



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

U. N. A. M.

“CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO
PESQUERO DE LA MOJARRA (CALAMUS PENNATULA,
GUICHENOT 1868), DE LA PESCA DE ARRASTRE
DE LAS COSTAS DE YUCATAN”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L Ó G O

P R E S E N T A:

SILVIA SALAS MARQUEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A MIS PADRES . Por el impulso que han dado a todos
mis proyectos.

A MIS HERMANOS . Por su cariño y apoyo moral.

A MI ESPOSO . Por sus motivaciones que me han hecho
seguir siempre adelante.

Quiero manifestar mi agradecimiento

Al Dr. Alonso Fernández por su apoyo para la realización de este trabajo en el Centro de Investigación -- que está a su cargo.

Al M. en C. Francisco Arreguín Sánchez por sus valiosos consejos y paciente asesoría.

A todo el personal de Productos Pesqueros Mexicanos -- por su valiosa cooperación, sin la cual no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

Al Dr. Ernesto A. Chávez por sus enseñanzas y su gran apoyo para la realización de este trabajo.

Finalmente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo económico.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
	I.1. CARACTERIZACION DE LA ESPECIE	2
	I.2. ANTECEDENTES	3
II.	OBJETIVOS.....	4
III.	AREA DE ESTUDIO	5
IV.	MATERIAL Y METODOS	6
	IV.1. CRECIMIENTO	7
	IV.2. MORTALIDAD	11
	IV.3. TASA DE EXPLOTACION Y TAMAÑO DE LA POBLACION	12
	IV.4. RECLUTAMIENTO	13
	IV.5. RENDIMIENTO	14
	IV.6. ANALISIS DE CONTENIDO GASTRICO	18
V.	RESULTADOS	19
VI.	DISCUSION	26
VII.	CONCLUSIONES	35
VIII.	LITERATURA CITADA	37

INTRODUCCION

La pesca es una actividad tradicional que ha ido aumentando aceleradamente en los últimos años, logrando capturas cada vez _ mayores, debido a las mejoras en los equipos de pesca y al conocimiento de nuevas áreas adecuadas para ella. Ante esta situación es necesario tener identificados los recursos biológicos que se _ están explotando, ya que no son fuente inagotable que pueda ser _ usada indefinidamente, por lo que se deben realizar estudios que generen información de ser posible a corto plazo, que sea útil pa_ ra el manejo y administración de las pesquerías, sobre todo si _ se consideran las implicaciones sociales y económicas que conlle_ van.

En este sentido, la situación geográfica que presenta nues_ tro país lo coloca en un lugar privilegiado en cuanto a disponibi_ lidad de recursos marinos se refiere, aunque el desconocimiento— practicamente total de éstos, su diferente naturaleza, fluctuacio_ nes y potenciales, limitan la planificación adecuada de las acti_ vidades pesqueras. Por lo tanto, es evidente la necesidad de co_ nocer las posibilidades sobre las cuales descansa dicha actividad.

Dentro de los recursos susceptibles de explotación se _ encuentran los denominados de fondo, los cuales han sido utiliza_ dos tradicionalmente con líneas verticales y palangres en el Gol_ fo de México. Aunque la flota extranjera (Soviético-Cubana), ini_ ció la captura de dichos recursos con artes de arrastre desde 1962 (Bessonov et al, 1973), la flota nacional lo hizo a partir de 1977 (Srla de Pesca, 1980).

Dentro de las especies que componen la comunidad de fondo se pueden mencionar las pertenecientes a la familias Serranidae (mero) Lutjanidae (pargos), y Sparidae (mojarras), entre otras. Estas últimas aportan aproximadamente el 60 % de los volúmenes totales de las embarcaciones arrastreras. De ahí su importancia comercial y la relevancia de un estudio de tal recurso.

Los registros de captura de mojarra (incluyendo todas las especies), comienza a aparecer desde 1956, observándose un aumento paulatino de las capturas, concordante con un incremento igualmente pausado del esfuerzo aplicado. De 1979 a 1980 se observa un brusco ascenso de 220 a 1589 Tons. Esta gran variación coincide con el ingreso de los barcos arrastreros a la pesca de escama, principalmente en 1980, cuando se incorporan los de mayor capacidad (Fig. 1).

Existen varias especies denominadas genéricamente como mojarras, unas correspondientes al género Calamus, conocidas en la región como mojarra pluma y blanca o cachipluma, y otra del género Anisotremus, llamada mojarra amarilla. Una de éstas, la que mayor aporte hace al volumen total de mojarras es Calamus pennatula (aproximadamente el 42 %), por lo cual se eligió a esta especie para realizar el presente estudio, en un intento por aportar información que en un momento dado pueda ser útil para el manejo adecuado de la pesquería en la que se incluye.

CARACTERIZACION DE LA ESPECIE.

C. pennatula es una especie que habita principalmente en fondos arenosos y arrecifes coralinos. Se ha llegado a registrar en Puerto Rico, Republica Dominicana, Martinica, Haití, Honduras, Colombia, Venezuela, Surinam y Brasil, aunque no se puede afirmar -

que sea exclusiva de estas áreas (Randall y Caldwell, 1966). Randall (1967), informa que su alimentación se basa en moluscos, crustáceos y equinodermos, principalmente.

Las características distintivas utilizadas para la clasificación taxonómica de C. pennatula son las siguientes: el hocico y la región suborbital presentan líneas horizontales ligeramente inclinadas de color azul sobre un fondo bronceado, a veces son onduladas y en ocasiones interrumpidas; estas varían en número de siete a doce y pueden brillar en algunos especímenes y ser poco visibles en otros. Su coloración es generalmente gris plateada. Presenta cuatro dientes caninos desde la sínfisis de la mandíbula superior, alargados y ligeramente curvados en los adultos, presentan un tubérculo frontal arriba del nostrilo superior no muy desarrollado y una línea azul de bajo del ojo (Randall y Caldwell, op.cit.).

Su posición taxonómica es la siguiente (Randall, 1968):

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Orden: Perciformes

Familia: Sparidae

Género: Calamus

Especie: C. pennatula (Guichenot, 1868)

ANTECEDENTES.

Estudios relativos a C. pennatula tanto biológicos como relacionados con su pesquería son escasos. La mayor parte de la información se refiere a otras especies de la misma familia. Dentro de los traba

jos realizados al respecto se puede mencionar el de Ranzi (1931), quien describe morfológicamente trece géneros, tales como Dentex, Sparus, Pagrus, entre otros (sin incluir a Calamus), los cuales comprenden veinticinco especies.

De las investigaciones realizadas sobre la especie en estudio, una de las de mayor interés se encuentra relacionada con su descripción taxonómica y su distribución, efectuadas por Randall y Caldwell (1966), quienes además hacen un análisis comparativo entre las diversas especies del género. Randall (1967), también hace una relación de los hábitos alimenticios de C. pennatula. De León (1980), refiere algunos datos relacionados con parámetros de crecimiento con algunas especies del género Calamus, importantes en la pesca de arrastre del Banco de Campeche. Otro estudio es el desarrollado por Castro (1982), quien analiza igualmente los parámetros de crecimiento de C. brachysomus.

Dentro de los estudios más recientes se encuentra el de Cruz (1985), quien analiza algunos parámetros poblacionales de Calamus nodosus.

Parece ser que se han realizado más estudios de este género por parte de investigadores cubanos, quienes han investigado sobre gran parte de las especies comerciales del Banco de Campeche, pero a la fecha no ha sido posible disponer de tal información.

OBJETIVOS

El objetivo principal radica en realizar un análisis preliminar biológico pesquero de la mojarra C. pennatula capturada con artes de arrastre, con la intención de aportar información que -

ayude a establecer criterios básicos sobre dicha especie y conocer así el estado actual de la población para un manejo más racional de ésta, teniendo como objetivos particulares, para llegar a este fin los siguientes:

- Determinar los parámetros que definen la dinámica de la población como tasa de crecimiento, mortalidad total, natural y por pesca, tasa de explotación, así como el tamaño de la población en el mar, entre otros aspectos.
- Estimar el rendimiento máximo sostenible con base en el análisis de la población virgen y mediante la aplicación del modelo dinámico de Beverton-Holt.
- Conocer los hábitos alimenticios de la especie como aporte al conocimiento de la biología básica de la misma.

AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se desarrollo en el Estado de Yucatán, tomándose las muestras de los desembarques comerciales en el puerto de abrigo de Yucalpeten, en la planta de Productos Pesqueros Mexicanos, situada a dos kilometros del puerto de Progreso, el cual capta los mayores desembarques de la entidad.

El Estado de Yucatán se encuentra ubicado al Sureste de México; se localiza geográficamente entre los paralelos $19^{\circ} 20'$ y $20^{\circ} 37'$ de Lat. Nte. y los meridianos $83^{\circ} 32'$ y $90^{\circ} 25'$ Lat. Oeste. Limitada al Norte y al Este con el Golfo de México, al Sureste con el Estado de Quintana Roo, y al Suroeste con el Estado de Campeche. Su litoral tiene una extensión aproximada de 1670 Km de los cuales -

395 corresponden a Campeche, 355 a Yucatán y 220 a Quintana Roo. El litoral yucateco se extiende desde Celestún hasta Cabo Catoche (Carranza 1959).

Actualmente la flota está compuesta por embarcaciones medianas y de altura, que efectúan sus operaciones principalmente en la zona norte de la península, a una distancia de 168 millas náuticas aproximadamente del puerto base, Progreso, y a una profundidad en el intervalo de 10 a 30 brazas. En general cubren el área denominada como Sonda o Banco de Campeche y parte del Mar Caribe, desde cayo Arcas hasta Contoy (Pérez, 1984), donde operan igualmente embarcaciones soviéticas y cubanas (Bouchard, 1964; Bessonov et al. 1973), (Fig. 2).

MATERIAL Y METODOS

Para conocer las especies que componen el volúmen total de mojarra, se procedió inicialmente a la identificación taxonómica de éstas, basándose en las claves de Randall (1968). Las especies identificadas fueron las siguientes: Calamus pennatula, C. nodosus, C. bajonado, C. penna, y Anisotremus virginicus. Se realizaron muestreos masivos de la primera, durante seis meses, de Marzo a Septiembre, tomando en cuenta que entre Abril y Junio es el periodo de mayor abundancia en estas especies, lo cual se determinó al relacionar gráficamente las capturas por mes de 1981 y 1982, donde se incluyen todas las especies antes mencionadas. (Fig. 3). Este hecho ya había sido observado por Bessonov (op. cit.).

Se tomaron datos de longitud furcal (mm), usando un ictiómetro con una precisión de 0.5 cm, así como de peso entero (g), ha

ciendo uso de una bascula comercial con una precisión de 5 g. Por otra parte, se tomaron muestras de escamas (un promedio de 10 por individuo), otolitos y se evisceraron 60 organismos para realizar posteriormente la revisión del contenido gástrico.

Con base en los registros de los desembarques y conociendo los porcentajes que en los mismos representaban tanto C. pennatula como todas las mojarras en conjunto, se calcularon dichos porcentajes en el total de las capturas de 1983. En este estado se utilizó entonces la proporción estimada de la especie en estudio para los calculos posteriores.

Con el fin de analizar organismos de todos los tamaños posibles que aparecen en las capturas, se contempló la conveniencia de participar en un viaje de pesca comercial en un barco arrastrero, ya que tanto a bordo como en el momento de la descarga los peces son seleccionados por tallas, desechandose los ejemplares menores de 200 mm, por no alcanzar la talla mínima comercial. En este caso se registraron principalmente datos de longitud, debido a que el movimiento del barco daba un amplio margen de error al obtener registros de peso.

CRECIMIENTO.

Para establecer la estructura por edades en la población, fué necesario primeramente conocer las clases de edad presentes en la captura, usando para este fin tanto métodos directos como indirectos. Los primeros se basan en la lectura de marcas de crecimiento en estructuras duras, como escamas y otolitos. Existen varias técnicas para la revisión de escamas (cantarell, 1982; FAO, 1982; Mendoza, 1966). En este caso se usaron las propuestas por Manooch y Hunsman (1977). Para el caso de los otolitos se probaron técnicas di-

versas, para encontrar la más adecuada que facilitara la lectura de las marcas de éstos (FA , 1982; Pannela,1974; Tesch,1971). Debido a las dificultades que se presentaron para analizar estas estructuras, se optó por seguir el estudio únicamente con las es ca ma s.

