

ANALISIS PRELIMINAR DE LA POBLACION DE MERO,

Epinephelus morio (Valenciennes)

EN EL BANCO DE CAMPECHE

Takeyuki Doi *

David Mendizabal **

Martín Contreras **

RESUMEN

Este documento fue elaborado para estimar la intensidad óptima de pesca para la población de "mero", *Epinephelus morio* (Valenciennes), en el banco de Campeche durante 1972 a 1976.

Se describen áreas de pesca, aparejos de pesca y tipos de embarcaciones utilizados.

Los siguientes resultados fueron obtenidos de los datos de investigación en estadísticas de captura, crecimiento en talla, relación peso-longitud, composición por edad y análisis del ciclo de vida.

Para el stock explotado el coeficiente de mortalidad total fue $Z=0.48$, para el stock virgen o no explotado el coeficiente de mortalidad natural fue $M=0.33$, para las etapas de huevo a juvenil la mortalidad fue estimada en $M=13.6$. Otros parámetros estimados fueron la mortalidad por pesca $F=0.15$, la tasa de explotación $E=12$ y la biomasa de la población $P=138 \times 10^3$ toneladas métricas.

Además observamos que la tasa real de decremento para los adultos del stock virgen al stock explotado es de 0.46.

Se concluye que el rendimiento máximo sostenible se encuentra debajo del nivel óptimo, ya que es menor al 50% del número de reproductores del stock virgen, por lo que se considera necesaria una adecuada reglamentación de la pesquería.

SUMMARY

This document was elaborated to estimate the optimum fishing intensity for the population of "Mero" *Epinephelus morio*, (Valenciennes), at the Campeche bank during 1972 to 1976.

Fishing areas, fishing gear and vessel types utilized are described.

The following results were obtained from investigation data on fishery statistics, growth in length, lengthweight relationship, age composition and life cycle analysis.

For exploited stock total mortality coefficient was $Z=0.48$, for virgin or non exploited stock natural mortality coefficient was $M=0.33$, for the egg to juvenile stages, mortality was estimated: $M=13.6$.

Other parameters estimated were, the fishing mortality $F=0.15$, the exploitation rate $E=0.12$ and the population biomass $P=138 \times 10^3$ metric tons.

It also has been observed that the real decrement rate for adults from virgin stock to exploited stock is 0.46.

We concluded that the maximum sustainable yield is lower than the optimum level, since it is minor to 50% of the reproductive virgin stock and an adequate fishery regulation is recommended.

* Tokai Regional Fisheries Research Laboratory. Japón

** Instituto Nacional de la Pesca.

Programa de Peces de Escama del Golfo. México.

Trabajo presentado en Ensenada, B.C.N., durante el VI Congreso Nacional de Oceanografía en abril de 1978.

INTRODUCCION

La pesquería de escama de mayor captura entre las especies demersales es la de mero (Foto 1) y su principal centro de desembarque es el Puerto de Yucalpetén, Yuc.

En el Golfo de México durante el período de 1970 a 1976, la captura promedio anual fue de 11,098 toneladas de producto fresco, de la cual el 96% correspondió a Yucatán.

La plataforma continental de la península de Yucatán, se caracteriza por la abundancia de bancos y arrecifes coralinos dispersos sobre fondo calcáreo y por la presencia de sedimentos de origen orgánico.

Los arrecifes más importantes son: Cayo Arcas, Arrecife Triángulos, Cayo Arenas, Arrecife Alacranes y los Bajos del Norte. Se encuentran otros arrecifes más pequeños y más cercanos a la costa como los de Celestún, Madagascar, Sisal, Chelem, Vaymitín, Dzilam, Yalkhul, Río Lagartos y los de Holbox.

Los arrecifes, los bancos de coral y las áreas cubiertas de vegetación, son los lugares más adecuados para la pesca, ya que ahí es donde suele encontrarse el mero. Este tipo de fondos los encontramos desde Celestún hasta Contoy, la captura se realiza en profundidades desde los 7 metros hasta los 59 y los mayores volúmenes se capturan entre los 36 y 59 metros.

