

EVALUACION DE LA PESQUERIA DE CAMARON CAFE *Penaeus aztecus* DEL LITORAL MEXICANO DEL NOROESTE DEL GOLFO DE MEXICO

EVALUATION OF THE FISHERY OF THE BROWN SHRIMP *Penaeus aztecus* OF THE MEXICAN LITTORAL OF THE NORTHWEST GULF OF MEXICO

Refugio G. Castro¹
Francisco Arreguín-Sánchez²

¹ Centro Regional de Investigaciones Pesqueras
de Tampico, Tamaulipas
Apartado Postal 197
89000 Tampico, Tamps., México

² Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
del IPN, Unidad Mérida
Apartado Postal 73-Cordemex
97310 Mérida, Yucatán, México

Ciencias Marinas (1991), Vol. 17, No. 4, pp. 147-159.

RESUMEN

Utilizando información mensual de descargas comerciales para el período de 1974 a 1982 se hace una estimación del estado de explotación del recurso camarón café (*Penaeus aztecus*) de la costa noroccidental del Golfo de México. Las estimaciones de crecimiento individual representado por el modelo de von Bertalanffy fueron: $K_{\min} = 0.142 \text{ m}^{-1}$ a $K_{\max} = 0.1812 \text{ m}^{-1}$; $L_{\min} = 214 \text{ mm}$ a $L_{\max} = 236 \text{ mm}$. Las estimaciones de mortalidad fueron obtenidas directamente de la identificación de las cohortes y el esfuerzo promedio aplicado a cada una de ellas con los siguientes resultados: mortalidad total, $Z_{\min(1981)} = 0.8494$ a $Z_{\max(1974)} = 1.240$; mortalidad por pesca, $F_{\min(1981)} = 0.3786$ a $F_{\max(1974)} = 0.646$; y la mortalidad natural, $M_{\min(1978)} = 0.415$ a $M_{\max(1974)} = 0.594$. Las estimaciones encontradas de capturabilidad fueron $q_{\min(1975)} = 0.0012$ a $q_{\max(1978)} = 0.0021$. La tasa de explotación obtenida de estos resultados indican que durante 1981 y 1982 la explotación decreció en un 30% situando los recursos por debajo del nivel de rendimiento máximo sostenido.

ABSTRACT

Stock assessment of the brown shrimp (*Penaeus aztecus*) from the northwest Gulf of Mexico is developed using monthly data from commercial catches from 1974 to 1982. Growth parameters from the von Bertalanffy equation were as follows: $K_{\min} = 0.142 \text{ m}^{-1}$ to $K_{\max} = 0.1812 \text{ m}^{-1}$; $L_{\min} = 214 \text{ mm}$ to $L_{\max} = 236 \text{ mm}$. Mortality rates were obtained directly from the identified cohorts through the catch curve and the weighted average of the amount of fishing applied on each cohort; results were as follows: total mortality, $Z_{\min(1981)} = 0.8494$ to $Z_{\max(1974)} = 1.240$; fishing mortality, $F_{\min(1981)} = 0.3786$ to $F_{\max(1974)} = 0.646$; and natural mortality, $M_{\min(1978)} = 0.415$ to $M_{\max(1974)} = 0.594$. Catchability estimations were: $q_{\min(1975)} = 0.0012$ to $q_{\max(1978)} = 0.0021$. Exploitation rate indicates a reduction of 30% of the fishing intensity, for the last two years, compared with the previous ones. From these years (1981 and 1982), fishery was acting under the maximum sustainable yield level.

INTRODUCCION

El camarón café *Penaeus aztecus* es una de las tres especies de camarón de mayor importancia comercial del Golfo de México y contribuye con cerca del 95% del total de los volúmenes de captura de la flota mexicana que opera frente a las costas de Tamaulipas y norte de Veracruz. La captura anual promedio durante el período de 1974 a 1982 fue cercana a las 2,900 toneladas de "colas" (poco más de 4,600 toneladas de camarón entero), aun cuando algunos autores señalan un potencial aproximado a las 10,000 toneladas anuales (Arreguín-Sánchez y Chávez, 1985).

La flota tiene base en el Puerto de Tampico y opera un promedio de 190 embarcaciones por mes con máximos hasta de 300 durante los meses de mayor abundancia, donde además participan barcos procedentes de puertos vecinos. La zona de pesca comprende la parte media norte del estado de Tamaulipas, en profundidades de 20 m a 45 m según la zona y época del año. En general, se observa mayor abundancia de camarones pequeños en las capturas entre mayo y agosto, cuando se extrae el 50% de la captura anual (Castro *et al.*, 1986).

Aun cuando se trata de uno de los principales recursos del Golfo de México, poco se conoce sobre el estado de su explotación. De esta forma, el presente estudio es orientado a la evaluación del estado de la explotación de la población de camarón café *Penaeus aztecus*, durante el período de 1974 a 1982.

MATERIALES Y METODOS

La información utilizada consistió de datos estadísticos mensuales de captura por categoría comercial, la cantidad de pesca aplicada, y muestras de la distribución de tallas de las capturas comerciales. Debido a que el acceso a las capturas comerciales para la toma de muestras fue directamente en las plantas empacadoras, justo después de que el camarón es clasificado por tamaños, se aplicó un sistema de muestreo estratificado donde cada categoría comercial representó un estrato dentro de los cuales se seleccionaron aleatoriamente 200 camarones para medición. Debido a que no se tiene control sobre las entradas de los barcos pesqueros, se seleccionó aleatoriamente la planta procesadora (e implícitamente la embarcación) a la cual se

INTRODUCTION

The brown shrimp, *Penaeus aztecus*, is one of the three species of shrimp with economic importance of the Gulf of Mexico, and represents nearly 95% of the catches of the Mexican vessels operating off the coasts of Tamaulipas and northern Veracruz. The average annual capture during the 1974-1982 period was of close to 2,900 tons of "tails" (more than 4,600 tons of whole shrimp), even when some authors indicate an approximate potential of 10,000 annual tons (Arreguín-Sánchez and Chávez, 1985).

