

DIAGNOSIS DE LA PESQUERIA DE CAMARON DE ROCA (*Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1871) DE CONTOY, Q. ROO, MEXICO*

Francisco Arreguín-Sánchez**

RESUMEN

La explotación de camarón de roca con fines comerciales se inició en época reciente debido fundamentalmente a la dureza del exoesqueleto y el problema que esto representaba para su procesamiento y consumo.

En el área de Contoy el recurso camaronero está formado principalmente por dos especies, el camarón rojo (*Penaeus brasiliensis*) y el camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*). Partiendo de la información obtenida de la operación de la flota de Isla Mujeres, Q. Roo, se analizaron algunos de los parámetros poblacionales de *S. brevirostris* obteniendo los siguientes resultados:

Relaciones biométricas:

$$\text{longitud total} - \text{longitud abdominal}$$
$$Lt = -0.99132 + 1.43166La$$

$$\text{peso total} - \text{peso abdominal}$$
$$Wt = 3.75 + 1.168Wa$$

$$\text{peso abdominal sin "cáscara"} - \text{peso total}$$
$$Wa_{s/c} = -0.785544 + 0.5318912Wt$$

$$\text{peso abdominal sin "cáscara"} - \text{peso abdominal con "cáscara"}$$
$$Wa_{s/c} = -0.4448 + 0.7471977Wa_{c/c}$$

$$\text{peso total} - \text{longitud total}$$
$$Wt = 0.0000439Lt^{2.8345}$$

Parámetros poblacionales:

$$\text{Crecimiento en longitud: } L_t = 179.4 \left[1 - e^{-0.2307(t - 0.3785)} \right]$$

$$\text{Crecimiento en peso: } W_t = 107.38 \left[1 - e^{-0.2307(t - 0.3785)} \right]^{2.8345}$$

Tasa de supervivencia: $S = 0.6784$

Coeficiente de mortalidad total: $Z = -0.388$

Coeficiente de mortalidad por pesca: $F = -0.2452$

Coeficiente de mortalidad natural: $M = -0.1428$

Coeficiente de capturabilidad: $q = -0.0074957$

Tasa de explotación: $E = 0.2032$

Se observó un período de reclutamiento masivo al año durante los meses de septiembre a noviembre. El rendimiento máximo sostenible para la flota de Isla Mujeres, Q. Roo, se estimó en 180 ton. de camarón entero al año, mientras que el rendimiento máximo de la pesquería en poco más de 345 ton. Bajo las condiciones óptimas de la pesquería se pueden obtener 450 ton. de camarón entero. Esta situación queda definida hasta la tem-

* Este trabajo fue elaborado en el Centro de Investigación Pesquera de Isla Mujeres, Q. Roo.
Departamento de Pesca.

** Dirección Actual: Centro de Investigación y Estudios Avanzados I.P.N.
Unidad Mérida, Apdo. Postal 73, Sucursal Cordemex
Mérida, Yucatán, México.

porada de pesca 1977-1978, pues para la siguiente se observa un considerable incremento en la abundancia de la población que afectará sin duda estos resultados. Aún cuando no se definieron las causas de este fenómeno, debe considerarse que esta pesquería no se encuentra actualmente en estado de equilibrio, por lo menos en lo que respecta a la flota de Isla Mujeres; asimismo, se considera de primerísima importancia al estimar adecuadamente la participación de todas las embarcaciones que operan en el área de Contoy.

En términos generales, los rendimientos de la pesquería pueden incrementarse al considerar un aumento en el tamaño de la malla de las redes utilizadas actualmente y en la intensidad de pesca aplicada.

SUMMARY

The commercial exploitation of rock shrimp is a very recently activity due to the hardness of the shell and the problem for its marketing.

There are two commercial species of shrimp in the Contoy area, the red spotted shrimp *Penaeus brasiliensis*, and the rock shrimp *Sicyonia brevirostris*.

The study of the parameters of population dynamics of rock shrimp from Contoy was made by the use of data taken from an offshore commercial population of *Sicyonia brevirostris*, landed in Isla Mujeres, Q. Roo, México.

The most important results are as follows:

a) Biometric relations:

Total lenght (Y) - tail lenght (X)

$$Y = -0.99132 + 1.43166X$$

Total weight (Y) - tail weight (X)

$$Y = 3.75 + 1.168X$$

Tail weight (Y) (after shelling) - total weight (X)

$$Y = -0.785544 + 0.5318912X$$

Tail weight (Y) (after shelling) - tail weight (X) (with shell)

$$Y = -0.4448 + 0.7471977X$$

Total weight (Y) - total lenght (X)

$$Y = 0.0000439X^{2.8345}$$

b) Population parameters:

$$\text{Growth: } L_t = 179.4 [1 - e^{-0.2307(t - 0.3785)}]$$

$$W_t = 107.38 [1 - e^{-0.2307(t - 0.3785)}] 2.8345$$

Survival rate, S = 0.6784

Coefficient of total mortality, Z = -0.388

Coefficient of fishing mortality, F = -0.2452

Coefficient of natural mortality, M = -0.1428

Catchability coefficient, q = -0.0074957

Rate of exploitation, E = 0.2032

There is only one time of recruitment each year, from september to november. The annual average of maximum sustainable yield (MSY) for Isla Mujeres fleet was estimating in 180 metric tons, of whole shrimp, and the total potential resource under actual conditions of the commercial fishery is 345 metric tons. Under optimum conditions of effort and recruitment age, the MSY obtained would be 450 metric tons. of whole shrimp. This situation is defined until 1977-78 fishing season; after, the catch per unit effort trend is considerably ascendant, and the results of present analysis could be affected.

For these conditions, the Contoy rock shrimp fishery is not in a equilibrium state, at least respect to the Isla Mujeres fleet.

INTRODUCCION

Aún cuando se tenía conocimiento de la abundancia de camarón de roca (*Sicyonia brevirostris*, Stimpson 1871) en algunas zonas del Golfo de México, no es sino hasta principios de la década 1970 cuando se inicia su explotación comercial.

El problema fundamental para el proceso e industrialización de esta especie era la dureza del exoesqueleto lo cual dificultaba en gran medida la operación de "pelado". Con la aparición de maquinaria diseñada exprofeso para dicho proceso se logró la introducción de este producto en el mercado para consumo humano, a bajo costo y con gran aceptación por parte de la población.

En los litorales mexicanos del Golfo de México y Mar Caribe se han mencionado dos zonas donde el camarón de roca por su abundancia, puede sostener una pesquería; una en la Sonda de Campeche, y la otra en el área de Contoy.

En Contoy el recurso camaronero lo forman fundamentalmente dos especies: el camarón rojo *Penaeus brasiliensis* y el camarón de roca *Sicyonia brevirostris*. No obstante que la primera especie es de mayor importancia económica, los volú-

menes de captura alcanzados por el camarón de roca se han incrementado considerablemente, llegando a constituir poco más del 70% de las capturas totales logradas por la flota mexicana con base en Isla Mujeres, Q. Roo, durante 1978.

Considerando el desconocimiento prácticamente total sobre esta especie y su explotación en aguas nacionales, en el presente estudio se da a conocer, en términos generales, la situación actual de la pesquería de camarón de roca por parte de embarcaciones mexicanas en el área de Contoy, así como el potencial existente de esta especie en dicha zona, partiendo para ello de la información obtenida de la operación de la flota camaronera de Isla Mujeres, Q. Roo.

Por otra parte, se espera que aumente el interés de las autoridades, investigadores y el sector pesquero en general, no únicamente sobre este recurso, sino en todos aquellos que se encuentran actualmente subexplotados, pues sin duda alguna, el conocimiento real y objetivo de nuestros recursos marinos contribuirá a resolver algunos de los varios problemas que afectan a la población mexicana, en especial y fundamentalmente los alimenticios.

ANTECEDENTES

Los estudios realizados sobre *Sicyonia brevirostris* son bastante escasos, no obstante que desde hace tiempo se conocía su presencia y posible importancia económica en aguas del Golfo de México. Hildebrand (1955) y Lunz (1957) hacen mención de la abundancia y posibilidades de explotación del camarón de roca en aguas de Campeche y Carolina del Sur respectivamente. Kutkuhn (1962) y Joyce (1965; 1966) señalan la importancia comercial de *S. brevirostris* como especie secundaria en las pesquerías de camarón en el norte del Golfo de México. Allen y Jones (1974a; 1974b) mencionan la importancia de esta especie en las pesquerías de Campeche y Contoy. Por otra parte, Joyce (1974) indica algunos aspectos sobre los problemas y posibles soluciones para el procesamiento de esta especie, y cita la locali-

zación de las principales concentraciones de camarón de roca en el Golfo de México.

En cuanto a la biología de la especie pueden mencionarse los estudios de Cook y Murphy (1965) sobre el desarrollo de los estadios larvarios. Cobb et-al (1973) y Kennedy et-al (1977), proporcionan información sobre la posición taxonómica de la especie, características morfológicas, algunas relaciones biométricas, distribución, desarrollo gonadal, hábitos alimenticios y predación a partir de ejemplares obtenidos en aguas cercanas a Florida. Por último, podemos citar el documento elaborado por FAO (1978) quienes al estimar los rendimientos de la pesquería en la zona de Contoy, hacen mención sobre el posible potencial del camarón de roca.

MATERIALES Y METODOS

La información que sirvió de base para este estudio se obtuvo fundamentalmente de los desembarques de camarón registrados en la Oficina de Pesca de Isla Mujeres, Q. Roo; de muestreos periódicos de las capturas comerciales y a bordo de las embarcaciones camaroneras con base en Isla Mujeres.

Los datos de longitud y peso se procesaron

siguiendo el método de mínimos cuadrados, ajustándolos a regresiones lineales y geométricas según fuera necesario para obtener las relaciones biométricas fundamentales para ambos sexos combinados.

Partiendo de los datos de frecuencia de tallas por períodos mensuales se aplicó el método de Cassie (1954), con lo cual se obtuvo la informa-

ción necesaria para obtener la tasa de crecimiento en longitud y en peso para ambos sexos según el modelo de Von Bertalanffy.

De la información de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) agrupada en períodos mensuales se obtuvo el valor del coeficiente de mortalidad total (Z), considerando para esto únicamente los períodos descendientes al estimar que la CPUE nos proporciona una medida razonable de la abundancia relativa de la especie. A partir de este cálculo se obtuvo la tasa de supervivencia (S).

Para la determinación de la mortalidad por pesca (F) se aplicó el método de Leslie (Ricker, 1975), a partir del cual se obtiene un valor índice de la capturabilidad (q) que nos sirvió, junto con los datos de esfuerzo, para calcular la mortalidad por pesca (F). Una vez conociendo este valor se determinó el coeficiente de mortalidad debida a causas naturales (M).

Aún cuando se contó con los datos de captura y esfuerzo de 1970 a 1978 se utilizó para los cálculos anteriores la información de los últimos cuatro años, pues en los años anteriores dicha información es muy irregular e incompleta.

La medida de esfuerzo utilizada fue el número de barcos en operación, sin embargo, para la última temporada de pesca se utilizó además el número de viajes efectuados considerando que nos proporciona una medida un poco más exacta sobre el esfuerzo de pesca aplicado.

