonora en Marzo de 1989 habla de los principales problemas que afectan a la industria en la zona. Uno de los puntos tratados es que la veda se inicie el primero de mayo argumentando la presencia de hembras ovígeras en base a la naturaleza de reproducción en la zona, sin embargo en el presente estudio incluso en el mes de abril fueron encontradas un gran número de hembras ovígeras por lo que se considera que la fecha más adecuada para que inicie la veda en la zona sería a partir de los primeros días de abril. Esto se sustenta además en el hecho de que en los últimos años en esas fechas son más las pérdidas de las embarcaciones que las ganancias.

## CONCLUSIONES

- El patrón de crecimiento en longitud (cm) para camarón azul Penaeus stylirostris para hembras, machos y combinados es descrito por las siguientes ecuaciones respectivamente:

$$L_t = 24.83 (1 - \exp(-0.189573 (t - 0.55738)))$$

$$L_t = 23.63 (1 - \exp(-0.322731 (t - 0.273438)))$$

$$L_t = 24.56 (1 - \exp(-0.238761 (t - 0.284764)))$$

- El crecimiento en peso para machos y hembras combinados es descrito por la ecuación:

$$W_t = 112.6 (1 - \exp(-0.238761 (t - 0.284764)))^{2.83}$$

- La mortalidad por pesca (F) ejercida por las embarcaciones mayores de Puerto Peñasco, Sonora es de 0.734 mensual.

- La mortalidad natural (M) para camarón azul en el Alto Golfo de California es de 0.2307 mensual y la mortalidad total (Z) es de 1.0175 mensual.

- El coeficiente de capturabilidad (q) es de 0.00023.

- Se considera que la población de camarón azul en el Alto Golfo de California presenta una ligera sobreexplotación biológica.

- Debe de disminuirse el esfuerzo hasta un nivel de por lo menos 113 embarcaciones normalizadas.

- El límite máximo de captura en esta zona ya se alcanzó. Las capturas están alrededor de la Producción Máxima Sostenible.

## RECOMENDACIONES

- No conceder más autorizaciones que incrementen aún más el esfuerzo pesquero sobre este recurso en la parte norte del Golfo de California.

- Promover el retiro de algunas embarcaciones camarонерas sin reemplazarlas, para disminuir el esfuerzo real aplicado en la zona.

- Anticipar un mes más el establecimiento de la veda en el Alto Golfo de California para que inicie la veda el primero de abril en lugar del primero de mayo.

- Dado que el crecimiento del camarón azul es muy rápido, se recomienda que para estudios posteriores, la frecuencia de los muestreos biológicos sea elevada a cuando menos una campaña por semana, sobre todo en los primeros meses de vida del camarón.

## BIBLIOGRAFIA.

ALONSO-ALEMAN, M.N., 1989. Aplicación de un modelo bioeconómico al estudio de la pesquería del camarón en Puerto Peñasco, Sonora. Tesina para obtener el título de Especialidad en Administración de Recursos Marinos. Ensenada, B.C. 52 pp.

BANPESCA, DIRECCION ADJUNTA DE CREDITO, 1986. Comportamiento de la productividad de las embarcaciones camaroneras en función de su edad. 20pp.

BEVERTON, R.J.H. AND S. J. HOLT, 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish population, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapp. P. V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer 140: 67-83.

-----, 1957. On the Dynamics of exploited fish populations. Fish Invest., Ser II. 19: 533 pp.

-----, 1964. Tables of yield functions for fishery assessment. FAO Fish. Tech. Pap. 38: 49 pp.

BHATTACHARYA, C.G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23: 115-135.

BROWER, J.E. AND J. H. ZAR, 1979. Field and laboratory methods for General Ecology. W.M.C.. Brown Co. Pub. Dubuque, Iowa. U.S.A. 2nd. printing. 194 pp.

BRUSCA, R. C., 1973. A handbook to the common intertidal Invertebrates of the Gulf of California. The Univ. of Arizona Press, Tucson, U. S. A. 427 pp.