Para la aplicación del método indirecto, el cual se basa en el uso del papel de probabilidades (Cassie, 1954), se manejaron los registros de longitudes de dos meses cercanos (Junio y Julio), tratando de cubrir las premisas propuestas para la aplicación de dicho método, es decir, que el muestreo sea instantaneo, cubriendo un periodo de tiempo lo más corto posible, a fin de que el crecimiento de las clases de edad no modifique sustancialmente las diferencias entre ellas; igualmente se eligieron estos meses por ser la muestra más representativa con la que se contaba, considerando para ello que mientras más abundante sea el muestreo y mayor el número de tallas que estuviesen involucradas, la población estaría mejor representada. En este estudio se manejaron -- los registros de 2007 organismos para dicho análisis.

Una vez identificadas las clases de edad, se procedió a estimar los parámetros de crecimiento en base al modelo propuesto por Von Bertalanffy, que es el más comunmente usado en estudios de crecimiento (Claro y Bustamante, 1977; Pitcher y Hart, 1982, entre otros), ya que satisface los siguientes criterios importantes: se ajusta a los datos observados de crecimiento en peces, - puede incorporarse facilmente a modelos para evaluación de poblaciones y presenta un mínimo de constantes (Gómez, 1980), así la ecuación que describe el crecimiento en longitud es:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t - t_0)})$$

donde L_t es la longitud del tiempo t , k es la tasa de crecimiento individual, t_0 es un parámetro de ajuste equivalente a la edad teórica a la cual la longitud es cero y L_{∞} es la longitud máxima promedio. Esta última se obtuvo por el método de Ford-Walford (Ricker 1975), a partir de la relación de la longitud al tiempo t con respecto a la longitud al tiempo t más una unidad de tiempo (L_t y L_{t+1} respectivamente), siendo la diagonal de 45° que parte del origen la que dé una estimación de L_{∞} al cortar con la recta obtenida.

La determinación de k y t_0 , resultó de resolver por regresión la ecuación del modelo de Von-Bertalanffy.

$$\ln \frac{L_{\infty} - L_t}{L_{\infty}} = k t_0 - k t$$

siendo para esto, la ordenada al origen $a = k t_0$ y " k " la tasa de crecimiento individual, resultando t_0 del cociente de a/k .

Para conocer las variaciones en el crecimiento con respecto al peso, primeramente, se determinó la relación peso-longitud, de la regresión logarítmica de estas dos variables, usando datos de 1500 individuos, de lo que se obtiene la siguiente relación:

$$w_t = a L_t^b$$

siendo W_t y L_t el peso y la longitud del organismo respectivamente, "a" y "b" son la ordenada y la pendiente.

El factor de condición según Weatherley y Rogers (1978), es el valor de "a" en la relación peso-longitud, el cual expresa la condición del pez, esto es, el grado de gordura o robustez.

Los valores hallados fueron usados para obtener el peso máximo promedio, a partir de la longitud máxima, en base a la ecuación anterior, para expresar la ecuación de crecimiento en términos de peso.

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

las constantes k y t_0 son las mismas usadas en la expresión de crecimiento longitudinal, W_t corresponde al peso al tiempo t , W_{∞} es el peso máximo promedio y b es la pendiente obtenida de la relación anterior.

La edad máxima alcanzada en la población actual (sometida a explotación), la longitud y la edad de madurez, así como la edad de máxima longevidad (en la población virgen), se determinaron según Pauly (1980). La máxima edad alcanzada en la población actual, se obtuvo del análisis de frecuencia de tallas en la muestra, considerando a los individuos de mayor longitud, y estimando la edad a la cual pertenecen de acuerdo con los resultados de la aplicación del modelo de crecimiento. La longitud de madurez resultó de multiplicar la longitud máxima promedio por 0.75, y se extrapoló a la edad de madurez correspondiente. La máxima longevidad, se derivó del resultado del cociente de $3/k$, esto en base a que se ha demostrado

que el valor del parámetro k , está estrechamente relacionado con la longevidad del pez, lo que puede ser demostrado sobre la base de las observaciones de que generalmente en la naturaleza los peces más viejos de una población virgen alcanzan a crecer hasta cerca del 95 % de su longitud asintótica (Taylor, 1962; Beverton 1963, citados por Pauly op. cit.).

Por otra parte se determinó la edad de reclutamiento de la relación de abundancia de individuos con respecto a la edad, considerando el 50 %, e interpolando para conocer la primera edad que está completamente reclutada (Arreguín-Sánchez, 1981).

MORTALIDAD.

La estructura por edades se estableció conociendo el número de individuos en la muestra que corresponde con cada edad. Sobre estas consideraciones, se estimó el decremento en el número de individuos para obtener el coeficiente de mortalidad total, - realizando la regresión de éstos con respecto al tiempo, donde el valor de la pendiente sirvió para expresar dicho parámetro (Doi, - 1976). Hallado este parámetro, se estuvo en condiciones de conocer la supervivencia, considerando que $S = e^{-z}$ (Doi op. cit).

En el caso de una población virgen, la mortalidad total es igual a la natural, ya que no existe mortalidad resultado de la acción de pesca. Si se considera el modelo exponencial

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

entonces en la población virgen se tiene

$$M = z = \frac{\ln (N_t / N_0)}{t}$$

siendo N_0 el número inicial de individuos; N_t la cantidad de individuos al tiempo t , z y M los coeficientes de mortalidad total y natural respectivamente, y t corresponde a la diferencia en tiempo de la última edad y la edad de reclutamiento.

Arreguín- Sánchez (1984), describe este procedimiento, el cual consiste en reconstruir la estructura de la población virgen, para ello, considera el mismo número de individuos en la edad de reclutamiento que hay en la población actual, puesto que los animales que llegan a esta edad solo han estado sujetos a los efectos de la mortalidad natural. Así mismo habiendo estimado la edad de máxima longevidad, se supone que el número de organismos que llegarían a ella en la población virgen, es la misma cantidad de animales que sobreviven en la última edad de la población actual, de tal suerte que puede estimarse el valor de la mortalidad natural. Una vez conocido este valor (M), y teniendo el de la mortalidad total (z), se determinó la mortalidad por pesca (F) por diferencia de las anteriores, considerando que la segunda es el resultado de la adición de la primera y esta última.

TASA DE EXPLOTACION Y TAMAÑO DE LA POBLACION.

Conociendo los parámetros de mortalidad fué posible estimar la tasa de explotación (E), siguiendo la ecuación citada por Doi (1976).

$$E = \frac{F}{F + M} (1 - e^{-F + M})$$

y la razón de pesca (E'), (Ricker, 1975)

$$E' = \frac{F}{F + M}$$

Con base en registros de captura del último año anterior a este estudio (1982), obtenidos en la delegación regional de pesca y conociendo el porcentaje correspondiente de la captura para C. pennatula, fue posible conocer el volúmen de captura para dicha especie en el año mencionado, y a partir de éste, hacer una extrapolación de la biomasa en la captura a número de individuos, al reconstruir la población actual, sumando el total de individuos de cada clase de edad. Con esta información y el resultado de la tasa de explotación, se determinó el tamaño de la población explotada en términos de biomasa y número de individuos (Doi, op.cit.)

$$P = \frac{Y}{E}$$

donde la captura en biomasa y número de individuos está representada por "Y", E corresponde a la tasa de explotación, siendo P el tamaño de la población.

RECLUTAMIENTO.

Tomando como base el número de adultos y reclutas en la población actual y virgen, se hallaron los parámetros de la relación parentela-progenie, referidos de acuerdo con el modelo de Ricker -- (1975). El modelo queda descrito como sigue:

$$R = \alpha A e^{-\beta A}$$

siendo R el número de reclutas, A corresponde a los adultos, α es el parámetro relacionado con la mortalidad densoindependiente, y β el relacionado con la densodependiente.

El número de adultos se obtuvo de la suma de los organismos que ya habían alcanzado la edad de madurez, hasta los que llegaban a la última edad. Esto una vez que se hubo estimado la edad de madurez como ya se mencionó en la sección precedente. En el caso del número de reclutas, se consideraron como el total correspondiente a la edad de reclutamiento existentes en la población. Conociendo que $\beta = 1/A$ (Ricker, op.cit.) y manejando la ecuación anterior se calculó el valor de α .

$$\alpha = \frac{R}{A e^{-\beta A}}$$

Conociendo esta información se estuvo en posibilidades de conocer el nivel de reemplazamiento (Ricker, op.cit.)

$$A_{rem} = \frac{\ln \alpha}{\beta}$$

A_{rem} es la abundancia de adultos, tal que es igual a la de reclutas.

RENDIMIENTO.

Para la estimación del rendimiento óptimo de la población, uno de los métodos utilizados, fué el basado en el análisis de la pobla

ción virgen (ANPOVIR), (Arreguín-Sánchez y Chávez, en prensa), para lo cual fue necesaria la reconstrucción de las poblaciones actual y virgen, así como de las hipotéticas existentes entre las dos anteriores. Primeramente para reconstruir la población actual, se partió de la estructura por edades en términos de biomasa en la muestra y el porcentaje que correspondía a cada edad, así como el número total de individuos de la muestra y se extrapoló al valor de la captura, logrando así conocer el número de individuos en la captura para cada clase de edad. Asumiendo el reclutamiento constante, se partió del número de individuos de las edades sucesivas hasta llegar a la última edad que se alcanza en condiciones actuales en la captura. Para conocer las variaciones en la población, se dividió el número de reclutas entre la tasa de explotación, y el valor hallado se multiplicó por la supervivencia reconstruyendo así la población actual.

En la población virgen, se supone que los organismos llegan a alcanzar su mayor edad, es decir la máxima longevidad. Si se supone que no hay acción de pesca, todas las pérdidas en la población son atribuidas a la mortalidad natural. Partiendo del mismo nivel de reclutamiento y conociendo la supervivencia, en este caso -- $S = e^{-M}$, se pudo establecer el número de organismos para cada edad hasta llegar a la máxima longevidad, estimada anteriormente, y así reconstruir la población virgen.

En el caso de las poblaciones hipotéticas entre las poblaciones actual y virgen, para su reconstrucción, se partió del mismo nivel de reclutamiento y se consideró cada vez una edad más, presente en cada población, siendo esto una consecuencia de la intensidad de pesca, puesto que varía para cada población, al variar la morta-

lidad total, dado que la mortalidad natural se consideró como constante. La reconstrucción de cada una de las poblaciones entre la actual y la virgen, se hizo determinando la supervivencia y mortalidad de la misma forma que para la población virgen.

Este procedimiento presupone dos hechos importantes: primero, que el nivel de reclutamiento es constante, y que el número de individuos que llegan a la última edad es el mismo para cada población, y segundo, que la población se encuentra en condiciones de equilibrio, y que el nivel de explotación en que se encuentra no ha afectado la tasa de renovación natural de la población, por lo cual la estructura de ésta permanece estable. De manera adicional, puesto que no hay información previa sobre esta población, se considera que el nivel de reclutamiento corresponde al promedio.

Como lo que interesa es obtener el rendimiento máximo, se estimó la biomasa y la producción biológica de cada población, multiplicando el total de individuos de cada clase de edad por el peso promedio de ésta, en el caso de la biomasa, y por el incremento de éste para conocer la producción biológica (Edmonson y Winberg, 1971) eligiendo a la población que aporte el mayor incremento en producción como aquella del mayor rendimiento.

Para cada población se estimaron los siguientes parámetros: - tasa de explotación, razón de pesca, mortalidad total y por pesca, supervivencia, tamaño de la población y captura correspondiente. - Esta última estimación, se hizo partiendo de que $P = Y/E$, por lo tanto la captura resulta del producto de la tasa de explotación por el tamaño de la población, lo que da una estimación del rendimiento.

Con el registro del esfuerzo de pesca (f), en este caso expresado como capacidad de tonelaje de la flota de la última temporada y el valor de la mortalidad por pesca, fué posible conocer el coeficiente de capturabilidad (q) de acuerdo con la siguiente relación (Pauly, 1980).

$$F = f \times q \quad \text{por lo tanto} \quad q = F / f$$

Como la mortalidad por pesca varía en cada población y considerando el coeficiente de capturabilidad como constante, se logró determinar el esfuerzo de pesca aplicable a cada población, y así estimar el esfuerzo correspondiente al nivel de rendimiento óptimo.

Por otra parte, se aplicó el modelo de Beverton y Holt (Ricker, 1975), usando los parámetros de crecimiento, mortalidad natural y considerando como variables la mortalidad por pesca y edad mínima de captura, teniendo así el rendimiento por recluta.