Siguiendo el método de Boiko descrito por Ricker (1975), se obtuvo un ajuste de la mortalidad por pesca (F) y de la capturabilidad (q), para lo cual se calculó previamente la tasa de explotación (E) según Doi (1975). A partir de este cálculo y de la captura obtenida por la flota se estimó el tamaño de la población capturable (N_c).

A partir de los datos de frecuencia de tallas durante la época de mayor reclutamiento y del tamaño de la población capturable (N_c) se determinó la edad de reclutamiento (t_r) y el número de reclutas (R). Con esta información y los valores estimados de la tasa de supervivencia (S) y el coeficiente de capturabilidad (q) se estimó el tamaño de la población en el mar (N).

Contando con los datos de captura por unidad de esfuerzo y de esfuerzo agrupados en períodos anuales se aplicaron los modelos de Schaefer (1957) y Fox (1970), para obtener el rendimiento máximo sostenible que puede ser alcanzado por la flota de Isla Mujeres, Q. Roo, en las condiciones actuales.

Con toda la información obtenida se aplicó el modelo de Beverton y Holt (1957) determinándose las isopletas de rendimiento a diferentes

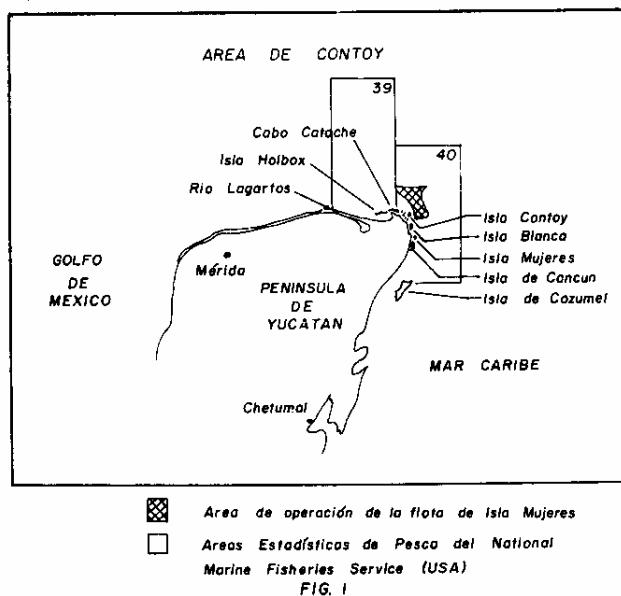
niveles de mortalidad por pesca y edad de primera captura. De esta forma se determinó el rendimiento máximo sostenible que puede obtenerse en las condiciones óptimas de la pesquería bajo la situación presente.

RESULTADOS

Situación de la pesquería.

Zona de pesca.— Según Allen y Jones (1974b) el área de Contoy tiene una extensión de 7418 millas náuticas cuadradas (13,743 km.² aproximadamente); no obstante debe tenerse en cuenta que los fondos marinos en esta zona son muy accidentados, de origen coralino, lo cual hace que el área donde pueden operar las artes de pesca sea considerablemente reducida.

En la figura 1 se muestran las áreas estadísticas de pesca del National Marine Fisheries Service de U.S.A., así como el área de operación aproximada de la flota mexicana, cuya profundidad promedio es de 20 brazas.



Producción.— En la figura 2A se muestran las capturas anuales de camarón de roca obtenidas por la flota de Isla Mujeres, Q. Roo, así como el número de embarcaciones en operación. Puede observarse que las capturas totales han aumentado en proporción directa con el incremento en el número de embarcaciones. En la figura 2B se representan las variaciones anuales en la captura por unidad de esfuerzo y el número de barcos en operación. Hasta 1977 los valores de la captura por unidad de esfuerzo se mantuvieron más o menos constantes, sin embargo puede observarse un

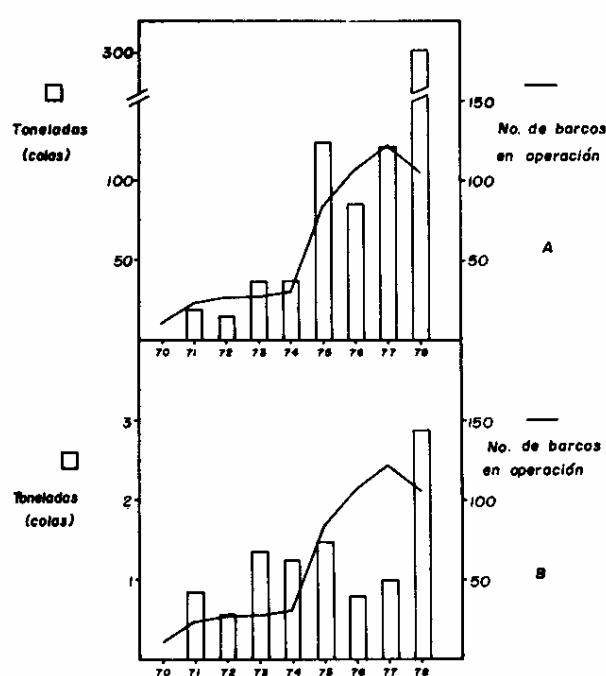


FIG. 2 Captura total (A), captura por unidad de esfuerzo (B) y número de barcos en operación anual de *Scytonia brevirostris* de Contoy, Q. Roo. Flota de Isla Mujeres.

considerable aumento en 1978. Esta misma situación se observa en la figura 2A, donde la captura total lograda en 1978 superó en más del doble a la obtenida en cada uno de los tres años anteriores.

La figura 3 muestra las capturas mensuales obtenidas y el número de barcos en operación de 1975 a 1978. Por otra parte, en la figura 4 se observa la variación mensual de la captura por unidad de esfuerzo durante el mismo período de tiempo. En ambas figuras puede observarse que los incrementos en la captura total y la captura por unidad de esfuerzo en 1978 se deben a las capturas obtenidas en los últimos meses de dicho año.

Observaciones sobre el ciclo de vida.— En general, el ciclo de vida de *S. brevirostris* se apega a los patrones generales conocidos para los peneídos. Los diferentes estadios larvarios de vida bentónica se desarrollan en aguas costeras, de poca profundidad y con gran cantidad de vegetación y fango, mientras que las fases de juvenil y adulto viven en el mar, donde se reproducen.

Cook y Murphy (1965) al estudiar el desarrollo larvario de *S. brevirostris* mencionan que a los tres días del desove se forma la primera protozoea; a los doce días la primera larva mysis y la postlarva aparece hasta los 29 días. Los autores indican que antes de formarse esta postlarva se pasa por cinco formas nauplio; tres protozoeas y cuatro mysis.

Cobb *et-al* (1973) y Kennedy *et-al* (1977), describen cinco estadios de desarrollo para la gónada femenina, siendo el tamaño de la más pequeña registrada de 46 mm. de longitud total.

De la figura 4 podemos deducir un período anual de reproducción masiva al año, no obstan-

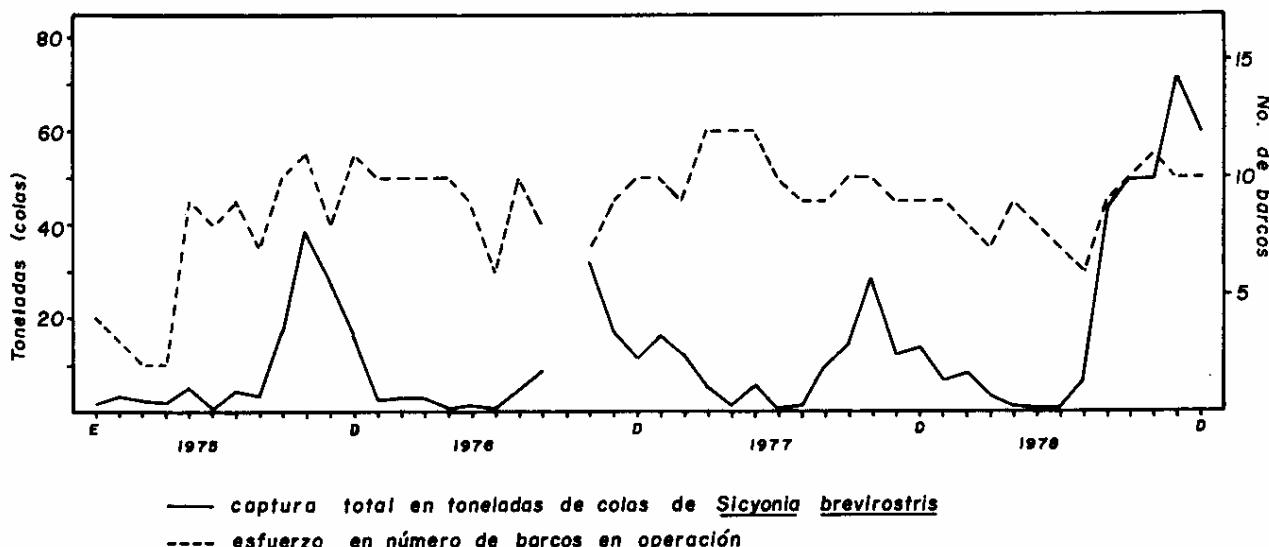


FIG. 3 Variación mensual de la captura total y número de barcos en operación durante 1975 - 1978. Flota de Isla Mujeres, Q. Roo.

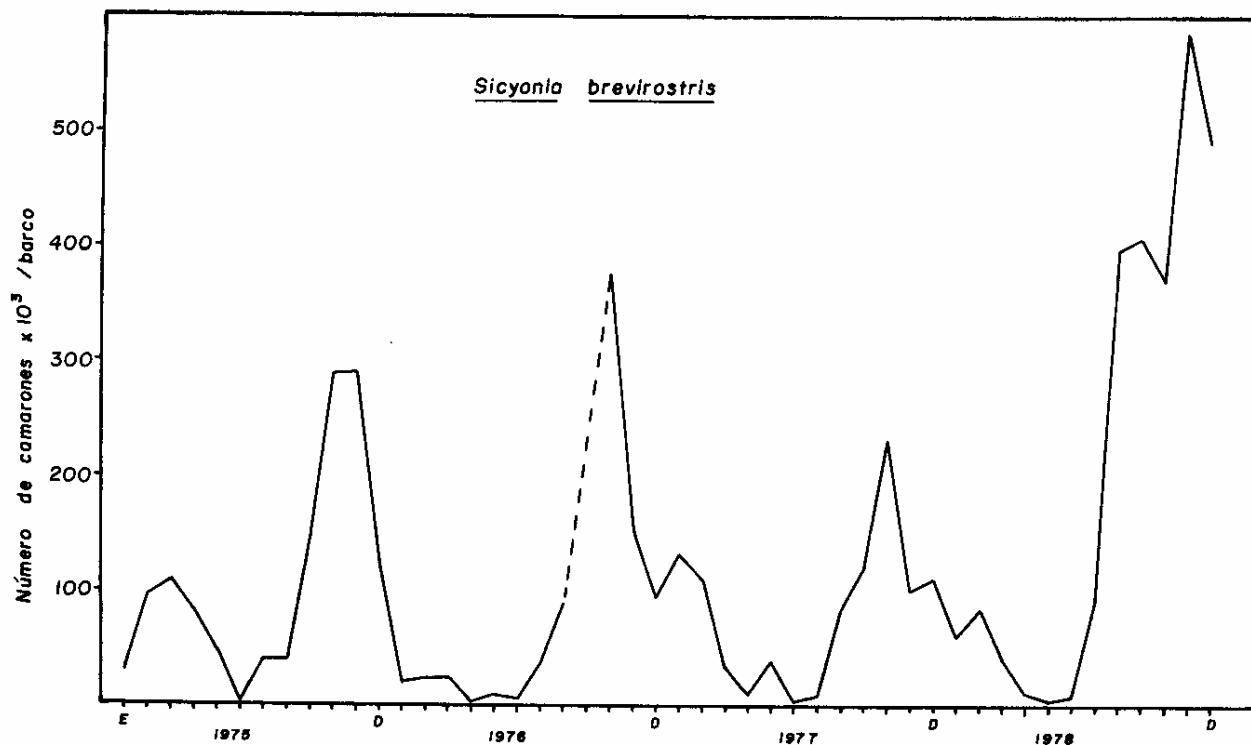


FIG. 4 Variación mensual de la captura por unidad de esfuerzo durante 1975 - 1978
(miles de camarones por barco en operación) Flota de Isla Mujeres, Q. Roo

te que, durante todo el año se observan hembras maduras; dicho período corresponde aparentemente a la época de verano.