CARDENAS-FIGUEROA, M., 1950. Contribución al conocimiento de la biología de los peneidos del noroeste de México. Tesis profesional. E.N.C.B., IPN.

CASTRO-ORTIZ., Y SANCHEZ-ROJAS. 1976. Notas preliminares del comportamiento y dinámica poblacional de Penaeus stylirostris Stimpson 1971, en los sistemas lagunarios del centro de Sinaloa. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas, México. 2: 213-254.

CHAPA-SALDANA, H., 1964. Generalidades sobre la Pesca y la Biología de los Camarones (Género Penaeus). Revista mensual de Orientación Pesquera. El Pescador. Julio-Agosto, 1964. México, D. F. No. 21 y 22.

CHAPA, H.; C. GUILBOT Y H. ROMERO. 1968. Ensayo de interpretación de las tallas comerciales de camarón en los litorales de Sonora, México. FAO Fish. Rep. 57: 357-372.

EDWARDS, R. C. C., 1978. The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. Oceanography and Marine Biology, an Annual Review. 16: 145-180.

EVERHART, W. H.; A. W. EIPPER AND W. D. YOUNGS, 1953. Principles of fishery science. Cornel University Press. London. 228 pp.

FAO., 1986. Anuarios estadísticos de Pesca. Capturas y desembarques. Vol. 62.

FELIX-PICO, E. y C. P. MATHEWS., 1975. Estudios preliminares sobre la ecología del camarón en la zona cercana a la desembocadura del Río Colorado. Ciencias Marinas. 2(2): 68-85.

GALICIA-XICOTENCATL, R., 1976a. Nota acerca del periodo diario de acoplamiento y desove en camarón azul Penaeus stylirostris, Stimpson. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas, México. 1: 153-161.

-----., 1976b. Crecimiento del camarón azul Penaeus stylirostris y camarón café Penaeus californiensis, en la zona de Puerto Peñasco, Sonora. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas, México. 1: 189-211.

GARCIA-GOMEZ, M. 1976a. Fecundidad del camarón café Penaeus californiensis y del camarón azul Penaeus stylirostris de Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas México. 1: 131-153.

-----., 1976b. Breve análisis de 4 temporadas de pesca camaronesa en Puerto Peñasco, Sonora. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas, México. 2: 255-278.

GARCIA, S. Y L. LE RESTE, 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca. (203): 108 pp.

GULLAND, J. A. Y B. ROTHSCHILD. 1984. Workshop Report. 9-35 pp. In: Gulland J. A. and B. Rothschild, 1984. Penaeid shrimps, their biology and management. Fishing News Books Limited. Great Britany 308 pp.

JACQUEMIN, P. P., 1976. Estimaciones de algunos parámetros poblacionales de tres especies de camarón en el Pacífico mexicano. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. de Camarones. Subsecretaria de Pesca, Guaymas, México. 2: 169-187.

JONES, R., 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis) FAO Fish. Tech. Pap., 256: 118 pp.

KUTKUHN, J. H., 1962. Dynamics of a penaeid shrimp population and management implications. Us. Fish. and Wildlife Service, Fish. Bull. 65(2): 313-338.

LLUCH-BELDA, D., 1974. La pesquería del camarón de altamar en el noroeste: un análisis biológico pesquero. Inst. Nal. Pesca. Secretería de Industria y Comercio. Subsecretaria de Pesca. Serie informativa. 77 pp.

LLUCH BELDA, D., 1976. Aplicación de modelos poblacionales a la pesquería del camarón: una evaluación resumida. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas, Sonora. México. 2: 127-168.

MAGALLON, B.J. Y P.P. JAQUEMIN, 1976. Observaciones biológicas sobre tres especies comerciales de camarón en las costas de Sinaloa, México. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas, México. 2: 1-27.

MATHEWS, C. P., 1974. Cuanto resistirá el camarón? Ciencias Marinas. I(2): 86-91.