The fleet has its base in the port of Tampico and operates with 190 vessels/month average, with a maximum of 300 in the months of highest abundance, when boats from neighbouring ports also participate. The fishing zone comprises the northern-central part of the state of Tamaulipas, in depths of 20 to 45 m, depending on the zone and time of year. Generally, higher abundance of small shrimp is observed in the May-August catches, when 50% of the annual catch is extracted (Castro *et al.*, 1986).

Even though this is one of the principal resources of the Gulf of Mexico, little is known about its state of exploitation. Thus, this study is focused on the stock assessment of brown shrimp *Penaeus aztecus* in the 1974-1982 period.

MATERIAL AND METHODS

The information utilized was: monthly statistic data of catches per commercial category, fishing effort and samples of size distribution in commercial catches. Since samples were obtained directly in the processing plants, right after classification of shrimp into size classes, a stratified sampling system was applied, where each commercial category represented a stratum from where 200 shrimp were randomly chosen for measuring. Since there is no control over the entrances of the fishing boats, the processing plant (and implicitly the embarcation) where the samples would be taken was chosen randomly. This information was collected periodically every two weeks, and was later clumped in monthly periods, in order to obtain size distribution of the catches

Age groups in the catches were obtained through the method proposed by Pauly and

acudiría a tomar la muestra. Esta información fue tomada periódicamente cada dos semanas, y posteriormente reunida en períodos mensuales lo que permitió obtener más adelante la distribución de tallas de las capturas.

La separación de los posibles grupos de edad presentes en las capturas se obtuvo aplicando el método propuesto originalmente por Pauly y David (1980), de donde se estimó la longitud media de cada posible grupo de edad mensual. Posteriormente se aplicó el método de Ford-Walford (Ricker, 1975) para estimar las constantes del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (1938).

Una vez obtenidas las estimaciones de crecimiento para cada año se obtuvo la estructura de la población para cada mes bajo el supuesto de que los grupos de edad muestran una distribución normal cuyas varianzas son similares independientemente de la estación del año en la cual la cohorte mensual fue originada, y que ésta aumenta gradualmente con la edad siguiendo el mismo patrón. Tomando como base estos supuestos, la estructura por edades se obtuvo mediante la integración parcial de las áreas bajo la curva de distribución de composición por longitudes teniendo como límites la longitud media entre grupos de edad sucesivos. Este procedimiento es mostrado de manera gráfica en la Figura 1.

Una vez obtenida la estructura por edades de las capturas se construyó una matriz ($\tau \times \epsilon$) representando el número de individuos en la captura para cada mes τ y cada edad ϵ , la cual sirvió como base para las estimaciones de mortalidad.

Debido a que la abundancia del recurso está sujeta a cambios estacionales, y que el esfuerzo de pesca es también variable en el tiempo, se utilizó la captura por unidad de esfuerzo como índice de abundancia de la población. Este concepto supone que la flota tiene acceso a toda el área de distribución del recurso y que el esfuerzo no es dirigido a edades específicas. De esta forma, se construyó para cada año una nueva matriz para datos de abundancia por mes y edad. Siguiendo los cambios en abundancia de cada edad en el tiempo de manera progresiva se siguió la evolución de las diferentes cohortes; esto es:

David (1980), estimating mean length of monthly age groups. Later, the Ford-Walford method (Ricker, 1975) was applied to estimate the constants of the von Bertalanffy (1938) growth model.

Once yearly growth was estimated, the monthly structure of the population was obtained, assuming that the age groups show a normal distribution whose variances are similar, regardless of the season in which the monthly cohort was originated, and that the monthly cohort increases gradually with age, following the same pattern. Based on these assumptions, the age structure was obtained by partially integrating the areas under the distribution curve of lengths, setting as limits the mean length between successive age groups. This procedure is shown in Figure 1.

Once the age structure of the catches was obtained, a matrix ($\tau \times \epsilon$) representing the number of individuals in the monthly catch τ and each age ϵ was constructed, and taken as a base for estimations of mortality.

Since the abundance of the resource is subject to seasonal changes, and the fishing effort is also variable in time, the catch per unit effort was employed as index of population abundance. This concept assumes that the fleet has access to the whole distribution area of the resource, and that the effort is not directed to specific ages. Thus, a new yearly matrix was constructed for abundance data per month and age. Following the abundance changes of each age in time, the evolution of the different cohorts was followed progressively; this is:

$$N_{\tau+1, \epsilon+1} = N_{\tau, \epsilon} e^{-Z\tau} \quad (1)$$

donde e^{-z} representa la supervivencia de la edad ϵ del tiempo τ al tiempo $\tau + 1$.