Por lo que se refiere a su alimentación estos mismos autores encontraron que *S. brevirostris* es una especie carnívora cuya dieta se compone fundamentalmente de moluscos y crustáceos pequeños. En relación con la predación Cobb *et-al* (op. cit.) menciona varias especies de peces que se alimentan de camarón de roca, así como algunas estrellas de mar. Por otra parte, según observaciones directas y algunos datos proporcionados por Solórzano (1963), nos indican que los camarones, junto con otras especies, forman parte de la dieta habitual de las tortugas marinas.

Por último, según comunicación personal de varios capitanes de embarcaciones camaroneras, durante los meses de agosto a noviembre son frecuentes en las capturas grandes cantidades de camarón de roca pequeño, sobre todo en aguas cercanas a Cabo Catoche. Esta situación nos hace pensar, de la misma manera que en el caso del camarón rojo, *P. brasiliensis*, que la zona costera al noreste de la península de Yucatán es muy importante por lo que se refiere al desarrollo de los estadios larvarios y pequeños juveniles, espe-

cialmente la parte sur de la Isla Holbox (fig. 1) (ver Arreguín-Sánchez, 1981).

Parámetros poblacionales

Relaciones biométricas.— Del análisis efectuado por mínimos cuadrados de los registros de longitud y peso se establecieron las relaciones biométricas fundamentales para este estudio. Cuando las variables eran del mismo tipo los datos se ajustaron a una regresión lineal de la forma $Y = a + bX$; en caso contrario a una regresión geométrica según la ecuación $Y = aX^b$. Los resultados obtenidos para ambos sexos combinados son los siguientes:

- i) longitud total — longitud abdominal (fig. 5)
 $L_t = -0.99132 + 1.43166L_a \quad (r = 0.9744)$
- ii) peso total — peso abdominal
 $W_t = 3.75 + 1.168W_a \quad (r = 0.8583)$
- iii) peso abdominal sin "cáscara" — peso abdominal con "cáscara" (Fig. 6)
 $W_{a/s/c} = -0.4448 + 0.7471977W_{a/c/c} \quad (r = 0.9224)$

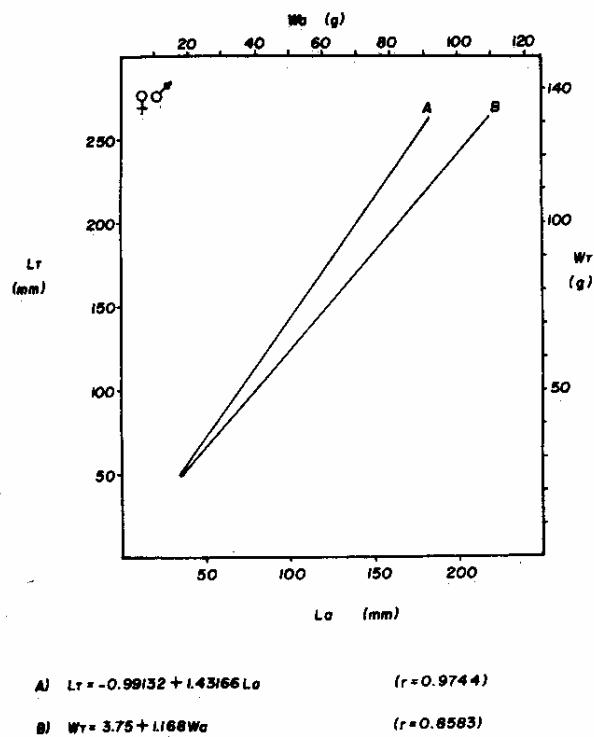


FIG. 5 Relaciones longitud total - longitud abdominal, y peso total - peso abdominal

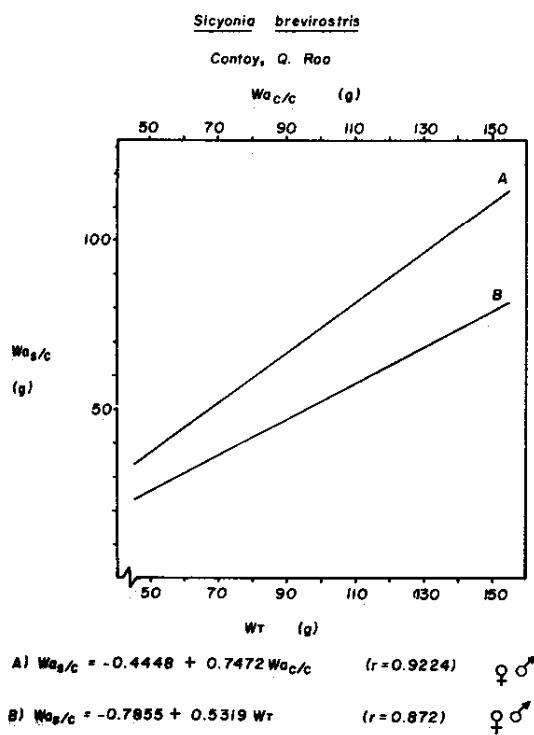


FIG. 6 Relaciones peso abdominal sin cáscara con peso total y peso abdominal con cáscara

- iv) peso abdominal sin "cáscara" – peso total (fig. 6)
 $W_{a/c} = -0.785544 + 0.5318912 W_t$ ($r = 0.872$)
- v) peso total – longitud total (fig. 7)
 $W_t = 0.0000439 L_t^{2.8345}$ ($r = 0.9424$)
- vi) peso abdominal sin "cáscara" – longitud total (fig. 7)
 $W_{a/c} = 0.00001271 L_t^{2.935}$ ($r = 0.859$)

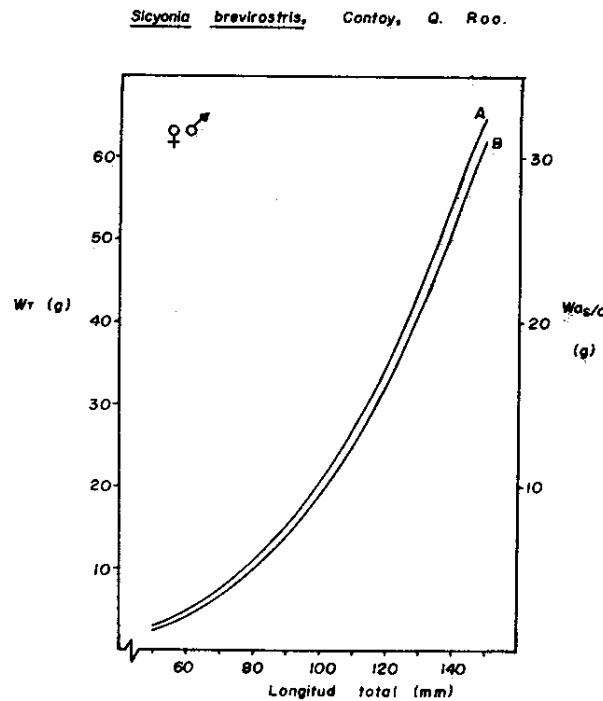


FIG. 7 Relaciones peso total y peso abdominal sin cáscara con longitud total

Crecimiento.— Los datos de frecuencia de longitud abdominal para ambos sexos combinados se analizaron para cada mes utilizando el método de Cassie (1954), obteniendo de esta forma los valores promedio de las clases de edad. A partir de estos datos se aplicó el método de Ford-Walford (Ricker, 1975) (fig. 8), para determinar la longitud máxima promedio (L_∞) y el coeficiente de crecimiento de Brody (k), el cual es un índice de la tasa de catabolismo. Los resultados obtenidos fueron incorporados al modelo de Von Bertalanffy, cuya fórmula general es la siguiente (Ricker, *op. cit.*):

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

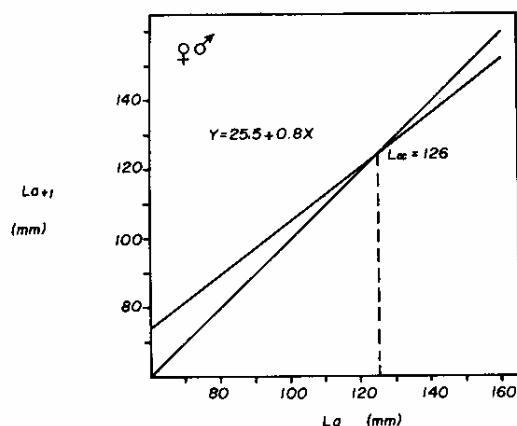


FIG. 8 Transformación de Ford-Walford para determinar la longitud máxima promedio de *Sicyonia brevirostris* de la zona de Contay, Q. Roo

donde:

- ℓ_t = longitud a una edad determinada
- L_∞ = longitud máxima promedio o valor asintótico.
- k = constante proporcional a la tasa de catabolismo (coeficiente de Brody)
- t = edad, expresada en meses.
- t_0 = parámetro teórico de ajuste que representa la edad cuando la longitud teórica es cero. En este caso se hizo un ajuste adicional a una longitud de $\ell = 15$ mm, que es la longitud aproximada de los juveniles más pequeños.

De esta forma tenemos que la ecuación que describe la tasa de crecimiento en longitud para ambos sexos combinados es:

$$\ell_t = 179.4 \left[1 - e^{-0.2307(t - 0.3785)} \right]$$

Para obtener el crecimiento en peso se transformó el valor de $L_\infty = 179.4$ mm. a su peso correspondiente (W_∞) y elevando al cubo el factor que lo multiplica (en este caso se utilizó el valor del exponente de la relación peso total longitud total). Las constantes k y t_0 no cambian por lo cual, la ecuación que describe el crecimiento ponderal para ambos sexos es:

$$W_t = 107.38 \left[1 - e^{-0.2307(t - 0.3785)} \right]^{2.8345}$$

Las curvas de crecimiento descritas por estas ecuaciones se representan en la figura 9.

Mortalidad total y Supervivencia.— Para el cálculo del coeficiente de mortalidad total (Z) se consideraron únicamente los períodos descen-

dientes de la captura por unidad de esfuerzo (fig. 4), durante los cuales el reclutamiento es mínimo y la mortalidad es en consecuencia más alta que este. Con esta información se obtuvo el valor de este parámetro aplicando la fórmula exponencial siguiente:

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

donde

- Nt = número de individuos en el tiempo t
- N_0 = número de individuos al inicio del período considerado.
- z = coeficiente de mortalidad total
- t = tiempo, en este caso meses.

