



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

**CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA
PESQUERIA DEL CARITO
(Scomberomorus cavalla) Cuvier 1829,
EN LA PENINSULA DE YUCATAN.**

TESIS

Para obtener el Título de
B I O L O G O

Presenta

MIGUEL ANGEL CABRERA VAZQUEZ

México 1986.



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.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA PESQUERIA DEL CARITO

(Scomberomorus cavalla) CUVIER 1829, EN

LA PENINSULA DE YUCATAN, MEXICO.

A mis padres Rodolfo y María de la Luz a quienes debo la vida, y cuyo cariño, apoyo y orientación hicieron de mí un profesionalista.

A mis hermanos Rodolfo, Héctor, Elvia, Javier, Maricela, Alfredo, Rosa Isela, Arturo, Lourdes y Heriberto por su constante estímulo y apoyo moral durante mi formación profesional. A todos mi gratitud y cariño.

A María del Carmen mi compañera de toda la vida por su paciente espera y comprensión.

Deseo hacer patente mi más sincero agradecimiento:

- Al M. en C. Francisco Arreguín-Sánchez por su valiosa asesoría y constante apoyo además de sus invaluable consejos.
- Al Dr. Ernesto Chávez O. jefe del Departamento de Recursos del Mar de la Unidad Merida del CINVESTAV por brindarme la oportunidad y el apoyo para la realización de este trabajo en el departamento a su cargo.
- A Beto, Ricardo, Silvia y Guadalupe compañeros de escuela por sus consejos y por aumentar mi interés en la Biología Pesquera.
- A los integrantes del Departamento de Producción de la planta de Productos Pesqueros de Yucalpetén S.A. por su disponibilidad, apoyo y proporción del material biológico durante la toma de muestras y datos.

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION 1

ANTECEDENTES

De la biología de la especie 5

De la pesquería 6

MORFOLOGIA 8

OBJETIVOS 11

METODOLOGIA 12

Estructura por edades 13

Crecimiento 15

Mortalidad 19

Reclutamiento 22

Rendimiento 23

RESULTADOS 27

DISCUSION 34

CONCLUSIONES 46

LITERATURA CITADA 49

TABLAS Y GRAFICAS 57

RESUMEN

La pesquería de Carito (Scomberomorus cavalla) en la Península de Yucatán se considera dentro de la categoría de pesca artesanal, teniendo como principales medios de explotación embarcaciones cercanas a los 22 pies de eslora, con motor fuera de borda (45-55 HP) y como arte de pesca la red agallera. Estas condiciones provocan que la pesca se efectúe muy cerca de las costas a profundidades no mayores de las 10 brazas. El comportamiento migratorio de S. cavalla ocasiona un patrón de abundancia estacional donde las capturas más significativas se obtienen desde el mes de Septiembre, logrando los mayores volúmenes en el período Diciembre-Abril, disminuyendo paulatinamente para los meses siguientes.

Los parámetros de crecimiento estimados a través del modelo de Von Bertalanffy fueron $k=-0.1658$, $L_{\infty}=1146$ mm y $t_0=-3.256$, indicando que el crecimiento de estos organismos es rápido y como consecuencia son de corta longevidad. La relación peso-longitud muestra que el crecimiento individual es de tipo isométrico ($b=2.9128$). La edad de reclutamiento (t_r) es de 5 años y la edad máxima (t_m) presente en la captura es de 12 años. La edad de máxima longevidad (t_l) calculada es de 18 años.

Los valores de los principales parámetros poblacionales estimados fueron $Z=0.6679$, $M=0.3596$, $F=0.3083$, $S=0.5128$ y $E=0.2249$.

Las estimaciones de rendimiento obtenidas a través del método de Beverton y Holt y ANFOVIR indican que la población se encuentra operando cerca de su nivel óptimo. El análisis de los parámetros poblacionales y de las estimaciones de rendimiento indican que el rendimiento óptimo se está obteniendo a una baja tasa de explotación por lo que es recomendable mantener la intensidad actual en el esfuerzo pesquero.

INTRODUCCION

Todos los miembros de la familia Scombridae son en su mayoría peces pelágicos, de gran tamaño y de nado rápido, los cuales viajan frecuentemente en cardúmenes homogéneos que se agrupan en aguas superficiales al menos durante una parte de su ciclo de vida. La gran mayoría de ellos son peces de gran importancia comercial y por lo mismo son objeto de intensa explotación pesquera.

El Carito, Scomberomorus cavalla, miembro de esta familia, es una especie pelágico-costera que habita aguas tropicales y subtropicales del Océano Atlántico Occidental (fig.1a) desde el Golfo de Maine hasta Rio de Janeiro, incluyendo el Golfo de México y Mar Caribe (Rivas, 1951; Bigelow y Schroeder, 1953; Briggs, 1958; Randall, 1968, citados por Berrien y Finan, 1977. Beaumariague, 1973; Manooch, 1978 y Trent et al. 1983 a).

Es una especie de hábitos netamente migratorios, siendo acompañada por la Sierra Scomberomorus maculatus en sus migraciones, las cuales se llevan a cabo en respuesta a cambios estacionales en la temperatura del agua. Los patrones de migración aún no están bien definidos. En general se sabe que las migraciones se efectúan hacia el sur en Otoño e Invierno y Hacia el norte en Primavera y Verano (Manooch, 1978; Beaumariague, 1973).

Estudios de marcado han dilucidado la posible existencia de un patrón de migración diferencial, donde los peces con mayor talla forman grandes cardúmenes que efectúan los recorridos más largos, en tanto que los peces de menor talla efectúan migraciones que implican distancias cortas y que en algunas ocasiones permanecen en el sitio donde fueron

marcados, sin tomar parte en las grandes migraciones (Williams y Sutherland, 1978).

Aparentemente los Caritos en aguas de Brasil y de los Estados Unidos forman poblaciones separadas. Nomura y Rodrigues (1967) y Beaumeriaque (1969, 1973) sugirieron diferencias en las características en los anillos de los otolitos. En los Caritos de aguas brasileñas se forma el anillo translúcido o hialino durante el período Abril a Junio, mientras que en los que habitan aguas de Estados Unidos, se forma el anillo opaco durante ese período. Según Chitteden (1978), si esa diferencia es verdadera existen dos poblaciones separadas en las costas de Brasil y Estados Unidos.

Beaumariaque (1969) y Wollam (1970) han sugerido la posibilidad de que las poblaciones de Carito y Sierra que se encuentran a lo largo de la costa del Atlántico en los Estados Unidos, esten separadas de las del Golfo de México. Esto conduce a pensar que los Caritos presentes en las costas de México pertenezcan a una población diferente a la que se encuentra en aguas de Estados Unidos, idea que ya había sido reportada por Baughman, 1941 (citado por Chitteden, 1978) basado en las migraciones efectuadas por esta especie a lo largo de la costa occidental de Florida y a lo largo de la costa de México desde el área de la Península de Yucatán.

Dentro del área de distribución de ésta especie, existen tres zonas de pesca bien definidas (fig.1a), donde el esfuerzo pesquero aplicado es muy importante y donde se obtienen los principales volúmenes de captura. El comportamiento migratorio de S. cavalla, ha originado que se presenten períodos de abundancia estacional para cada una de éstas áreas a través del año. En los Estados Unidos existen dos tipos de pesquería, la comercial y la deportiva, estando la pesca

comercial plenamente desarrollada en el estado de Florida donde en 1976 se desembarco aproximadamente el 96.5% de las capturas (Manooch, 1978). S. cavalla es abundante en el noroeste de este estado durante Julio y Agosto, en Texas presenta un pico de abundancia en Agosto y es muy abundante durante Septiembre en Carolina del Norte. (Trent et al, 1983a). En Brasil es capturada principalmente en aguas costeras del estado de Ceará, presentando dos períodos de abundancia, el primero de ellos abarca de Enero a Mayo, extendiendose hasta Junio y en ocasiones Septiembre y Octubre y el segundo período comprende los meses de Noviembre y Diciembre (Costa y Paiva, 1964, 1965, 1968, 1969, 1970, 1971; Costa y Almeida, 1974).

En México, S. cavalla forma parte de las pesquerías costeras del Golfo de México y parte del Caribe Mexicano, se pesca principalmente en aguas costeras del estado de Veracruz y en el área del Banco de Campeche, en los estados de Campeche y Yucatán. La producción pesquera total en el estado de Yucatán en 1983 fue de 34158 toneladas, siendo Progreso y Celestún los puertos que aportan el mayor volumen con un 76%, seguidos de Dzilam de Bravo con un 7.4%. El restante 16.6% fue obtenido por los puertos de El Cuyo, Telchac, Sisal, Rio Lagartos y San Felipe.

La pesquería de Carito, presenta relativa importancia dentro de las actividades pesqueras del estado. Las capturas de esta especie solo son superadas por las obtenidas para el Mero (Epinephelus morio), Pulpo (Octopus maya), Tiburón (Carcharinus spp; Sphyrna spp; Rizoprionodon spp y algunos otros), Caracol (Busycon spp; Strombus spp; Melongena spp) y en algunas ocasiones por Rubia (Lutjanus synagris y Ocyurus chrysurus), en las cuales, se basa principalmente la actividad pesquera, ya que la mayoría de ellas son especies asociadas al fondo

que estan disponibles a la pesca durante gran parte del año. El Carito, por ser una especie migratoria solo esta disponible a la pesca el primero y último trimestre del año. Cabe mencionar que las capturas de Carito son mas importantes con respecto a las de otros peces scómbridos junto con los cuales es capturado (Sierra, Scomberomorus maculatus; Peto, Acanthocybium solanderi; Bonito, Euthynnus alletteratus, entre otros). Así se tiene que las capturas de Carito constituyeron el 3.4% de la producción pesquera total en 1980, el 3.6% en 1981 y el 4.4% de la producción total para 1983, con un valor de 18.8, 58.1 y 158.8 millones de pesos respectivamente. (SEPESCA 1981, 1982, 1984).

La pesca de Carito que se lleva a cabo en el litoral de la Península de Yucatán, se puede considerar dentro de la categoría de pesca artesanal o ribereña, ya que para la explotación son utilizadas embarcaciones no mayores de 25 pies de eslora, con motor fuera de borda (40 y 55 HP). Muy rara vez se utiliza la línea de mano para la captura de esta especie y el principal arte de pesca es la red agallera o como es denominada localmente, red caritera. Presenta una abertura de malla de aproximadamente 5 pulgadas, y es manufacturada con hilo de nylon monofilamento del número 6 o 9. Muy rara vez se construyen con hilo de seda. Los pescadores tienen especial preferencia por la manufacturada con hilo nylon dadas las ventajas que presenta con respecto a la de seda, ya que la primera además de tener un período de duración mayor, aumenta la posibilidad de obtener mejores capturas puesto que es practicamente invisible al estar sumergida.

El tamaño de la red varía en cuanto a las posibilidades económicas del pescador. Existen paños de 40 a 50 metros de largo con una caída (altura) promedio de 5 metros. Estos paños son ensamblados por sus extremos de tal manera que pueden formarse redes de hasta 250 metros de

longitud o más (De acuerdo al número de paños utilizado). Las embarcaciones, con dos pescadores cada una como máximo, cuentan aproximadamente con 5 paños de este tipo; una vez ensamblada, la red está lista para su uso.

Debido a estas condiciones la pesca se efectúa muy cerca de las costas a profundidades no mayores de 10 brazas. El tendido y cobrado de la red son manuales (en cada operación se emplea un tiempo de una hora aproximadamente), se coloca perpendicularmente a la costa y se instala por la noche permaneciendo un extremo del cabo sostenido con boyas y señalamientos y el otro extremo sostenido a la embarcación. Se deja en el mar por espacio de 10 horas, tiempo durante el cual la embarcación navega a la deriva a merced de las corrientes. Al amanecer se levanta la red y se cobra la captura. Como el Carito es una especie de corrida o temporada, las capturas mas significativas comienzan a obtenerse desde el mes de Septiembre, logrando los mayores volúmenes durante el período Diciembre-Abril disminuyendo paulatinamente en los meses siguientes. En cuanto a las capturas anuales la mayor se registró para el año de 1981 decreciendo en los años siguientes (fig. 2, tabla 1).

ANTECEDENTES

a) De la biología de la especie.

Probablemente dentro de la familia de los Scómbridos, S. cavalla, es una de las especies cuyo estudio a despertado gran interés dada la importancia comercial que representa.

La mayoría de aspectos sobre el ciclo de vida, así como algunos de su biología pesquera, han sido estudiados por parte de investigadores brasileños (noreste de Brasil) y norteamericanos (norte del Golfo de

México y noreste del Atlántico).

Rivas (1951) citado en Berrien y Finan (1977); Collette y Russo (1978) y Zavala-Camin (1983), hacen mención de los principales caracteres sistemáticos, incluyendo además claves de identificación, así como de la distribución general de las especies del género Scomberomorus.

Estudios importantes que incluyen aspectos relativos a la distribución y patrones de migración basados en procedimientos de marcado y recaptura fueron realizados por Randall (1968); Beaumariague (1973); Manooch (1978) y Williams (1978).

Estudios de alimentación para S. cavalla han sido reportados por De Vane (1978) para Carolina del Norte; Beaumariague (1973), Naughton y Saloman (1981) para Florida; Saloman y Naughton (1983) para el sureste de EUA; Knapp (1949), Miles (1949), Kemp (1950) y Simon y Breuer (1964) para Texas; Menezes (1969) para Brasil y Randall (1967) para las Indias Occidentales todos ellos citados en Saloman y Naughton (1983).

Aspectos inherentes a la reproducción de la especie son mencionados por Beaumariague (1970 y 1973); Ivo (1972) citado por Alcantara (1972) y Manooch (1978); Gesteira y Mesquita (1976) citados en Carneiro et al. (1978) y Mac Gregor et al. (1981). Wollam (1970); Dwinell y Futch (1973) y Mc Eachran, et al. (1978 y 1980), hacen mención de la distribución y abundancia estacional de las larvas de S. cavalla.

b) De la pesquería.

Estudios de la composición por tallas y proporción por sexos de S. cavalla en las capturas han sido efectuados por Trent, et al. (1981, 1983a), para el sureste de EUA; Fable, et al. (1981) lo hizo para el

noroeste de Florida; Mc Eachron y Matlock (1983) para Texas y por último Costa y Faiva, (1964, 1965, 1968, 1969, 1970, 1971); y Costa y Almeida, (1974) para el noreste de Brasil.

Aspectos relativos al análisis de los desembarcos y de estadísticas de captura y esfuerzo, se incluyen en los trabajos de Beaumariague (1970); Brusher et al. (1978); Fisher (1978) para la pesca deportiva y comercial en Florida; Austin et al. (1978) para las costas del Atlántico; Bane (1984) y Bane et al. (1984) para Louisiana.

Por otro lado, Nomura y Rodrigues (1967), Beaumariague (1973), Carneiro et al. (1978) y Johnson et al. (1983), realizaron estimaciones de edad y crecimiento en hembras y machos de S. cavalla mediante el análisis de marcas de crecimiento en otolitos. Así mismo, Johnson y Beaumariague incluyen estimaciones de mortalidad.

Estudios relacionados a la selectividad en las capturas provocada por las artes de pesca son los efectuados por Alcantara (1972) y Trent et al. (1983b). Gesteira y Mesquita (1973) y Stevenson (1982) realizan estimaciones sobre el rendimiento pesquero en S. cavalla.

En México existen muy pocos trabajos, que han contribuido al conocimiento de la biología y aspectos pesqueros de los peces de la familia Scombridae que habitan en los litorales del Golfo de México y Mar Caribe. Sin duda la Sierra S. maculatus es la especie que mas ha sido estudiada y de la cual se han generado algunos reportes (Mendoza, 1968; Márquez, 1973; Escudero, 1976; Mendizábal, 1976; Vasconcelos, 1976; todos ellos citados por Doi y Mendizábal, 1978).

El conocimiento de la biología y principales aspectos pesqueros de S. cavalla (edad y crecimiento, mortalidad, estimaciones de rendimiento, etc) son practicamente nulos, así tenemos que Hollis y Deloya (1973) citado en Manooch et al (1978), mencionan a S. cavalla

como hospedero de tremátodos. Ramírez y Ornelas (1984) incluyen una breve descripción de los estadios larvales de S. cavalla además de información merística como de pigmentación y discuten la distribución y abundancia espacio-temporal de larvas de la familia Scombridae en el Golfo de México (Banco de Campeche) y Mar Caribe. El trabajo de Burgos y Rodarte (1979) probablemente constituye el primer reporte acerca de la estimación de la relación peso-longitud, así como de la distribución por tallas presente en las capturas de S. cavalla en Yucatán. Bane (1984) y Bane et al. (1984) incluyen estadísticas de desembarcos de S. cavalla para los estados mexicanos del Golfo de México y Mar Caribe, así como algunas actividades de marcado y colecta de datos de longitud y frecuencia efectuados en Veracruz y Yucatán, México, como resultado de un programa de investigación conjunta entre el Coastal Ecology and Fisheries Institute (CEFI) de Louisiana y el Instituto Nacional de la Pesca (INP) de México.