-----, 1981. A review of the north american penaeid fisheries with particular reference to Mexico. Kuwait Bull. of Mar. Sci. (2): 325-409.

MATHEWS, C. P.; M. HARO DE AVALOS Y H. HARO BENITEZ, 1976. Dinámica poblacional y rendimiento sostenible del camarón en el Alto Golfo de California. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. Cam. Guaymas, México. 2:321-342.

MEDINA-NERI, H., 1982. México en la pesca (1939-1976) Primera edición. Ed. Hemene. 381 pp.

MUHLIA, A.; E. CASTELLANOS; C.B. KENSLER Y B. C. BEDFORD. 1975. Relaciones biométricas para tres especies de camarón. Inst. Nal. Pesca. INP/SC: 7: 3 pp.

PEREIRO, A. J., 1982. Modelos al uso en Dinámica de Poblaciones Marinas sometidas a explotación. Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr. (1): 255 pp.

RICKER, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. (191): 382 pp.

RODRIGUEZ DE LA CRUZ, M. C., 1977. Mortalidad de las poblaciones de camarón azul y café en la parte norte del Golfo de California. Mem. V Cong. Nal. Ocean. Guaymas, México. pp 547-554.

-----, 1981a. Aspectos pesqueros del camarón de alta mar en el Pacífico Mexicano. Ciencia Pesquera. Inst. Nal Pesca. Depto. Pesca, México. I(2): 1-19.

-----., 1981b. Estado actual de la pesquería del Camarón en el Pacífico mexicano. Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Depto. Pesca. México. 1(1): 53-60.

ROMERO-MANZANO, C. G., 1982. Sistemática, Biología y Ecología de los Anomuros (Crustacea: Decápoda) de Laguna Percebú, Alto Golfo de California, B. C. México. Tesis Profesional. U.A.B.C. 207 pp.

ROTHSCHILD, B.J. AND S.L. BRUNENMEISTER, 1984. The dynamics and management of shrimp in the northern Gulf of Mexico. In BULLAND, J.A. AND B.J. ROTHSCCHILD, 1984. Penaeid shrimps--their biology and management. Fishing News Books Limited. Great Britain. 308 pp.

SCHAEFER, M.B., 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 1(2): 27-56.

SECRETARIA DE PESCA, 1987. Esquema de regulación propuesto para la administración de la pesquería de alta

mar y estero. 593-694 pp. En Pesquerías Mexicanas: Estrategias para su administración. 694 pp.

SILAS, E.G., M. J. GEORGE AND T. JACOB, 1984. A review of the shrimp fisheries of India: a Scientific basis for the management of the resources. 83-103 pp. In GULLAND, J.A. AND B.J. ROTHSCHILD, 1984. Penaeid shrimps-- their biology and management. Fishing News Books Limited. Great Britain. 308 pp.

SOKAL, R.R. Y F.J. ROHLF, 1979. Biometría. Principios estadísticos en la investigación biológica. 1a. edición español. Blume ediciones. Madrid, España. 832 pp.

VALVERDE-POLLIN Y JUAREZ CONTRERAS, 1986. Producción de Camarón registrada en Puerto Peñasco, Sonora. Durante Diciembre de 1985 y Enero '86. Boletín informativo CRIP. Guaymas, Son. México. no. 11.

VALVERDE-POLLIN, J; F. MENDEZ-TENORIO, F. JUAREZ-CONTRERAS, C. CERVANTEZ-VALLE., 1987. Producción de camarón de Altamar registrado en Puerto Peñasco, Son. durante Sep., Oct., Nov. de la temporada de pesca 86/87. Boletín informativo CRIP. Guaymas, Son. México. no. 24.

VON BERTALANFFY, L. 1983. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth law II) Human Biology 10(2): 181-213.

ZAR, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. 2nd. edition. Prentice-Hall Editorial Inc. E.U.A. 718 pp.