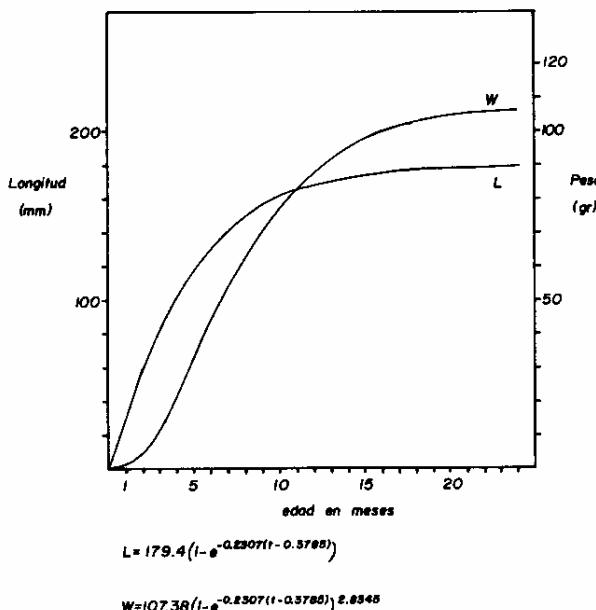


FIG. 9 Curvas de crecimiento ponderal y longitudinal de *Sicyonia brevirostris* según el modelo de Von Bertalanffy (ambos sexos)

Los resultados obtenidos aplicando el método de mínimos cuadrados, y considerando el esfuerzo como el número de barcos en operación se muestran en la tabla 1 y la figura 10.

Una vez obtenido el valor de la mortalidad total (Z) se estimó directamente la tasa de supervivencia (S) según la relación:

$$S = e^{-z}$$

Los valores obtenidos se indican en la tabla 1.

TABLA No. 1

Parámetros poblacionales calculados para *Sicyonia brevirostris*, considerando como medida de esfuerzo el número de barcos en operación.

Período	Temporada	Z	r	S
1	1975-1976	-0.638	-0.9579	0.5283
2	1976-1977	-0.457	-0.9454	0.6332
3	1977-1978	-0.426	-0.9267	0.6531
Promedio		-0.507	-0.9433	0.6048

Z= tasa instantánea de mortalidad total.
 r= coeficiente de correlación obtenido al calcular el valor de (Z) por el método de mínimos cuadrados.
 S= tasa de supervivencia.

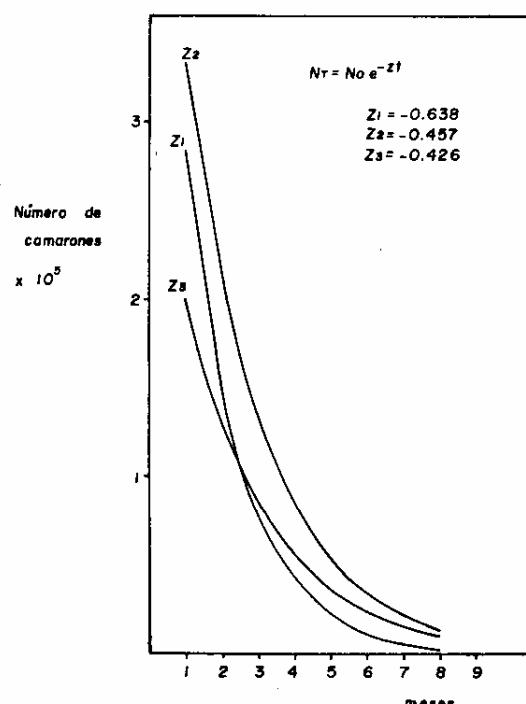


FIG. 10 Tasa de decremento poblacional de *S. brevirostris* con diferentes valores de mortalidad total (Z)

Mortalidad por pesca.— Este factor según lo define Ricker (1975) resulta de multiplicar el esfuerzo (f) por la capturabilidad (q).

$$F = qf$$

Como el esfuerzo es conocido (en este caso como el número de barcos en operación), el va-

lor del coeficiente de capturabilidad se calculó según el método de Leslie (Ricker, *op. cit.*) partiendo de la relación,

$$\frac{C_t}{f_t} = qN_0 - qK_t$$

donde

C_t = captura durante el tiempo t
 f_t = esfuerzo de pesca durante el tiempo t
 N₀ = tamaño inicial de la población
 K_t = captura acumulada hasta el tiempo t
 q = coeficiente de capturabilidad.

Ajustando los datos de captura por unidad de esfuerzo y la captura acumulada a una regresión lineal por el método de mínimos cuadrados se obtiene una recta cuya pendiente es un valor índice de la capturabilidad (q). Una vez con estos valores y los correspondientes al esfuerzo aplicado se estimó la mortalidad por pesca (F). Los valores obtenidos de estos parámetros se indican en la tabla 2.

TABLA No. 2

Parámetros poblacionales calculados para *Sicyonia brevirostris*, considerando como medida de esfuerzo el número de barcos en operación.

Período	q	r	F	M
1	-0.04269	-0.94	-0.4151	-0.2228
2	-0.04039	-0.9193	-0.398	-0.059
3	-0.033587	-0.964	-0.2897	-0.1363
Promedio	-0.038889	-0.9411	-0.3676	-0.1394

q = coeficiente de capturabilidad.

r = coeficiente de correlación obtenido al calcular el valor de (q) por el método de mínimos cuadrados.

F= tasa instantánea de mortalidad por pesca.

M= tasa instantánea de mortalidad natural.

Mortalidad natural.— La mortalidad total (Z) se define como la suma de la mortalidad debida a causas naturales (M) y la mortalidad por pesca (F).

$$Z = M + F$$

Conociendo los valores de mortalidad total (Z) y mortalidad por pesca (F) se estimaron los

de mortalidad natural (M), cuyos resultados se muestran en la tabla 2.

Durante el período de 1975 a 1978 se incluyen tres temporadas de pesca completas, correspondientes a los períodos considerados para los cálculos anteriores. Para la última temporada de pesca considerada se tiene además como medida de esfuerzo el número de viajes efectuados. Considerando que esta es una medida poco más exacta del esfuerzo pesquero realizado se estimaron los diferentes parámetros poblacionales con los siguientes resultados:

$$Z = -0.388 \quad (r = -0.8733) \quad (\text{figs. 11 y 12})$$

$$S = 0.6784$$

$$q = -0.0074957 \quad (r = 0.9043)$$

$$F = -0.2452$$

$$M = -0.1428$$

Tamaño de la población capturable.— A partir de los valores de mortalidad por pesca (F) y mortalidad natural (M) se obtuvo la tasa de explotación (E) según la expresión siguiente (Doi, 1975):

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

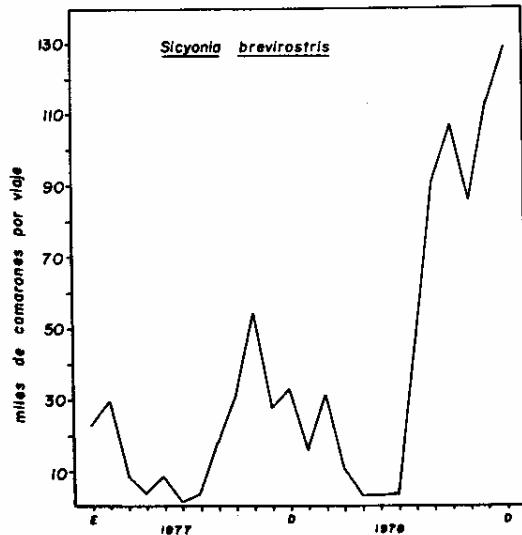


FIG. 11. Variación mensual de la captura por unidad de esfuerzo (número de camarones por viaje) durante 1977-1978
Flota de Isla Mujeres, Q. Roo

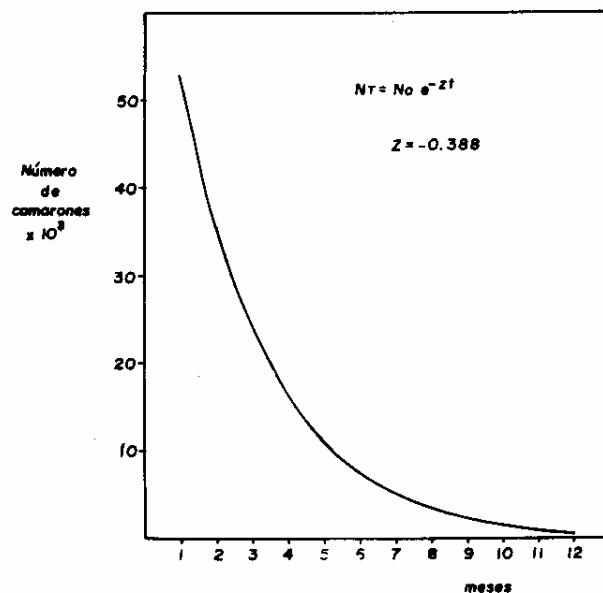


FIG. 12. Tasa de decremento poblacional de *S. brevirostris* (temporada 1977-1978)

Conociendo la tasa de explotación (E) se siguió el método de Boiko (Ricker, 1975) para obtener la tasa bioestadística de pesca (F_b) según la relación

$$F_b = \ln(1-E)$$

y la estimación bioestadística de la capturabilidad (q_b)

según la expresión

$$q_b = \frac{F_b}{f}$$

donde f = esfuerzo aplicado.

Conociendo la captura y la tasa de explotación en un período de tiempo determinado puede obtenerse una estimación del tamaño de la población capturable (N_c) según la relación siguiente (Ricker, 1975; Doi, 1975):

$$N_c = \frac{Ct}{Et}$$

donde

N_c = tamaño de la población capturable

Ct = captura durante el tiempo t

Et = tasa de explotación en el tiempo t

Los valores calculados para E , F_b , q_b y N_c se indican en la tabla 3. (Ver Página 38)

Tamaño de la población en el mar.—Edad de reclutamiento.— De las variaciones en la captura por unidad de esfuerzo representadas en las figuras 4 y 11, los puntos modales máximos nos indican la época de mayor reclutamiento. Partiendo de esta información y los datos de frecuencia de tallas en la misma época podemos obtener la curva de reclutamiento (fig. 13), donde la edad de reclutamiento (t_r) corresponde a la edad cuando la frecuencia es de 50% (Gómez-Larrañeta, 1972). En este caso, la edad de reclutamiento es de tres meses.