El modelo de Beverton y Holt está descrito por la relación siguiente:

$$Y = \int_{t=t_r}^{t=t} F_t N_t W_t dt$$

cuya expresión queda como sigue para la estimación del rendimiento por recluta.

$$Y/N_0 = F e^{-M(t-t_0)} W \frac{1}{z} \frac{-3e^{-k(t-t_0)}}{z+k} \frac{3e^{-2k(t-t_0)}}{z+2k} \frac{-e^{-3k(t-t_0)}}{z+3k}$$

Donde:

Y = Rendimiento en términos de biomasa.

N_0 = Número hipotético de individuos a la edad cero.

W_∞ = Peso máximo promedio.

k = Tasa de crecimiento individual.

t_0 = Parámetro de ajuste que representa a la edad hipotética a la cual la longitud es cero.

z = Mortalidad total ($z = M + F$).

M = Coeficiente de mortalidad natural considerado como constante para todas las edades.

t = Edad de primera captura.

F = Coeficiente de mortalidad por pesca.

Resulta conveniente aplicar los modelos de rendimiento excedente (Fox, 1970; Scheafer, 1954), basados en datos de captura y esfuerzo, los cuales son comunmente utilizados en análisis biológico-pesqueros, más la tendencia ascendente que muestra el desarrollo de la pesquería (Fig. 1), se presentó como limitante para la utilización de dichos modelos, ya que una de las condiciones básicas para su aplicación es que la abundancia de la población observada a través de la captura por unidad de esfuerzo disminuye por efecto de la intensidad de pesca, lo cual se manifestó en este caso.

ANALISIS DE CONTENIDO GASTRICO.

Como se mencionó inicialmente, se tomaron muestras de estómagos de 60 organismos, tratando de cubrir un intervalo amplio -

de tallas, para conocer las variaciones de sus hábitos con respecto a la edad, aunque esto estuvo limitado por la selección de tallas en la captura. Al extraerse se fijaron en formol al 10 % para ser revisados posteriormente, y estimar la abundancia numérica relativa de cada componente en la alimentación. Existen varias técnicas utilizadas para este tipo de análisis (Claro, 1981; Love y Wesphal, 1981, entre otros), en el caso del presente, se usó la propuesta por García (1976). Con base en el grado de repleción del estómago se hizo una escala arbitraria de tres estados (100%, más del 50 % y cero respectivamente). Los organismos-presas fueron identificados hasta el nivel taxonómico que permitió el grado de deterioro causado por los procesos de digestión.

RESULTADOS

Uno de los primeros objetivos fué estimar la edad de los organismos y la estructura por edades en la población usando tanto métodos directos como indirectos para elegir el que diera mejores resultados. Se presentaron varios problemas al intentar hacer uso de los primeros, ya que en el caso de los otolitos, la observación de las líneas de crecimiento se dificultó, y las pruebas hechas para estandarizar una técnica que facilitara su lectura no brindaron resultados confiables, dado que al no distinguir en forma adecuada los anillos, se presentaron diferencias incluso entre las parejas de otolitos de un mismo organismo. Por otra parte, la concordancia con los resultados de escamas fué muy baja (aproximadamente 20%), lo cual dista mucho del 75% considerado como aceptable según proponen Mangoch y Huntsman (1971).

La lectura de marcas de crecimiento en escamas, igualmente --
mostró problemas tales, como una gran abundancia de escamas regene-
radas y deformes (aproximadamente 24 %), característica que se ob-
servó sobre todo en individuos de mayores tallas, donde, en escamas
con más de cinco marcas se manifestó una gran sobreposición, ya que
en el margen anterior, éstas, no presentaban un contorno uniforme, a-
demás de el hecho de que en algunos casos se llegaron a presentar -
dos anillos de crecimiento muy cercanos entre sí, seguidos de otros
a mayor distancia. Estos anillos pareados, debido a no observarse -
en todos los casos y a la extrema cercanía entre ellos, se llegaron
a considerar como una marca anual, suponiendo que el hecho se debía
a variaciones estacionales. Probablemente esto dió lugar a cierta
discordancia, provocando sobreposición de tallas y dificultando
así la definición de las clases de edad, de las cuales se estable-
cieron seis, tomando en consideración este método. Sin embargo, de-
bido a que las longitudes promedio estimadas para cada clase de edad
dificultaron la aplicación del método de Ford - Walford, por tanto
se decidió realizar los análisis ulteriores con las longitudes pro-
medio obtenidas de la aplicación del método indirecto basado en el
análisis de la frecuencia de tallas, propuesto por Cassie (1954) --
(Fig. 4), que además tienen concordancia con el polígono de fre-
cuencias (Fig. 5), donde una vez ubicadas las tallas promedio se
establecieron cinco clases de edad, las cuales se aprecian en la -
Tabla 1, a partir de las cuales se procedió a estimar los parámetros
de la ecuación de crecimiento en longitud.

De la aplicación del método de Ford- Walford, se obtuvo la lon-
gitud asintótica, con un valor de $L_{\infty} = 390$ mm. La representación -

gráfica se observa en la Figura 6, así mismo se estimaron los parámetros de la ecuación de crecimiento propuesta por Von Bertalanffy, las cuales se muestran en la Tabla 2.

De la relación peso- longitud, se obtuvo una pendiente $b = 2.55$ y una ordenada al origen de $a = 0.00027$ (Fig. 7), quedando por tanto la expresión matemática de esta relación como sigue:

$$W_t = 0.00027 L_t^{2.5502}$$

Con esta información se establecieron las ecuaciones de crecimiento en longitud y peso respectivamente:

$$L_t = 390.50 (1 - e^{-0.2175(t - 0.034)})$$

$$W_t = 1097.81 (1 - e^{-0.2175(t - 0.34)})^{2.5502}$$

La representación gráfica construída con los valores calculados con estas ecuaciones, para ambos sexos se observa en la Figura 8.

De acuerdo con los criterios establecidos por Pauly (1980), se estimó que la edad de madurez es de seis años, correspondiente a una longitud media de 304.66 mm, y una longevidad máxima de catorce años. Las longitudes y pesos promedio calculados se observan en la Tabla 3.

Por otra parte , se aprecia en la figura 9, que la edad media

de reclutamiento es de cuatro años, la que además representa el porcentaje (45%) en la captura de 1983. Como resultado de los muestreos obtenidos de las capturas de dicho año, y conociendo la máxima edad alcanzada en las condiciones actuales (nueve años), se estableció la estructura por edades en la muestra, la cual viene a representar la estructura en la población (Tabla 4). A partir de dicha estructura se estimó la mortalidad total con un valor de $z = 1.2088$; a partir del análisis de la población virgen se estimó la mortalidad natural en $M = 0.6044$, la cual es idéntica en valor a la mortalidad por pesca, $F = 0.6044$, por lo cual la razón de pesca dió un valor de $E' = 0.5$, mientras la tasa de explotación, $E = 0.3507$.

Considerando el análisis de la población virgen, se obtuvo el número de individuos para cada edad de las poblaciones hipotéticas en la captura (Tabla 5). Partiendo del mismo número de reclutas y considerando la tasa de explotación, se estuvo en condiciones de conocer el número de individuos para cada edad en las poblaciones hipotéticas (explotadas) y en la población virgen, estimando posteriormente la biomasa y producción biológica respectiva (Tablas 6, 7, y 8). Por otra parte se estimaron los coeficientes de mortalidad total, natural y por pesca, supervivencia, tasa de explotación, razón de pesca, tamaño de la población, valores de capturas y esfuerzos requeridos para lograrlas, tomando como constante para ello el coeficiente de capturabilidad (q) y la mortalidad natural. Se hicieron además estas estimaciones para una población con una edad menos presente en relación a la actual (Tabla 9), con el fin de determinar los incrementos en biomasa y producción para conocer el -

nivel óptimo de explotación (Tabla 10).

Partiendo del número de individuos existentes en cada población se reconstruyeron las curvas de supervivencia para las poblaciones actual y virgen, como se aprecia en la figura 10, donde se observa que la tendencia en ambas es muy similar, aunque la correspondiente a la segunda es mayor, debido a la acción nula de la pesca sobre ella. En ambos casos se parte del mismo nivel de reclutamiento, ya que el efecto de la mortalidad sobre edades anteriores se desconoce, aunque se deba a causas naturales, sin embargo la naturaleza exacta de ella puede variar grandemente. Dado que en etapas larvarias y juveniles, la mortalidad natural es muy grande, y se requiere de otro tipo de estudios para su estimación.

Tomando en cuenta las bases propuestas en el análisis de la población virgen, donde se parte de la estructura por edades de ésta para posteriormente ir eliminando una cada vez hasta llegar a la estructura de la población actual y una anterior a ésta, donde el incremento estará dado por aquella población que aporte el mayor rendimiento biológico (Arreguín-Sánchez, 1984), que en este caso corresponde a la población cuya máxima edad es de once años, con un rendimiento de 168.3 Tons. y una razón de pesca de $E' = 0.2994$, es decir donde se explotaría un tercio de la población virgen. Por otra parte, la población actual representaría la explotación de la mitad de aquella, en base al mismo criterio, $E = 0.5$, resultando de esto un rendimiento de 255.8 Toneladas, para lo cual se necesitaría la aplicación de un esfuerzo de 14,323 Toneladas de capacidad de la flota. En ambos casos la edad de reclutamiento es de cuatro a--

ños, la cual coincide con la propuesta como óptima de captura --- (Fig. 11).

Con respecto al resultado de la aplicación del modelo de Beverton y Holt, que es una función de dos variables independientes, mortalidad por pesca y edad de primera captura, las cuales están representadas en el diagrama de isopletras donde el rendimiento óptimo correspondió en este caso a 16 g por recluta, con una mortalidad por pesca de $F=0.5$ y una edad de primera captura de 2.5 años, y con un nivel de rendimiento de 14 g en las condiciones actuales -- con una $F = 0.6$ y una edad de reclutamiento de cuatro años. Para determinar el rendimiento total, se estimó el número inicial de organismos (N_0) con base en la siguiente expresión:

$$R = N_0 e^{-Mt}$$

donde R es el número de reclutas, t es el tiempo, en edades anteriores a la edad de reclutamiento y M es la mortalidad natural que incide sobre dichas edades. Resolviendo para el número inicial de individuos, se obtuvo un valor de $N_0 = 18,156,121$, que al multiplicarse por el rendimiento por recluta se obtuvieron valores de $Y = 290.5$ Tons. y $Y = 254.18$ Tons. para las poblaciones óptima y actual respectivamente.

Para definir la relación parentela-progenie en esta temporada, se aplicó el modelo de Ricker (1975); los valores obtenidos para los parámetros de dicha población se muestran en la tabla 11, donde se puede apreciar que en el caso de la población actual, --

son mayores que en la población virgen, por lo que en la primera se necesita un mayor número de adultos para alcanzar el nivel de reemplazamiento que en la segunda.

Con respecto a los hábitos alimenticios de la especie, se estableció la abundancia media de los organismos-presa (Tabla 11), de lo cual se puede afirmar que estos organismos son básicamente carnívoros. Su dieta está compuesta principalmente de invertebrados y algunos peces. El grupo más abundante dentro de su alimentación está representado por los crustáceos, seguido de lamelibranquios y gasterópodos, y de estos últimos el más pobremente representado es el de los fisurélidos. Entre los crustáceos se observaron decápodos braquiúros y anomúros, dentro del grupo de los gasterópodos del género Nassarius predominaban notoriamente, así como los pectínidos en el grupo de los lamelibranquios. Se observan diferencias en los hábitos según varía la edad de los organismos, teniendo presas en común, como son los crustáceos y moluscos. Sin embargo como se muestra en la Figura 13, si bien se alimentan de organismos bentónicos, al parecer las tallas más pequeñas inciden más sobre especies de fondos blandos y los grandes sobre especies incrustantes de fondos duros (pedregosos). Se observa que existen grupos que son preferidos específicamente a una talla determinada como los anélidos en los organismos más pequeños entre 230 y 240 mm, los sipuncúlidos en aquellos de 250 a 260 mm, así como isópodos y fisurélidos en individuos de mayor edad. Es notorio que exclusivamente en peces de mayor tamaño se encontraron restos de peces. Esto podría sugerir que a pesar de ser organismos de fondo, cuando alcanzan mayor e

dad tienden a tener migraciones verticales para alimentarse de organismos pelágicos, como peces o de aquellos de hábitos iguales a los de ellos.

DISCUSION.