Usando la forma general de la curva de captura dada por la ecuación (1) se estimó la mortalidad total para cada cohorte (Z_c). Una vez obtenidos los valores de Z_c se obtuvieron estimaciones de la capturabilidad promedio de las cohortes presentes en un año adaptando el método descrito por Paloheimo (1958) de acuerdo con la relación:

$$\bar{Z}_c = M + \bar{q} \bar{f}_c \quad (2)$$

donde: Z_c = mortalidad total promedio para toda la cohorte, obtenida de la ecuación (1); M = mortalidad natural, considerada constante para todas las edades; \bar{q} = capturabilidad media (considerada como constante para todas las edades); \bar{f}_c = esfuerzo de pesca medio aplicado a la cohorte ponderado por la aportación de cada edad (abundancia) a la cohorte por unidad de tiempo.

$$\bar{f}_c = (1/\eta) \sum_1^{\eta} W_{\epsilon} U_{\epsilon} \quad (3)$$

donde: η = número de edades presentes en la cohorte; W_{ϵ} = factor de ponderación asociado a la abundancia de cada edad U_{ϵ} ; U_{ϵ} = abundancia de cada edad en términos de captura por unidad de esfuerzo.

Una vez obtenidas las estimaciones de capturabilidad (\bar{q}) se estimó la mortalidad por pesca para cada edad y mes así como las tasas de explotación correspondientes. Esta información permitió efectuar un análisis del patrón de explotación y su efecto sobre la población y su pesquería.

RESULTADOS

Los grupos de edad seleccionados con el método de Pauly y David (1980) para cada mes fueron colocados, para cada año, en un diagrama relacionando la longitud media estimada y la edad relativa. De este agrupamiento se observó la tendencia general mostrada y para cada edad se obtuvo un valor medio que fue utilizado posteriormente en el gráfico de Ford-Walford para estimar los valores de los parámetros de crecimiento del modelo de von

where e^{-z} represents the survival of age ϵ from time τ to time $\tau + 1$.

Using the general form of the capture curve given by equation (1), total mortality for each cohort (Z_c) was estimated. Once the values of Z_c were obtained, estimations of the average catchability of the cohorts present in one year were obtained by adapting the method of Paloheimo (1958), according to the relation:

where: Z_c = average total mortality for the whole cohort, obtained from equation (1); M = natural mortality, considered constant for all ages; \bar{q} = mean catchability (considered as a constant for all ages); \bar{f}_c = mean fishing effort applied to the cohort, measured by the contribution of each age (abundance) per unit of time.

where: η = number of ages present in the cohort; W_{ϵ} = weighing factor associated to the abundance of each age U_{ϵ} ; U_{ϵ} = abundance of each age in terms of catch per unit effort.

Once the estimations of (\bar{q}) catchability were obtained, the fishing mortality for each age and month was estimated, as well as the corresponding exploitation rates. With this information it was possible to effect an analysis of the exploitation pattern and its effect on the population and its fishery.

RESULTS

The age groups selected monthly with the method of Pauly and David (1980) were placed, for each year, in a diagram relating estimated mean length and relative age. The general tendency of the group was observed, obtaining a mean value for each age, which was later employed in the graphic of Ford-Walford to estimate the values of the parameters of the growth model of von Bertalanffy. The results obtained for each year

Bertalanffy. Los resultados obtenidos para cada año (Tabla 1) muestran que los valores de la tasa de crecimiento varían en un intervalo de $K_{\min} = 0.142 \text{ m}^{-1}$ a $K_{\max} = 0.1812 \text{ m}^{-1}$; mientras que los de longitud asintótica de $L_{\min} = 214 \text{ mm}$ a $L_{\max} = 236 \text{ mm}$. En la Figura 2, se muestra un ejemplo del ajuste logrado de las curvas de crecimiento a la distribución de frecuencias por longitudes de las capturas para 1974.

Una vez obtenida la estructura por edades mes a mes (Fig. 1), se obtuvieron las estimaciones de mortalidad total para cada cohorte de acuerdo a la ecuación (1), cuyos valores son mostrados en la Tabla 2 para aquellas cohortes mejor representadas en cada año. En la misma tabla se muestra la intensidad de pesca media aplicada a cada cohorte obtenida mediante la aplicación de la ecuación (3) para posteriormente obtener estimaciones de la capturabilidad.

En el caso particular de la mortalidad total se observa que para las cohortes tempranas (que se inician durante los primeros meses de cada año) los valores de Z_c tienden a ser menores que para las cohortes tardías. Esta misma tendencia es observada en las estimaciones del esfuerzo de pesca. Los valores medios de Z_c variaron entre $Z_{\min}(1981) = 0.8494$ y $Z_{\max}(1974) = 1.240$.

Las estimaciones de capturabilidad media de las cohortes obtenidas para cada año mostraron variación en un intervalo de $q_{\min}(1975) = 0.0012$ a $q_{\max}(1978) = 0.0021$; la mortalidad natural entre $M_{\min}(1978) = 0.415$ a $M_{\max}(1974) = 0.594$ y la mortalidad por pesca de $F_{\min}(1981) = 0.3786$ a $F_{\max}(1974) = 0.646$ (Tabla 1).

La tasa de explotación media anual fue obtenida a partir de la ecuación.

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

obteniéndose valores de $E_{\min}(1981) = 0.4457$ a $E_{\max}(1978) = 0.6059$, y la proporción de la población que es capturada

(Table 1) show that the values of the growth rate vary from $K_{\min} = 0.142 \text{ m}^{-1}$ to $K_{\max} = 0.1812 \text{ m}^{-1}$; while those of asymptotic length go from $L_{\min} = 214 \text{ mm}$ to $L_{\max} = 236 \text{ mm}$. Growth curves were adjusted to the distribution of frequencies per lengths of catches for 1974. This is shown in Figure 2.