MATERIAL Y METODOS

En este trabajo se utilizaron los datos obtenidos de los muestreos realizados en las plantas procesadoras de los puertos de Yucalpetén y Progreso, Yuc., durante el período de 1972 a 1976, con un total de 216,844 ejemplares medidos en longitud total.

El muestreo consistió en lo siguiente: en el momento del desembarco de la captura, se tomó el 10% del total desembarcado y se midió la longitud total de cada ejemplar de la muestra, con el objeto de obtener el peso promedio y la frecuencia de tallas de los peces desembarcados. Se utilizó este porcentaje, porque es la proporción mínima representativa, cuando se presentó un porcentaje mayor, no se alteró la proporción de

La flota "merera" está formada por unidades agrupadas en cinco diseños básicos que son: barco merero, barco arrastrero por popa, barco huachinanguero, bote de construcción y alijo o chalana. El barco merero lleva la cabina en la proa y una pequeña caseta en la popa con la cubierta despejada o con un toldo de lona (Foto 2).

El barco arrastrero es de casco de fierro con la cabina a proa y con la cubierta despejada. El barco huachinanguero lleva la cabina en la popa y la cubierta techada con madera. El bote de construcción no tiene cabina ni caseta, lleva dos palos, uno al centro y el otro en proa. El alijo es un bote de construcción más pequeño de fondo plano, que se utiliza como auxiliar.

Los barcos llevan siete tripulantes en promedio, el bote de construcción cuatro y en cada alijo labora un solo pescador y estos alijos son transportados por el barco o el bote.

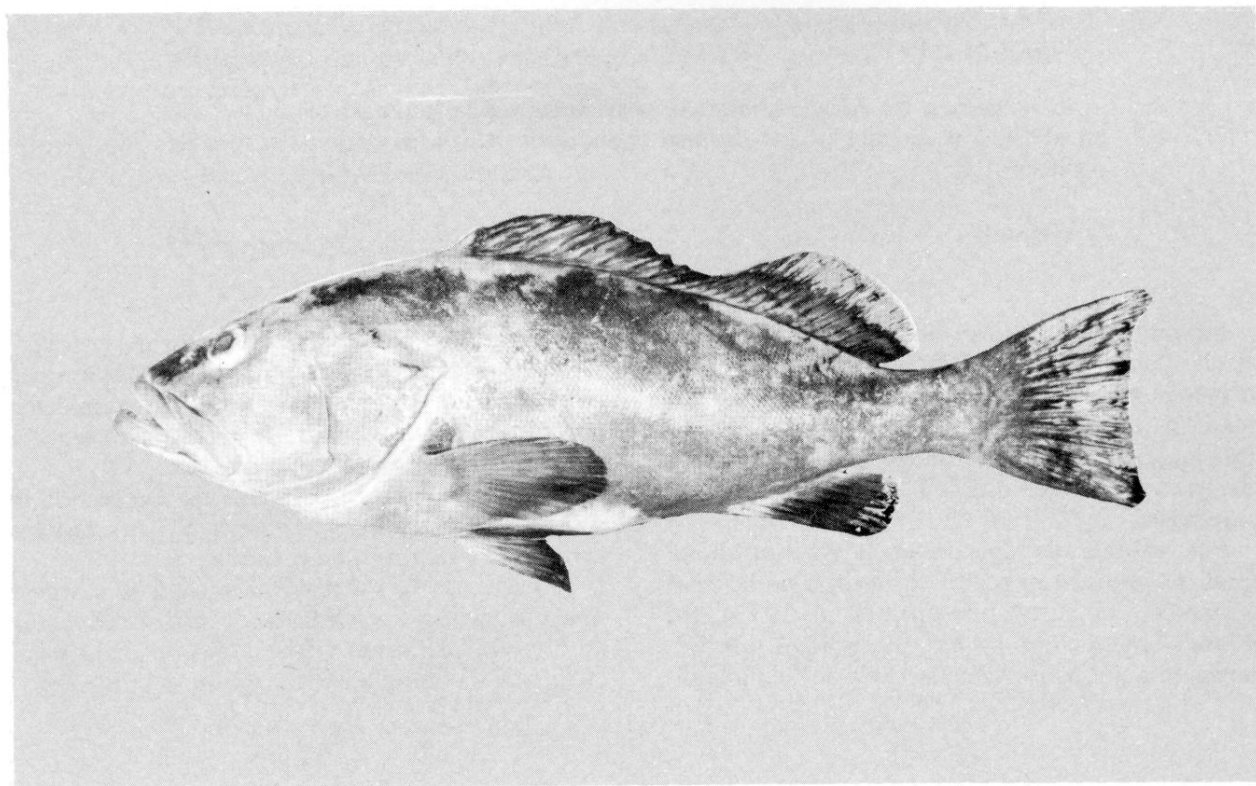
Las artes de pesca empleadas comunmente son cordeles y anzuelos; los cordeles son de monofilamento de nylon del número 90 y los anzuelos de los números 7 y 8.