En el estudio de cualquier pesquería, como análisis primario, es necesario obtener los parámetros de la población que definen su dinámica, lo cual es información básica para el diagnóstico, predicción y administración de dicho recurso. Para la estimación de estos parámetros como paso inicial se define la estructura por edades. En este caso se puede tener una muestra más realista posible a la población. En la pesca de arrastre y en la mayoría de las pesquerías, la selección por tallas es un aspecto muy importante que hay que tomar en cuenta durante el muestreo. Esta fué la razón principal por la que se decidió asistir a un viaje de pesca comercial para evaluar en posibilidades de tomar organismos de todas las tallas posibles antes de su selección. Este tipo de muestreos es generalmente el más recomendable, más no siempre es posible llevarlo a cabo, por lo que la opción más inmediata y de mayor factibilidad es realizar los muestreos en el momento del desembarque.

Inicialmente se había propuesto la estimación de las clases de edad de C. pennatula, en base a dos métodos para elegir el que permitiera un análisis posterior de la población de esta especie. Con respecto al método directo por medio de la lectura de marcas de crecimiento en escamas y otolitos, ha sido ampliamente aplicado en varias especies, sobre todo de bajas latitudes. (Claro, 1981; Castro,

.1982), sin embargo en zonas tropicales, en la mayoría de los casos la aplicación de este método se dificulta, ya que este es un ambiente con pocas variaciones estacionales, lo que dá lugar a que no se manifiesten diferencias apreciables en las marcas que se forman en las estructuras duras, o sea que son poco definibles, y que sin -- embargo podrían hacerse más notables por periodos de disminución -- en la tasa de crecimiento en épocas reproductivas donde la energía está canalizada hacia esta actividad (pitcher y Hart, 1982; Weatherley y Rogers, 1978). Ante esta situación es factible el uso de algún método indirecto para realizar las estimaciones mencionadas, Cabe mencionar que la baja disponibilidad de alimento o cambios representados durante la entrada de la época de lluvias también pueden -- favorecer la aparición de marcas anuales (Resethnikov y Claro, 1976)

Como se mencionó en la sección anterior, el primer método presentó problemas para su aplicación. Desde el inicio del trabajo -- al hacer las estimaciones de las clases de edad, estas no mostraron las condiciones necesarias para la aplicación del método de Ford--Walford, donde es necesario que al considerar los incrementos en -- longitud conforme se aumenta en edad, estos tienden a disminuir, ya que el crecimiento generalmente tiene un ritmo acelerado al principio y tiende a atenuarse conforme se avanza en la edad, exhibiendo así un patrón determinado en la tasa de crecimiento (Weatherley y Rogers, 1978); en este caso, esta condición no se observó con los incrementos calculados, por lo que se decidió no utilizar dicho método. Una de las posibles causas de que se presentara tal discordan

cia, además de las ya mencionadas en referencia al tipo de habitat, podría ser el tamaño de la muestra utilizada (200 individuos), lo que limita la representatividad de ésta, provocando además un sesgo hacia cierto grupo de tallas, o bien hace necesario el uso de técnicas más sofisticadas.

De los parámetros de crecimiento, se considera importante resaltar que el valor de la tasa de crecimiento ($k = 0.2175$), es relativamente grande, sobre todo si se compara con los calculados por De León (1980) para otras especies de Calamus: C. bajonado, $k = 0.1799$, C. nodosus, $k = 0.1772$, aunque es menor que para C. proridens, $k = 0.302$ y C. brachysomus, $k = 0.4784$. Por lo tanto es de manifiesto que no se puede generalizar con respecto a este valor, ya que las variaciones son producidas por la dinámica de cada población, por el patrimonio genético de cada especie y en última instancia por las condiciones del medio ambiente.

Aunque se puede presentar el caso de especies de aguas templadas que tengan tasas de crecimiento tan elevadas como las mencionadas. v.g.: Ocyurus chrysurus, $k = 0.25$, y Lutjanus apodus, $k = 0.16$ (Thomson y Munro, 1974), esto se puede deber a que son depredadores muy activos, lo que los sitúa en un nivel trófico bajo, a diferencia de la mayoría de la especies de estas zonas, que generalmente tienen tasas de crecimiento bajas y que son depredadoras menos activas (Ross y Huntsman, 1982). Todo lo anterior concuerda con el valor estimado de la longevidad máxima, que en el caso de esta especie es de catorce años, justificado por el alto valor de la tasa de crecimiento; es decir, este rápido crecimiento permite alcanzar

pronto la talla máxima promedio coincidiendo con el planteamiento de Jones (1976, citado por Pitcher y Hart, 1982), quien afirma que existe una relación inversa (no necesariamente lineal simple) generalmente entre la tasa de crecimiento y la longitud o peso asintótico. Esto parecería estar en contraposición con la estimación de la edad de madurez, correspondiente a seis años que resulta relativamente alta; sin embargo, coincide con el hecho de que el mayor incremento en peso corresponde a la edad anterior. Habitualmente se considera que esto ocurre normalmente en una población, puesto que cuando los individuos maduran sexualmente, parte de la energía se canaliza hacia este proceso, ya no únicamente para la producción en biomasa (Pitcher y Hart, 1982; Weatherley y Rogers, 1978).

La edad de madurez y la longevidad son importantes en el conocimiento de las poblaciones, pues en el equilibrio de la relación parentela-progenie reside la posibilidad de mantener el recurso como consecuencia de una explotación racional, aunque en este caso la estimación de la edad de madurez debe considerarse con cierta reserva, dado que el método empleado resulta un tanto subjetivo, ya que no existió la posibilidad de realizar observaciones directas, pero presenta la ventaja de permitir estimaciones rápidas y tentativas.

En la relación peso-longitud, el exponente encontrado coincide con el de la mayoría de las especies del género Calamus (Castro, 1982; De León, 1980), aunque no llega a alcanzar el valor teórico de tres. Esto podría atribuirse a la forma comprimida de su cuerpo, pero también a que la muestra analizada solo com--

prendió intervalos de 180 a 330 mm , y no individuos de todas las tallas. Al no poder observar directamente las gónadas de los organismos, puesto que la gran mayoría de ellos se desembarcaban evicerados, no se pudo obtener la relación entre sexos, así como las diferencias en crecimiento con respecto a ellos mismos, además de no coincidir con la etapa de reproducción.

Con referencia a los coeficientes de mortalidad, se observa que aquella debida a la acción de pesca iguala a la natural, dando lugar a que la razón de pesca sea $E' = 0.5$. Si se toman en cuenta los criterios establecidos por Pauly (1980), y Doi (1976), en el sentido de que cuando ambas mortalidades se igualan en valor, se está en condiciones óptimas de explotación, ya que no se estaría afectando la tasa de renovación natural de la población y que al llegar a un nivel del 75% de explotación del recurso se estaría en un nivel crítico para el mismo. Situando el rendimiento sostenible entre un tercio y la mitad de explotación de la población virgen (Arreguín-Sánchez y Chávez, en prensa) se tendría que, con base a este criterio, en las condiciones actuales el nivel de explotación es el adecuado para la población de la especie en estudio, lo cual está avalado en cierta manera por los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de Beverton y Holt, donde al seguir la curva eumétrica de pesca, se determina un rendimiento óptimo de 16 g por recluta, que en rendimiento total corresponde a 290 Toneladas valor muy cercano al registrado en las condiciones actuales. Al observar dicho modelo se advierte que para alcanzar la condición óptima se deberá reducir la mortalidad por pesca a un valor de $F=0.5$ además de reducir la edad de primera captura de cuatro a dos años

y medio. Sin embargo, considerando las diferencias en estas dos variables, la de ambos rendimientos, actual y óptimo, no es muy grande y quizá no sea necesario recomendar la reducción tanto en el esfuerzo de pesca aplicado, como la luz de malla para atrapar individuos de tallas menores a la estimada como de reclutamiento.

Para definir esta situación, se comparó con el régimen óptimo de explotación obtenida a partir del análisis de la población vírgen, donde se observó que los mayores incrementos en biomasa corresponden lógicamente a la población vírgen, pero los de producción se manifiestan al pasar de una estructura por edades de la población con máxima edad promedio de once años a una menor de diez años, por lo que la primera representa el mayor rendimiento biológico.

Considerando el valor de la razón de pesca obtenido para la población mencionada, $E = 0.29$, se considera que ésta representa un nivel de explotación de un tercio de la población vírgen, el cual es considerado por Doi (1976) y Arreguín-Sánchez y Chávez, (en prensa) como el nivel de mayor rendimiento biológico. Por lo tanto, esta población estaría aportando dicho rendimiento, pero en la población actual se obtendría el nivel óptimo de explotación, coincidiendo en este caso el rendimiento con el estimado por el modelo de las isopletas para las condiciones actuales.

Se estimó conveniente tomar en consideración los resultados obtenidos en ambos casos, y al realizar una comparación, se propone una reducción ligera del esfuerzo, relacionado con la población intermedia entre la de mayor rendimiento biológico y la de mayor

rendimiento pesquero, aquella población con una edad máxima promedio de diez años, con lo cual se estaría en condiciones de obtener un rendimiento de $Y = 214.7$ Toneladas, con un esfuerzo de pesca de $f = 9562$ Toneladas de capacidad de la flota, lo que representaría una mortalidad por pesca de $F = 0.4003$. Esta alternativa se propone con el fin de no caer en el riesgo de una sobreestimación en el nivel de explotación, siendo preferible en estos casos incurrir en una subestimación, ya que en el caso contrario se podría ver afectada la tasa natural de renovación de la población.

Es necesario considerar que ambos métodos empleados para la estimación del rendimiento tienen sus limitaciones. En el caso del análisis de la población virgen (Arreguín-Sánchez y Chávez, en prensa), el nivel de reclutamiento se considera constante, lo que no ocurre comunmente en las poblaciones naturales. Al respecto se necesitarían datos de la estructura por edades de varias temporadas de pesca, de tal forma que se pudieran estimar las variaciones de la tasa de reclutamiento y poder evaluar en consecuencia lo que ocurre entre los niveles de reclutamiento.

Con respecto al modelo de Beverton y Holt, la estimación del número inicial de individuos (N_0), implica el conocimiento del número de reclutas y de la edad de reclutamiento para obtener el rendimiento total, por lo cual la estimación de la edad de primera captura debe ser lo más precisa posible. Sin embargo parece existir una gran concordancia en los resultados de ambos métodos.

Respecto al reclutamiento, aún cuando los parámetros de la --

ecuación propuesta por Ricker fueron evaluados, tomando como base una sola temporada de pesca, se consideran importantes como una aportación al conocimiento de la dinámica de la población de la especie en estudio y que al aumentar la cantidad de datos de temporadas sucesivas, se esté entonces en condiciones de proporcionar información importante en cuanto a la relación de adultos y reclutas, y poder estimar el nivel de reclutamiento promedio, que es información básica para cualquier diagnóstico.

Por otra parte, y como resultado del interés de realizar estudios de biología básica, se analizaron los hábitos alimenticios de E. pennatula, con base en el estudio de contenido gástrico, de lo cual se puede afirmar que se trata de un depredador muy activo que habita cerca del fondo marino, alimentándose principalmente de crustáceos, decápodos y moluscos, lo que reafirma el significado ecológico del valor encontrado para la tasa de crecimiento. Es obvio suponer que las especies presente un régimen más variado en cuanto a su alimentación de acuerdo a los distintos estadios ontogénicos, sin embargo en este caso no se pudieron obtener individuos de un intervalo mayor de tallas, con lo que se hubiera obtenido una mejor imagen del espectro trófico de esta especie, por lo que se puede cuestionar el sistema de muestreo, el cual no puede basarse solo en organismos provenientes de las capturas, sino tratar de capturar juveniles en sus áreas de incidencia, para lograr determinar las variaciones alimenticias a lo largo de su ciclo de vida.

La importancia, empero, del análisis alimenticio realizado -

estriba en el conocimiento de que la alimentación constituye uno de los procesos determinantes de las demás funciones de los organismos. Sus características delimitan la dirección e intensidad de los procesos de crecimiento y de reproducción, así como otras características del metabolismo. Además, el proceso de alimentación y sus resultados están fuertemente vinculados a las condiciones del medio ambiente y a la interrelación de la especie con el ecosistema (Sierra y Popova, 1982).