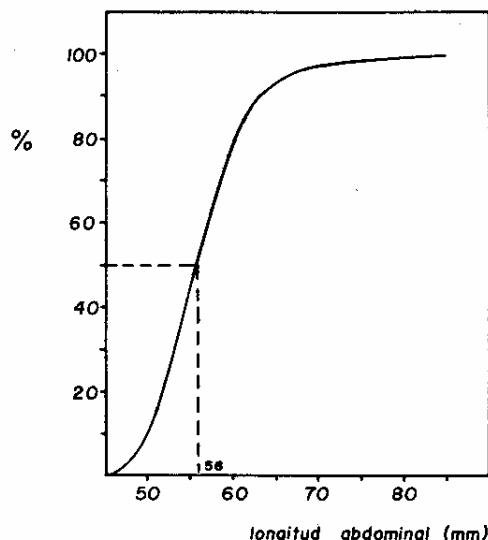


FIG. 13 Curva de reclutamiento de S. brevirostris de Cozumel, Q. Roo

Reclutamiento.— De los registros obtenidos durante la época de mayor reclutamiento se calculó la proporción de individuos de la edad de reclutamiento (t_r) presentes en la captura. Con esta información y la estimación del tamaño de la población capturable se obtuvo el número total de reclutas (R) obteniéndose los siguientes resultados (para la temporada de pesca 1977-1978):

Tamaño de la población capturable

$$N_c = 430.89 \text{ ton (entero)}$$

$$N_c = 365.7 \text{ ton ("colas")}$$

$$N_c = 29.99 \times 10^6 \text{ camarones}$$

Número de reclutas:

$$R = 15.894 \times 10^6 \text{ camarones}$$

Población en el mar.—El tamaño de la población en el mar puede obtenerse sumando el tamaño de cada uno de los grupos de edad que la componen, esto es

$$N = \sum_i^n N_i$$

donde

N = tamaño de la población

N_i = tamaño de cada uno de los grupos de edad

n = edad máxima alcanzada

Como no conocemos el tamaño de los grupos de edad anteriores a la edad de reclutamiento, la relación anterior la podemos transformar como sigue:

$$N = N_r(q) + N_{r+1} + N_{r+2} + \dots + N_{r+n}$$

donde

N_r = tamaño de la edad correspondiente a la edad de reclutamiento.

q = coeficiente de capturabilidad.

N_{r+n} = tamaño de los grupos de edad siguientes a la edad de reclutamiento.

Conociendo el nivel promedio de reclutamiento (R), el valor de la tasa de supervivencia (S) y el coeficiente de capturabilidad (q), la ecuación anterior la podemos escribir de la siguiente forma:

$$N = N_3(q) + N_3S + N_3S^2 + \dots + N_3S^n$$

donde:

N = tamaño de la población en el mar (para camarones de tres meses de edad y mayores).

N_3 = tamaño del grupo de organismos en edad de reclutamiento: $t_r = 3$ meses (número de reclutas (R))

q = coeficiente de capturabilidad

S = tasa de supervivencia.

Resolviendo esta fórmula con los valores de N_3 , q y S durante el período 1977 - 1978 (donde se considera el esfuerzo como el número de viajes realizados) obtenemos los siguientes resultados:

Tamaño de la población en el Mar (N)

$$\begin{aligned} \text{Número de individuos} & N = 33.838 \times 10^6 \text{ camarones} \\ \text{peso (entero)} & N = 486.177 \text{ toneladas} \end{aligned}$$

peso "cola" (con cáscara) N = 413.037 toneladas
 Peso "cola" (sin cáscara) N = 308.175 toneladas

Diagnosis de la pesquería.— Situación actual. Para conocer los niveles de rendimiento máximo sostenible que pueden obtenerse en las condiciones actuales para la flota de Isla Mujeres, Q. Roo, se aplicaron los modelos de Schaefer (1957) y Fox (1970). Estos modelos definen la situación de la pesquería como un estado de equilibrio óptimo entre el recurso y la intensidad del esfuerzo pesquero, de tal forma que pueden establecerse los niveles en que pueden obtenerse los mejores rendimientos.

Modelo de Schaefer.— Este modelo se basa en la relación lineal entre la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo aplicado. Considerando el esfuerzo como el número de barcos en operación y agrupando los datos en períodos anuales durante 1973 a 1977 se obtuvo la relación lineal arriba citada y representada por la ecuación:

$$Y = 1.46388 - 0.0039182X \quad (r = -0.5676)$$

donde

Y = captura por unidad de esfuerzo (en toneladas de "colas" por barco).

X = esfuerzo (en número de barcos).

A partir de esta relación se obtuvo el rendimiento máximo sostenible (Y_s); el nivel de esfuerzo necesario para lograrlo (f_s); la captura por unidad de esfuerzo en estas condiciones (U_s), y la máxima captura por unidad de esfuerzo (U_m)

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 4 y la figura 14.

Modelo de Fox.— Este modelo se basa en la relación exponencial entre la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo aplicado. Al igual que en el caso anterior, se agruparon los datos en períodos anuales durante 1973 a 1977, considerando el esfuerzo como el número de barcos en operación. La relación obtenida queda representada por la ecuación:

$$Y = 1.503641e^{-0.0036771X} \quad (r = -0.6305)$$

donde

Y = captura por unidad de esfuerzo (en toneladas de colas por barco).

X = esfuerzo (en número de barcos).

TABLA No. 4

Modelo de Schaefer (1973-1977)			
	camarón entero	"colas" con cáscara	"colas" sin cáscara
Y _s (ton)	163.45	136.73	101.719
f _s (barcos)	187		
U _s (ton/barco)	0.858	0.732	0.546
U _m (ton/barco)	1.254	1.071	0.800
q	0.0012015		
F _s	0.2244		
B _s (ton)	715.28	609.19	454.74
B _m (ton)	1045.35	891.78	665.89

Y_s = rendimiento máximo sostenible

f_s = esfuerzo requerido para Y_s

U_s = captura por unidad de esfuerzo para Y_s

U_m = captura por unidad de esfuerzo máxima

q = coeficiente de capturabilidad medio

F_s = tasa de pesca óptima

B_s = tamaño de la población requerida para Y_s

B_m = tamaño máximo de la población.

Sicyonia brevirostris, Contoy, Q. Roo
(1973-1977)

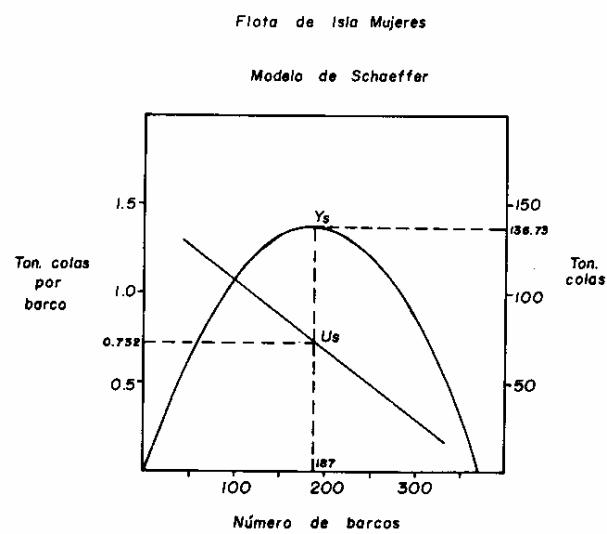


FIG. 14 Estimación del Rendimiento Máximo Sostenible

De esta relación se estimó el rendimiento máximo sostenible (Y_s); el esfuerzo que es necesario aplicar (f_s); la captura por unidad de esfuerzo en el nivel de rendimiento máximo (U_s), y la

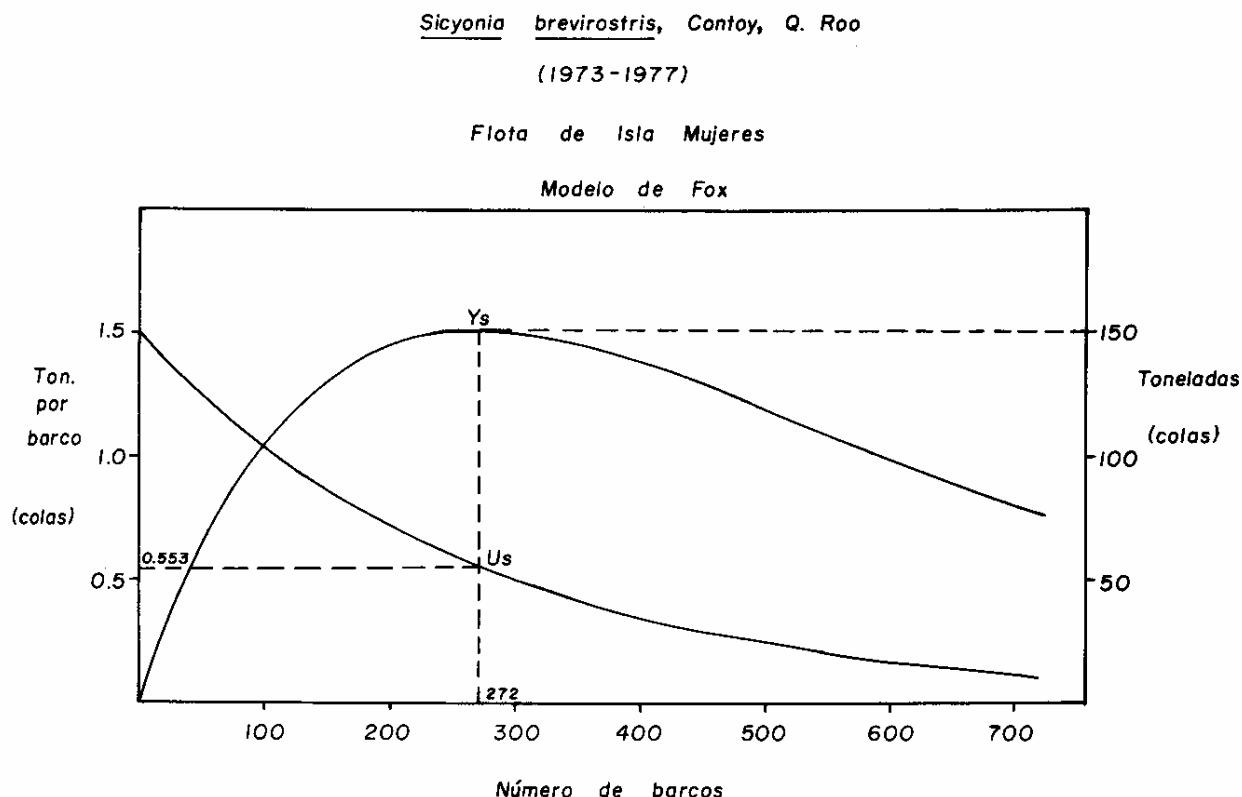


FIG. 15 Estimación del Rendimiento Máximo Sostenible

máxima captura por unidad de esfuerzo (U_m). Los resultados obtenidos se indican en la tabla 5 y la figura 15.

TABLA No. 5

Modelo de Fox (1973-1977)			
$Y = 1.503641e^{-0.0036771X}$ ($r = -0.6305$)			
	camarón entero	“colas” con cáscara	“colas” sin cáscara
Y_s (ton)	179.45	150.43	111.63
f_s (barcos)	272		
U_s (ton/barco)	0.649	0.553	0.413
U_m (ton&barco)	1.760	1.504	1.123
q	0.0012015		
F_s	0.3267		
B_s (ton)	541.48	460.39	343.557
B_m (ton)	1465.46	1251.47	934.65

U_m = captura por unidad de esfuerzo máxima

q = coeficiente de capturabilidad medio

F_s = tasa de pesca óptima

B_s = tamaño de la población requerida para Y_s

B_m = tamaño máximo de la población.

Por otra parte, si conocemos el valor del coeficiente de capturabilidad (q) es posible estimar además la tasa de pesca óptima (F_s), el tamaño de la población requerido para obtener el rendimiento máximo sostenible (B_s), y el tamaño máximo de la población (B_m).

Fox (1970), obtiene una estimación del valor medio del coeficiente de capturabilidad (q) a partir de la relación.