Dados los anteriores antecedentes nos damos cuenta del poco avance que se tiene en el conocimiento no solo de la pesquería de esta especie (En comparación con Brasil y EUA), sino de otras que también tienen gran importancia comercial en el país y las cuales no han sido debidamente estudiadas. Por lo antes expuesto, con este trabajo se pretende contribuir al conocimiento de los principales parámetros biológico-pesqueros inherentes a la pesquería de Carito (Scomberomorus cavalla) en la Península de Yucatán.

MORFOLOGIA

La siguiente descripción esta basada en varias fuentes: Randall, 1968; Berrien y Finan, 1977 y Dickson y More, 1977. Aleta dorsal XIV a

XVI-1, 14 a 16 + 8 a 11 aletillas; aleta anal II, 14 a 17 + 8 a 10 aletillas (Miller y Jorgenson, 1973 citado en Berrien y Finan reporta 4 espinas anales con 13 a 15 rayos suaves); branquiespinas 1 a 3 + 1 + 5 a 9; y vertebras 17 a 19 + 23 a 26 = 42 o 43 en total. Menezes, 1969 citado en Berrien y Finan, 1977 hace notar que S. cavalla de Brasil presenta de 0 a 3 + 0 o 1 + 5 a 9 branquiespinas (usualmente 1 o 2 + 1 + 6 hasta 8) para un total de 6 a 13 y tiene 41 a 42 vertebras.

El cuerpo es 4.25 a 5 veces mas largo que la cabeza y 5.5 a 6.25 veces mas largo que su anchura. La cabeza es 2.45 a 2.5 veces mas grande que la nariz, 5 a 5.8 veces mas larga que los ojos, 1.65 veces mas larga que el maxilar, y 1.65 a 1.70 veces mas larga que las aletas pectorales. Las branquiespinas son menores que 1/3 del diámetro del ojo.

El color de S. cavalla se ha descrito como azuloso o gris acerado en el dorso, plateado en los lados y en el vientre, y tiene aletas palidas y oscuras. La porción anterior de la aleta espinosa dorsal no es mas oscura que el resto de la aleta. Los organismos jovenes presentan manchas amarillas redondas en ambos lados las cuales desaparecen completamente o quedan como marcas vagas conforme el animal crece.

Escamas muy pequeñas cubren el cuerpo entero, y dado su tamaño la piel del animal parece estar completamente lisa. La línea lateral esta abruptamente curvada hacia abajo justo antes del origen de la segunda dorsal. Las branquiespinas son cortas cerca de 1/4 del diámetro del ojo en adultos y hay menos de estas que en otras especies del género. La boca es larga y oblicua, el maxilar alcanza un poco el borde posterior del ojo. Los dientes son comprimidos, son triangulares y estan en número de 40 a 60 en cada mandibula. Los peces mas grandes tienen mayor

número de dientes que los pequeños. La aleta pectoral no presenta escamas , las aletas anal y segunda dorsal son similares y presentan escamas. El origen de la segunda aleta dorsal esta por delante del origen de la aleta anal. Las aletas pélvicas son mayores que los ojos pero mas cortas que la nariz. Hay una gran quilla dérmica en el pedúnculo caudal. Presentan vejiga natatoria. En la figura 1b se muestra el esquema de un ejemplar adulto de S. cavalla.

OBJETIVOS

Dado el escaso conocimiento de la biología pesquera de ésta especie en México, con este trabajo se pretende proveer información básica de este recurso y su pesquería así como recomendaciones y/o alternativas para su adecuada explotación basado en el diagnóstico de su condición actual.

En base al registro de captura de 1983 se intenta establecer las condiciones necesarias para el rendimiento óptimo de explotación a través de los siguientes objetivos particulares:

- Recopilar información estadística referente a registros de captura y esfuerzo de ésta especie.
- Estimar la edad y crecimiento.
- Calcular la relación peso-longitud.
- Determinar la estructura por edades en la población.
- Estimar los principales parámetros poblacionales: coeficientes de mortalidad total (Z), natural (M), por pesca (F), supervivencia (S), además de la razón de pesca (E') y tasa de explotación (E).
- Estimar el tamaño de la población.
- Estimar el reclutamiento a través de la relación parentela-progenie.
- Estimar el rendimiento óptimo de explotación.

METODOLOGIA.

La fase inicial en el desarrollo de este trabajo se dedicó a la recopilación de estadísticas de captura y esfuerzo de varios años teniendo como fuentes los registros de la oficina regional de la Secretaría de Pesca.

Se colectaron algunos ejemplares para su transporte al laboratorio donde se procedio a identificarlos siguiendo las claves dadas por Collette y Russo, 1978; Rivas, 1951 citado por Berrien y Finan, 1977 y Zavala-Camin, 1983.

Se realizaron una serie de muestreos intensivos semanales de los desembarcos en la planta de Productos Pesqueros de Yucalpetén, durante los meses de Febrero, Marzo y Abril de 1984 y de Noviembre de 1984 a Marzo de 1985, caracterizados como períodos de mayor abundancia de la especie.

Para cada organismo se midió la longitud furcal hasta el 0.5 cm mas cercano usando un flexómetro graduado en milímetros, así mismo se registro el peso entero (g) mediante el uso de una báscula comercial con capacidad de 20 Kg y una precisión de 1 g.

El Carito es una especie cuyo manejo durante el muestreo requiere de ciertas precauciones, ya que como se vende al consumidor en forma entera (sin eviscerar) no puede sufrir ningún tipo de disección externa visible, puesto que una vez roto la epidermis y debido a la consistencia blanda de la carne, esta facilmente se desgarrá, lo cual provoca una depreciación muy grande en su valor comercial. Por lo mismo no fue posible determinar sexo ni estado reproductivo mediante la observación de gonadas in situ.

La extracción de los otolitos, requirió de un proceso muy

cuidadoso a fin de no dañar al espécimen, así como también evitar una posible ruptura de los otolitos al ser extraídos. Utilizando un cuchillo se efectuó una disección lateral, levantando el opérculo y cortando la parte superior del arco branquial en su punto de unión con el cuerpo. Esta operación permitió llegar a la cápsula ótica la cual se separó del organismo efectuando dos cortes transversales, uno al nivel de unión con la primera vertebra y el otro en su punto de unión con la parte posterior del cráneo. Los siguientes dos cortes se hicieron a ambos lados de la cápsula lo cual facilitó extraerla completamente. Posteriormente se limpiaron los restos de tejido cerebral remanentes en su región dorsal y se procedió a extraer los otolitos con auxilio de unas pinzas de punta fina, se limpiaron y por último se almacenaron en frascos de vidrio conteniendo una solución de alcohol y glicerina en proporción de 1:1. (Beaumariague, 1973).

Los otolitos de S. cavalla son de constitución muy delgada y por lo tanto son muy sensibles al manejo por lo que se recomienda hacerlo con precaución ya que fácilmente pueden fracturarse.

ESTRUCTURA POR EDADES.

El análisis de la dinámica de las poblaciones de peces, se basa en una correcta determinación de la edad, crecimiento y estructura por edades de la población. Considerando esto, la metodología empleada para la estimación de edad incluyó métodos indirectos y directos.

Para el primer caso, con los datos de longitud correspondientes al período Febrero-Abril de 1984, se construyeron las distribuciones longitud-frecuencia para cada mes y para el período entero, agrupando los datos en intervalos regulares de 2 cm (Anderson y Gutreuter, 1983).

Con la distribución longitud-frecuencia para el período mencionado se construyó un gráfico en papel probabilidad de acuerdo al método de Harding modificado por Cassie, 1954. Así, considerando que los puntos de inflexión encontrados, representan los puntos de separación entre dos grupos de edades sucesivas, se determinaron las longitudes medias de cada uno de ellos, ajustando a unas rectas cada uno de los grupos encontrados entre puntos de inflexión, de tal manera que estas rectas cruzaran la línea vertical de 50% del gráfico de Cassie. Así, trazando a partir de estos puntos una serie de líneas paralelas al eje de las abscisas y haciéndolas cruzar en el eje de las ordenadas se encontró la longitud media correspondiente a cada grupo de edad.

Así mismo se aplicó el método de Pétersen (1892), el cual asume que los sucesivos valores modales de una distribución por clases de longitud basada en una muestra le corresponde una clase de edad y la longitud o peso correspondiente será la talla media del grupo de edad. De igual forma, supone una distribución normal para cada edad.

Por otro lado se aplicó el método directo mediante la lectura de marcas de crecimiento en 269 pares de otolitos correspondientes al período de muestreo Noviembre, 1984 a Marzo de 1985. Los otolitos fueron observados bajo luz reflejada en un microscopio estereoscópico y colocados con la superficie opuesta al sulcus acusticus hacia arriba en un vidrio de reloj con fondo oscuro e inmersos en glicerina al 100% (Beaumariague, 1973; Johnson, et al, 1983).

Para la lectura de marcas de crecimiento se establecieron los siguientes criterios en base a los trabajos efectuados por Beaumariague (1973); Johnson et al.(1983) y a observaciones personales:

- 1.-Se efectuarón tres lecturas para cada par de otolitos. Si alguna de las lecturas no concordaba con las otras dos el par

de otolitos no se consideraba en la determinación de edad.

- 2.-El conteo de marcas de crecimiento se efectuó en la sección posterior del otolito opuesta al sulcus acusticus, donde están mejor definidas y presentan mayor nitidez.
- 3.-Un annulus esta constituido por una zona opaca continua, seguida de un interespacio hialino.
- 4.-El annulus fue opaco (luminoso) bajo luz reflejada, así mismo las zonas entre cada annulus fueron hialinas (oscuras).
- 5.-Los otolitos fueron clasificados en grupos de edad de acuerdo al número de zonas opacas presentes, sin considerar aquellas que se presentaron en el borde del otolito.
- 6.-Un annulus debe ser concéntrico al borde y aparecer en ambos otolitos.
- 7.-Las distancias relativas entre los annulus disminuyen conforme la edad aumenta.

Por último con los datos generados de las lecturas, se construyó la clave edad-longitud y se estimaron las longitudes promedio para cada grupo de edad.

CRECIMIENTO.

El requisito básico del crecimiento es utilizar una expresión que permita estimar la longitud y peso de un pez a cualquier edad, la cual debe de estar de acuerdo con los datos observados sobre tamaños o pesos y que tenga una forma matemática simple que pueda ser incorporada con bastante facilidad en expresiones de rendimiento. Otras características deseables en una ecuación de crecimiento son que el trabajo necesario para la estimación de sus parámetros no sea mucho, que el número de

constantes utilizado sea pequeño y que esas constantes tengan un significado biológico (Gulland, 1971, 1983).

Una vez obtenidas las longitudes promedio para cada grupo de edad, se aplicó el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy debido a que cumple con las características arriba señaladas, quedando expresado por la siguiente relación:

$$l_t = L_{\infty}(1 - \exp(-K(t - t_0))) \dots\dots(1)$$

donde: l_t es la longitud media de un pez a una edad determinada (t), L_{∞} es la longitud máxima que alcanzaría un pez en caso de crecer indefinidamente, K es el coeficiente de crecimiento, también puede interpretarse como una medida de la velocidad a la cual la longitud se aproxima a L_{∞} , t_0 es un parámetro teórico de ajuste que representa la longitud hipotética de un pez cuando este tiene una edad cero (0) y t es la edad expresada en este caso en años.

Los parámetros de la ecuación (1) se calcularon de acuerdo al método de Ford-Walford (Ricker, 1975; Gulland, 1983; Pauly, 1983) por ser el más generalmente usado para estimar el valor de L_{∞} y K .

Este modelo no es más que una versión reordenada de la ecuación de Von Bertalanffy de la siguiente forma:

$$L_{t+1} = a + bL_t$$

en donde L_t y L_{t+1} son las longitudes correspondientes a edades consecutivas separadas por un intervalo de tiempo constante. Efectuando el ajuste por regresión de la ecuación y recordando que a representa la ordenada al origen y b la pendiente tenemos que:

$$L_{\infty} = a/(1-b) \quad \text{y} \quad k = -\ln b$$

El valor de t_0 se estimó a partir de la ecuación linealizada de Von Bertalanffy de la forma siguiente:

$$\ln (1-l_t/L_{\infty}) = k(t_0 - t)$$

Sustituyendo el valor de l_t para cada edad y efectuando una regresión entre estos valores, se obtuvo el valor de t_0 .

Para conocer las variaciones en el crecimiento en peso con respecto a la longitud, en primera instancia, se determinó la relación peso-longitud efectuando la regresión logarítmica entre estas dos variables de acuerdo a la ecuación:

$$W = aL^b \dots\dots(2)$$

donde W es el peso, L es la longitud, a y b son constantes de la regresión, de tal forma que sustituyendo el valor de L_{∞} en ésta ecuación se pudo conocer su respectivo valor en peso (W_{∞}) y en consecuencia se obtuvo la ecuación de crecimiento en peso cuya forma es:

$$W_t = W_{\infty}(1 - \exp^{-k(t-t_0)})^b \dots\dots(3)$$

donde W_t es el peso al tiempo t , W_{∞} es el peso máximo promedio, b es la pendiente obtenida de la relación peso-longitud, k y t_0 son las mismas constantes usadas en la ecuación de crecimiento longitudinal

(Ricker, 1975; Anderson y Gutreuter, 1983; Pauly, 1983 entre otros).

Con la distribución longitud-frecuencia se determinó el número de organismos para cada grupo de edad, así como la edad máxima presente en la captura.

Por otra parte se determinó la edad de reclutamiento a través del procedimiento gráfico descrito por Gomez-Larrañeta, 1972 citado por Arreguín-Sánchez, 1981 donde la edad de reclutamiento (t_r) corresponde a la talla cuando la frecuencia acumulada es de 50%.

La biomasa de la muestra se determinó multiplicando el número de organismos por su respectivo peso promedio. En base al registro de captura para 1983 y de acuerdo al porcentaje calculado de la biomasa por grupo de edad en la muestra se estimó la biomasa en la captura. Se estableció una proporción entre el número de organismos y su respectiva biomasa presentes en la muestra, con respecto a la biomasa de la captura, por edad, con el objeto de estimar el número de reclutas en la captura y con estos a su vez estimar el número de reclutas en la población (R_p). A partir de estos se pudo estimar el número inicial hipotético de individuos (N_0) en la población de acuerdo a la siguiente relación:

$$N_0 = R_p / \exp(-Mt) \dots (4)$$

siendo $R_p = R_c / E$ donde R_c son los reclutas de la captura, (E) es la tasa de explotación. De esta forma se estuvo en posibilidad de describir la estructura por edades de la población actual (P_a) a partir de la cual, la suma del número de organismos de cada grupo de edad a partir de la edad de reclutamiento hasta la edad máxima actual, corresponderá a la fracción explotable de la misma.

MORTALIDAD

Para el cálculo del coeficiente de mortalidad total (Z) se aplicaron varios métodos escogiendo aquel valor que mejor describiera el decremento de organismos en la estructura por edades.

Definidas las tallas promedio de cada grupo de edad y siguiendo el decremento del número de organismos con la edad, se estimó el coeficiente de mortalidad total (Z) de acuerdo a la siguiente relación (Ricker, 1975; Gulland, 1971; Pauly, 1983):

$$N_t = N_0 \exp(-Zt) \dots (5)$$

la cual fue resuelta por regresión, donde N_t número de individuos al tiempo t ; N_0 número de individuos al inicio del tiempo t , (Z) coeficiente de mortalidad total y t edad. Otra estimación se obtuvo considerando la ecuación (5) transformada de la siguiente forma:

$$Z = (\ln(N_t/N_0))/t \dots (6)$$

donde $t=t_a-t_r$ siendo t_a la edad máxima presente en la población actual y t_r es la edad de reclutamiento, N_0 número de individuos en t_r y N_t número de individuos en t_a . Por otro lado, calculando la proporción del número de individuos para cada grupo de edad con respecto al total y multiplicándola por las mortalidades parciales calculadas entre edades sucesivas obtenidas de acuerdo a la ecuación (5) donde $t=1$, se obtuvo otra estimación del coeficiente de mortalidad total (Z), ponderada por

la abundancia relativa de cada edad.

Una vez estimado este parámetro y dado que la supervivencia (S) esta relacionada con la mortalidad total (Z), esta se estimó de acuerdo al criterio de Doi (1975) a partir del cual:

$$S = \exp(-Z) \dots (7)$$

El coeficiente de mortalidad natural (M) se estimó siguiendo el criterio citado por Arreguín-Sánchez y Chávez (1985) en el que se establece que en una población virgen (Pv) toda la mortalidad es debida a causas naturales ($Z=M$ y $F=0$) de tal manera que algunos organismos pueden alcanzar su edad de máxima longevidad. Asumiendo que el número de individuos en la edad de reclutamiento y del último grupo de edad presentes en la población actual son los mismos que para la población virgen entonces la mortalidad natural (M) estará dada por la ecuación:

$$Z=M= \ln(N_t/N_0)/(t_{00}-t_r) \dots (8)$$

la cual nos da el decremento de individuos desde t_r hasta t_{00} debido a mortalidad natural. t_{00} es la edad de máxima longevidad en la población virgen cuya estimación es $t_{00}=3/k$ (Pauly, 1983).