En el caso de las capturas con redes de arrastre, su composición por especie es tan variada, que para un estudio de la pesquería de una sola de ellas sea útil, es necesario, tener en cuenta este hecho y considerarlo para dar un sentido aplicable a la dinámica de las poblaciones, teniendo en cuenta las relaciones entre las especies, tanto comerciales como no comerciales, en su papel de competidores, presas o depredadores de la especie en estudio. En estos casos, la unidad de población es toda la biocenosis. En todo caso, para simplificar y poder abordar el problema, se puede tener la serie de especies más significativas o una de ellas haciendo un análisis independiente (Gómez, 1980). Con todo ello se pretende resaltar que todos los resultados de este estudio deben ser considerados como parte de un continuo más amplio de investigaciones, que son imprescindibles para la integración de la información que permita el mejor conocimiento, y por lo tanto, el manejo más adecuado de los recursos.

CONCLUSIONES

En base a lo antes expuesto se establecieron las siguientes conclusiones generales:

- 1.- Resulta importante establecer un sistema de muestreo donde se incluyan muestras biológicas a bordo y durante los desembarques para tener representado un amplio intervalo de tallas, - estableciendo de esta manera más fiel la estructura por edades de la población.
- 2.- Es muy discutida la validez del método directo para la estimación de la edad en especies de aguas tropicales, como es el caso de la especie en estudio, por lo cual es necesario tratar de establecer técnicas que faciliten la lectura de anillos de crecimiento en estructuras duras, a la par de llevar a cabo estudios que permitan validar dichas marcas de crecimiento.
- 3.- C. pennatula es una especie de crecimiento rápido ($k=0.2175$) que puede alcanzar pronto su máxima longevidad. Así mismo se considera un depredador sumamente activo que se alimenta básicamente de crustáceos y moluscos.
- 4.- Con respecto a las condiciones actuales de la pesquería, se observa que se encuentran en el nivel óptimo con un rendimiento de 255.8 Toneladas, y que el rendimiento biológico está dado por la población con una edad máxima promedio de once años, con un rendimiento de 168.3 Toneladas.
- 5.- Tomando en consideración los resultados de la aplicación del

modelo de Beverton y Holt y análisis de la población vírgen, se estableció como nivel adecuado de explotación aquel ubicado entre la población con mayor rendimiento biológico y la que rinde el mayor rendimiento pequero, lo que corresponde a la población con una estructura de una edad máxima de diez años, la cual ofrece un rendimiento de 214.7 Toneladas, para lo cual se reduciría el esfuerzo de pesca de 14,323 a 9,562 toneladas de capacidad de flota, dando como resultado una mortalidad por pesca de ----
 $F = 0.40$.

- 6.- Se considera conveniente obtener información sobre las variaciones en la tasa de reclutamiento, pues al realizar el análisis de la población vírgen se presenta como limitante el considerar la como constante, lo cual no ocurre en condiciones naturales.
- 7.- Es conveniente efectuar el análisis de otras especies que componen las capturas de la pesca de arrastre, para estar en posibilidades de ofrecer alternativas reales para la administración de la pesquería.
- 8.- Resulta importante recalcar que el estudio de C. pennatula y de otras especies sujetas a explotación se realice de manera constante, ya que solo de este modo se podrá lograr entender y conocer los recursos pesqueros y administrarlos correctamente.
- 9.- Por ser una actividad netamente económica, con consecuencias sociales, una evaluación más completa de la pesquería se deberá lograr integrando estos aspectos.
- 10.- Es conveniente recordar los aspectos biológicos (fecundidad, madurez sexual, proporción de sexos, etc.) como necesarios para conocer la dinámica poblacional y dirigir hacia ellos los próximos estudios de manera integral.

LITERATURA CITADA

- Arreguín-Sánchez, F. (1981). Diagnósis de la Pesquería del Camarón Rojo (Penaeus brasiliensis Latreille, 1917) de Contoy Q. Roo Mex. An. Esc. nac. Cienc. biol. Mex. 25:39-77.
- _____ (1984). Análisis de la Pesquería del Camarón del de Tehuantepec. Tesis de maestría. CINVESTAV-IPN Merida, Yuc. Mex.
- _____ y Chávez, E. (en prensa). A method for Fish Assessment Based upon Age Structure. Inter Symp. Age and Growth.
- Bessonov, A., Elizrov, A. y González, C. (1973). Basic Features of The Formation of Oceanological Conditions on the Campeche Banks in Connection whit the Distribution and Concentration Comercial Organisms. Fish. Res. Board. Can. Trans. Serie 2478: 35 p.
- Bouchard, L. (1964). Overall View of Soviet Fisheries in 1963, Whit Emphasis on Activities off United States Coasts. Comercial Fish Rev. United States Department of Interior. 26 (11): 18 p.
- Cantarell, E. (1982). Determinación de la Edad y el Ritmo de Crecimiento del Pargo Canane (Ocyurus chrysurus, Blonch 1791) en el Estado de Yucatán. Tesis. ENEPI. UNAM.
- Cassie, E. (1954). Some Uses of Probability Paper in the Analysis of Size Frecuency Distribution. Aust. Jour. of Mar. Fres. Res. 5(3): 513-522.

- Castro, F. (1982). El mojerrón (Calamus brachysomus, Lockington). Determinación de la Edad y Crecimiento en la Bahía de la Paz B.C.S. Mex. Rev. Cien. Mar. U.A.S. Maz. Sin. : 3-13.
- Claro, R. y Bustamante, G. (1977) Edad y Crecimiento del Caballero Lutjanus griseus (Linnaeus), en la Plataforma Suroccidental de Cuba. Informe Científico Técnico. Int. Ocean.
- Claro, R. (1981). Ecología y Ciclo de Vida del Caballero Lutjanus griseus (Linnaeus) en la Plataforma Cubana. II. Edad y Crecimiento, Estructura de las Poblaciones, Pesquerías. Inv. del Inst. de Ocean. Academia de Ciencias de Cuba. 7: 30 p.
- Crúz, A. (1985). Obtención de Algunos Parámetros Poblacionales del Pez Tigre Calamus nodosus Randall y Caldwell (1966) (Pisces ,Sparidae). Tesis. ENEPI. UNAM.
- Carranza, J. (1959). La Pesca. Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Beltran E. Editor. I. M.R.N.R. 3 : 250 p.
- De León, M.E. (1980). Pesquería de Arrastre. Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(2): 21-38.
- Doi, T. (1976). Curso Matemático sobre Dinámica de Poblaciones. Inst. Nal. de Pesca.
- Edmonson, W. y Winberg, G. (1971). A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Water. B.P. Handbook 17. Blackwel: 296-319.

- FAO (1982). Métodos de Recolección y Análisis de Datos de Talla y Edad para la Evaluación de Poblaciones de Peces
FAO. Circ. Pesca. (736): 101 p.
- Fox, W. (1970). An Exponential Surplus-Yield Model for Optimizing Exploited Fish Populations. Trans. Amer. Fish.Soc. 1: 187-211.
- García, A. (1976). Estudios sobre Contenidos Gástricos de Peces Marinos Capturados en las Cercanías de Villa Rica Veracruz Mex. Memorias de la Reunión sobre los Recursos de la Pesca Costera de México. SECOM: 173-204.
- Gómez, M. (1980). Dinámica de Poblaciones de Recursos Pesqueros. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.
- Love, M. y Westpal, W. (1981). Growth, Reproduction and Food Habits of Rock Fish Sebastes serranoides of Central California. Fish. Bull. Nat. Fish. Serv. NOAA. Seattle. 79(3): 533-546.
- Manooch, Ch. y Huntsman, G. (1977). Age, Growth and Mortality of the Red Porgy. Pagrus pagrus. Trans. Amer. Fish. Soc. 106(1): 27-33.
- Mendoza, A. (1966). Técnicas de Determinación de Edades de Peces en Vertebras, Escamas y Otolitos. Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq. Serie T. Divulgación. Vol. XI (107).
- Pannela, G. (1974). Otolith Growth patterns: and aid in age Determination in Temperate and Tropical. Department of Geology Univ. of Puerto Rico in Mayaguez.
- Pauly, D. (1980). A Selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fishes Stocks. FAO. Circ. Fish. (729): 56 p.

- Pérez, M. (1984). Estudios sobre la Actividad de las Redes de Arrastre de Escama en la Plataforma Continental de la Península de Yucatán. Tesis. Univ. Aut. de Nay. Tepic Nay. 101 p.
- Pitcher, T. y Hart, P. (1982). Fisheries Ecology. AVI. Pub. Comp. London: 109-250.
- Randall, J. (1967). Food habits of Reef Fishes of the West Indies. Univ. of Miami. Proceedings of the International Conference on Tropical Oceanography. Nov. : 17-24.
- _____ (1968). Caribbean Reef Fishes. T.F.H. Pubs. Inc. Neptune. USA.
- _____ y Caldwell, D. (1966). A Review of the Sparid Fish genus Calamus with descriptions of four new species Bull. of the Ang. Coun. Mus. of Nat. Hist. Science. 2:47 p.
- Ross, J. y Huntsman, G. (1982). Age, Growth and Mortality of Blue-line Tilefish from North Carolina and South Carolina. Trans. Amer. Fish. Soc. 111: 585-592.
- Scheafer, M. (1954). Fisheries Dynamics and the Concept of Maximum equilibrium catch. Proc. G.C.F.I. 16 th Ann. Sess. Miami. Fla. USA: 53-64.
- Sierra, L. y Popova, O. (1982). Particularidades de la alimentación del cívil (Caranx ruber, Blonch) en la Región Suroccidental de la Plataforma de Cuba. Rep. de Inv del Inst. de Ocean, Academia de Ciencias de Cuba. (3): 19 p.
- Tesh, F. (1971). Age and Growth. In Methods for Assessment of Fish Production. Blackwell Scient. Pubs: 98-131.

Weatherley, A. y Rogers, R. (1978). Ecology of Freshwater fish
Production. Blackwell Scient. Pubs: 52-75.

T A B L A S

Y

F I G U R A S

Tabla 1 . Clases de edad y sus longitudes promedio correspondientes presentes en la captura, para C. pennatula en las costas de Yucatán.

Clase de edad	Intervalo de longitud	Longitud promedio
I	175 - 260	187.5
II	200 - 240	220.0
III	240 - 280	260.0
IV	280 - 295	287.5
V	295 - 310	302.5

Tabla 2 . Parámetros de crecimiento para C. pennatula
obtenidos mediante la aplicación del modelo
de Von-Bertalanffy.

Longitud máxima L (mm)	390.5042
Peso Máximo W (g)	1097.8110
Tasa de crecimiento k	0.2175
Edad a longitud cero to	0.0340

Tabla 3. Longitudes y pesos medios calculados a partir del modelo de Von-Bertalanffy para C. pennatula de las costas de Yucatán.

Edad (años)	Longitud (mm)	Peso (g)	Δ Peso (g)
1	135.83	74.29	—
2	185.61	164.73	90.44
3	225.66	271.12	106.39
4	257.88	381.05	109.93
5	283.81	486.49	105.43
6	304.66	582.92	96.43
7	321.44	668.32	85.40
8	334.94	742.24	73.92
9	348.80	805.17	62.93
10	354.54	858.07	52.90
11	361.57	902.13	44.06
12	367.22	938.55	34.42
13	371.77	968.49	29.94
14	375.43	993.00	24.50

Tabla 4 . Estructura por edades de la población de C. pennatula
a partir de la muestra de las capturas de 1983.

Edad (años)	N ^o de individuos	% de individuos
1	----	----
2	----	----
3	200	9.97
4	831	41.41
5	681	33.97
6	226	11.26
7	60	2.93
8	7	0.35
9	2	0.09

Tabla 5 . Número de individuos en las capturas de las poblaciones actual, virgen e hipotéticas, obtenidos de la aplicación del método ANPOVIR.

Edad	P ₉ *	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄ **
4	477,052	477,052	477,052	477,052	477,052	477,052
5	142,841	174,638	201,597	224,515	244,126	261,041
6	42,770	63,931	85,183	105,663	124,841	142,841
7	12,806	23,404	36,002	49,728	63,931	78,162
8	3,835	8,567	15,214	23,404	32,716	42,770
9	1,148	3,136	6,429	11,014	16,742	23,404
10		1,148	2,717	5,184	8,567	12,806
11			1,148	2,440	4,384	7,008
12				1,148	2,244	3,835
13					1,148	2,098
14						1,148
Total	2933448	3004872	3078348	3153144	3228835	3305161

* Población actual

** Población virgen

Tabla 6. Número de individuos de *C. pennatula* en las poblaciones actual, virgen e hipotéticas, estimados al aplicar el método ANPOVIR.