Once the monthly structure by age was obtained (Fig. 1), total mortality estimations for each cohort were obtained according to equation (1), whose values are shown in Table 2 for those cohorts best represented in each year. Mean fishing intensity applied to each cohort is shown in the same table, and was obtained by applying equation (3) for the subsequent estimations of catchability.

In the particular case of total mortality, for early cohorts (those that begin in the first months of the year), the values of Z_c tend to be lower than those of the late cohorts. This same tendency is observed in the estimations of the fishing effort. The mean values of Z_c varied between $Z_{\min}(1981) = 0.8494$ and $Z_{\max}(1974) = 1.240$.

The estimations of mean catchability of the cohorts obtained for each year varied from $q_{\min}(1975) = 0.0012$ to $q_{\max}(1978) = 0.0021$; the natural mortality varied from $M_{\min}(1978) = 0.415$ to $M_{\max}(1974) = 0.594$ and mortality due to catches from $F_{\min}(1981) = 0.3786$ to $F_{\max}(1974) = 0.646$ (Table 1).

The mean annual exploitation rate was obtained from the equation:

resulting values of $E_{\min}(1981) = 0.4457$ to $E_{\max}(1978) = 0.6059$, and the proportion of the captured population

$$E' = \{F / Z\} \{1 - \exp^{-z}\}$$

Tabla 1. Parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy estimados para el camarón café *Penaeus aztecus* de la costa noroccidental del Golfo de México.

Table 1. Parameters of the von Bertalanffy growth model estimated for the brown shrimp *Penaeus aztecus* of the northwest coast of the Gulf of Mexico.

Año	L_{∞} (mm)	W_{∞} (g)	K (m)	K (a)	t_0 (m)
1974	236.4	74.2	0.1812	2.1744	0.1671
1975	217.0	57.2	0.1495	1.794	0.1540
1976	236.6	74.1	0.1511	1.8132	0.1739
1977	225.8	64.4	0.1701	2.0412	0.2829
1978	234.3	71.97	0.1758	2.1096	0.0665
1979	236.0	73.6	0.1622	1.9464	0.0055
1980	234.7	72.4	0.1653	1.9836	0.0315
1981	213.9	54.7	0.1420	1.7040	0.4225
1982	223.8	62.7	0.1652	1.9824	0.2427

m = mensual; a = anual; mm = milímetros y g = gramos.

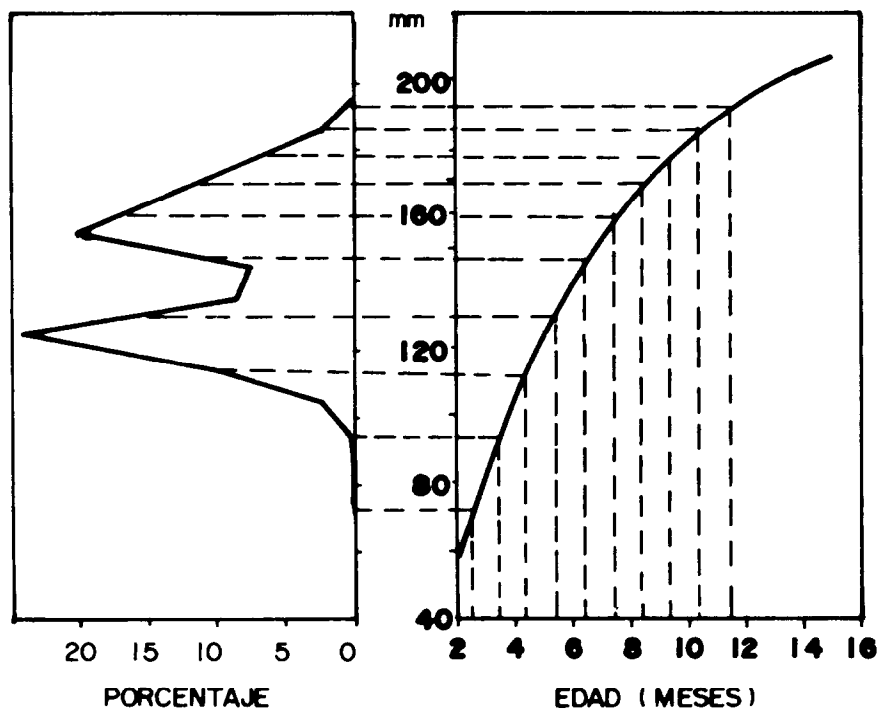


Figura 1. Integración parcial de la curva de distribución de frecuencia de longitudes de la captura y su asociación con la curva de crecimiento para la estimación de la estructura por edades.

Figure 1. Partial integration of the distribution curve of size frequencies in the catches and its association with the growth curve for the estimation of structure by ages.

Tabla 2. Valores promedio de mortalidad (z_c) y esfuerzo de pesca (f) obtenidos para las diferentes cohortes de camarón café *Penaeus aztecus*.
 Table 2. Average values of mortality (z_c) and fishing effort (f) obtained for the different cohorts of brown shrimp *Penaeus aztecus*.