Conocidos los valores de los coeficientes de mortalidad total y natural, se obtuvo el valor del coeficiente de mortalidad por pesca (F) de la diferencia de los dos primeros de tal forma que:

$$Z=M+F \text{ entonces } F=Z-M$$

Una vez determinado este valor y conociendo la cantidad de

esfuerzo aplicado, se pudo estimar el valor del coeficiente de capturabilidad (q)(Ricker, 1975):

$$F=qf \text{ de tal forma que } q=F/f \dots (9)$$

Conocidos los valores de los coeficientes de mortalidad, se estuvo en posibilidad de estimar el valor correspondiente a la tasa de explotación (E) por medio de la relación descrita por Doi (1975):

$$E=(F/(F+M))(1-\exp-(F+M)) \dots (10)$$

Así mismo se determinó la proporción de peces capturados con respecto a la mortalidad total representados por la razón de pesca (E') Ricker (1975):

$$E' = F/Z$$

Con base en el estimado de la captura para 1983 expresado en número de individuos y biomasa, se pudo calcular el tamaño de la población actual (suceptible de ser capturada) en los mismos términos de acuerdo a la relación descrita por Doi (1975):

$$P=C/E$$

donde P es el tamaño de la población suceptible de ser capturada, C es la captura expresada en número de individuos (N) y E la tasa de explotación.

RECLUTAMIENTO

Los parámetros de la relación parentela-progenie se estimaron en base al modelo de Ricker (1975) el cual está descrito por la relación:

$$R = \alpha A \exp - \beta A \dots (11)$$

donde R es el número de reclutas, A número de adultos, α parámetro asociado con la mortalidad independiente de la densidad de la población y β es un parámetro asociado con la mortalidad dependiente de la población.

Cuando se tiene información de estructura por edades correspondiente a varias temporadas de pesca, el análisis de estos datos describe una parábola asimétrica de la cual se pueden estimar sus parámetros por regresión. En este caso se utilizó únicamente la estructura por edades de la población de un año de tal modo que solo se obtuvo una estimación aproximada de la magnitud de los valores de α y β pues este criterio implica que el nivel actual de reclutamiento corresponde a un nivel muy cercano al máximo descrito el modo de la ecuación (11); de esta forma:

$$\alpha = R/A \exp - \beta A \quad \text{y} \quad \beta = 1/A,$$

donde el nivel de remplazamiento es:

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

RENDIMIENTO

Una forma tradicional de hacer estimaciones del rendimiento, radica en el uso de modelos de rendimiento excedente (Schaefer, 1954; Fox, 1970). En principio se contemplo el uso de estos modelos para hacer estimaciones de rendimiento, pero dado que los datos de captura y esfuerzo necesarios para el desarrollo de estos dos modelos no cumplieron con las premisas para aplicarlos fueron desechados.

Ante esta situación se procedió a estimar el rendimiento siguiendo dos métodos. Por un lado se aplicó el modelo de Beverton y Holt (1957) para determinar las isopletras de rendimiento por recluta a diferentes niveles de mortalidad por pesca y edad de primera captura y cuya forma esta determinada por los parámetros de crecimiento y de mortalidad natural.

La solución a la integral de la ecuación original queda como sigue:

$$Y = F N_0 e^{-M(tr-t_0)} W_{\infty} \left[\frac{1}{M+F} - \frac{3e^{-k(tr-t_0)}}{M+F+k} + \frac{3e^{-2k(tr-t_0)}}{M+F+2k} - \frac{e^{-3k(tr-t_0)}}{M+F+3k} \right]$$

donde W_{∞} , t_0 y k son parámetros de crecimiento, tr es la edad de reclutamiento, Y rendimiento en peso, F y M son los coeficientes de mortalidad por pesca y natural, y R es el número de reclutas, donde:

$$R = N_0 \exp -Mt \text{ por lo tanto } N_0 = R / \exp -Mt \dots (12)$$

Otra manera de determinar el rendimiento fue aplicando el método ANPOVIR (Análisis de la Población Virgen) propuesto por Arreguín-Sánchez y Chávez (1985) cuyo procedimiento basado en el análisis de la estructura por edades de la población actual (P_a) evalúa los estados de las posibles poblaciones hipotéticas con diferentes niveles de explotación (P_i) situadas entre la condición actual de explotación y la población virgen (P_v) la cual estará determinada a su vez por la longevidad teórica de la especie, con las premisas citadas anteriormente para la estimación de mortalidad natural (M).

Así mismo, basado en las mismas suposiciones, se evaluó el posible estado de las poblaciones hipotéticas (P_i) reduciendo en una clase de edad la edad máxima para cada P_i desde la población virgen hasta la población actual. Considerando la mortalidad natural constante se evaluó el coeficiente de mortalidad total para cada una de estas poblaciones de acuerdo a:

$$Z_i = (\ln(N_{t_i}/N_{t_r}) / (t_i - t_r)) \dots (13)$$

donde t_i es la última clase de edad en P_i y Z_i es la mortalidad total para cada P_i .

Con el valor del coeficiente de mortalidad total para cada P_i se estimó la supervivencia (S) para determinar la estructura por edades de las poblaciones de acuerdo a:

$$N_{t+1} = N_t \exp(-Z_{it}) \text{ entonces}$$

$$P_i = \sum_{t_r}^{t_i} N_t \exp(-Z_{it}) \dots (14)$$

y los rendimientos en número de individuos (Y_i):

$$Y_i = P_i E_i \dots (15)$$

La mortalidad por pesca (F), la razón de pesca (E_i') y la tasa de explotación (E_i) para cada P_i fueron estimadas por:

$$F_i = Z_i - M \dots (16)$$

$$E_i' = F_i / Z_i \dots (17)$$

$$E_i = (F_i / (M + F_i)) (1 - \exp -(M + F_i)) \dots (18)$$

La biomasa total correspondiente a cada P_i se estimó con la relación:

$$B_i = \sum_{tr}^{ti} (N_t \exp(-Z_{it})) \bar{W}_t \dots (19)$$

de esta forma se pudo obtener el rendimiento en peso correspondiente (Y_i'):

$$Y_i' = B_i F_i \dots (20)$$

y por otra parte se pudo estimar la Producción Biológica (PB) o Producción Secundaria:

$$PB = \sum_{tr}^{ti} (N_t \exp(-Z_{it})) \Delta W_t \dots (21)$$

donde ΔW_t es el incremento en peso de cada edad respectivamente.

Conocidos los valores totales de la Biomasa (B), Producción Biológica (PB) y el rendimiento (Y) para cada población, se pudo establecer su relación en función de la mortalidad por pesca de tal modo que:

$$\text{Biomasa: } B = a \exp(-bF) \dots (22)$$

$$\text{Producción Biológica: } PB = (a_1) \exp(-(b_1)F) \dots (23)$$

$$\text{Incrementos de la Producción Biológica: } \Delta PB = (a_2)F \exp(-(b_2)F) \dots (24)$$

donde $\Delta PB = (PB_{i-1}) - (PB_i)$ y por último

$$\text{Rendimiento } Y = Y_m(1 - \exp(\alpha - (b_3)F)) \dots (25)$$

Establecidas estas funciones se estuvo en posibilidad de determinar el nivel de explotación óptimo donde se obtendrán los máximos rendimientos así como el nivel crítico de explotación para la población actual.

RESULTADOS

De los muestreos semanales efectuados, se obtuvieron un total de 1180 datos. En la tabla 3 se observa la cantidad de muestras tomadas para cada mes a lo largo de los dos períodos de muestreo, así como las longitudes furcales mínimas, máximas y promedio obtenidas.

A partir de 911 datos de longitud agrupados en intervalos regulares de 2 cm resultado del primer período de muestreo, se construyó la distribución longitud-frecuencia mensual (fig. 4). Del análisis de la distribución longitud-frecuencia del período completo, se construyó la figura 5 correspondiente al método de Cassie a través de la cual se pudieron identificar las longitudes promedio correspondientes a cinco grupos de edad (IV-VIII).

De un total de 269 pares de otolitos considerados para la determinación de edad solo el 71% (191 pares) fueron legibles. Para evitar estimaciones erróneas en la edad, se eliminaron aquellos otolitos con avanzado grado de calcificación y aquellos en los cuales alguna de las tres lecturas efectuadas no coincidía con las otras dos. Estos constituyen el restante 29% (78 pares).

Con los resultados finales de la lectura de anillos, se construyó la clave edad-longitud (tabla 4) a partir de la cual se obtuvieron las longitudes promedio correspondientes a siete grupos de edad.

En cuanto al método de Petersen, si observamos la figura 4 podemos notar que solo hay dos modas claramente evidentes a las cuales se les podría asociar algún grupo de edad, ya que las otras no están bien definidas. Este hecho impidió la aplicación práctica del método de Petersen, debido al enmascaramiento presente de las modas, hecho que quedó demostrado en el uso de papel probabilidad el cual mostró un

número mayor de grupos de edad.

Conocidas las longitudes promedio por estos dos métodos, (Cassie y lectura de anillos) se aplicó el modelo de Von Bertalanffy para estimar los parámetros de crecimiento. El uso de este método supone que los incrementos sucesivos en longitud decrecen conforme la edad aumenta. Si esto no se cumple, tal como lo considera la ecuación de crecimiento causará una estimación errónea de los parámetros de crecimiento. De acuerdo a esta condición se estimaron utilizando las longitudes promedio obtenidas con el método de Cassie, ya que las estimadas a través de la lectura de marcas de crecimiento en otolitos no cumplieron con esa condición (tabla 5).

Los parámetros de crecimiento estimados fueron $L_{\infty}=1146.4$ mm, utilizando el método de Ford-Walford (fig.6); $k=-0.1658$ y $t_0=-3.256$. El valor de t_0 indica que nuestra estimación está desfasada en tres grupos de edad, es decir, que a la longitud a la cual le habíamos asignado la edad I en realidad corresponde a la edad IV quedando por debajo de esta tres grupos de edad.

Conocidos los valores de L_{∞} , k y t_0 se construyó la ecuación de crecimiento en longitud:

$$l_t = 1146.4 (1 - \exp^{-.1658(t+3.256)})$$

Así mismo con 735 datos de longitud y peso correspondientes al primer período de muestreo se estimaron los parámetros de la ecuación exponencial que relaciona ambas variables:

$$W = 1.3125 E-05 L^{2.9128}$$

La curva que describe esta función se muestra en la figura 7. Sustituyendo el valor de L_{∞} en esta ecuación se obtuvo el valor correspondiente en peso (W_{∞}) y se construyó la ecuación de crecimiento en peso:

$$W_t = 10629 (1 - \exp^{-.1658(t+.256)})^{2.9128}$$

Una vez estimados los parámetros para ambas ecuaciones, estas se resolvieron para calcular la longitud y peso para cada grupo de edad (tabla 6) y se construyeron sus respectivas curvas (fig. 8) donde podemos ver que los datos de longitud observados en la muestra, concuerdan mucho con los valores calculados por la ecuación.

A partir de las longitudes medias estimadas y con los datos de distribución de frecuencias, se determinó el número de individuos por cada clase de edad, quedando estructurada la composición por talla y edad de la muestra (tabla 7), suponiendo para esto que la estructura por edades encontrada de esta forma, representa a la estructura de la captura y como consecuencia la de la población en el mar.

El procedimiento gráfico descrito por Gomez-Larrañeta, 1972 (fig. 9), correspondiente a la curva de selectividad, mostró que la talla y edad respectiva a las cuales los organismos están completamente reclutados es de 667 mm de longitud furcal correspondientes a organismos con una edad de 5 años.

Estableciendo una proporción entre el número de organismos y su biomasa respectiva presentes en la muestra con respecto a la biomasa de la captura, el número de reclutas para ésta resultó ser de 173,689 organismos. Conocido este valor y de acuerdo a la ecuación (4), se estimó el valor del número inicial de individuos (N_0) y el número de

reclutas en la población (R_p) siendo 4,663,424 y 772,402 organismos respectivamente.

Como anteriormente se había mencionado, se aplicaron varios procedimientos para estimar el valor del coeficiente de mortalidad total. Las curvas de supervivencia estimadas para cada uno de estos valores (fig. 10) muestran que el valor correspondiente a Z_2 fué el que mejor describió la estructura por edades presente en la muestra y el cual fue obtenido a través de la ecuación (6) así tenemos que:

$$Z = \ln(3/322)/12-5 = -0.6679$$

Sustituyendo este valor en la ecuación (7) se obtuvo el valor de la supervivencia:

$$S = \exp^{-0.6679} = 0.5128$$

Conocidos estos valores y a partir del número de reclutas en la población (R_p) se pudo construir la estructura por edades en la población actual (P_a) Tabla 7.

Antes de estimar el coeficiente de mortalidad natural (M) se calculó la edad de máxima longevidad teórica (t_{oo}) (Pauly, 1983) de tal modo que el valor calculado fue $t_{oo} = 3/.1658 = 18$ años. Así siguiendo el decremento en el número de organismos en la población actual desde t_r hasta t_{oo} y de acuerdo a la ecuación (8) tenemos:

$$M = \ln(3/332)/18-5 = -0.3596$$

De la diferencia entre los coeficientes anteriores, el coeficiente

de mortalidad por pesca resultó ser $F = -0.3083$. Ahora bien, suponiendo que todas las embarcaciones menores de 10 toneladas registradas en 1983 en el Estado de Yucatán intervinieron en la pesca de Carito durante ese año, la probabilidad de que un organismo sea capturado, equivalente al valor del coeficiente de capturabilidad (q), calculada a partir de la ecuación (9) es $q = .00028$.

Por otra parte con los valores estimados de los coeficientes de mortalidad se estimó la tasa de explotación de acuerdo a la ecuación (10) resultando $E = 0.2249$ y por último la proporción de peces capturados con respecto a la mortalidad total $E' = 0.4615$.

Así con todos estos valores y contando con el valor de captura en 1983, el tamaño de la población susceptible de ser capturada (P) expresado en número de organismos y en biomasa fue de 354,788 organismos y de 5324.5 toneladas, respectivamente.

La estimación de los parámetros del modelo de reclutamiento de Ricker, requiere del conocimiento previo del número de reclutas y de adultos existentes en la población actual. Así, en base a la edad de madurez sexual establecida por Beaumariague (1973) para machos y hembras de 3 y 4 años respectivamente para S. cavalla de las costas de Florida, el número de adultos calculado a partir de la edad 5 fue de 1,577,759 organismos y el número de reclutas fue de 772,402.

Con estas cantidades se estimaron los valores de la ecuación (11): $\alpha = 1.2616$, $\beta = 6E-07$ y el nivel de remplazamiento $A_{rem} = 387,301$ organismos.

Por otra parte las estimaciones de rendimiento por recluta de acuerdo al modelo de Beverton y Holt se efectuaron tomando en cuenta a ambos sexos, considerando una proporción de 1:1.5 en la población explotada (Trent et al, 1981). Las isopletas de rendimiento por recluta indican que la pesquería se encuentra cerca de su nivel óptimo por lo

que se refiere a la edad de primera captura (fig. 11). La situación actual presenta una mortalidad por pesca de $F=0.3083$ con una edad de primera captura de 5 años y un rendimiento por recluta de 236 gr que multiplicado por el valor de N_0 obtenido de la ecuación (4) da un rendimiento total de 1100.5 toneladas en la situación actual. De igual manera, el rendimiento óptimo (300 gr/recluta) se alcanzará manteniendo la edad actual de primera captura en 5 años y aumentando la intensidad de pesca a $F=0.9$ lo cual dará un rendimiento óptimo de 1399 toneladas. Es necesario establecer que estos resultados conservan su validez bajo la suposición de la existencia de un reclutamiento constante, el cual con frecuencia es variable en las poblaciones naturales de acuerdo al éxito de la reproducción.

Con respecto a los resultados obtenidos a través de la aplicación del método ANFOVIR, la tabla 8 muestra la estructura por edades (número de individuos) para la población actual, la población virgen y los estados intermedios estimados, así como el valor correspondiente a la fracción explotable y el total obtenido para cada una de estas poblaciones. La tabla 9 representa la Biomasa (B) expresada en toneladas. Así también la Producción Biológica (PB) (toneladas) esta representada en la tabla 10. El rendimiento (Y) expresado en número de individuos y en peso (toneladas) se muestran en las tablas 11 y 12 respectivamente.

Los principales parámetros poblacionales estimados para las poblaciones hipotéticas a través de las ecuaciones (13) a la (18) se resumen en la tabla 13.

Conocidos los valores totales de (B), (PB), (Y) y ΔPB así como los correspondientes a la fracción explotable (tabla 14), se realizó un ajuste de regresión entre estos valores y los de mortalidad por pesca

(F) calculados para cada una de las poblaciones con el objeto de establecer las funciones respectivas (tabla 15). De esta manera, sustituyendo valores de mortalidad por pesca en un intervalo de 0 a 1.3 se obtuvieron las curvas correspondientes a cada una de estas funciones (fig. 12), donde se observa que la Biomasa y la Producción Biológica presentan una relación inversa con respecto a (F) y la curva de rendimiento tiende a crecer hasta un punto donde se vuelve asintótica. Como se puede observar en esta figura existen dos puntos de intersección entre las curvas trazadas. El punto donde la curva de $PB>tr$ (Producción Biológica de las edades a partir de tr) interseca con la de rendimiento (Y) corresponderá a una estimación del rendimiento óptimo donde se está usando completamente la capacidad de esa fracción de la población para producir biomasa, siendo la tasa de explotación en este punto de $E=0.5$. Así mismo el punto de intersección originado por el trazo de las curvas de Biomasa Total (BT), Producción Biológica Total (PBT) y Rendimiento (Y) indica el nivel crítico de explotación de la población el cual se alcanzaría cuando la tasa de explotación es aproximadamente $E=0.75$. Así el análisis de la figura 12 nos muestra que el rendimiento óptimo se encuentra en un valor de 1150.4 toneladas con una intensidad de pesca de $F=0.325$. Si consideramos que el rendimiento de la población actual se encuentra en el orden de las 1157.5 toneladas explotadas con una intensidad de pesca de $F=0.3083$ y que además es la población que mayores incrementos en la producción biológica aporta (F_{12} , tabla 10), se llega a la conclusión de que ésta, se está explotando ligeramente por arriba de su nivel óptimo. En esta misma figura el nivel crítico de explotación supone un valor de $F= 1.2$.