Edad	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
4	1,618,351	1,618,351	1,618,351	1,618,351	1,618,351	1,618,351	1,618,351
5	357,039	483,063	590,545	682,352	760,021	826,620	884,078
6	78,787	144,220	215,539	287,765	357,003	422,312	483,062
7	17,386	43,057	78,668	121,358	67,694	215,755	263,946
8	3,837	12,856	28,712	51,179	78,771	110,227	144,220
9		3,837	10,479	21,583	37,001	56,314	78,802
10			3,837	9,102	17,380	28,770	43,057
11				3,837	8,164	14,698	23,526
12					3,837	7,510	12,855
13						3,837	7,024
14							3,837
Total	2,075,400	2,305,386	2,546,131	2,795,527	3,048,222	3,304,394	3,562,758

Tabla 7 . Estimación de la biomasa existente en las poblaciones actual, virgen e hipotéticas , mediante la aplicación del método ANPOVIR.

Edad	P ₈	P ₉ *	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄ **
4	483.790	483.790	483.790	483.790	483.790	483.790	483.790
5	136.080	184.107	225.070	260.060	289.660	315.050	336.940
6	38.330	70.171	104.870	140.010	173.700	205.480	235.040
7	10.140	25.102	45.860	70.750	97.760	125.780	153.870
8	2.560	8.592	19.190	34.210	52.650	69.670	96.390
9		2.849	7.780	16.020	27.470	41.800	58.490
10			3.080	7.330	13.990	23.170	34.670
11				3.290	7.010	12.610	20.190
12					4.460	6.770	11.600
13						3.600	6.590
14							3.720
Total	625.900	774.611	889.640	1015.460	1149.490	1281.72	1440.29

* Población actual

** Población virgen

Tabla 8 . Determinación de la producción biológica de *C. pennatula* en las poblaciones actual, virgen e hipotéticas , obtenido mediante la aplicación del método ANPOVIR.

Edad	P ₈	P ₉ *	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄ **
4	172.152	172.152	172.152	172.152	172.152	172.152	172.152
5	39.250	53.104	64.920	75.010	83.550	90.870	97.190
6	8.310	15.205	22.720	30.340	37.640	44.520	50.930
7	1.680	4.152	7.590	11.700	16.170	20.800	25.450
8	0.330	1.098	2.450	4.370	6.730	9.410	12.310
9		0.284	0.770	1.600	2.730	4.160	5.820
10			0.240	0.570	1.090	1.810	2.710
11				0.200	0.430	0.780	1.240
12					0.170	0.330	0.570
13						0.140	0.260
14							0.110
Total	221.700	245.900	270.800	295.900	320.600	344.90	368.70

* Población actual

** Población virgen

Tabla 9 . Síntesis de los parámetros más importantes de las poblaciones analizadas de C. pennatula al aplicar el método ANPOVIR.

P_t	P_8	P_9 *	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14} **
S	0.2207	0.2985	0.3651	0.4217	0.4697	0.5108	0.5463
Z	1.5111	1.2088	1.0079	0.8634	0.7556	0.6716	0.6044
F	0.9667	0.6044	0.4035	0.2590	0.1512	0.0672	-----
E	0.4676	0.3507	0.2542	0.1734	0.1001	0.0489	-----
E'	0.6000	0.5000	0.4003	0.2994	0.2001	0.1000	-----
f	21487	14323	9562	6138	3583	1592	-----
P	2075400	2305386	2546131	2795527	3048222	3304794	3562758
Y	292.6	255.8	214.7	168.3	117.1	61.0	-----

S = Supervivencia

Z = Mortalidad total ($Z = F + M$)

F = Mortalidad causada por efecto de pesca

E = Tasa de explotación

E' = Razón de pesca

f = Esfuerzo de pesca en toneladas de capacidad de flota

P = Tamaño de la población partiendo de la edad de reclutamiento

Y = Rendimiento en toneladas

La mortalidad natural ($M = 0.6044$), y el coeficiente de capturabilidad se mantuvieron constantes.

Tabla 10 . Incrementos en biomasa y producción ($P_t - P_{t-1}$) entre las diferentes poblaciones de *C. pennatula* estimados al aplicar el método de ANPOVIR.

Diferencias entre las poblaciones $P_t - P_{t-1}$	Biomasa (Ton.)	Producción (Ton.)
$P_{14} - P_{13}$	149.5	23.8
$P_{13} - P_{12}$	142.3	24.3
$P_{12} - P_{11}$	134.0	24.7
$P_{11} - P_{10}$	135.8	25.1
$P_{10} - P_9$	115.0	24.9
$P_9 - P_8$	100.7	24.2

Tabla 11 . Parámetros de reclutamiento con base en la ecuación de Ricker para las poblaciones actual y virgen de C. pennatula.

	Actual	Virgen
Adultos	203,970	1,270,282
Reclutas	1,618,351	1,618,351
α	21.5629	4.1488
β	4.90×10^{-6}	9.43×10^{-7}
A_{rem}	676,729	1,505,822

Tabla 12 . Abundancia relativa de los organismos - presa en
el análisis de contenido gástrico de C. pennatula

GRUPOS PRESENTES	PORCENTAJE
CRUSTACEOS	27.05
Decapoda	
LAMELIBRANQUIOS	21.61
Pectinidae, Lucinidae, <u>Corbula</u> sp ,	
<u>Tellina aequistrata</u>	
GASTEROPODOS	19.01
Trochidae, Nassaridae (<u>Nassarius</u> sp),	
Piramidellidae, Columbelidae, Cerithiidae	
(<u>Cerithium</u> sp), <u>Marginella</u> sp, <u>Natica</u> sp,	
<u>Turritella</u> sp, <u>Olivella</u> sp, <u>Astrae</u> sp	
BALANIDOS	17.72
<u>Balanus</u> sp	
ESCAFOPODOS	8.02
<u>Dentalium</u> sp , <u>Cadulus cuadridentatus</u>	
NEMATODOS	1.65
ANELIDOS	1.46
SIPUNCULIDOS	0.82
QUETOGNATOS	0.82
MATERIA CALCAREA NO IDENTIFICADA	0.72
ISOPODOS	0.18
FISURELIDOS	0.18

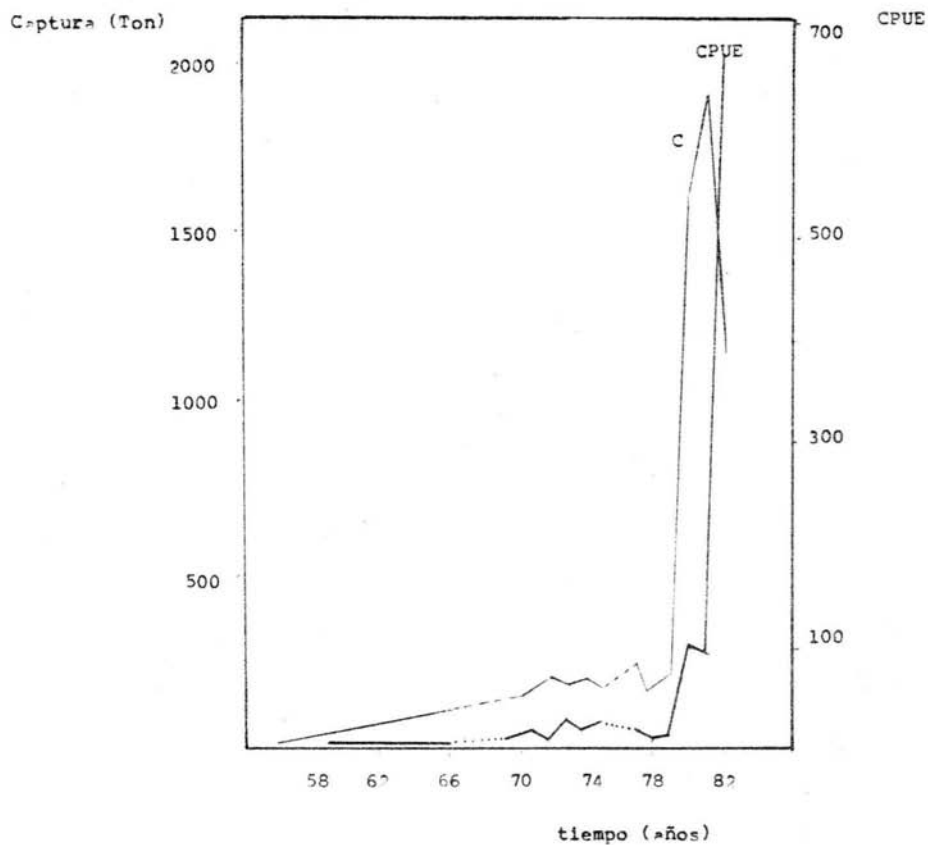


Figura 1 . Registro de captura y captura por unidad de esfuerzo de 1956-1982 de mojarra en las costas de Yucatán.

Fuente: Delegación regional de pesca

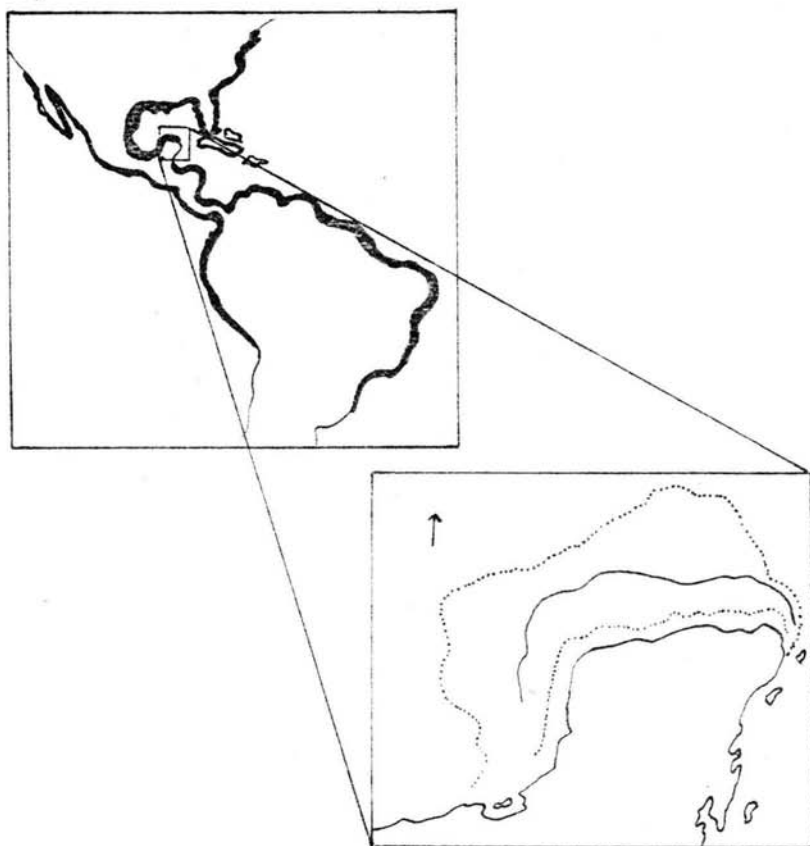


Figura 2 . Distribución de las especies del género Calamus y área de operación de las embarcaciones de arrastre, delimitada por la línea continua.