1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982	
z_c	f	z_c	f	z_c	f	z_c	f	z_c	f	z_c	f	z_c	f	z_c	f	z_c	f
0.937	312	0.880	283	1.320	345	0.790	312	0.948	264	0.586	178	1.146	345	0.905	217	0.755	185
1.254	322	0.680	295	0.840	360	1.030	318	0.960	256	1.179	220	0.848	345	0.745	215	0.821	214
1.174	325	0.780	329	0.830	360	0.940	297	1.140	282	0.724	200	1.070	401	0.935	231	0.801	214
1.315	325	0.740	324	0.970	348	0.880	311	1.030	292	0.628	248	0.848	365	0.825	215	1.048	214
1.005	364	0.800	330	0.970	353	1.200	330	0.994	302	0.846	303	1.385	367	0.862	207	1.245	261
1.089	395	1.460	383	0.920	356	1.260	356	0.874	300	0.968	346			0.967	236		
1.480	399	0.890	384	0.910	342	1.230	365	1.120	326	1.419	351			0.707	233		
1.300	399	0.820	429	0.890	301	1.030	414	1.400	368	0.894	378						
		1.030	433	0.910	323	1.110	436			1.154	383						
		0.960	444							1.099	398						
\bar{z}_c	=1.240	0.9027		0.9340		1.0470		1.0530		0.9430		1.0590		0.8484		0.9340	
M	=0.594	0.4736		0.4333		0.5291		0.4150		0.4310		0.4465		0.4708		0.5099	
\bar{F}_c	=0.645	0.4291		0.4957		0.5179		0.6380		0.5120		0.6129		0.3786		0.4211	
\bar{q}_c	=0.0017	0.0012		0.0015		0.0021		0.0017		0.0017		0.0017					

la cual varió entre $E'_{\min}(1981) = 0.2549$ a $E'_{\max}(1978) = 0.3945$.

Con estos valores fue posible identificar año con año el estado de explotación y el tamaño de la población que es susceptible a la captura. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

DISCUSION

De acuerdo con los cambios observados en la abundancia estacional de la estructura de la población, es evidente una fuerte influencia estacional asociada principalmente al reclutamiento (Fig. 3), lo cual a su vez es un efecto determinante en la estrategia de pesca y la cantidad de pesca aplicada a la población (Fig. 4). En especies de vida corta como el camarón, la clase de edad que se recluta en un mes determinado influye de manera importante en la abundancia relativa de la población debido a la alta tasa de mortalidad. En consecuencia, es común que las variaciones en la intensidad de pesca sigan los cambios en la magnitud del reclutamiento tal como ha sido observado para otros recursos camaroneros (García y Le Reste, 1981).

Las estimaciones de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy se muestran en la Tabla 1, y aun cuando se observan diferentes valores, el patrón de crecimiento para el camarón café, dado por el estimador $\omega - \kappa L^\infty$ (Galluci y Quinn, 1979) es más o menos similar año con año; sin embargo, se observa mayor variabilidad en las estimaciones de L^∞ que en las de la tasa de crecimiento (Fig. 5).

Por lo que se refiere a la magnitud de las estimaciones, los valores de las constantes (Tabla 1) corresponden en magnitud a los reportados previamente en la literatura para esta especie y región (Chávez, 1973).

Los valores promedio anuales de las estimaciones de mortalidad total para las cohortes indican una cierta estabilidad en la explotación; sin embargo, los valores obtenidos para cada cohorte indican una fuerte estacionalidad. Al inicio del año, la mortalidad total es menor aumentando hacia la mitad del año cuando ocurre el mayor reclutamiento. Estos cambios están influenciados más por el incremento en la intensidad de pesca que por las variaciones en la mortalidad natural.

Por lo que se refiere a las estimaciones de capturabilidad, el concepto utilizado en la

which varied from $E'_{\min}(1981) = 0.2549$ to $E'_{\max}(1978) = 0.3945$.

With these values it was possible to identify the exploitation state in each year, and the size of the population which is subject to capture. The results obtained are shown in Table 2.

DISCUSSION

The changes observed in the seasonal abundance of the population structure evidence a strong seasonal influence mainly associated with recruitment (Fig. 3), which in turn is a determining effect in the fishing strategy and the quantity of fishing applied to the population (Fig. 4). In species of short life-span such as the shrimp, the class of age that is recruited in a certain month greatly affects the relative abundance of the population, due to the high mortality rate. Consequently, it is common that variations in the fishing intensity adjust to the changes in recruitment magnitude, as has been observed in other shrimp resources (García and Le Reste, 1981).

The estimations of the parameters of the von Bertalanffy growth equation are shown in Table 1, and even when different values are observed, the growth pattern for the brown shrimp, given by the estimator $\omega - \kappa L^\infty$ (Galluci and Quinn, 1979), is more or less similar each year. However, higher variability is observed in the estimations of L^∞ than in those of the growth rate (Fig. 5).

As for the magnitude of the estimations, the values of the constants (Table 1) correspond in magnitude with those reported previously in the literature on this species and region (Chávez, 1973).

The average annual values of the estimations of total mortality for the cohorts indicate a certain stability in the exploitation. However, the values obtained for each cohort indicate a strong seasonality. Total mortality is lowest at the beginning of the year, increasing towards the middle of the year, when recruitment is highest. These changes are more influenced by the increase in fishing intensity than by variations in natural mortality.