DISCUSION

Las investigaciones pesqueras y de hecho el estudio de la dinámica de las poblaciones de peces, requiere para su efecto de gran cantidad de información biológica básica esencial para una adecuada estimación de la estructura por edades presente en la población, lo cual es el punto estratégico sobre el que se basa el estudio de las poblaciones de peces tanto en su dinámica como en su biología. Así la validez de los resultados presentados en este trabajo radica en la suposición hecha anteriormente de que la estructura por edades encontrada en la muestra es representativa de aquella presente en la captura y por ende en la población.

La determinación de la estructura por edades a partir de la presencia de marcas de crecimiento en otolitos y del análisis de la distribución longitud-frecuencia tuvo como objetivo en este trabajo comparar los resultados obtenidos por ambos métodos para establecer así su concordancia. Para el primer caso varios autores han discutido los criterios de validación de las estimaciones de edad hechas a través de estas estructuras (Nomura y Rodrigues, 1967; Beaumariague, 1973; Carneiro et al, 1978 y Johnson, 1983) los cuales han concluido que el crecimiento de estas estructuras se encuentra estrechamente relacionado con la longitud del pez y con la formación de una marca periódica en el otolito, de la cual es necesario conocer el período de su formación y que a su vez este asociada a la época de reproducción. En base a estos criterios se hizo la lectura de marcas de crecimiento, en donde al igual que esos autores se consideró que el anillo opaco corresponde a la marca de crecimiento anual.

El resultado de las lecturas de los otolitos examinados (tabla 4),

muestra que existe un intervalo de tallas muy amplio para cada edad. Así en la edad I encontramos un total de 72 organismos distribuidos en un intervalo de 480 a 639 mm de longitud furcal, la edad II presenta 77 organismos en un intervalo de 500 a 779 mm, la edad III con 26 organismos en un intervalo de 660 a 859 mm y la edad IV con 9 organismos presentes en un intervalo de 760 a 979 mm encontrándose que ésta y las restantes edades se encuentran poco representadas. Como podemos notar los grupos de edad tienden a tener una distribución modal donde el valor medio corresponde a la talla promedio del grupo de edad, siempre y cuando la muestra este bien representada. Esta situación también muestra la existencia de organismos que tienen la misma longitud pero pertenecen a grupos de edad distintos.

Como habíamos mencionado anteriormente, las longitudes promedio obtenidas a través de este método, no se emplearon en la estimación de los parámetros de crecimiento por el método de Ford-Walford debido a que se encontró que los incrementos sucesivos de las longitudes promedio no disminuían con respecto a la edad (tabla 5) y al momento de estimar los parámetros de crecimiento, estos valores resultan poco lógicos.

Varios han sido los estudios de edad y crecimiento efectuados en S. cavalla (Nomura y Rodrigues, 1967; Beaumariague, 1973; Carneiro et al, 1978; Stevenson, 1982 y Johnson et al, 1983) y como consecuencia los valores de los parámetros de crecimiento reportados (tabla 16). Entrando en materia de comparaciones, en este caso en referencia a los valores obtenidos para ambos sexos, podemos comprobar que los valores estimados a partir de la separación de grupos de edad con el método de Cassie se encuentran entre el intervalo de valores reportados, hecho que da confiabilidad a estas estimaciones, con la única diferencia de

que aquellos fueron obtenidos por retrocálculo a través de la lectura de otolitos.

El uso del retrocálculo permite por medio del establecimiento de una función, conocer las tallas de las edades anteriores representadas por las marcas de crecimiento en el otolito del pez, de tal forma que nos permite aumentar de cierta manera el número de observaciones en cuanto a edad y talla se refiere, determinando de esta manera que las longitudes promedio estimadas sean mas confiables. Esta quizá sea una de las causas de la diferencia entre las estimaciones efectuadas en este trabajo con respecto a las efectuadas por aquellos autores, o bien, a una baja representatividad de las muestras. Es factible pensar también que tal amplitud en los valores obtenidos para cada grupo de edad sea debida principalmente a las características bióticas y abióticas propias de cada área donde se desarrolla cada generación, asi como la estacionalidad y disponibilidad del recurso, puesto que S. cavalla tiene un área de distribución muy amplia a lo largo de la cual efectua sus migraciones; o donde puede ser factible la existencia de varias poblaciones lo cual aún todavía no a sido bien dilucidado.

Continuando con el análisis de los parámetros de crecimiento, el valor de la tasa de crecimiento nos indica que S. cavalla es una especie de crecimiento relativamente rápido que alcanza su longitud máxima en poco tiempo y de longevidad también relativamente corta. Estas características aunadas a su rápido metabolismo y a su carácter de incansable nadador oceánico lo coloca dentro de la categoría de depredador activo, cuyo alimento principal se compone en orden de importancia de peces de la familia Cupleidae y Engraulidae seguidos por Crustáceos y Moluscos (Meneses, 1969 citado en Saloman y Naughton, 1983; DeVane, 1978; Beaumariague, 1973, Naughton y Saloman, 1981 entre

otros).

El parámetro t_0 necesita cierta interpretación. En términos biológicos correspondería a la longitud que tendrían los organismos a la edad hipotética $t=0$, por tanto no tiene ningún significado biológico; esto establece el hecho de que estos modelos realmente solo son formas convenientes de describir los fenómenos naturales. La forma más común de interpretar el valor de t_0 es como un factor de escala el cual permite mover la curva de crecimiento de Von Bertalanffy cuya forma está especificada por los valores de K y L_{∞} , a lo largo del eje de las ordenadas (Fitcher y Hart, 1982).

El valor obtenido del exponente de la relación peso-longitud ($b=2.913$) indica que *S. cavalla* presenta un crecimiento de tipo isométrico (Bagenal y Tesch, 1978; Anderson y Gutreuter, 1983). Esta aseveración se fundamenta aún más al comparar con otros valores reportados para la misma especie (tabla 17) donde observamos que todos los valores son muy semejantes y aproximadamente iguales a 3. Comparando el valor aquí obtenido con el reportado por Burgos (1978) para la misma zona, la diferencia en las estimaciones probablemente sea debida al tamaño de la muestra, ya que en este caso es aproximadamente siete veces mayor y el intervalo implicado en el cálculo de la relación es más amplio. No está de más considerar que estos valores pueden diferir en la misma especie en función de la disponibilidad de alimento, estacionalidad del recurso, así como de la diferencia natural existente entre sexos sobre todo en las hembras cuyo peso corporal y estado de condición varía mucho, sobre todo en épocas de reproducción.

El valor del peso máximo alcanzado por la especie ($W_{\infty}=10.6$ Kg) es muy similar al obtenido por Stevenson (1982) que fue de 9.4 Kg. Dicho investigador considera que este valor es muy bajo ya que los parámetros

de crecimiento fueron estimados de una muestra que no representaba del todo a la población en el mar. Tomando en cuenta que se han reportado ejemplares con un peso máximo de hasta 45 Kg (Jordan y Evermann, 1896 citados por Beaumariague, 1973) y que en el período de muestreo se midió un ejemplar de 1.33 mts con un peso de 22 Kg, tal aseveración sería correcta y por lo tanto ambos valores estarían subestimados. Un hecho con el que no conto este investigador y el cual podría explicar dichos resultados, es que S. cavalla lleva a cabo migraciones diferenciales donde los individuos más grandes forman bancos uniformes que estan más alejados de las costas, es decir que la población parece estar segregada por las tallas y edades (Beaumariague, 1973). Considerando que la pesca de S. cavalla en la Península de Yucatán se efectua muy cerca de las costas y a profundidades no mayores de 10 brazas, es de esperarse que la captura de individuos de talla grande solo sea incidental y por lo mismo, las capturas esten compuestas de organismos de tallas medianas y pequeñas de tal modo que posiblemente solo se esté analizando una fracción de la población.

Las tendencias seguidas por el crecimiento (fig.8) nos indican que durante los primeros años de vida la longitud se incrementa rápidamente y disminuyen conforme la edad aumenta hasta alcanzar la longitud máxima después de la cual el crecimiento es practicamente nulo. La ganancia en peso al principio es muy lenta debido a que el animal tiene que adaptarse a las condiciones ambientales y al proceso de selección de alimento, después de esta etapa el crecimiento es rápido alcanzando su máximo incremento en peso ganado a la edad de VII años (786 gr) disminuyendo después paulatinamente hasta alcanzar su peso máximo. Podemos decir por lo tanto que el modelo de Von Bertalanffy describe adecuadamente el crecimiento en longitud y en peso, dado que los

valores observados se ajustan perfectamente a las curvas estimadas.

El análisis de la estructura por edades (tabla 7) nos muestra que las capturas están compuestas por once grupos de edad estando los organismos plenamente reclutados en la edad V ocupando el primer lugar en abundancia con un 35.4% del total de la captura, seguida en este orden por la edad VI con un 33.2% y un 15.6% para las edades que no están completamente reclutadas. La edad mínima capturada y la edad máxima presentes en la muestra son de II y XII años respectivamente.

La influencia de la selectividad de la red agallera en la composición de las capturas, se hace evidente en las diferentes tallas de reclutamiento observadas. Alcantara (1972) reporta para Brasil un intervalo de 303 a 565 mm de LF. Por otra parte Beaumariague, 1973 reporta la talla de reclutamiento en un intervalo de 800 a 849 mm LT para el sureste del estado de Florida. Así mismo Trent et al (1983a) encontró que el reclutamiento varía por área y año encontrando las tallas más pequeñas en el Estado de Florida (500 a 599 mm LF) y las más grandes en el de Louisiana (1099 mm LF). Para éste estudio podemos decir que los artes son selectivos hacia organismos que presentan longitudes por arriba de la talla de reclutamiento de 700 mm (fig.4), valor que es muy parecido al asignado a la edad de reclutamiento observado en la composición por edades de la muestra (tabla 7). La mayor parte de los organismos capturados están comprendidos en tallas de 650 a 850 mm de LF lo cual tiende a confirmar la suposición de que los cardúmenes de S. cavalla de diferentes tallas pueden encontrarse en sitios diferentes los cuales están formados por grupos de acuerdo a la edad, siendo los peces más jóvenes los que forman los cardúmenes más grandes.

El valor del coeficiente de mortalidad total ($Z=0.6679$) se considera adecuado por su semejanza con otras estimaciones para la misma especie las cuales varían en un intervalo de 0.65 a 0.77 (Rodrigues y Bezerra, 1968 y Beaumariague, 1973 citados por Manooch, 1978; Stevenson, 1982 y Johnson et al, 1984). Se estableció la comparación con los valores obtenidos por Stevenson ya que como en este caso, los valores fueron estimados a través de una curva de captura obtenida con datos de longitud-frecuencia, además de que las otras fuentes no incluyen estimaciones de M y F. así se comprobó que dichos valores ($Z=0.71$; $M=0.4$ y $F=.31$) son muy semejantes a los obtenidos en este trabajo ($Z=0.67$; $M=0.36$ y $F=0.31$). El análisis de estos valores en ambos casos, indica que la mortalidad natural es la que incide principalmente sobre la población, siendo menos importante la mortalidad debida a la pesca, lo cual se refleja en la estimación de la razón de pesca ($E'=0.4616$). En ambos casos la mortalidad natural es elevada, lo cual es lógico si consideramos que Cushing (1968) y Manooch (1978) mencionan que las especies pelágicas presentan tasas de crecimiento elevadas, las cuales alcanzan su talla máxima rápidamente y experimentan una mortalidad natural elevada. Así podemos considerar que dicha mortalidad es debida en mayor grado a la predación a la cual están sujetas las larvas y juveniles, ya que los adultos se caracterizan por ser depredadores muy activos que se alimentan de otras especies de menor tamaño.

La estimación de supervivencia ($S=0.5128$) indica que poco más de la mitad de los individuos, es decir, el 51%, sobrevive al pasar de una edad a la siguiente.

Por otra parte si evaluamos el estado de la pesquería únicamente por medio de sus tasas de mortalidad y suponiendo que el valor óptimo

de la tasa de explotación es aquel en el cual el rendimiento máximo sostenible se encuentra optimizado ($E=0.5$) (Pauly, 1983), entonces el valor calculado de la tasa de explotación ($E=0.2249$) nos indica que el recurso está subexplotado.

Como se mencionó anteriormente no fue posible aplicar los modelos de rendimiento excedente de Schaefer (1954) y Fox (1970) dado que los datos de captura y esfuerzo de S. cavalla no seguían la tendencia requerida como premisa para la aplicación de ambos modelos. Como es sabido el modelo de Schaefer supone una relación lineal con pendiente negativa entre la abundancia de la población expresada por los datos de CPUE (captura por unidad de esfuerzo) y el esfuerzo pesquero, así mismo Fox considera esta relación como de tipo exponencial. En otras palabras, si consideramos la relación existente entre la cantidad de pesca (esfuerzo) y la abundancia de la población, a medida que aumenta la intensidad de pesca los rendimientos serán proporcionales hasta llegar a un punto de equilibrio. Si en algún momento este punto llegara a rebasarse, la relación se invertiría causando un decremento en los rendimientos y como consecuencia en la abundancia de la población. Estos modelos requieren de una serie histórica de observaciones de cambios en la población y en este sentido en las estadísticas de la Oficina Regional de la Secretaría de Pesca, S. cavalla aparece registrada desde el año de 1977 reportándose una captura de 215.5 toneladas. Para 1978 ésta se incrementó en un 97% con respecto al año anterior. Posteriores incrementos del 12.3%, 133.5%, y de 17.2% se registraron para los años 79 a 81 respectivamente. Podemos decir por lo tanto que no hay una relación definida entre el esfuerzo empleado y los volúmenes obtenidos ya que la tendencia en las capturas ha sido ascendente al menos hasta 1981 y por otra parte el esfuerzo pesquero a

estado variando sobre todo en fecha reciente y las capturas se mantienen en valores muy cercanos con respecto a su volúmen (tabla 1, figura 2). En relación a los puertos donde se efectúan los principales desembarcos, Progreso, Celestún y Dzilam de Bravo son los que mayores volúmenes aportan (tabla 2, figura 3).

Hay que aclarar que estos valores no representan la situación real de las capturas, ya que no están incluidos dentro de los registros organismos juveniles (<400 mm LF). De acuerdo a observaciones efectuadas durante los muestreos, estos organismos en edad de prereclutamiento viajan a lo largo de la costa con cardúmenes de Sierra (S. maculatus) de igual talla, ocasionando que ambas especies sean capturadas al mismo tiempo y dado que los juveniles de S. cavalla presentan pequeñas manchas amarillas redondas a ambos lados del cuerpo semejantes a las que presenta la Sierra, quedan incluidos en los registros de captura de esta especie. Estas manchas las pierde el animal conforme se acerca a la edad adulta.

En referencia a los resultados obtenidos con el Modelo de Beverton y Holt a través de ellos podemos establecer tres alternativas de explotación:

- 1) Lograr el máximo rendimiento aumentando la intensidad de pesca de 1100 ($F=0.3$) a 3200 ($F=0.9$) embarcaciones, incrementando con esto el rendimiento de 1100.5 a 1399 toneladas. Con ésta opción es posible aumentar en 4400 el número de empleos generados, considerando para esto que en cada embarcación se emplean 2 pescadores.
- 2) Aumentar la intensidad de pesca en 366 embarcaciones ($F=0.4$) lo cual incrementaría el rendimiento actual en 93.3 toneladas y generaría 732 empleos.

3) Mantener en su mismo nivel la edad de primera captura y la intensidad de pesca.

Las primeras dos alternativas presentan algunos problemas al tratar de ponerlas en práctica. Por un lado es necesario introducir un gran incremento en la intensidad de pesca para obtener un pequeño aumento en el rendimiento, esto a largo plazo puede traer serias consecuencias para la población ya que la intensidad de pesca actual que se encuentra operando cerca del rendimiento óptimo se vería incrementada en el caso de la primera opción en dos veces su valor. Con esto se lograría el rendimiento óptimo, pero se correría el riesgo de que con una pequeña variación de la población decaería sensiblemente el rendimiento dada la alta intensidad de pesca aplicada. Otra consecuencia sería la disminución de las ganancias "per cápita" ya que el valor de la producción tendría que distribuirse entre mayor número de pescadores, lo que en lugar de contribuir a que obtengan mayores ganancias, los perjudicaría en ese aspecto.