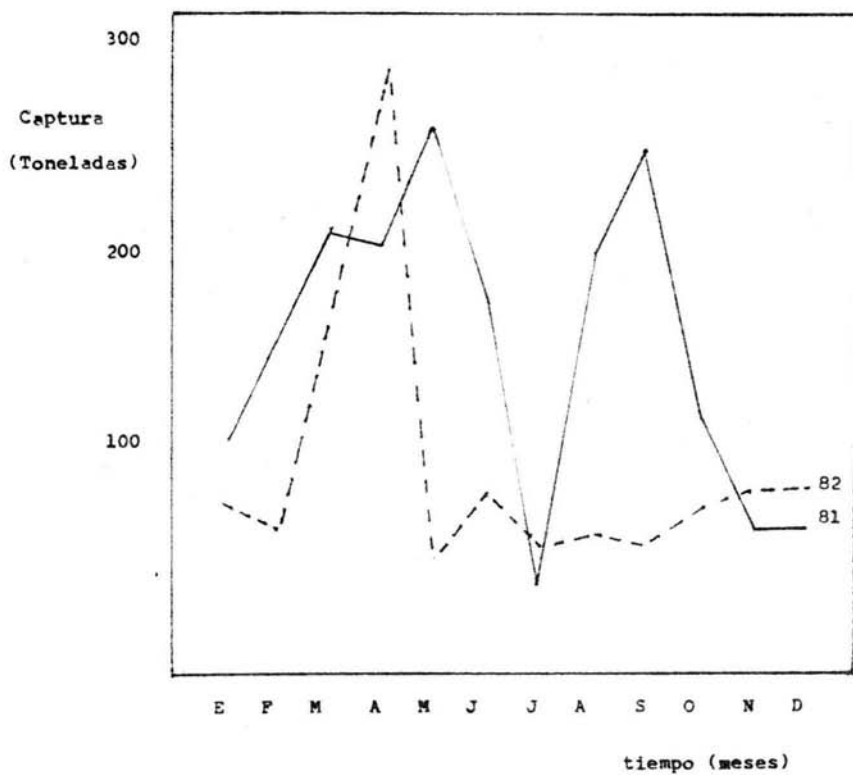
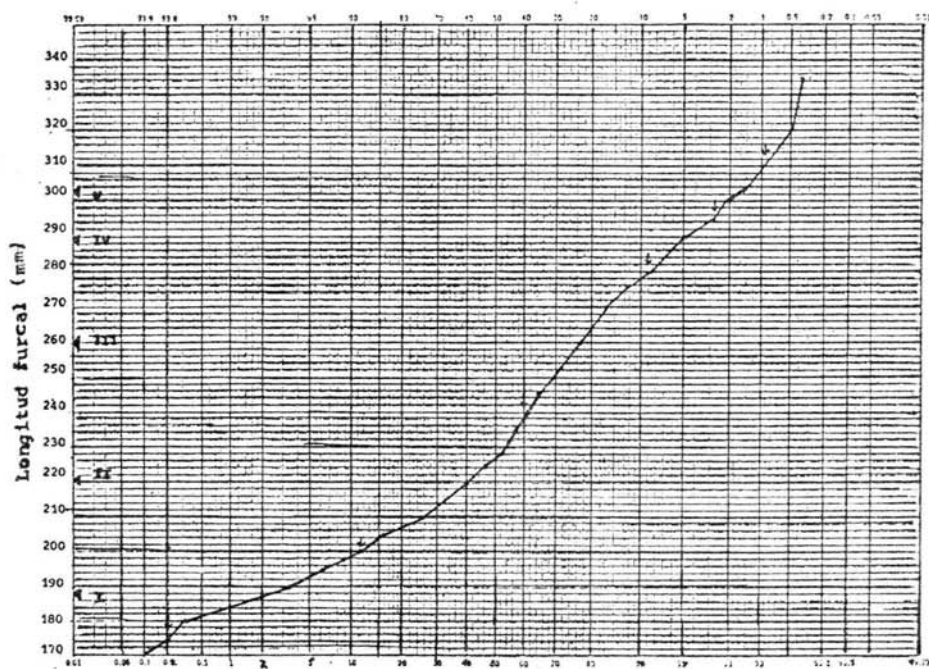


Figura 3 . Abundancia estacional de la mojarra en dos temporadas de pesca.

Fuente: Delegación regional de pesca



Porcentaje acumulado de N° individuos

Figura 4 . Distribución de frecuencia de tallas en papel de probabilidad para estimación de las clases de edad de *C. pennatula* . Las flechas indican los puntos de inflexión y los triangulos las tallas medias de las clases de edad.

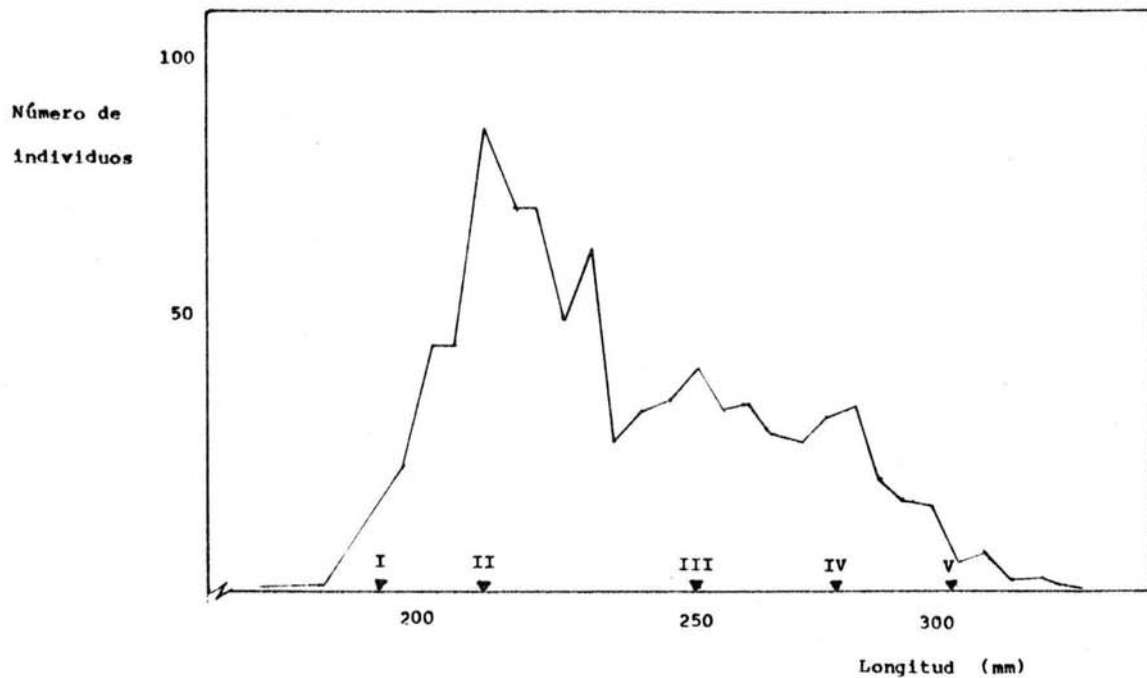


Figura 5 . Identificación de las clases de edad de *C. pennatula* en el polígono de frecuencias.

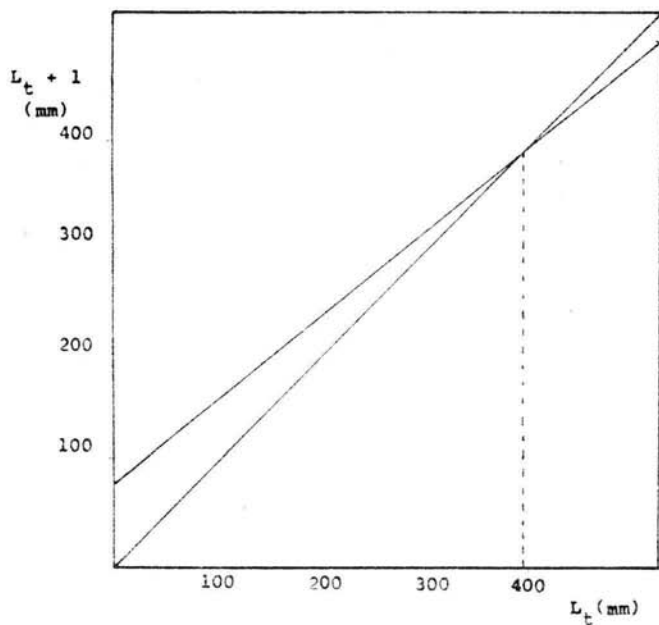


Figura 6 . Determinación de la longitud máxima promedio de *C. pennatula*, por el método de Ford-Walford.

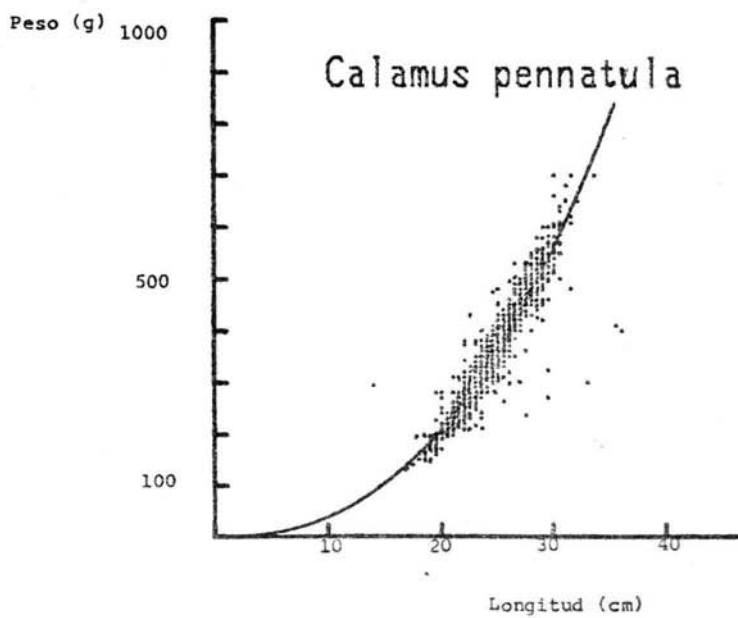


Figura 7 . Relación peso-longitud de organismos
de ambos sexos.

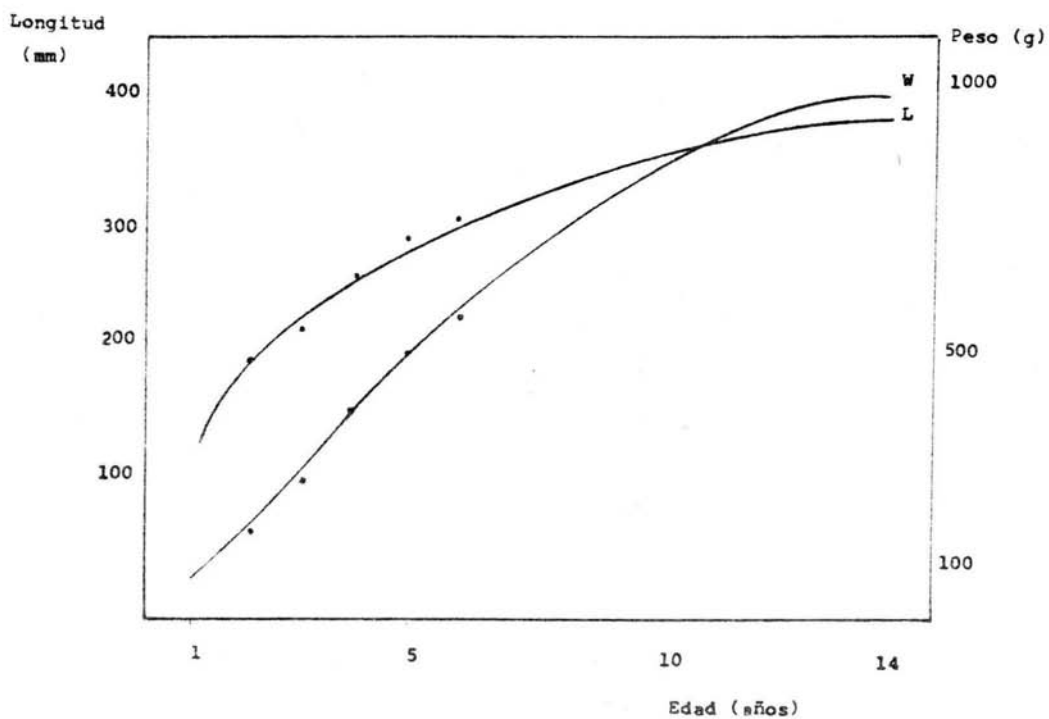


Figura 8 . Curvas de crecimiento de *C. pennatula* en longitud y peso.

$$L_t = 390.5 (1 - e^{-0.2175 (t + 0.0340)})$$

$$W_t = 1097.8 (1 - e^{-0.2175 (t + 0.0340)})^{2.55}$$

• Datos observados

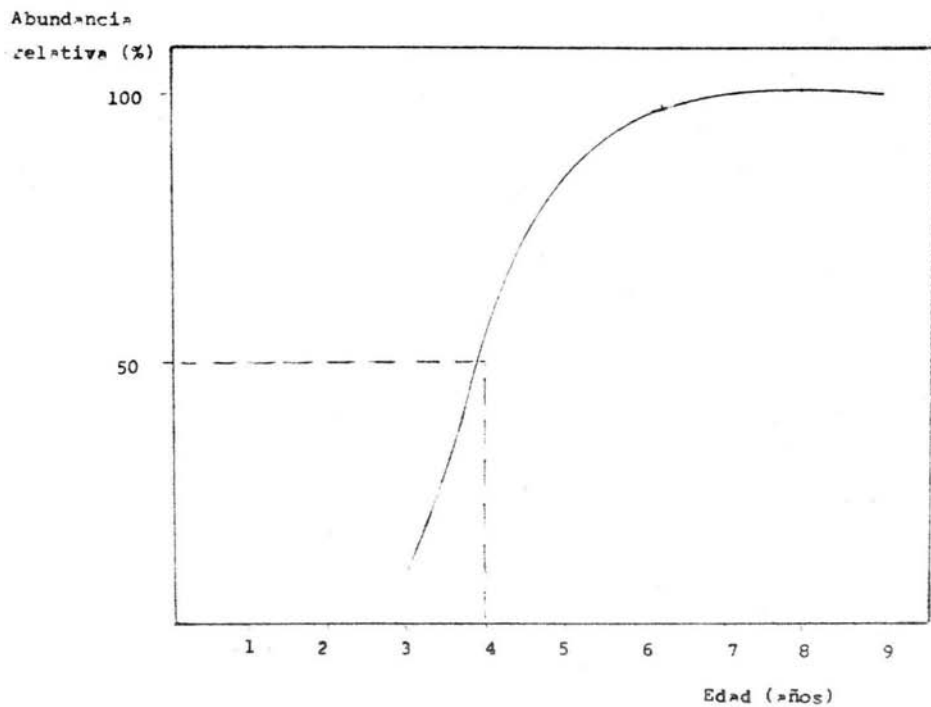


Figura 9 . Estimación de la edad media de reclutamiento de C. pennatula en base a la distribución relativa por edades de los individuos.