As for the estimations of catchability, the concept employed in equation (2) assumes that total mortality is fundamentally influenced by a "cohort effect" (Pope and Shepherd, 1982) that integrates both the age and

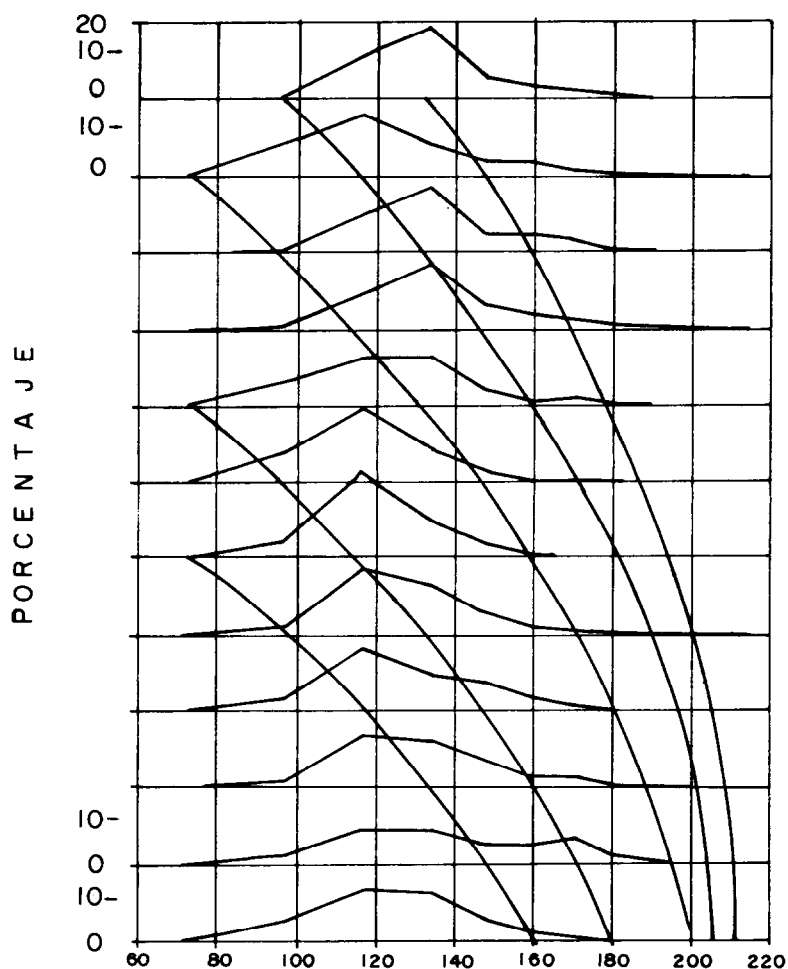


Figura 2. Curva de crecimiento en longitud para el camarón café *Penaeus aztecus* mostrando el ajuste obtenido a la distribución de frecuencias de tallas para 1974.

Figure 2. Curve of length growth for the brown shrimp *Penaeus aztecus* showing the adjustment to the distribution of size frequencies for 1974.

ecuación (2) supone que la mortalidad total es influenciada fundamentalmente por un "efecto cohorte" (Pope y Shepherd, 1982) que integra ambos, el componente edad y el temporal. Esto significa que la "fuerza de la cohorte" (magnitud de la abundancia inicial que corresponde a la magnitud del reclutamiento a la cohorte) es determinante en el valor de la capturabilidad a lo largo de la vida de los camarones, más que la edad o la estacionalidad como eventos independientes. Arre-

the temporal components. This means that the "strength of the cohort" (magnitude of the initial abundance that corresponds to the magnitude of the recruitment to the cohort) is determinant in the value of the capturability throughout the life cycle of the shrimp, more than the age or the seasonality as independent events. Arreguín-Sánchez (1987) emphasizes the variability of the recruitment pattern of the population for the same studied period, where magnitude and recruitment age change

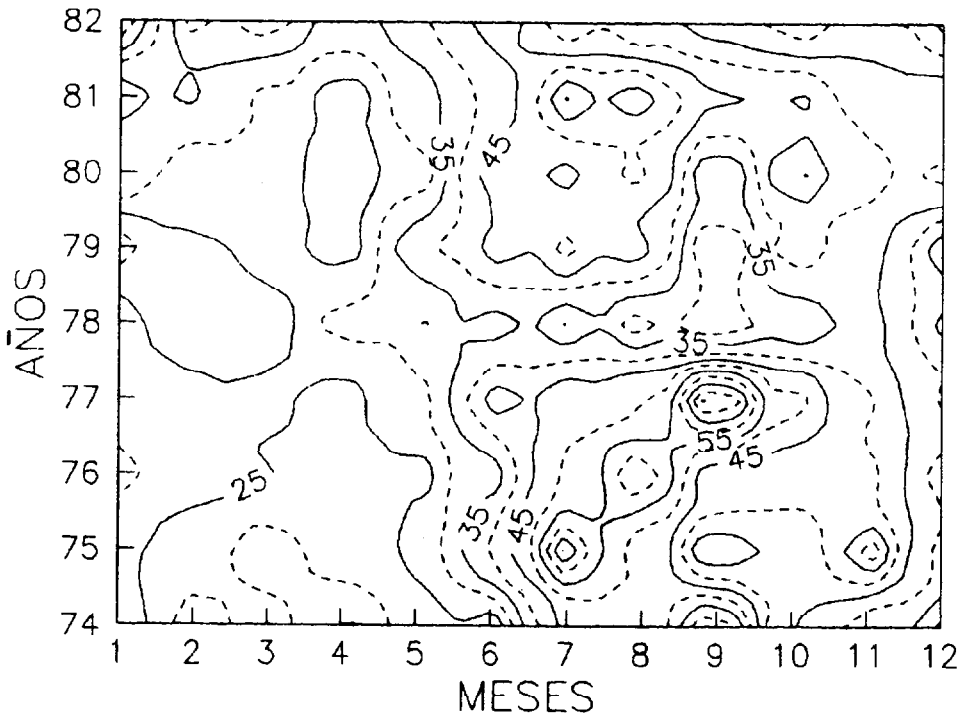


Figura 3. Cambios mensuales y anuales en la abundancia de la población (miles de individuos por viaje de pesca) como consecuencia del reclutamiento para el camarón café (*Penaeus aztecus*) de la costa noroccidental del Golfo de México.