Si por otro lado mantenemos la situación actual de explotación de la pesquería, los artes de pesca empleados podran seguir capturando a aquellos individuos que en conjunto estan aportando los mayores rendimientos en biomasa (tabla 7), lo cual además tiene cierta importancia dado que los peces en edad de madurez no estarán incluidos en las capturas, permitiendo de esta manera que los reproductores potenciales en un momento dado puedan reproducirse y con esto reponer las existencias de la población.

Estos resultados hasta cierto punto son comparables con los obtenidos por el Analisis de la Población Virgen (ANPOVIR), puesto que ambos modelos pronostican rendimientos cercanos al optimo. Con el método ANPOVIR podemos deducir que la población actual representa las

condiciones ideales de explotación ya que esta constituida como la población que mayores incrementos en la producción biológica aporta (tabla 14). Esto se reafirma si consideramos que el valor de F (0.3083) no rebasa al de la mortalidad natural ($M=0.3596$) con lo cual no se esta afectando la tasa natural de renovación de la población.

Tomando en cuenta los resultados anteriores, llegamos a la conclusión que el rendimiento óptimo se esta obteniendo a una baja tasa de explotación, por lo que no es viable en este caso recomendar un aumento en la intensidad de pesca, sino mantenerla en su estado actual, para prevenir una posible consecuencia de sobreexplotación. En relación a esto Manooch (1978) menciona que las especies pelágicas a las cuales pertenece S. cavalla pueden ser sujetas a altos niveles de pesca sin posibilidades de sobreexplotación ya que debido a sus características (alcanzan la talla máxima rapidamente, son de corta longevidad), la población sujeta a este tipo de pesca puede reponerse rápidamente. En cierta forma esto puede ser factible, pero hay que considerar por un lado la vulnerabilidad que estos organismos (principalente sus larvas y huevecillos) puedan presentar hacia cambios climáticos a largo plazo y por otro que la pesca no altere el reclutamiento en la pesquería ya que Ricker (1958) citado en Cushing (1975) en su análisis de curvas de Parentela-Frogenie demuestra que existe un máximo para la explotación, el cual de ser sobrepasado, anula el reclutamiento y en esas circunstancias la población puede declinar a tal extremo que la pesquería se extinga. Según Cushing (1975) este máximo de explotación resulta comparativamente bajo ($E= 0.35-0.50$).

Debemos considerar que ambos métodos presentan sus limitaciones y tomar los resultados bajo ciertas reservas, puesto que en ambos casos se prescinde de la elevada variabilidad del reclutamiento y asumen que

este es constante, cosa que no sucede en las poblaciones naturales. El no considerar a los organismos que estan por debajo de la edad de reclutamiento (prereclutas) puede influir de cierta manera significativa dentro de las estimaciones de rendimiento total de la población sujeta a explotación.

Las estimaciones efectuadas a través del modelo de Ricker deben de ser consideradas como una aproximación a los valores reales de los parámetros α y β los cuales podran estimarse de manera mas precisa cuando se tenga oportunidad de analizar datos de un mayor número de temporadas y estar en posibilidad de conocer sus variaciones de una manera mas exacta.

De los modelos de rendimiento utilizados es necesario destacar además de su importancia la ventaja que su uso representa. Uno de los problemas mas comunes en el estudio de pesquerías de especies tropicales es la falta de información estadística de captura y esfuerzo. El uso de estos modelos representa una posible alternativa de solución a este problema pues dada la poca cantidad de información necesaria para aplicarlos, a través de ellos podemos efectuar estimaciones en corto tiempo del estado actual de una población explotada, de su potencial y de su disponibilidad.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y de acuerdo a los objetivos planteados al inicio de este trabajo, se pueden establecer las siguientes consideraciones para la pesquería del Carito S. cavalla en la Península de Yucatán:

- La pesquería de S. cavalla en el estado de Yucatán tiene un comportamiento estacional, presentando la mayor abundancia durante el período Diciembre-Abril.
- Los parámetros de crecimiento estimados, indican que S. cavalla es una especie de rápido crecimiento, que alcanza su talla máxima rápidamente y como consecuencia es de corta longevidad.
- El crecimiento individual de S. cavalla es de tipo isométrico con un valor en el exponente de la relación peso-longitud de $b=2.9128$.
- La pesquería es sostenida principalmente por ocho grupos de edad (5 a 12 años) no siendo afectados por la pesca los organismos jóvenes pues la edad de madurez se ubica entre 3 y 4 años.
- Los organismos son plenamente reclutados en la pesquería a la edad de 5 años (667 mm LF).
- Los coeficientes de mortalidad indican que la mortalidad natural es la que incide principalmente sobre la población, siendo menos importante la debida a la pesca. El 46% de la mortalidad es imputable a la actividad pesquera, existiendo un alto nivel de supervivencia.
- El tamaño de la población en el mar (P) estimado es de 1,577,541 organismos correspondientes a 5324.5 toneladas.

-Las estimaciones de rendimiento a través del modelo de Beverton y Holt y el método ANFOVIR indican que el rendimiento actual se encuentra muy cerca del óptimo como consecuencia de una tasa de explotación baja.

Todos estos resultados deben considerarse como introductorios al estudio de esta pesquería, puesto que es necesario ahondar y conocer mejor algunos de sus aspectos, lo cual una vez logrado servirán para establecer un mejor diagnóstico de esta. Para esto se recomienda la realización de los siguientes puntos:

-Efectuar un estudio exhaustivo sobre determinaciones de edad y crecimiento mediante el uso de estructuras rígidas, ya sean otolitos u otro tipo de huesos, haciendo particular énfasis en la validación.

-Establecer un monitoreo continuo de la población a través de todo el año con el objeto de determinar con mayor exactitud la estacionalidad del recurso y por lo tanto su disponibilidad.

-Promover viajes de marcado y pesca exploratoria para tratar de dilucidar con mayor precisión la localización y la posible distribución batimétrica de los cardúmenes, su comportamiento migratorio, y la clara definición de la unidad de población.

-Llevar un control mas estricto del registro de las capturas y esfuerzo pesquero con el objeto de que los juveniles de S. cavalla queden registrados como tales y tener una idea clara de la intensidad de pesca a que estan sujetos.

-Establecer con mayor exactitud la selectividad de los aparejos empleados y su posible incidencia en la población principalmente en organismos en edad de madurez sexual.

-Establecer estudios de fecundidad mediante el análisis de gonadas para determinar el potencial reproductivo de la especie.

El conocer estos aspectos sera determinante para establecer criterios de explotación mas confiables que nos lleven en un futuro a un manejo más racional y de conservación de este recurso.

LITERATURA CITADA

- Alcantara, P. F. (1972). Sobre a captura da cavala, Scomberomorus cavalla (Cuvier), com redes-de-espera, no Estado do Ceará (Brasil). Arq. Ciên. Mar. 12(2):133-138.
- Anderson, R. O. & S. J. Gutreuter (1983). Length, weight and associated structural indices. In: L. A. Nielsen and D. L. Johnson (eds.), Fisheries techniques, Amer. Fish. Soc., Bethesda, Maryland, pp. 301-324.
- Arreguín-Sánchez, F. (1981). Diagnósis de la pesquería del camarón rojo (Penaeus brasiliensis Latreille, 1917) de Contoy, Q. Roo Méx. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. 25:39-77.
- Arreguín-Sánchez, F. & E. A. Chávez (1985). A method for fish stock assessment based upon age structure. Inter. Symp. Age and Growth of Fish. Des Moines, Iowa (m.s.).
- Austin C. B., J. A. Browder, R. Brugger & J. C. Davis (1978). Mackerel workshop report. Univ. Miami Sea Grant Publ. 14:1-156.
- Bagenal, T. B. & F. W. Tesch (1978) Age and Growth. In: T. B. Bagenal (edits.) Methods for assessment of fish production in freshwater. 3rd edition. Blacwell Scientific Publications, Oxford England.
- Bane, G. W. (1984). Quarterly report of commercial mackerel fishery research program in Louisiana; May 4, 1984. Coastal Ecology and Fisheries Institute, Louisiana State Univ., Baton Rouge, LA. 37p.
- Bane, G. W., C. Boulet, S. Ellsworth, S. J. Russell, A. Slater (1984). Commercial mackerel fishery research program in Louisiana. Annual Report 1983-84; Coastal Ecology and Fisheries Institute, Louisiana State Univ., Baton Rouge, LA. 48p.
- Beardsley, G. L., Jr & W. J. Richards (1970). Size, age, seasonal

- abundance, and length-weight relation of some scombrid fishes from southeast Florida. U.S. Fish and Wildl. Serv., Special Scientific Report-Fisheries, 595:1-6.
- Beaumariague, D. S. (1969). Returns from the 1965 Schlitz tagging program including a cumulative analysis of previous results. Florida Department of Natural Resources, Marine Laboratory, Technical Series, 59:1-38.
- Beaumariague, D. S. (1970). Current status of biological investigations of Florida's mackerel fisheries. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 22nd Annual Meeting, 1969:79-86.
- Beaumariague, D. S. (1973). Age, growth, and reproduction of King mackerel, Scomberomorus cavalla, in Florida. Fla. Mar. Res. Publ., 1:1-45.
- Berrien, F. & D. Finan (1977). Biological and fisheries data on King mackerel, Scomberomorus cavalla (Cuvier). U.S. Natl. Mar. Fish. Serv., Sandy Hook Lab. Highlands, N.J., Tech. Ser. Rep. 8:1-42.
- Brusher, H. A., L. Trent, M. L. Williams (1978). Recreational fishing for King mackerel in Bay County, Florida, during 1975. In: Austin, C. B., J. A. Browder, R. Brugger & J. C. Davis (edits.). Mackerel workshop report. Univ. Miami Sea Grant Publ. 14:1-156.
- Burgos, R., & H. M. Rodarte (1979). Programa de pesca exploratoria para la costa de Yucatán. Informe interno del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Yucalpetén, Yucatán, México.
- Carneiro, X. M. O., M. F. Menezes., A. A. Fonteles-Filho (1978). Idade e crescimento da cavala, Scomberomorus cavalla (Cuvier), no Estado do Ceará (Brasil). Arq. Ciên. Mar. 18(1-2):73-81.
- Cassie, R. M. (1954). Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. Jour. Mar. Freshwater Res.

5(3):513-522.

- Chittenden, M. E. Jr. (1978). Discussion I. In: E. L. Nakomura & H. R. Bullis, Jr. (edits.). Proceedings: Colloquium on the Spanish and King mackerel resources of the Gulf of Mexico, p. 103-104. Gulf States Mar. Fish. Comm, March 1979, No.4.
- Collette, B. B. & J. L. Russo (1978). An introduction to the Spanish mackerels, genus Scomberomorus. Proc. Mackerel Coll: 3-16.
- Costa, R. S. & M. P. Paiva (1964). Notas sôbre a pesca da cavala e da serra no Ceará - dados de 1963. Arquivos da Estacão de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará, 4(2):71-81.
- Costa, R. S. & M. P. Paiva (1965). Notas sôbre a pesca da cavala e da serra no Ceará - dados de 1964. Arquivos da Estacão de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará, 5(2):93-101.
- Costa, R. S. & M. P. Paiva (1968). Notas sôbre a pesca da cavala e da serra no Ceará - dados de 1967. Arquivos da Estacão de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará, 8(2):125-131.
- Costa, R. S. & M. P. Paiva (1969). Notas sôbre a pesca da cavala e da serra no Ceará - dados de 1968. Arq. Ciên. Mar. 9(1):89-95.
- Costa, R. S. & M. P. Paiva (1970). Notas sôbre a pesca da cavala e da serra no Ceará - dados de 1969. Arq. Ciên. Mar. 10(2):147-152.
- Costa, R. S. & M. P. Paiva (1971). Notas sôbre a pesca da cavala e da serra no Ceará - dados de 1970. Arq. Ciên. Mar. 11(2):133-137.
- Costa, R. S. & H. T. de Almeida (1974). Notas sôbre a pesca da cavala e da serra no Ceará - dados de 1971-1973. Arq. Ciên. Mar. 14(2):115-122.
- Cushing, D. H. (1968). Fisheries biology: A study in populations dynamics, University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
- Cushing, D.H. (1975). Ecología marina y pesquerías. Editorial Acribia.

Zaragoza, España. 256 p.

- De Vane, J. C. Jr. (1978). Food of King mackerel, Scomberomorus cavalla, in Onslow Bay, North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 107(4):583-586.
- Dickson, H. H. & R. H. Moore (1977). Fishes of the Gulf of Mexico. Texas, Louisiana and adjacent waters. Texas A & M University Press. 327p.
- Doi, T. (1975). Analisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. Inst. Nal. de Pesca. I.N.P./S.I.:M12. 95p.
- Doi, T., & D. Mendizábal (1978). Evaluación preliminar de la población de Sierra, Scomberomorus maculatus (Mitchill), frente a las costas de Veracruz. Proc. Mackerel Coll:43-45.
- Dwinelly, S. E. & C. R. Futch (1973). Spanish mackerel and King mackerel larvae and juveniles in the northeastern Gulf of Mexico, June through October, 1969. Fla. Dep. of Natl. Res., Mar. Res. Lab., Leaflet Series. 4(24):1-14.
- Fabley, W. A., Jr., H. A. Brushery, L. Trent, & J. Finnegan, Jr. (1981). Possible temperature effects on charter boat catches of King mackerel and other coastal pelagic species in northwest Florida. Mar. Fish. Rev. 43(8):21-26.
- Fishery, J. A. (1978). Mackerel fishing in northwest Florida. Mackerel Workshop report:142-147.
- Fox, W. (1970). An exponential surplus-yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Amer. Fish. Soc. 1:187-211.
- Gesteira, T. C. V. & A. L. L. Mesquita. (1973). Curvas de rendimento da cavala, Scomberomorus cavalla (Cuvier), e da serra, Scomberomorus maculatus (Mitchill), no Estado do Ceará (Brasil). Arq. Ciên. Mar. 13(1):13-15.

- Gulland, J. A. (1971). Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. FAO, Madrid, España. 164p.
- Gulland, J. A. (1983). Fish stock assessment. A manual of basic methods. FAO/Wiley series on food and agriculture, (1):1-223.
- Johnson, G. A., W. A. Fable., L. M. Williams., E. L. Barger (1983). Age, growth and mortality of King mackerel Scomberomorus cavalla from the southeastern United States. Fishery Bulletin, 81(1):97-106.
- Manooch, C. S. III. (1978). Recreational and comercial fisheries for a King mackerel Scomberomorus cavalla in the South Atlantic Bight and Gulf of Mexico, U.S.A. Proc. Mackerel Coll:33-41.
- Manooch, C. S. III., E. L. Nakamura, & A. B. Hall (1978). Annotated bibliography of four atlantic scombrids: Scomberomorus brasiliensis, S. cavalla, S. maculatus and S. regalis. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 418:1-166.
- MacGregor, R. III, J. J. Dindo, & J. H. Finucane (1981). Changes in serum androgens and estrogens during spawning in bluefish, Pomatomus saltator, and King mackerel, Scomberomorus cavalla. Can. J. Zool. 59(9):1749-1754.
- Mc Eachran, J. D., & J. H. Finucane (1978). Distribution, seasonality and abundance of larval King and Spanish mackerel in the northwestern Gulf of Mexico. Proc. Mackerel Coll:59 (Abstrac).
- Mc Eachran, J. D., J. H. Finucane., L. S. Hall (1980). Distribution, seasonality and abundance of King and Spanish mackerel larvae in the northwestern Gulf of Mexico (Pisces: Scombridae). Northeast Gulf Science. 4(1):1-16.
- Mc Eachron, L. W. & G. C. Matlock (1983). An estimate of harvest by the Texas charter boat fishery. Marine Fisheries Review., 45(1):11-17.

- Naughton, S. P. & C. H. Saloman (1981). Stomach contents of juveniles of King mackerel (Scomberomorus cavalla) and Spanish mackerel (Scomberomorus maculatus). Northeast Gulf Sci. 5(1):71-74.
- Nomura, H. & M. S. S. Rodrigues (1967). Biological notes on King mackerel Scomberomorus cavalla (Cuvier), from northeastern Brasil. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, 7(1):79-85.
- Pauly, D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Tec. Pesca, (234):49 p.
- Pitcher, T. & P. Hart (1982). Fisheries ecology. Ed. American, London, 414p.
- Ramirez, A. E. E. & M. D. Roa (1984). Distribución de larvas de la familia Scombridae en el Golfo de México y el Mar Caribe. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. 280p.
- Randall, J. E. (1968). Caribbean reef fishes. T. F. H. Publ., Jersey City, N.J. 318p.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish. Res. Brd. Can. Bull. 191:1-395p.
- Saloman, C. H. & S. P. Naughton (1983). Food of King mackerel, Scomberomorus cavalla, from the southeastern United States including the Gulf of Mexico. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-126:1-25p.
- Schaefer, M. B. (1954). Fisheries dynamics and the concept of maximum equilibrium catch. Proc. G.C.F.I. 16th Ann. Sess. Miami, Fla., U.S.A. 53-64.
- SePesca (1981). Anuario estadístico de pesca. 1980. Dirección General de Informática y Estadística. Secretaría de Pesca. México.