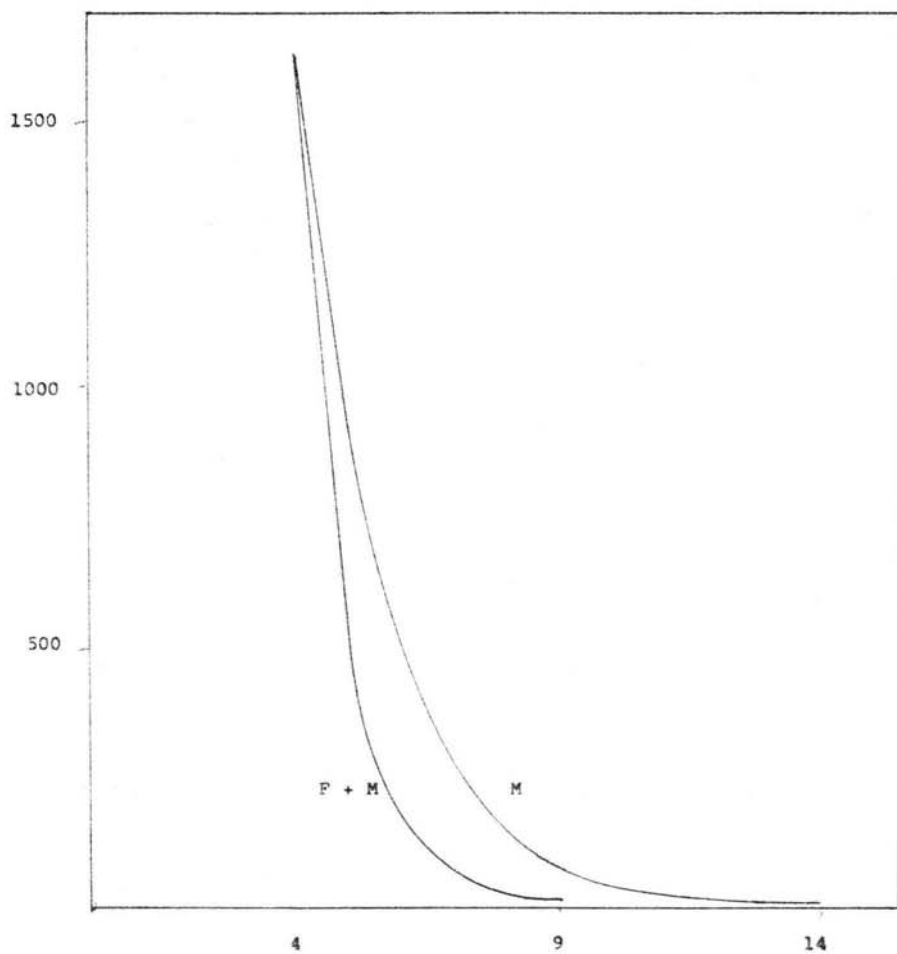


Figura 10 .Curvas de supervivencia de *C. pennatula* en l-s poblaciones actual y virgen.

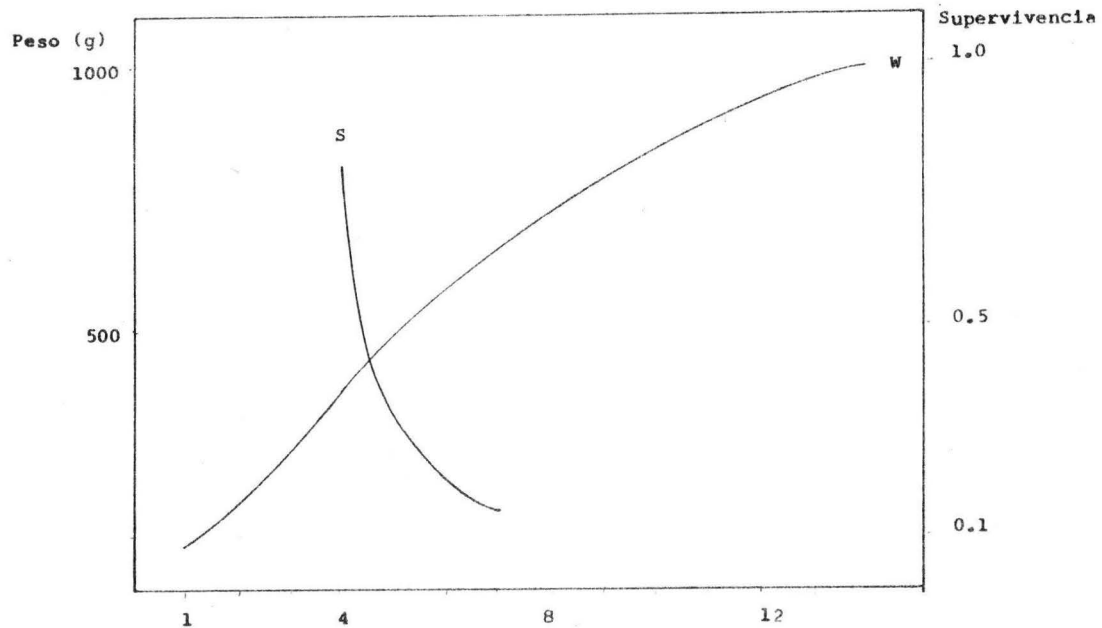


Figura 11 . Estimación de la edad óptima de captura de *C. pennatula* .

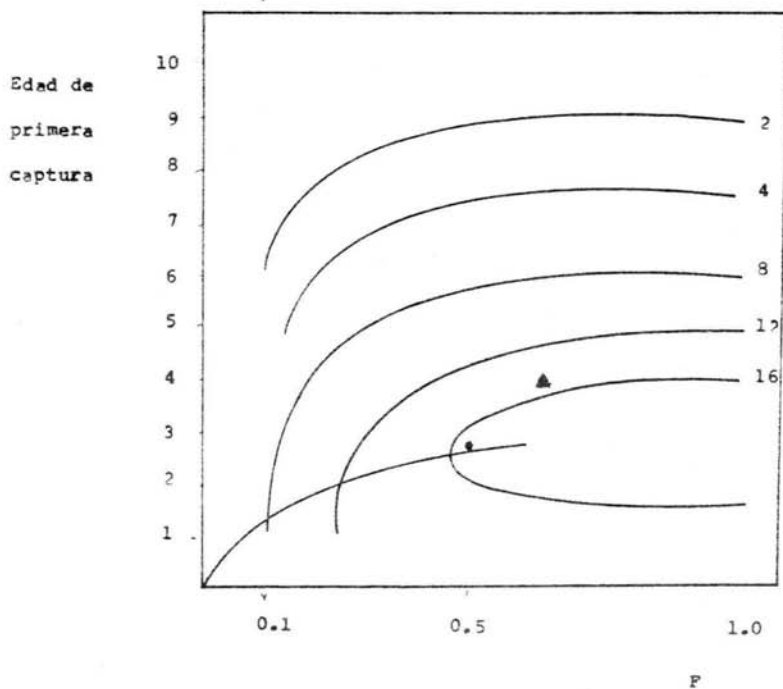


Figura 12 . Isopletas de rendimiento por recluta
 para C. pennatula obtenidas de la
 aplicación del modelo de Beverton y
 Holt.

$k = 0.2175$
 $M = 0.6044$
 $W_{\infty} = 1097.81$
 $t_0 = 0.0340$

▲ Condición actual

• Condición óptima

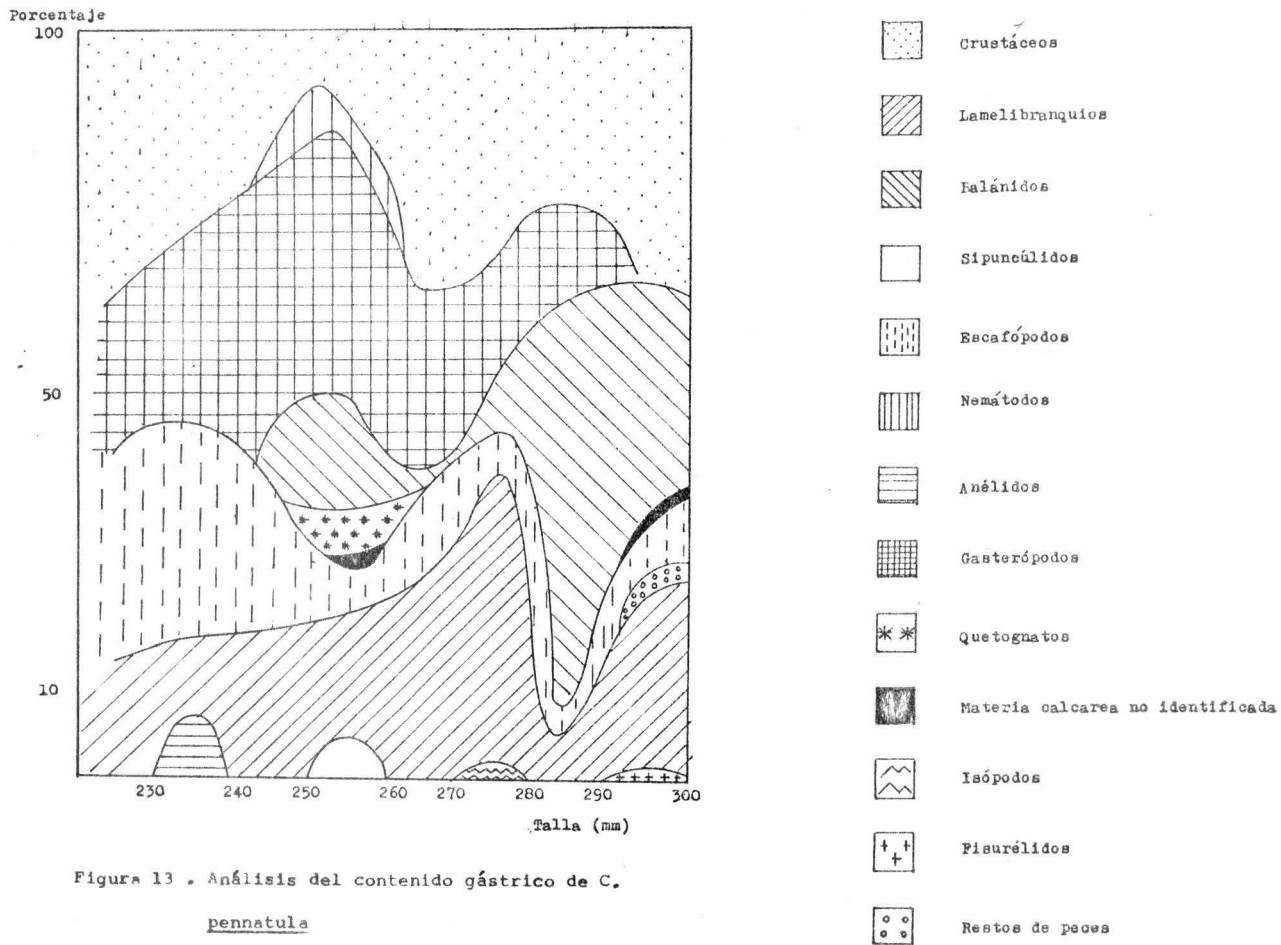


Figura 13 . Análisis del contenido gástrico de *C.*

pennatula