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\Delta U_i}{\bar{U}_i}}{1/b(na - \sum_{i=1}^n \bar{U}_i) - \sum_{i=1}^n f_i}$$

donde

\bar{q} = valor medio del coeficiente de capturabilidad.

Y_s = rendimiento máximo sostenible

f_s = esfuerzo requerido para Y_s

U_s = captura por unidad de esfuerzo para Y_s

ΔU = incrementos de la captura por unidad de esfuerzo.

\bar{U} = captura por unidad de esfuerzo anual media.

f = esfuerzo aplicado, en este caso, número de barcos en operación.

n = número de datos.

a y b = parámetros de la ecuación de rendimiento de Fox en su forma lineal ($a = 0.40789$; $b = -0.0036771$).

Considerando la información de captura y esfuerzo de 1971 a 1978, el valor medio estimado para el coeficiente de capturabilidad (\bar{q}) es

$$(\bar{q}) = -0.0012015$$

Una vez con este valor se obtuvieron los parámetros F_s , B_s y B_m para los modelos de Schaefer y Fox, cuyos resultados se indican en las tablas 4 y 5 respectivamente.

Nivel de explotación actual.— De la familia de curvas teóricas de biomasa para *Sicyonia brevirostris* (fig. 16), observamos que la curva que más se ajusta por su tendencia y declinación hasta la edad teórica de máxima longevidad es la que corresponde a una tasa de supervivencia $S = 0.8$, la cual puede considerarse como la tasa de supervivencia de la población en estado virgen.

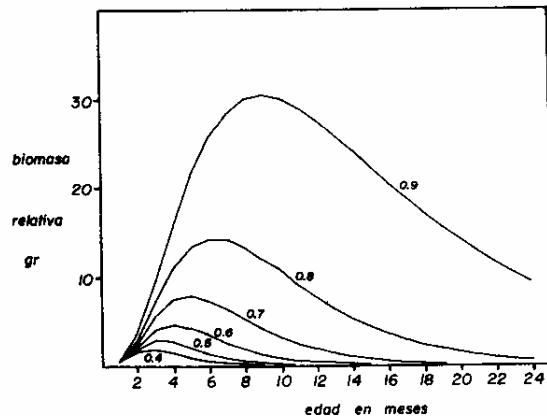


FIG. 16 Curvas de biomasa para *Sicyonia brevirostris* con diferentes valores de la tasa de supervivencia.

Si conocemos además la tasa de supervivencia de la población explotada y el peso promedio de los diferentes grupos de edad presentes en la captura podemos obtener el nivel de explotación actual de la siguiente forma:

edad meses	peso grupos edad (g)	peso población virgen $S=0.8$	peso población explotada $S=0.678$
2	3.96	3.17	2.68
3	11.44	7.32	5.26
4	21.43	10.97	6.68
5	32.46	13.29	6.86
6	43.43	14.23	6.22
7	53.66	14.06	5.21
8	62.82	13.17	4.14
	SUMA	76.21	37.05

la proporción población virgen/población explotada es 2.057.

la abundancia actual es de 29.99×10^6 camarones.

la abundancia de la población virgen es:

$$(29.99 \times 10^6) \times (2.057) = 61.69 \times 10^6 \text{ camarones}$$

la proporción población explotada/población virgen es 0.49

Si representamos estos datos en la curva de rendimiento (fig. 17), y considerando las características de los cálculos efectuados podemos deducir que el nivel de explotación actual se encuentra muy cerca del nivel óptimo que puede alcanzarse en las condiciones actuales.

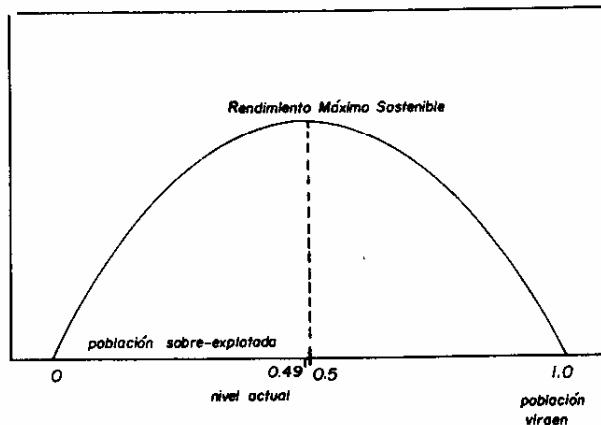


FIG. 17 Nivel de explotación actual de *Sicyonia brevirostris* de Coatzacoalcos, Q. Roo. Flota de Isla Mujeres.

Rendimiento de la pesquería en condiciones óptimas.— Si deseamos obtener el rendimiento máximo de una pesquería es necesario tener presente que la intensidad de pesca deberá aplicarse cuando la biomasa de los organismos alcan-

za su valor máximo. De esta forma es evidente que dicho rendimiento dependerá de varios factores, tales como:

- del número de reclutas,
- de las características de la tasa de crecimiento,
- de la edad de primera captura,
- de la intensidad de pesca, y
- de la mortalidad natural.

Considerando estos factores Beverton y Holt (1957) desarrollaron un modelo de predicción teórica del rendimiento máximo sostenible en función de la edad de primera captura y de la intensidad de pesca. La relación que representa este modelo es:

$$Y = FRW\alpha \left[\frac{1}{Z} - \frac{3e^{-kr}}{Z+k} + \frac{3e^{-2kr}}{Z+2k} - \frac{e^{-3kr}}{Z+3k} \right]$$

donde

Y = captura máxima sostenible en unidades de peso (en este caso toneladas).

F = tasa instantánea de mortalidad por pesca (considerada constante después de la edad de reclutamiento).

R = número de reclutas que entran a la pesquería de la edad t_r

$W\alpha$ = peso asintótico promedio

M = tasa instantánea de mortalidad natural considerada constante después de la edad t_0)

Z = tasa instantánea de mortalidad total (considerada constante después de la edad t_r)
 $Z = M + F$

k = coeficiente de crecimiento de Brody
 t_r = edad de reclutamiento

t_0 = edad hipotética a la cual el organismo tiene una longitud igual a cero. En este caso se ajustó a una longitud de 15 mm, que es el tamaño aproximado de los juveniles más pequeños.

$r = t_r - t_0$

Rendimiento máximo sostenible en la situación actual.— Tomando los valores de $W\alpha$, k y t_0 de la tasa de crecimiento calculada para ambos sexos, así como los parámetros poblacionales Z , M , F y R considerando el esfuerzo como el número de viajes, podemos aplicar el modelo de Beverton y Holt para estimar el rendimiento máximo sostenible en las condiciones actuales. De esta forma, partiendo de los datos el rendi-

miento máximo sostenible que se puede lograr en tales condiciones es:

$$Z = -0.388$$

$$F = -0.2452$$

$$M = -0.1428$$

$$R = 15.894 \times 10^6 \text{ camarones}$$

$$W\alpha = 1.0738 \times 10^{-4} \text{ toneladas}$$

$$k = 0.2307$$

$$t_0 = 0.3785$$

$$t_r = 3 \text{ meses}$$

$$r = 2.6215$$

el rendimiento máximo sostenible que se puede lograr en tales condiciones es:

$$Y = 348.05 \text{ toneladas de camarón entero}$$

$$Y = 294.78 \text{ toneladas de "colas" con cáscara}$$

$$Y = 219.81 \text{ toneladas de "colas" sin cáscara}$$

Por otra parte, si consideramos los valores promedio de los parámetros poblacionales durante 1973 a 1978, considerando el esfuerzo como el número de barcos en operación tenemos:

$$Z = -0.507$$

$$F = -0.3676$$

$$M = -0.1394$$

$$R = 13.328 \times 10^6 \text{ camarones}$$

$$W\alpha = 1.0738 \times 10^{-4} \text{ toneladas}$$

$$k = 0.2307$$

$$t_0 = 0.3785$$

$$t_r = 3 \text{ meses}$$

$$r = 2.6215$$

De esta forma, el rendimiento máximo sostenible estimado para estas condiciones es:

$$Y = 283.83 \text{ toneladas de camarón entero}$$

$$Y = 239.79 \text{ toneladas de "colas" con cáscara}$$

$$Y = 178.73 \text{ toneladas de "colas" sin cáscara}$$

Rendimiento máximo sostenible en condiciones óptimas.— Para estimar el rendimiento máximo sostenible de la pesquería en condiciones óptimas aplicamos el modelo de Beverton y Holt con diferentes valores de intensidad de pesca (F) y de la edad de primera captura (t_r). De estos cálculos resulta un diagrama donde se representan las isopletas de rendimiento.

Utilizando valores para (F) de -0.1 a -1.5, considerando el esfuerzo como el número de viajes realizados, y para (t_r) de 1 a 12 meses, se obtuvo el diagrama de la figura 18. Según este diagrama, si consideramos la edad de primera captura $t_r = 7$ meses y la intensidad de pesca de $F = 0.58$, se podrían obtener 450 toneladas de camarón entero (382.06 ton de colas con cáscara, ó 285.03 ton sin cáscara).

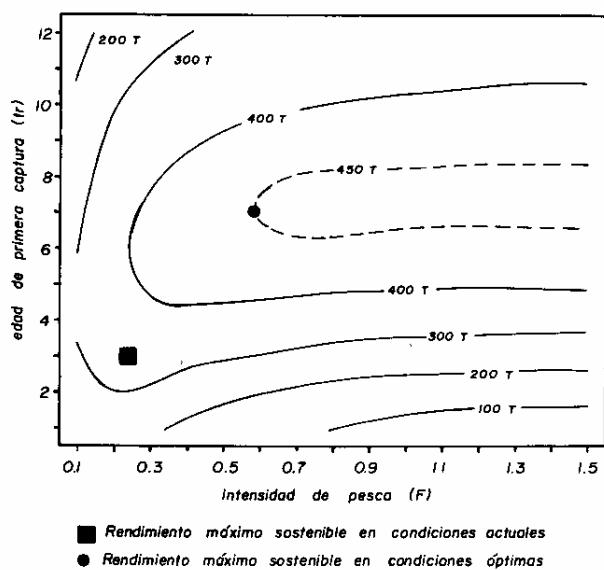


FIG. 18 Isopleths de rendimiento para *Sicyonia brevirostris* de Contoy, Q. Roo, según el modelo de Beverton y Holt.

DISCUSION

La tendencia general de la pesquería de camarón de roca desde sus inicios es ascendente; al aumentar el número de embarcaciones las capturas totales aumentan; no obstante, los rendimientos por barco se han mantenido más ó menos constantes hasta 1977. Esta situación cambia notablemente en 1978, durante los últimos meses del año, donde los rendimientos por barco aumentan como consecuencia, al parecer, de un considerable aumento en el nivel de reclutamiento de la especie (figs. 4 y 11). Es evidente que esto provocará un aumento en las capturas totales de la temporada 1978-1979, por lo menos.

Según las relaciones biométricas establecidas podemos deducir que el aprovechamiento neto del camarón de roca entero es de un 52.4% y con respecto a la "cola con cáscara" de un 74.3%.