- SePesca (1982). Anuario estadístico de pesca, 1981. Dirección General de Informática y Estadística. Secretaría de Pesca. México.
- SePesca (1984). Anuario estadístico de pesca, 1983. Dirección General de Informática y Estadística. Secretaría de Pesca. México.
- Stevenson, D. K. (1982). Una revisión de los recursos marinos de la región de la comisión de pesca para el Atlántico Centro Occidental (COPACO). FAO, Doc. Tec. Pesca (211):1-143p.
- Trent, L., R. O. Williams., R. G. Taylor., C. H. Saloman., C. S. Manooch, III. (1981). Size and sex ratio of a King mackerel, Scomberomorus cavalla, in the southeastern United States. NOAA. Tech. Memo. NMFS-SEFC-62:1-59.
- Trent, L., R. O. Williams., R. G. Taylor., C. H. Saloman., C. S. Manooch, III. (1983a). Size, sex ratio, and recruitment in various fisheries of King mackerel Scomberomorus cavalla in the southeastern United States. Fishery Bulletin. 81(4):709-721.
- Trent, L., C. H. Saloman., S. P. Naughton (1983b). Selectivity of gill nets on Spanish mackerel, Scomberomorus maculatus, King mackerel, Scomberomorus cavalla, and bluefish, Pomatomus saltatrix. NOAA. Tech. Memo. NMFS-SEFC-119:1-28.
- Williams, R. O. & D. F. Sutherland (1978). King mackerel migrations. Proc. Mackerel Coll:57 (Abstrac).
- Wollam, M. B. (1970). Description and distribution of larvae and early juveniles of King mackerel, Scomberomorus cavalla (Cuvier), and Spanish mackerel, Scomberomorus maculatus (Mitchill); (Pisces:Scombridae);in the Western North Atlantic. Fla. Dep. Nat. Resour., Mar. Res. Lab., Tech. Ser. 61:1-35.

Zavala-Camin, L. A. (1983). Caracterização das espécies brasileiras da família Scombridae (Osteichthyes-Perciformes). Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, V.10 no. unico: 73-94.

T A B L A S

Y

G R A F I C A S

Tabla 1. Tendencia histórica de las capturas de S. cavalla en el estado de Yucatán. (kg).

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
ENERO	36713	42331	382574	552488	293002	295013
FEBRERO	50153	121486	271494	201411	309126	178152
MARZO	107641	114590	102501	75247	88855	197877
ABRIL	67631	63367	5646	57664	51207	54767
MAYO	16001	25412	8337	7462	58600	34819
JUNIO	19163	5929	5156	5801	38444	26507
JULIO	8713	4444	6304	25227	22922	23921
AGOSTO	2377	1998	26043	12506	36322	34264
SEPTIEMBRE	1050	582	37095	21952	20077	12520
OCTUBRE	20923	25	21672	26691	82723	60812
NOVIEMBRE	25393	13813	69888	152658	58618	112903
DICIEMBRE	70913	85238	182592	172853	180244	158299
TOTAL	426671	479215	1119302	1311960	1240140	1197555
# Embarc.	1082	1105	1184	1341	1364	1100

Tabla 2. Desembarcos (kg) de S. cavalla en el Estado de Yucatán agrupados por localidad y año.

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PROGRESO	44064	9320	130836	201283	339554	129683
CELESTUN	182351	204847	567330	523729	331347	272524
DZILAM	36703	73062	119543	196046	123447	224171
LAGARTOS	51081	28794	9260	17981	26927	59607
TELCHAC	8331	35872	84926	134307	120700	69399
SISAL	32695	80747	161871	130458	39778	9535
SN FELIPE	26565	13404	9057	74407	79486	134549
EL CUYO	44881	33169	36459	37749	178951	290386
TOTAL	426671	479215	1119282	1311960	1240190	1197555

Tabla 3. Relación de los muestreos de los desembarcos de *S. cavalla* en Yucalpetén, Yucatán.

M E S	No. de Muestras	Organismos Muestreados	L.F. Min.	L.F. Max.	L.F. Media
FEBRERO (*)	2	278	400	980	681
MARZO (*)	5	517	300	1160	716
ABRIL (*)	2	116	360	1330	670
NOVIEMBRE (*)	1	16	530	790	634
DICIEMBRE (*)	1	36	455	725	622
ENERO (+)	2	57	480	870	659
FEBRERO (+)	2	80	530	1050	651
MARZO (+)	2	80	530	1005	633
T O T A L	17	1180			

(*) Primer periodo 1984. Incluyen datos de longitud y peso.
 (+) Segundo periodo 1985. Incluyen datos de longitud y otolitos colectados.

L.F. Longitud Furcal.

Tabla 4. Clave edad-longitud para *S. cavalla* obtenida a partir del conteo del número de anillos en otolitos.

T A L L A	I	II	III	IV	V	VI	VII	T O T A L
480 - 499	4							4
500 - 519	-	2						2
520 - 539	14	1						15
540 - 559	15	2						17
560 - 579	25	2						27
580 - 599	11	3						14
600 - 619	1	6						7
620 - 639	2	14						16
640 - 659		8						8
660 - 679		15	1					16
680 - 699		15	3		1			19
700 - 719		5	3		-			8
720 - 739		2	5		-			7
740 - 759		-	3		-			3
760 - 779		2	3	1	-			6
780 - 799			5	1	-			6
800 - 819			1	0	-			1
820 - 839			-	1	1			2
840 - 859			2	-	2			4
860 - 879				3	-			3
880 - 899				1	-			1
900 - 919				-	-			-
920 - 939				-	1			1
940 - 959				1				1
960 - 979				1				1
980 - 999								-
1000-1019							1	1
1020-1039								-
1040-1059						1		1
T O T A L	72	77	26	9	5	1	1	191
%	37.7	40.3	13.6	4.7	2.6	0.5	0.5	100
LONG. PROM.	549	642	741	857	821	1040	1020	

Tabla 5. Longitudes promedio (mm) obtenidas mediante la aplicación de los métodos directo e indirecto

Grupo de edad	Otolitos	ΔL	Cassie	ΔL
I	549	93	585	85
II	642	99	670	65
III	741	116	735	45
IV	857	-36	810	45
V			855	

Tabla 6. Valores de longitud y peso promedio por edad para *S. cavalla* según el método de Von Bertalanffy (L_∞=1146 mm, W_∞=10629 gr, K=-0.1658, t₀=-0.256)

E D A D	\bar{L} (mm)	\bar{W} (gr)	ΔW
I	215	82	82
II	358	357	275
III	478	833	476
IV	580	1463	630
V	667	2193	730
VI	740	2971	778
VII	802	3757	786
VIII	855	4520	763
IX	899	5241	721
X	937	5908	667
XI	969	6515	607
XII	996	7059	544
XIII	1019	7544	485
XIV	1038	7970	426
XV	1055	8345	375
XVI	1069	8670	325
XVII	1080	8953	283
XVIII	1090	9197	244

Tabla 7. Estructura por edades y número de individuos por cada grupo de edad en la muestra, en la captura y en la población de S. cavalla de las costas de Yucatán.

EDAD	L(mm)	W(gr)	Individuos Muestra	Biomasa Muestra (Kg)	Biomasa Captura (Kg)	Individuos Captura	Individuos Población
I	215	82	--				
II	358	357	11				
III	478	833	23				
IV	580	1463	108				
V	667	2193	322	706	380822	173689	772402
VI	740	2971	302	897	485010	89065	396075
VII	802	3757	86	323	174843	45671	203101
VIII	855	4520	36	163	88619	23419	104147
IX	899	5241	8	42	22754	12009	53405
X	937	5908	5	30	16766	6158	27385
XI	969	6515	5	33	17963	3158	14042
XII	996	7059	3	21	10778	1619	7200
TOTAL			909	2215	1197555	354788	1577759

Tabla 8. Número de individuos de S. cavalla en las poblaciones: actual (Pa), Virgen (Pv) e hipotéticas según el método ANPOVIR.

EDAD	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
V	772402	772402	772402	772402	772402	772402	772402
VI	396075	430562	459448	483947	504959	523165	539081
VII	203101	240010	273294	303216	330118	354351	376240
VIII	104147	133789	162564	189979	215815	240010	262589
IX	53405	74579	96698	119031	141090	162564	183268
X	27385	41573	57519	74579	92238	110108	127908
XI	14042	23174	34214	46727	60300	74579	89271
XII	7200	12918	20352	29277	39422	50514	62305
XIII		7200	12106	18343	25772	34214	43484
XIV			7200	11493	16848	23174	30349
XV				7200	11015	15696	21181
XVI					7200	10631	14783
XVII						7200	10317
XVIII							7200
TOTAL	1577759	1736207	1895798	2056194	2217180	2378608	2540379

El subíndice indica la edad máxima alcanzada por los organismos en cada población de acuerdo a su supervivencia.

Tabla 9. Biomasa (ton.) de las poblaciones estimadas a través del método ANFOVIR.

EDAD	\bar{W}	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
V	2194	1695	1695	1695	1695	1695	1695	1695
VI	2971	1177	1280	1365	1438	1501	1555	1602
VII	3757	763	902	1027	1139	1240	1332	1414
VIII	4520	471	605	735	859	976	1085	1187
IX	5241	280	391	507	624	740	852	961
X	5908	162	246	340	441	545	651	756
XI	6515	92	151	233	304	393	486	582
XII	7059	51	91	144	207	278	357	440
XIII	7544		54	91	138	194	258	328
XIV	7970			57	92	134	184	242
XV	8345				60	92	131	177
XVI	8670					62	92	128
XVII	8953						64	92
XVIII	9197							66
TOTAL		4691	5415	6184	6997	7850	8742	9670

Tabla 10. Producción Biológica (ton.) para las poblaciones estimadas a través del método ANFOVIR.

EDAD	ΔW	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
V	730	564	564	564	564	564	564	564
VI	778	308	335	358	377	393	407	420
VII	786	160	189	215	238	259	278	296
VIII	763	79	102	124	145	165	183	200
IX	721	39	54	70	86	102	117	132
X	667	18	28	38	50	62	73	85
XI	607	8	14	21	28	37	45	54
XII	544	4	7	11	16	21	28	34
XIII	484		3	6	9	12	17	21
XIV	427			3	5	7	10	13
XV	374				3	4	6	8
XVI	326					2	3	5
XVII	282						2	3
XVIII	244							1
TOTAL		1180	1296	1410	1521	1628	1733	1836

Tabla 11. Rendimiento (No. de individuos) estimado para cada población obtenida a través del método ANFOVIR.

EDAD	F12	F13	914	P15	F16	P17	P18
V	173689	131477	96293	66567	41145	19172	--
VI	89065	73289	57278	41707	26899	12986	--
VII	45671	40854	34071	26132	17585	8795	--
VIII	23419	22773	20266	16373	11496	5957	--
IX	12009	12695	12055	10258	7516	4035	--
X	6158	7076	7171	6427	4913	2733	--
XI	3158	3945	4265	4027	3212	1851	--
XII	1619	2199	2537	2523	2100	1254	--
XIII		1226	1509	1581	1373	849	--
XIV			898	990	898	575	--
XV				621	587	390	--
XVI					384	264	--
XVII						179	--
XVIII							--
TOTAL	354788	295534	236344	177205	118107	59040	--

Tabla 12. Rendimiento (toneladas) estimado para cada población a través del método ANFOVIR.

EDAD	P12	F13	F14	P15	F16	F17	P18
V	381	288	211	146	90	42	--
VI	267	218	170	124	80	39	--
VII	172	154	128	98	66	33	--
VIII	106	103	92	74	52	27	--
IX	63	67	63	54	39	21	--
X	36	42	42	38	29	16	--
XI	21	26	28	26	21	12	--
XII	11	16	18	18	15	9	--
XIII		9	11	12	10	6	--
XIV			7	8	7	5	--
XV				5	5	3	--
XVI					3	2	--
XVII						2	--
XVIII							--
TOTAL	1057	923	770	603	417	217	--

Tabla 13. Resumen de los principales parámetros poblacionales estimados a partir del método ANFOVIR para las poblaciones: Actual, virgen e hipotéticas.

PARAMETRO	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
Z	0.6679	0.5844	0.5195	0.4675	0.4250	0.3896	0.3596
M	0.3596	0.3596	0.3596	0.3596	0.3596	0.3596	0.3596
F	0.3083	0.2248	0.1598	0.1079	0.0654	0.0300	0
S	0.5128	0.5574	0.5948	0.6265	0.6538	0.6773	0.6979
E	0.2249	0.1702	0.1247	0.0862	0.0533	0.0248	0
E'	0.4616	0.3847	0.3076	0.2308	0.1539	0.0770	0
C	1577.7	1736.2	1895.7	2056.1	2217.1	2378.6	2540.3
f	1100.0	802.0	570.0	385.0	233.0	107.0	0

Z= Coeficiente de mortalidad total. E= Tasa de explotación.
M= Coeficiente de mortalidad natural. E'= Razon de pesca.
F= Coeficiente de mortalidad por pesca. C= Captura.
S= Supervivencia f= Esfuerzo de pesca. (Número de embarcaciones).

Tabla 14. Datos para determinar los modelos de Rendimiento (Y), Biomasa Total (BT), Producción Biológica Total (PBT), Producción de las existencias (PB>tr), así como los incrementos en PB en poblaciones sucesivas.

POBLACION	F	Y(W)	BT	PBT	PB>tr	Δ PB
P18	0.0000	0	13690	4178	1836	103
P17	0.0300	217	12762	4075	1733	105
P16	0.0654	417	11870	3970	1628	107
P15	0.1779	603	11017	3863	1521	111
P14	0.1598	770	10204	3752	1410	114
P13	0.2248	923	9435	3638	1296	116
P12	0.3083	1057	8711	3522	1180	116

Tabla 15. Ecuaciones estimadas para Y, BT, PB, ΔPB Y PBT en función de la mortalidad por pesca de acuerdo al método ANPOVIR.

RENDIMIENTO	
$Y = Y_m [1 - \exp^{-(a_1 - b_1)F}]$	$Y = 2.4272 [1 - \exp^{-(-0.050 - 1.835(F))}]$
BIOMASA TOTAL	
$BT = a_2 \exp^{-b_2 F}$	$BT = 1.322 \exp^{-(-1.457(F))}$
PRODUCCION BIOLÓGICA TOTAL	
$PBT = a_3 \exp^{-b_3 F}$	$PBT = 4.132 \exp^{-(-0.552(F))}$
PRODUCCION BIOLÓGICA (>tr)	
$PB = a_4 \exp^{-b_4 F}$	$PB = 1.8 \exp^{-(-1.432(F))}$
Δ PRODUCCION BIOLÓGICA	
$\Delta PB = a_5 F \exp^{-b_5 F}$	$\Delta PB = 4.263(F) \exp^{-(-9.85(F))}$

Tabla 16. Análisis comparativo de los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy estimados para *S. cavalla*.

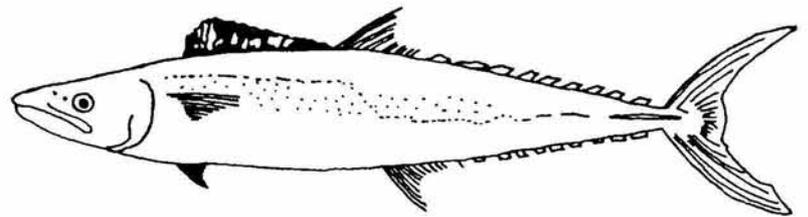
REFERENCIA	k	L _∞	t ₀	LOCALIDAD
MACHOS				
Nomura y Rodrigues (1967)	0.18	1160	-0.22	Ceará, Brasil.
Beaumariague (1973)	0.35	840	-2.50	Florida, EUA.
Carneiro et al (1978)	0.23	1133	-1.50	Ceará, Brasil.
Johnson et al (1983)	0.28	965	-1.17	Costa del Atlántico
todas las áreas				EUA
HEMBRAS				
Nomura y Rodrigues (1967)	0.15	1370	-0.13	Ceará, Brasil.
Beaumariague (1973)	0.21	1150	-2.40	Florida, EUA.
Carneiro et al (1978)	0.16	1317	-2.00	Ceará, Brasil.
Johnson et al (1983)	0.14	1067	-0.97	Costa del Atlántico
excluyendo Louisiana				EUA
Johnson et al (1983)	0.14	1529	-2.08	'
incluye Louisiana				
AMBOS				
Nomura y Rodrigues (1967)	0.14	1412	-0.14	Ceará, Brasil.
Carneiro et al (1978)	0.18	1249	-1.80	'
Stevenson (1982)	0.21	1010	--	Florida, EUA.
ESTE TRABAJO (1984)	0.16	1146	-3.256	Banco de Campeche.

Tabla 17. Análisis comparativo de la relación peso-longitud de *S. cavalla* para diferentes regiones.