Figure 3. Monthly and annual changes in the population abundance (thousands of individuals per fishing trip) as a consequence of the recruitment for the brown shrimp *Penaeus aztecus* of the northwest coast of the Gulf of México.

guín-Sánchez (1987) hace énfasis en la variabilidad del patrón de reclutamiento de esta población para el mismo período de estudio, donde la magnitud y edad de reclutamiento cambian estacionalmente pero sin un patrón anual claramente definido. Debido a esto, y a la carencia de información precisa sobre el efecto de los cambios en la abundancia de la población y la magnitud de la pesca sobre la capturabilidad, se obtuvo el valor medio de este parámetro para las cohortes presentes en cada año. Este valor de capturabilidad (\bar{q}) permitió obtener estimaciones globales de la población y observar los cambios anuales inducidos por la pesca.

En la Tabla 2 se observa que la explotación se mantuvo más o menos constante excepto en los dos últimos años analizados cuando se redujo una tercera parte. Este

seasonally, lacking, though, a clearly defined annual pattern. Due to this, and to the lack of precise information on the effect of the changes in the population abundance and the magnitude of fishing over capturability, the mean value of this parameter for the cohort present in each year was obtained. This value of capturability served to obtain global estimations of the population and to observe the annual changes induced by fishing.

Table 2 shows that exploitation was maintained more or less constant except in the last two years of study, when it was reduced by a third. This decrease is related with the reduction of fishing intensity, showing an immediate effect in the age of first capture that increased from four to five months average. Since these tendencies have appeared without changes in the areas of fishing or

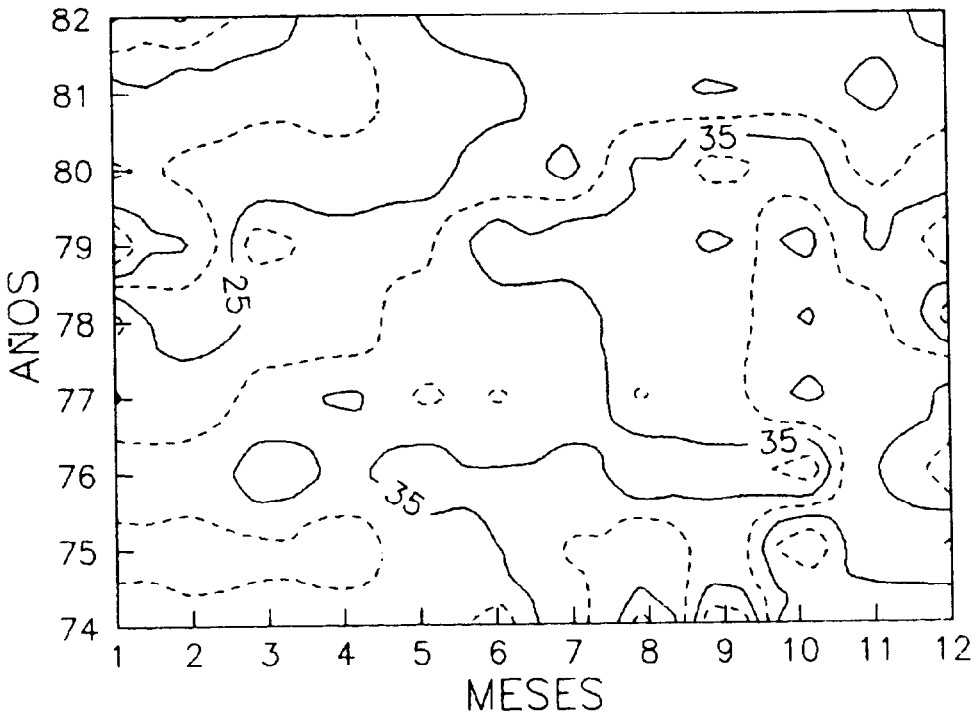


Figura 4. Distribución mensual y anual del esfuerzo de pesca (No. de viajes x 10) de la pesquería de camarón café (*Penaeus aztecus*) de la costa noroccidental del Golfo de México.

Figure 4. Monthly and annual distribution of the fishing effort (No. of trips x 10) of the fishery of the brown shrimp *Penaeus aztecus* of the northwest coast of the Gulf of México.

decremento está asociado a la reducción de la intensidad de pesca, mostrándose un efecto inmediato en la edad de primera captura la cual aumentó de cuatro a cinco meses en promedio. Como estas tendencias se han presentado sin que ocurrieran cambios en las áreas y artes de pesca, los resultados obtenidos sugieren una posible tendencia a la subexplotación en los últimos años que se manifiesta en cambios en la estructura de la población y en las capturas.

Es importante notar que el tamaño de la población anual estimada (Tabla 2) muestra cierta estabilidad, especialmente en 1981, cuando se redujo la tasa de explotación en un 30% de un año a otro. La población en el mar aumentó probablemente por efecto de supervivencia adicional al reducirse la intensidad de pesca; sin embargo, al año siguiente (1982), la tasa de explotación se mantuvo en el mismo nivel que el año anterior y el tamaño de la población en el mar recuperó su nivel usual.

fishing gear, the results suggest a possible tendency to underexploitation in the last years, which is manifested in changes in the population structure and in the catches.

It is important to notice that the size of the estimated annual population (Table 2) shows certain stability, mainly in 1981, when the exploitation rate was reduced 30% from one year to another. The sea population probably increased by effect of additional survival when fishing intensity was reduced; however, the next year (1982), the exploitation rate remained in the same level as in the previous one, and the population in the sea recovered its usual level.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by CONACYT (code PCECBNA-021228) and by SPP-SEP-COSNET through Strategic Project No. 6.