De las relaciones peso-longitud establecidas, el valor del exponente (*b*) nos indica que el crecimiento de *S. brevirostris* es de tipo isométrico. A este respecto, Kennedy *et-al* (1977), al determinar las relaciones peso-longitud para cada sexo obtienen una curva de tipo logarítmico para los ejemplares pequeños, pero después de que el organismo alcanza un tamaño de 86 mm de longitud total esta relación se convierte en lineal. De las curvas obtenidas en ambos casos se puede concluir que en camarones pequeños el crecimiento es de tipo isométrico, pero al aumentar la edad tiende a volverse alométrico.

La tasa de crecimiento estimada es alta en comparación con la calculada para otras especies (ver por ejemplo: Chávez y Rodríguez, 1971; Chávez, 1973a; 1973b; Schultz y Chávez, 1976; Arreguín-Sánchez, 1981 b; entre otros). La edad máxima teórica que puede alcanzar esta especie es de poco más de tres años. En las condiciones actuales de la población, el promedio de vida es de 20 meses, aunque difícilmente alcanzan el año de edad como consecuencia de la intensidad de pesca aplicada.

Debemos tener presente que las características del esfuerzo considerado están en función de la operación de la flota de Isla Mujeres, Q. Roo, por lo cual todas las observaciones que se hacen al respecto están referidas en dichos términos.

Según puede observarse en la figura 4, durante el período 1975 a 1978 se definen tres temporadas de pesca completas, considerándose el inicio de cada una de ellas cuando el reclutamiento es máximo (en el mes de octubre). Para el cálculo de los parámetros poblacionales se consideraron únicamente estos tres períodos, con lo cual, el aumento en la abundancia de la población inferido por los incrementos de la captura por unidad de esfuerzo en los últimos meses de 1978 (figs. 4 y 11) no quedan representados por los valores estimados.

Las diferencias entre los cálculos efectuados considerando el esfuerzo como número de barcos y como número de viajes son evidentes; sin embargo, los cálculos resultantes al utilizar unos y otros valores no difieren mucho. De cualquier forma, se considera que el número de viajes nos proporciona, en este caso, una medida más exacta del esfuerzo pesquero realizado. Aún cuando las estimaciones del tamaño de la población capturable (*N_c*) difieren un poco según el tipo de esfuerzo utilizado en los cálculos (tabla 3), se considera que el valor más aceptable es de unas 430 toneladas de camarón entero (365.7 ton de "colas", ó bien, 272.8 ton de colas sin cáscara). FAO (1978) menciona que en el área de Contoy puede alcanzarse un rendimiento máximo sostenible de unas 500 toneladas de camarón entero al año, y posiblemente algo más.

Los resultados obtenidos al estimar el tamaño de la población en el mar considerando el esfuerzo como número de barcos en operación fueron ilógicos, por lo cual únicamente se hizo el cálculo considerando como esfuerzo el número de viajes. De esta forma, el tamaño de la población en el mar para camarones de tres meses de edad y mayores fué de cerca de 500 toneladas de camarón entero.

TABLA No. 6

Tasa de Incremento Longitudinal y Ponderal del Camarón de Roca *Sicyonia brevirostris*, para ambos sexos, en función de su edad.

edad meses	longitud total mm	incremento longitud mm	peso total gr	incremento peso gr
1	23.96	23.96	0.35	0.35
2	55.99	32.03	3.96	3.61
3	81.41	25.42	11.44	7.48
4	101.60	20.19	21.43	9.99
5	117.63	16.03	32.46	11.03
6	130.35	12.72	43.43	10.97
7	140.46	10.11	53.66	10.23
8	148.48	8.02	62.82	9.16
9	154.85	6.37	70.76	7.94
10	159.91	5.06	77.51	6.75
11	163.92	4.01	83.16	5.65
12	167.11	3.19	87.83	4.67
13	169.64	2.53	91.65	3.82
14	171.65	2.01	94.76	3.11
15	173.25	1.60	97.28	2.52
16	174.52	1.27	99.31	2.03
17	175.52	1.00	100.93	1.62
18	176.32	0.80	102.24	1.31
19	176.96	0.64	103.28	1.04
20	177.46	0.50	104.12	0.84
21	177.86	0.40	104.79	0.67
22	178.17	0.31	105.32	0.53
23	178.43	0.26	105.74	0.42
24	178.63	0.20	106.07	0.33

da de pesca 1978-1979 será casi el doble del nivel registrado para temporadas anteriores, lo cual provocará un aumento considerable en las capturas totales. A este respecto podría pensarse que los incrementos en la abundancia de la población mencionados anteriormente se deben a una disminución de la competencia que establecen por el recurso las otras flotas con la de Isla Mujeres, sin embargo, esta misma tendencia debería observarse con el camarón rojo (*Penaeus brasiliensis*) que se pesca en la misma zona.

Arreguín-Sánchez (1981, a) al analizar la pesquería de camarón rojo (*P. brasiliensis*) menciona un notable decremento en la captura por unidad de esfuerzo hacia los últimos meses de 1978, lo cual nos indica un decrecimiento en la

abundancia de la población de dicha especie. Si consideramos en conjunto la información proporcionada por dicho autor y la expuesta en el presente estudio podemos observar que mientras la abundancia de la población de camarón rojo disminuye, la de camarón de roca aumenta.

Esta situación nos podría llevar, eventualmente, a considerar otro tipo de fenómenos, como son las relaciones interespecíficas, especialmente las referentes a competición.

En el caso de las poblaciones de camarón de Contoy es evidente que estas ocupan un nicho ecológico muy semejante, por lo cual, cualquier variación en la abundancia en una de ellas provocará una variación en sentido inverso en la otra.

Arreguín-Sánchez (1981 a) señala que para *F. brasiliensis* es probable que actualmente se haya sobrepasado el nivel de esfuerzo requerido para alcanzar el rendimiento máximo sostenible para esa pesquería; esto tiene como consecuencia una disminución en las capturas por unidad de esfuerzo, y un aparente decremento en la abundancia de la población. Ante esta situación es factible pensar, según este criterio, que tal es la causa de la tendencia observada en la población de *S. brevirostris*.

Aún cuando todo parece indicar un aumento en la abundancia de la población de *S. brevirostris*, debe tenerse en cuenta que los incrementos observados pueden ser una consecuencia de que esta pesquería es reciente y que no ha alcanzado aún el nivel de estabilización, por lo menos por parte de la flota de Isla Mujeres.

Para poder llegar a una conclusión sobre las hipótesis mencionadas es necesario obtener mayor cantidad de información, incluyendo a todas las flotas que operan en el área. Arreguín-Sánchez (*op. cit.*) discute la problemática que existe al intentar determinar la intensidad de pesca real que se aplica sobre el recurso. Este aspecto debe ser considerado de importancia primordial para el área de Contoy, pues conclusiones erróneas al respecto pueden crear serias confusiones que pueden afectar en forma negativa a los recursos camaroneseros de esta zona.

Puesto que el número de reclutas influye directamente sobre el rendimiento de la pesquería, podemos utilizar el modelo de Beverton y Holt para obtener un diagrama de isopletas de rendimiento por recluta (Y/R). De esta forma estaremos en posición de determinar el rendimiento máximo de la pesquería con cualquier nivel de reclutamiento que se presente. El diagrama de rendimiento por recluta (Y/R) para *S. brevirostris* se ilustra en la figura 19.

TABLA No. 3

Parámetros poblacionales calculados para *Sicyonia brevirostris* considerando como medida de esfuerzo el número de barcos en operación.

Período	E	F _b	q _b	Nc ton	N'c ton
1	0.3069	-0.3665	-0.005236	303.304	358.01
2	0.3195	-0.3849	-0.005578	299.196	353.21
3	0.2359	-0.269	-0.003959	317.484	374.57
Promedio	0.2883	-0.3401	-0.005076	304.07	358.9

Si consideramos como medida de esfuerzo el número de viajes efectuados tenemos:

3	0.2032	-0.2272	-0.006884	365.7	430.89
---	--------	---------	-----------	-------	--------

E = tasa de explotación.

F_b = tasa bioestadística de pesca.

q_b = coeficiente de capturabilidad (estimación bioestadística).

Nc = tamaño de la población capturable ("colas").

N'c = tamaño de la población capturable (entero).

Según los modelos de Schaefer y Fox los rendimientos máximos sostenibles que pueden alcanzarse por parte de la flota de Isla Mujeres, Q.Roo, en las condiciones actuales son cercanos a las 180 toneladas de camarón entero (unas 150 ton. de colas, o bien, 111.6 ton. de colas sin cáscara). Utilizando el modelo de Beverton y Holt se estimó el rendimiento máximo sostenible de la pesquería en las condiciones actuales que es de casi 350 toneladas de camarón entero (unas 295 ton. de colas).

Las capturas promedio de la flota de Isla Mujeres durante 1973 a 1977 son de 110 toneladas de colas, lo cual la sitúa en niveles muy próximos a los máximos rendimientos posibles.

Determinando el nivel de explotación en base a los pesos promedio de los grupos de edad presentes en las capturas, y con las tasas de supervivencia de la población en estado virgen y explotada, observamos que la pesquería se encuentra en niveles muy cercanos al óptimo. Es evidente que mayor información sobre la tasa de crecimiento y las de supervivencia nos indicarán con mayor precisión el nivel de explotación. No obstante, esta información, junto con la obtenida de

los diferentes modelos aplicados nos ofrecen un panorama bastante claro al respecto.

Los resultados obtenidos con el modelo de Beverton y Holt nos indican un rendimiento máximo sostenible en las condiciones óptimas de la pesquería de 450 ton. de camarón entero (382 ton. de colas, ó 285 ton. de colas sin cáscara). Para esto, la edad de primera captura deberá ser de $t_r=7$ meses y la intensidad de pesca de $F=-0.58$ (considerada en base al ritmo de operación de la flota de Isla Mujeres). Podemos observar que el resultado obtenido con este modelo es similar al obtenido cuando se calculó el tamaño de la población capturable (Nc) según el método descrito por Ricker (1975) y Doi (1975); cuyo valor es de Nc=430 toneladas de camarón entero. Al analizar estos resultados debemos considerar que al utilizar este modelo para fines de evaluación, la pesquería deberá haber alcanzado un estado de equilibrio, donde el reclutamiento pueda asumirse como constante, cuestión que en este caso no se presenta según podemos observar en las variaciones de la captura por unidad de esfuerzo (para aclarar un poco más este aspecto pueden consultarse los documentos elaborados por Gulland, 1968; Kesteven 1973; y Ricker, 1975, entre otros). Por tal motivo podemos considerar en este caso, que en promedio, durante el período de 1975 a 1977, pudieron haberse obtenido 450 ton. de camarón entero al año si la pesquería hubiera trabajado bajo las condiciones óptimas indicadas.

Las conclusiones que resultan del modelo de Beverton y Holt nos indican la necesidad de aumentar el tamaño de las mallas de las redes utilizadas actualmente para obtener mayores rendimientos.

La curva de biomasa correspondiente a la supervivencia de la población en el estado actual (fig. 16) nos indica que los mayores incrementos en peso los obtenemos a los seis meses de edad. Por otra parte, del análisis de la tasa de crecimiento observamos que los máximos incrementos en peso se alcanzan a los cinco y seis meses de edad (ver tabla 6).

Si aceptamos que la captura por unidad de esfuerzo es un índice de la abundancia de la población, es evidente una clara tendencia al aumento en el tamaño de la misma, tal como lo muestran los registros de los últimos meses de 1978.