REFERENCIA	LOCALIDAD	SEXO	NUMERO EXAMINADO	RANGO DE TALLA			W= a L	
				L.S.(mm)	L.F.(cm)	Peso (gr)	a	b
Nomura y Rodrigues (1967)	Ceará Brasil	M	338		46.5-105.5	770- 7800	9.078X10 ⁻³	2.962
		H	355		42.5-123.5	570-14010	1.026X10 ⁻²	2.933
Beardsley y Richards (1970)	Florida EUA	AMBOS	197		58.5-150.0	1470-32090	2.701X10 ⁻⁶	3.230
Beaumariague (1973)	Florida EUA	M	237	465-1030		879- 9752	1.330X10 ⁻⁵	2.937
		H	293	390-1590		454-37195	3.907X10 ⁻⁶	3.126
		AMBOS	530	390-1590		454-37195	4.980X10 ⁻⁶	3.088
Burgos y Rodarte (78-79)	Banco de Campeche	AMBOS	120				0.018	2.840
Johnson et al (1983)	Costas del Atlántico EUA	M	701		42.8-135.5		0.806X10 ⁻⁵	2.993
		H	2023		35.1-155.4		0.880X10 ⁻⁵	2.983
		AMBOS	2821		35.1-155.4		0.846X10 ⁻⁵	2.988
Este trabajo (1984)	Banco de Campeche	AMBOS	735		36.0-133.0	430-22075	1.313X10 ⁻⁵	2.913



(a)



(b)

Fig. 1 a) Distribución (▨) y zonas de explotación (■) más importantes para Scomberomorus cavalla.—
b) Ejemplar adulto de S. cavalla.

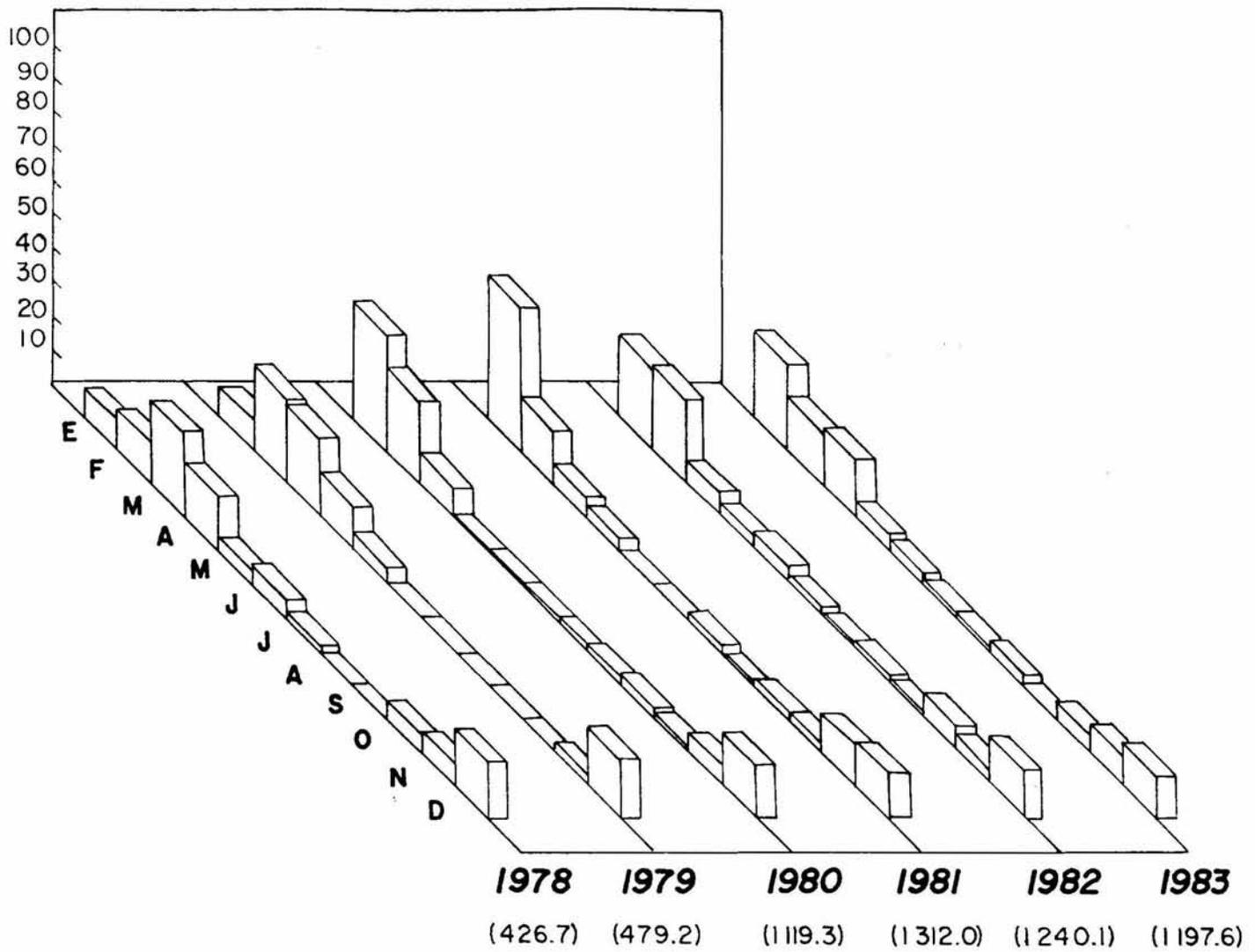


Fig. 2. Tendencia histórica de las capturas (Ton.) de *S. cavalla* en el estado de Yucatán.

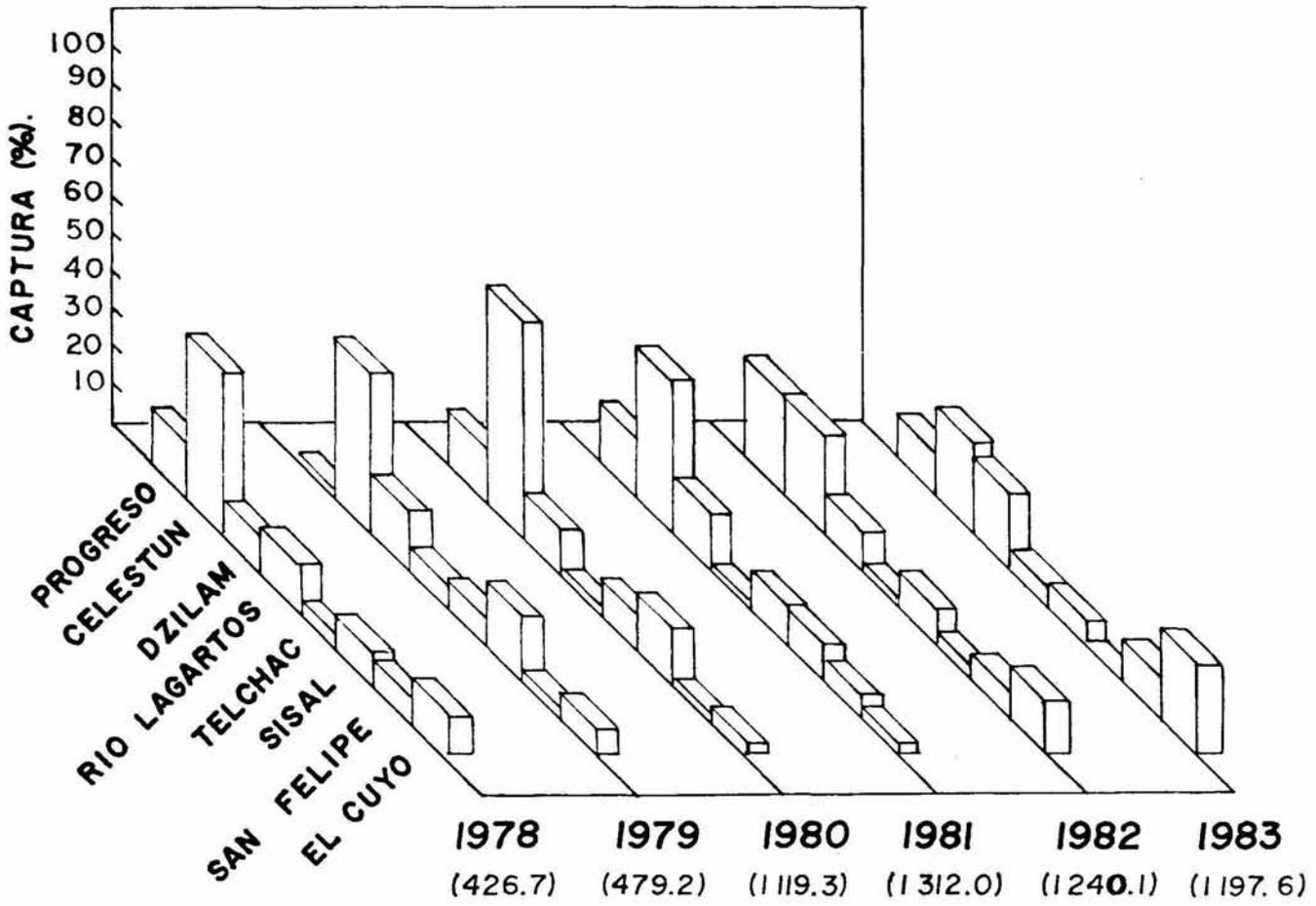


Fig. 3 Tendencia estacional de las capturas (ton.) de S. cavalla agrupadas por año y puerto en el estado de Yucatán.

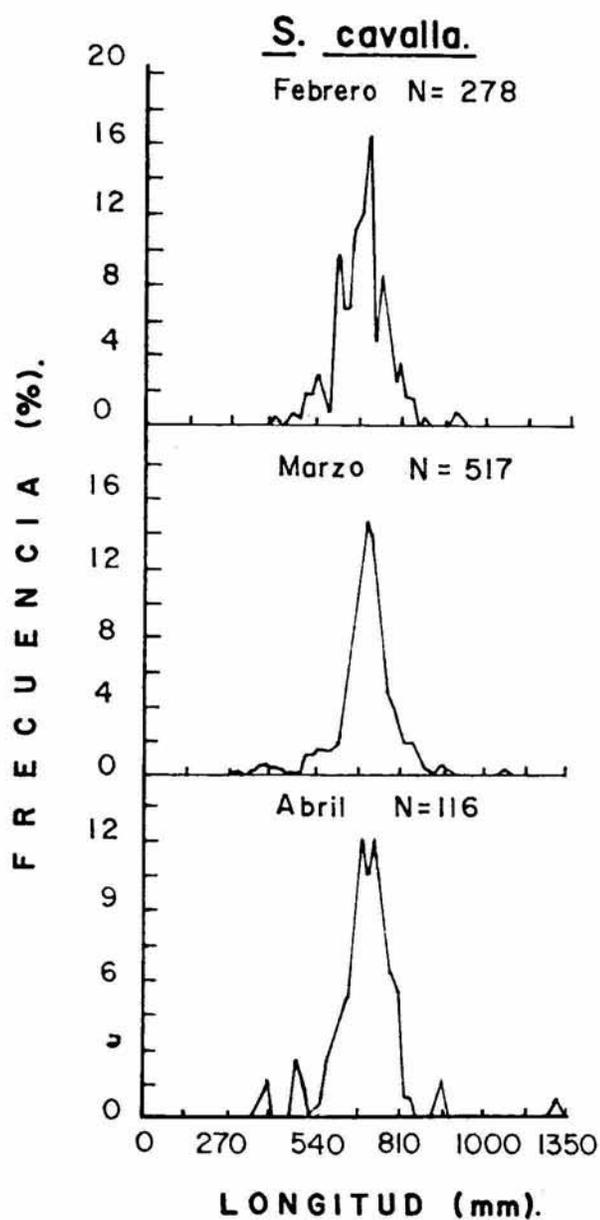


Fig. 4 Distribución de frecuencias de longitudes mensual de S. cavalla de las costas de Yucatán. Período Febrero-Abril de 1984

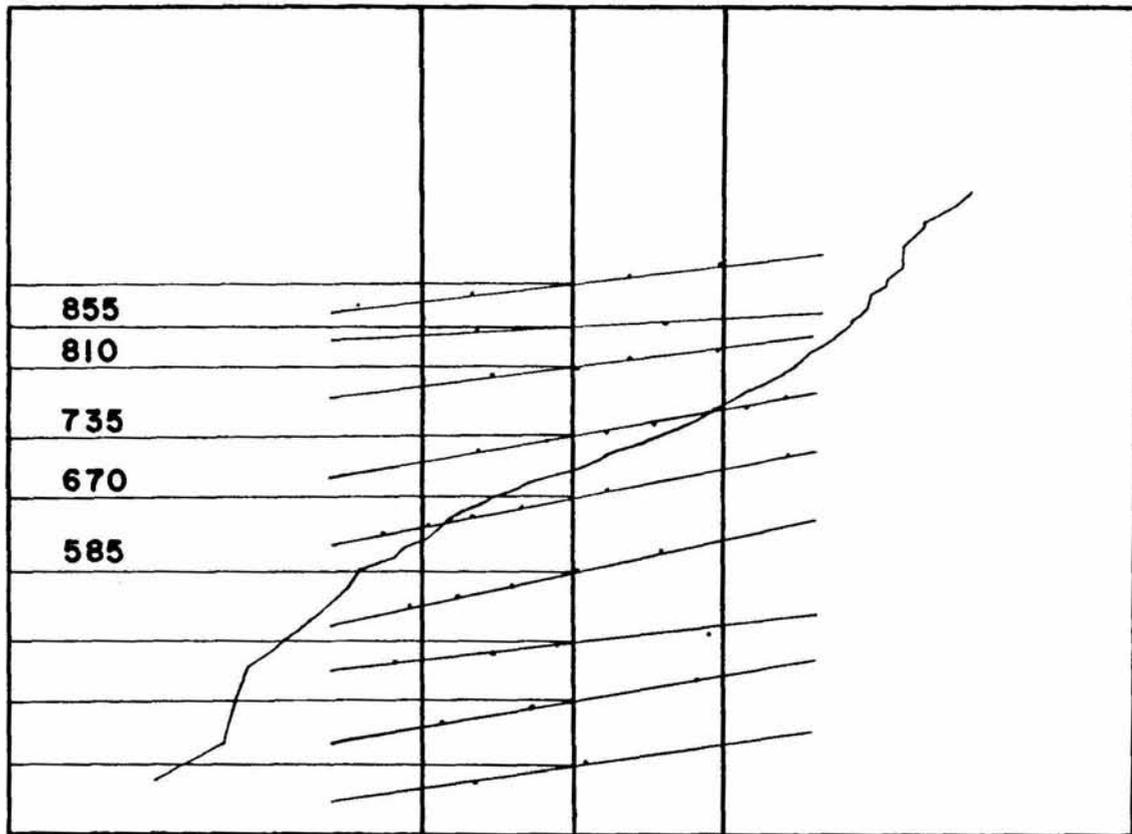


Fig. 5 Identificación de las longitudes promedio por edades mediante la aplicación del método de Cassie para S. cavalla de las costas de Yucatán.

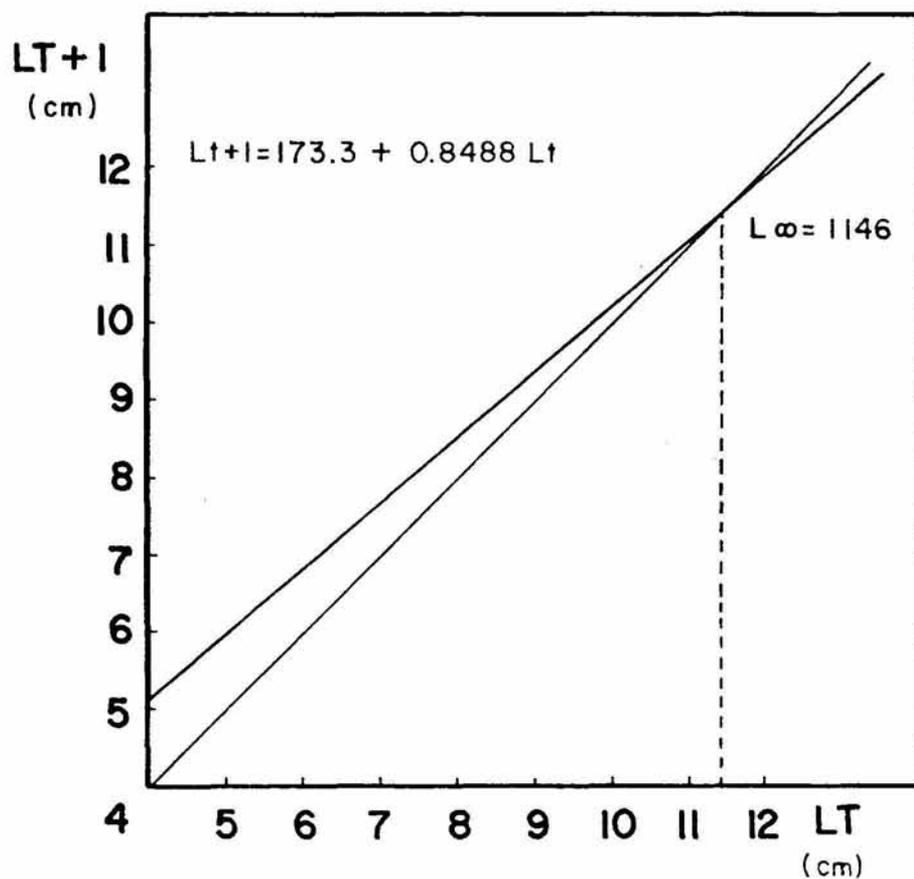


Fig. 6 Transformación de Ford-Walford para determinar la longitud máxima de S. cavalla de las costas de Yucatán.