Tabla 3. Tasa de explotación y estimación de la población de camarón café *Penaeus aztecus* durante 1974 a 1982.

Table 3. Exploitation rate and population estimation of brown shrimp *Penaeus aztecus* from 1974 to 1982.

Año	N(c)10 ⁶	B(c) t	E	E ¹	N(P)10 ⁶	B(P) t	tr
1974	133.5	2 054	0.5210	0.3702	360.6	5 548	4.25
1975	159.9	2 073	0.4753	0.2826	565.8	7 336	4.40
1976	151.2	2 243	0.5307	0.3222	469.2	6 963	4.67
1977	177.8	2 355	0.4946	0.3210	533.8	7 338	4.34
1978	110.4	1 677	0.6059	0.3945	277.9	4 252	4.25
1979	138.6	2 039	0.5429	0.3315	418.2	6 151	4.83
1980	125.2	2 087	0.5787	0.3780	331.3	5 523	5.30
1981	170.7	2 714	0.4457	0.2549	669.7	10 649	6.44
1982	98.7	1 687	0.4541	0.2756	358.1	6 124	5.00

N(c) = Número de individuos en las capturas.

B(c) = Biomasa de la captura.

E = F/Z.

E¹ = F/Z (1-e^{-Z}).

N(P) = Número de individuos en la población.

B(P) = Biomasa de la población.

tr = Edad de reclutamiento en meses (entrada a la pesquería).

t = Toneladas.

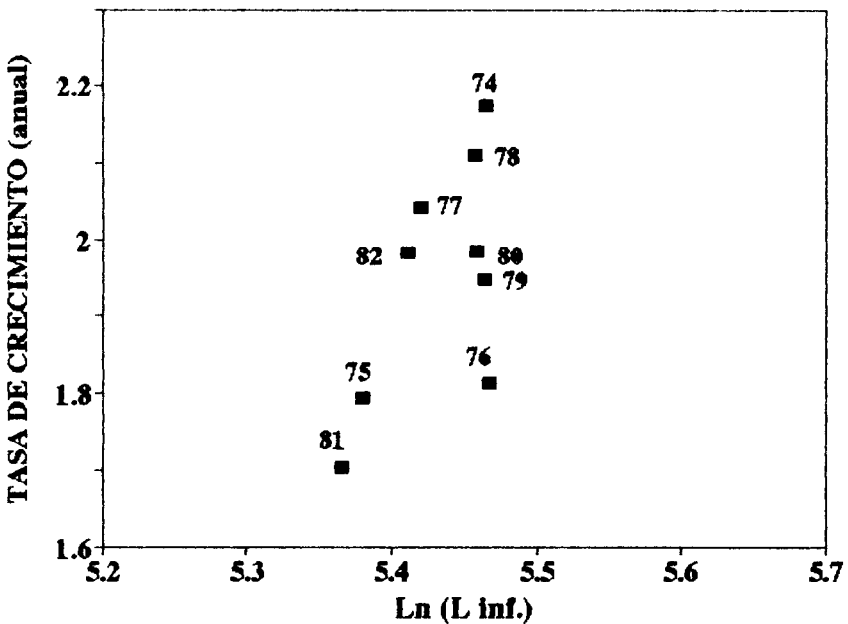


Figura 5. Parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy para el camarón café (*Penaeus aztecus*) de la costa noroccidental del Golfo de México.

Figure 5. Parameters of the von Bertalanffy growth model for the brown shrimp *Penaeus aztecus* of the northwest coast of the Gulf of México.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue apoyado por CONACYT (clave PCECBNA-021228) y SPP-SEP-COSNET a través del Proyecto Estratégico No. 6.

LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez, F. (1987). Manejo y administración de pesquerías tropicales. *Avance y Perspectiva*, 37(8): 31-41.
- Arreguín-Sánchez, F. y Chávez, E.A. (1985). Estado del conocimiento de las pesquerías de camarón en el Golfo de México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 2(2): 23-44.
- Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. II. Inquiries on growth laws. *Human Biology*, 10: 181-213.
- Castro, R.G., Arreguín-Sánchez, F. y Chávez, E.A. (1986). Análisis regional del recurso camarón en aguas del NW del Golfo de México (Tamaulipas y norte de Veracruz). *Inf. Invest. CRIP-Tampico, Unidad Mérida del CINVESTAV*, 52 pp.
- Chávez, E.A. (1973). A study on a growth rate of brown shrimp (*Penaeus aztecus* aztecus Ives, 1891) from the coast of Veracruz and Tamaulipas, Mexico. *Gulf Res. Rep.*, 4(2): 278-299.
- Gallucci, V.F. and Quinn, T.J. (1979). Reparameterizing, fitting and testing a simple growth model. *Trans. of the Amer. Fish. Soc.*, 108: 14-25.
- García, S. and Le Reste, L. (1981). Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.* (203), Rome, 215 pp.
- Paloheimo, J.E. (1958). A method of estimating natural and fishing mortalities. *J. Fish. Res. Board Can.*, 15: 749-758.
- Pauly, D. and David, N. (1980). An objective method for determining growth from length-frequency data. *ICLARM Newsletter*, 3(3): 13-15.
- Pope, J.A. and Shepherd, J.G. (1982). A simple method for the consistent interpretation of catch-at-age data. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 40: 176-184.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*, 191: 382 p.

English translation by Lucrecia Orensanz.