Por otra parte, si consideramos que la proporción de sexos se mantiene constante en la población y como consecuencia la proporción de camarones que llegan a la edad de reclutamiento también, la cantidad de reclutas para la tempora-

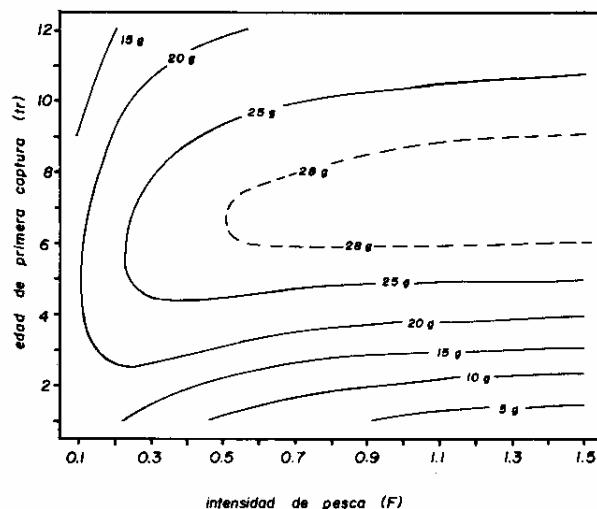


FIG. 19 Isopleths de rendimiento por recluta para *Sicyonia brevirostris* de Contoy, Q. Roo, según el modelo de Beverton y Holt.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.— Una vez discutidos los resultados obtenidos y hechas las consideraciones necesarias podemos concluir lo siguiente:

El aprovechamiento neto del camarón de roca para su consumo humano es de un 52.4% con respecto a su peso total, y de un 74.3% con respecto al peso de la "cola" con "cáscara".

El crecimiento individual del camarón de roca es isométrico, según lo indican las relaciones peso-longitud establecidas. No obstante que la tasa de crecimiento de *Sicyonia brevirostris* es alta, la edad máxima que pueden alcanzar en las condiciones actuales de la población es de unos 20 meses, aunque difícilmente alcanzan el año de edad como consecuencia de la pesca.

Los mayores incrementos en longitud se presentan en los primeros meses de vida para disminuir conforme aumenta la edad. Con respecto a los incrementos en peso, estos alcanzan sus máximos valores a los 6 meses de edad.

Se presenta un período de reclutamiento masivo al año durante los meses de septiembre a noviembre.

La mortalidad de la población durante su fase de explotación actúa con la misma intensidad sobre los distintos grupos de edad.

Según los modelos de Schaefer y Fox el rendimiento máximo sostenible para la flota de Isla Mujeres es de unas 180 toneladas de camarón entero al año (unas 150 ton de colas). Asimismo, el modelo de Beverton y Holt nos indica que el rendimiento óptimo que puede ser alcanzado en las condiciones actuales es de casi 350 toneladas

de camarón entero (295 ton de colas). Este mismo modelo nos indica un rendimiento máximo sostenible bajo las condiciones óptimas de la pesquería de 450 toneladas de camarón entero (382 ton de colas).

Por otra parte, el tamaño de la población en el mar considerando únicamente camarones de tres meses de edad y mayores se calculó en poco más de 480 ton de camarón entero por temporada de pesca.

Los resultados anteriores nos definen la situación de la pesquería hasta la temporada 1977-1978, donde el nivel de reclutamiento se había sostenido, en términos generales, constante. Es evidente que si para la temporada 1978-1979 este nivel aumenta considerablemente, todas las determinaciones hechas con anterioridad se verán modificadas en el mismo sentido. De esta forma, se considera que la pesquería de camarón de roca en el área de Contoy no se encuentra actualmente en un estado de equilibrio, por lo menos en lo que respecta a la flota de Isla Mujeres.

El nivel de explotación actual está muy cercano al nivel óptimo que puede lograrse, no obstante, deben considerarse las otras flotas que operan en el área para determinar con mayor precisión esta situación. Sin embargo, deben tomarse algunas precauciones en la organización y administración de la pesquería.

Puede obtenerse un aumento en el rendimiento general de la pesquería si se considera un aumento en el tamaño de la malla de la red utilizada actualmente.

Es necesario considerar la actividad de todas las flotas que operan en el área de Contoy con el fin de estimar en forma precisa las características de esta pesquería.

Recomendaciones.— Deben iniciarse e intensificarse los estudios sobre los aspectos reproductivos de *Sicyonia brevirostris*, así como sobre el desarrollo de los estadios larvarios, pues dicha información es fundamental para el desarrollo de la pesquería.

Toda la información sobre la operación de las diferentes flotas de Contoy deberá reunirse y procesarse de tal forma que se establezcan los niveles precisos de la pesquería, pues no obstante los cálculos efectuados, aún quedan grandes incógnitas por resolver adecuadamente.

Con respecto al reclutamiento deberán realizarse estudios sobre selectividad de las artes de pesca utilizadas con el fin de poder precisar las características de este fenómeno, ya que es de suma importancia al efectuar los cálculos de rendimiento.

Hay necesidad de efectuar estudios específicos sobre la posibilidad y conveniencia de aumentar el tamaño de la malla de las redes utilizadas actualmente, pues todo indica que haciéndolo se verán aumentados los rendimientos actuales.

Deben considerarse y abordarse otros métodos de investigación, como los de simulación

con ayuda de computadoras, para resolver las grandes lagunas aún existentes en el conocimiento de la dinámica de las poblaciones pesqueras. Del mismo modo, este tipo de análisis ayudará a marcar y definir nuevas rutas de investigación de tal forma que en el futuro puedan organizarse y administrarse adecuadamente las pesquerías.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Sr. Angel R. Leal E., quien colaboró constantemente en la obtención de la información. A los Sres. Raúl Ramos P., Rolando Figueroa P., Manuel Ortega E. y Fernando Fernández M., compañeros del C.I.P. de Isla Mujeres, por su ayuda en diferentes aspectos relacionados con el trabajo de campo.

Asimismo, agradezco de manera muy especial el interés y la valiosa colaboración del Sr. Ariel Magaña C., Presidente de la Federación de Cooperativas Pesqueras del Estado de Quintana Roo, quien hizo posible la obtención de algunos datos de suma importancia para el análisis de la pesquería.

Por último, por haberme facilitado en todo momento el acceso a la computadora, mi agradecimiento a los integrantes del Laboratorio de Ecología Marina de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.

LITERATURA CITADA

- ALLEN, D.M. and A.C. JONES 1974a. Campeche Shrimp Fishery. Unit Fishery Description. NMFS. NOAA. Miami, U. S. A.
- 1974b. Pesquería de Camarón en Contoy. Descripción de la Unidad Pesquera. NMFS. NOAA. U. S. A.
- ARREGUIN-SANCHEZ, F. 1981.a Diagnosis de la Pesquería de Camarón Rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de Contoy, Q. Roo, México An Esc. Nal. Cienc. Biol. Méx. 25:39-77.
- 1981 b. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón rojo (*Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817) de las costas de Quintana Roo, México. Ciencia Pesq. Inst. Nal. Pesca. Depto. Pesca. México 1 (1): 61-70.
- BEVERTON, R. J. H. and S. J. HOLT. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Lond. 2 (19): 1-533.
- CASSIE, R. M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Australians J. Marine and Fresh Water Res. 5:513-522.
- COBB, S. P.; C. R. FUTCH and D. K. CAMP. 1973. The rock shrimp, *Sicyonia brevirostris* Stimpson, 1871 (Decapoda, *Penaeidae*). Mem. Hour. Crus. Mar. Res. Lab. Fla. 3(1):1-38.
- COOK, H. L. and M. A. MURPHY. 1965. Early developmental stages of the Rock Shrimp *Sicyonia brevirostris* Stimpson, reared in the Laboratory. Contr. 203. Bureau Comm. Fish. Biol. Lab. Galveston, Texas.
- CHAVEZ, E. A. 1973a. Estudio sobre la tasa de crecimiento de camarón blanco (*Penaeus vannamei* Boone) de la región sur del Golfo de California, Ciencia, Mex. 28 (2):79-85.
- 1973b. A study on the growth rate of brown shrimp (*Penaeus aztecus aztecus* Ives, 1891) from the coast of Veracruz and Tamaulipas, México. Gulf Research Reports. 4(2):278-299.
- y C. Rodríguez-de la Cruz. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (*Penaeus californiensis* Homes) del Golfo de California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. México. 32:111-127.

- DOI, T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. INP/S1:m 12, 95 pp.
- F A O. 1978. Informe de la reunión conjunta de la COPACO. Grupo de trabajo sobre evaluación de los recursos pesqueros, y Grupo de trabajo sobre evaluación de los recursos camarones y bogavante. Com. Pesca Atl. Cent. Occ. WECAF/78/6.
- FOX, W. W. 1970. An exponential Surplus-Yield Model for optimizing exploited fish population. Trans. Amer. Fish. Soc. 1:80-88.
- GOMEZ-LARRAÑETA, M. 1972. Explotación Pesquera. In: Ecología Marina, R. Margalef (Ed.). Fund. La Salle de Cienc. Nat. Caracas. 637-666.
- GULLAND, J. A. 1968. The concept of the maximum sustainable yield and fishery management. FAO. FRS/T 70.
- HILDEBRAND, H. H. 1955. A study of the fauna of pink shrimp (*Penaeus duorarum* Burkenroad) Grounds in the Gulf of Campeche. Inst. Mar. Sci. 4(1):169-232.
- JOYCE, E. A. 1965. The commercial shrimp of the north east coast of Florida. Prof. Pap. Ser. Fla. Board Cons. Mar. Lab. St. Petersburg. 6.
1974. Rock shrimp Research and Marketing. Gulf and Caribb. Fish. Inst. 27th Ann. Sess.: 127-128.
- and B. Elred. 1966. The Florida Shrimping Industry. Fla. Board Cons. Mar. Lab. St. Petersburg, Fla. Educ. Ser. No. 15.
- KENNEDY, F. S.; J. J. CRANE; R. A. SCHLIEDER and D. G. BARBER. 1977. Studies of the rock shrimp. *Sicyonia brevirostris*, a New Fishery Resource on Florida's Atlantic Shelf Fla. Mar. Res. Publ. No. 27.
- KESTEVEN, G. L. 1973. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 1. Una Introducción a la Ciencia Pesquera. FAO. FIRM/T 118 (Es).
- KUTKUHN, J. H. 1962. Gulf of México commercial shrimp populations Trends and characteristics, 1956-59. U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 62 (212):343-402.
- LUNZ, G. R. 1957. Notes on the rock shrimp *Sicyonia brevirostris* (Stimpson) from exploratory trawling off the South Carolina Coast, Bears Bluff Lab. 25: 1-10.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Population. Bull. Fish. Res. Board. Can. 191.
- SCHAEFER, M. B. 1957. Un estudio de la dinámica de la pesquería de Atún Aleta Amarilla en el océano Pacífico Oriental tropical. Int. Amer. Trop. Tunna Comm. 2(6):247-285.
- SCHULTZ-RUIZ, L. E. y E. A. CHAVEZ. 1976. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del camarón blanco (*Penaeus setiferus* (L.) del Golfo de Campeche, México. Mem. Simp. Biol. Din. Pobl. Cam. México. 1:58-72.
- SOLORZANO, A. 1963. Prospección acerca de las tortugas marinas de México. INIBP. México. 6 (54):1-12.