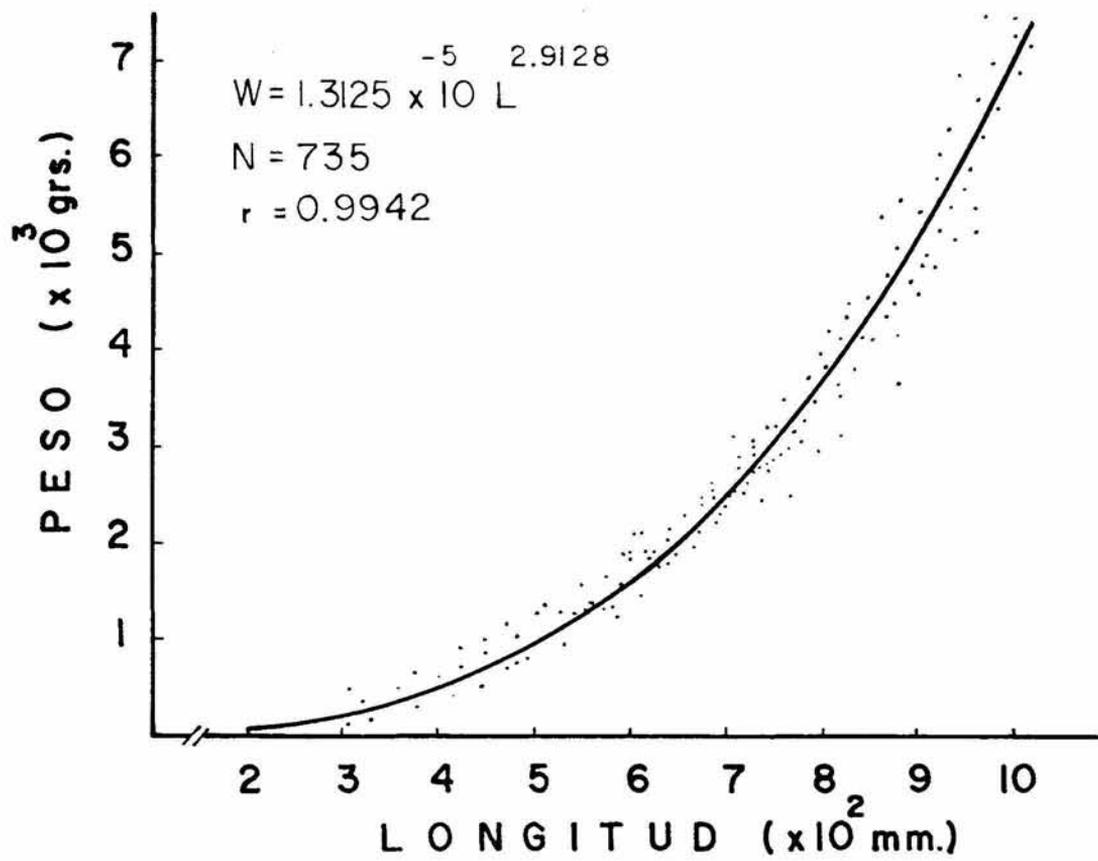


Fig. 7 Relación peso-longitud de S. cavalla de las costas de Yucatán.

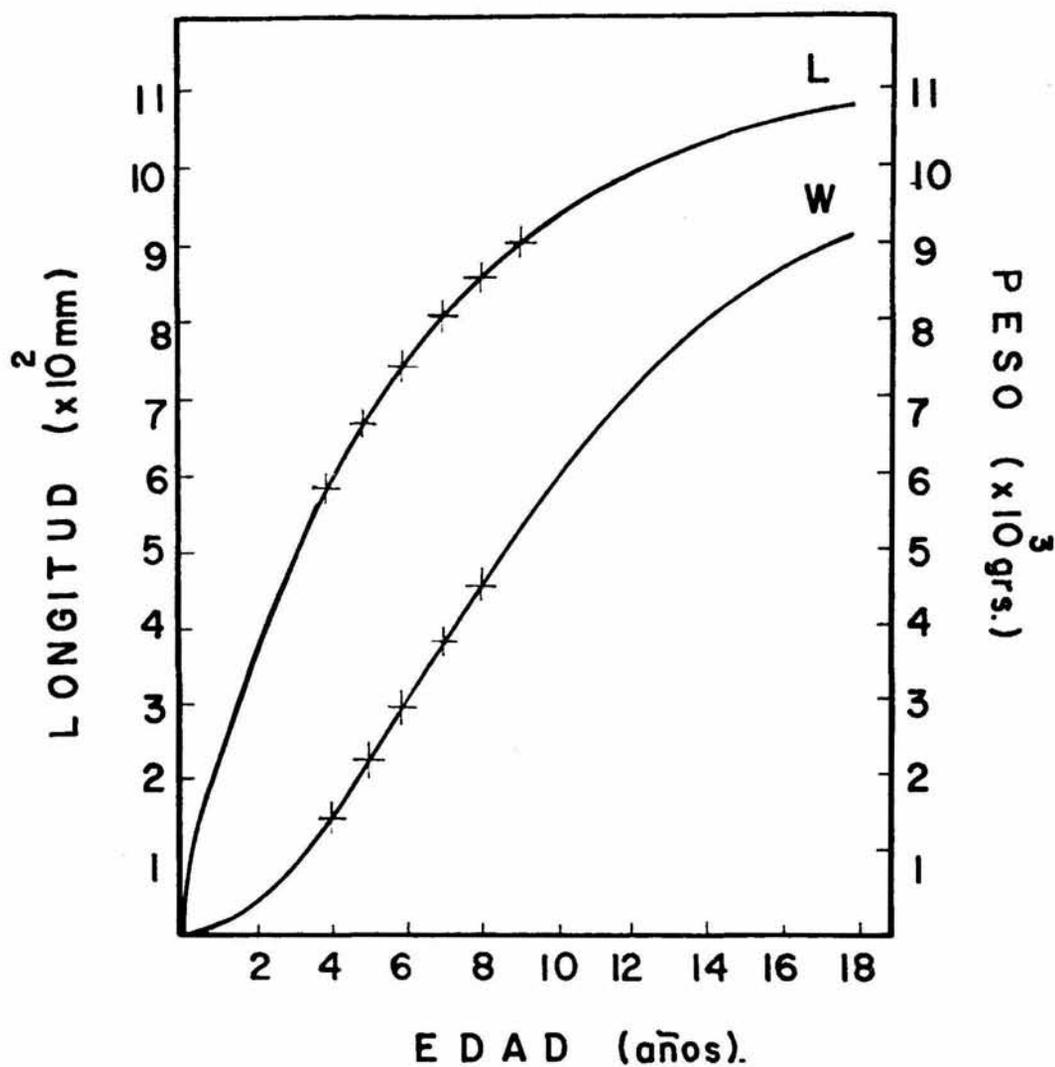


Fig. 8 Curvas de crecimiento longitudinal (L) y ponderal (W) según el modelo de Von Bertalanffy para S. cavalla de las costas de Yucatán.

(+) Valores observados.

$$l_t = 1146 (1 - \exp^{-.1658 (t + .256)})$$

$$W_t = 10\,629 (1 - \exp^{-.1658 (t + .256)})$$

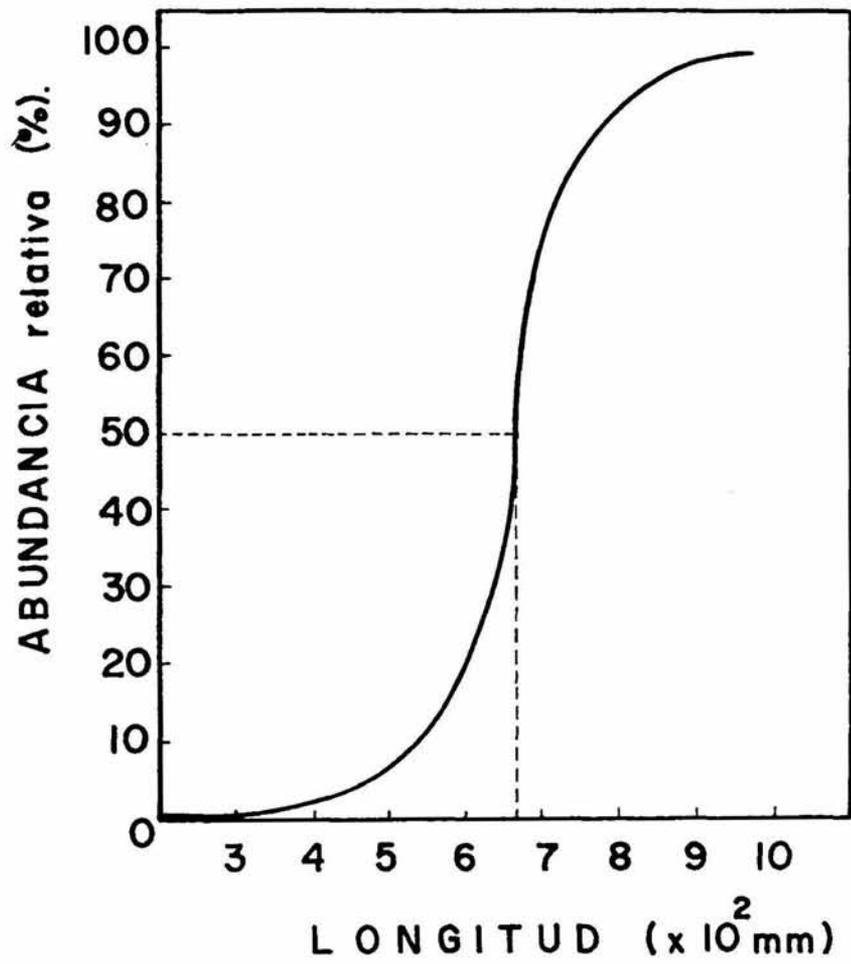


Fig. 9 Curva de selectividad de S. cavalla de las costas de Yucatán.

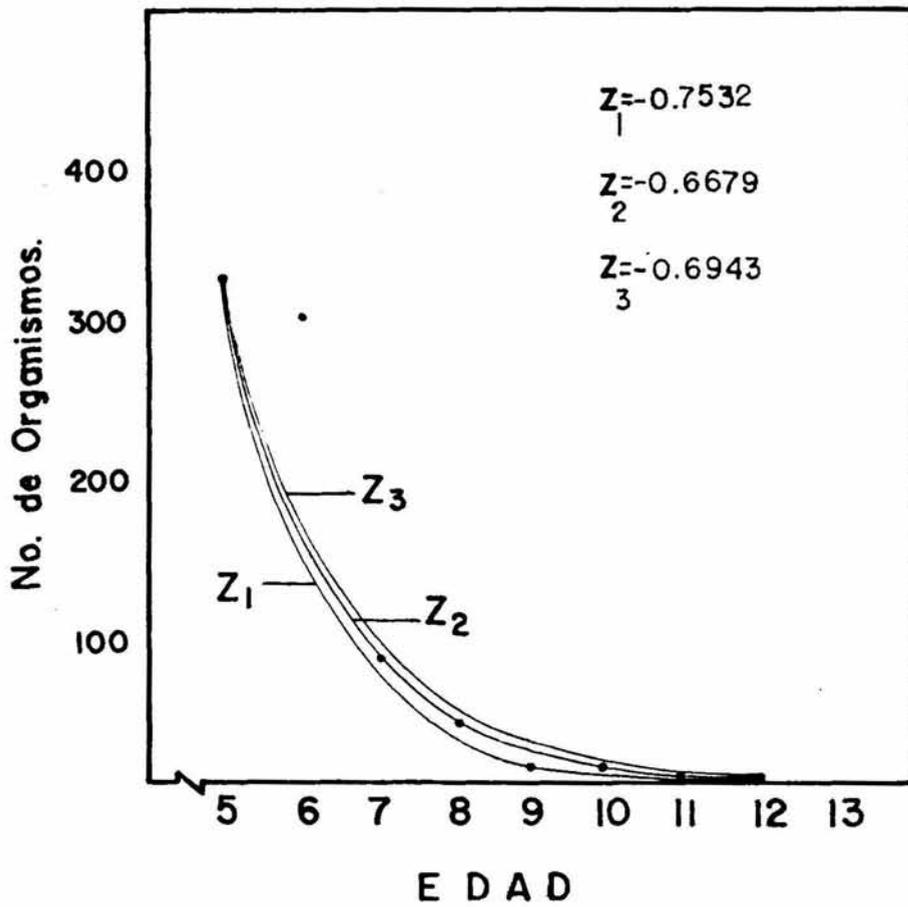


Fig. 10 Curvas de supervivencia estimadas a partir de la estructura por edades de la muestra de S. cavalla

(•) Datos observados.

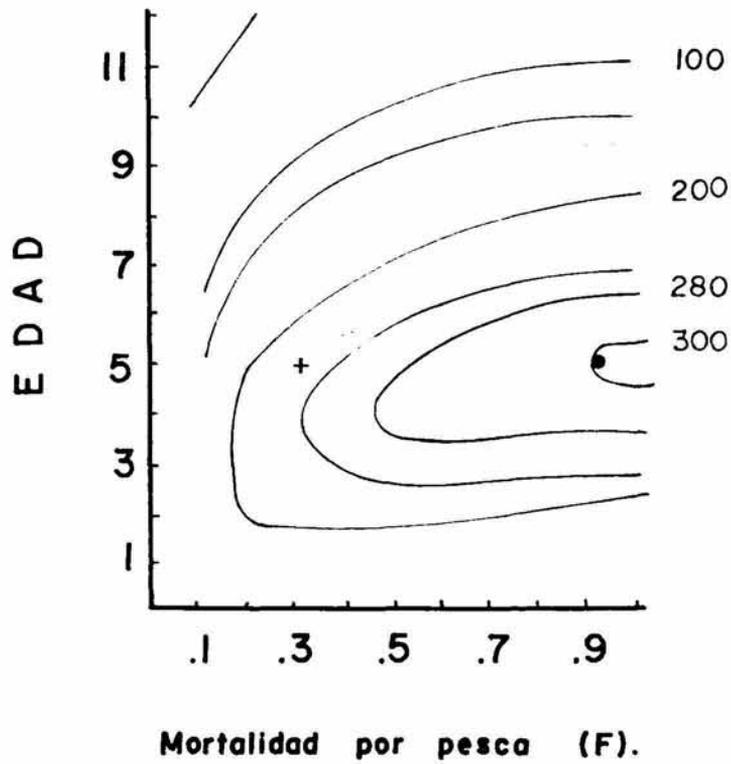


Fig. II Isopletas de rendimiento por recluta para S. cavalla de las costas de Yucatán, según el modelo de Beverton y Holt.

(•) Rendimiento óptimo.

(+) Situación actual.

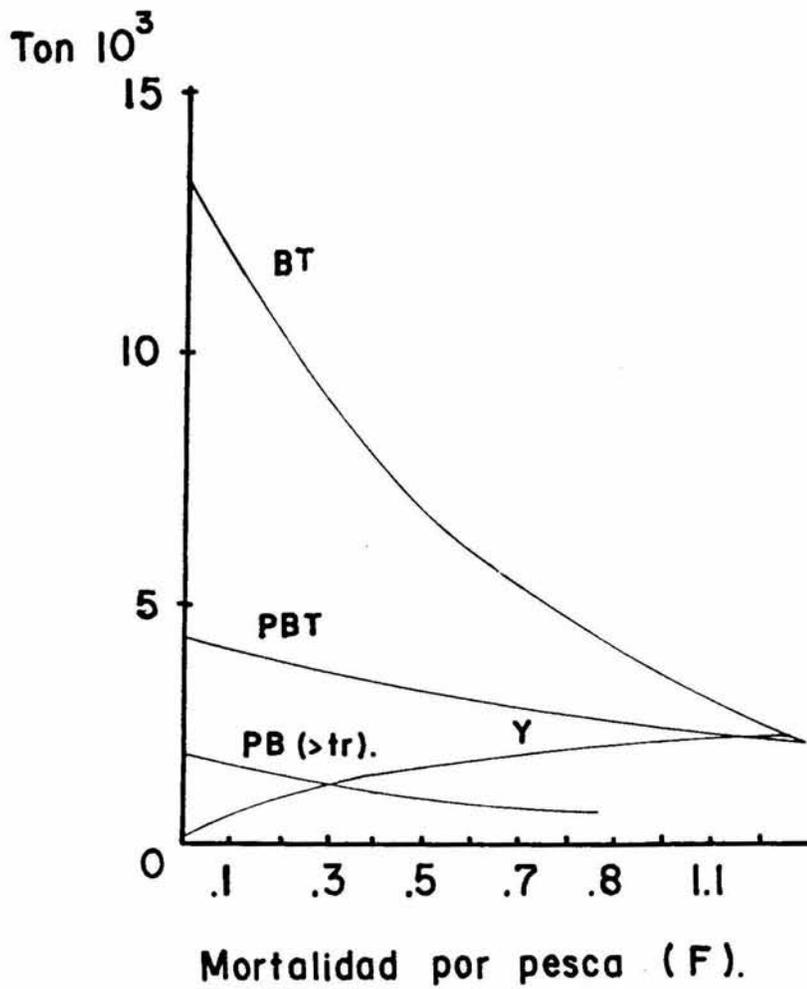


Fig. 12 Cambios en BT, PBT y en función de la mortalidad por pesca (F) para S. cavalla de las costas de Yucatán según el método ANPOVIR.