Los barcos arrastreros utilizan redes con luz de malla de 7 cm en las alas y 5 cm en el copo. Los barcos huachinangueros cuentan con carretes manuales, para las líneas y anzuelos.

la frecuencia de las tallas y cuando se usó un porcentaje menor del 10% se obtenía una figura diferente en cuanto a la distribución de frecuencia de tallas. En varias ocasiones, cuando la captura fue escasa, se muestreó el total, para comprobar la bondad de la utilización del 10% de la captura como mínimo, comprobando que no era necesario utilizar un porcentaje mayor.

La lectura de edades se realizó en los otolitos de 168 ejemplares que se colectaron de enero a diciembre de 1972. Para la lectura de los otolitos se utilizó un microscopio esteroscópico con iluminación reflejada.

La ecuación de crecimiento se calculó según el modelo de Von Bertalanffy de acuerdo a la interpretación de la edad y la talla en el momento de captura:



EL "MERO", *Epinephelus morio*.



EMBARCACION MOSTRANDO LOS ALIJOS.

$$L = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}] \dots \dots \dots (1)$$

La ecuación de relación entre el peso entero y la longitud total, se basó en el peso y la talla de los mismos ejemplares utilizados para la lectura de otolitos:

$$W = a L^3 \dots \dots \dots (2)$$

La tabla de la clave, edad-longitud-peso, se obtuvo con los rangos de longitud para cada grupo de edad y los cuadros de composición por edad, se obtuvieron de la interpolación de los rangos de longitud total de los grupos de edad a las frecuencias de longitud encontradas en los muestreos.

Los valores de sobrevivencia y mortalidad total, se obtuvieron según el método de la edad promedio del autor principal (Doi, 1975). En el stock virgen como no hay mortalidad por pesca, la tasa de sobrevivencia (S_0) de la mortali-

dad natural M , es superior al valor de la sobrevivencia total S , aunque no se puede determinar con exactitud ya que es uno de los parámetros más difíciles de estimar, se trata de obtenerlo a partir del análisis del ciclo de vida.

El ciclo de vida se complementó calculando la sobrevivencia de huevo a larva S''' , de larva a juvenil S'' y de juvenil a preadulto S' .

A partir de la sobrevivencia total se obtiene una estimación aproximada de la sobrevivencia de huevecillos, larvas y juveniles por análisis del ciclo de vida como a continuación se indica:

$$A \text{ (Adultos)} = N_4 (1 + S + S^2 + \dots \dots \dots)$$

$$A = \frac{N_4}{1-S} \dots \dots \dots (3)$$

$$H \text{ (Huevos)} = \frac{Ah}{2} = \frac{N_4 h}{2(1-S)}$$

h = Fecundidad

$$N_0 = HS'''S'' = \frac{N_4 hS'''S''}{2(1-S)}$$

N_0 = Número de juveniles

$$N_1 = N_0 S' = \frac{N_4 hS'''S''S'}{2(1-S)}$$

N_1 = Número de preadultos a la edad de un año.

$$N_2 = N_1 S_0 = \frac{N_4 hS'''S''S'S_0}{2(1-S)}$$

N_2 = Número de preadultos a la edad de dos años.

$$N_3 = N_2 S_0 = \frac{N_4 hS'''S''S'S_0^2}{2(1-S)}$$

N_3 = Número de preadultos a la edad de tres años.

$$N_4 = N_3 S = \frac{N_4 hS'''S''S'S_0^2 S}{2(1-S)}$$

N_4 = Número de adultos a la edad de cuatro años.

$$\text{Por lo tanto } 1 = \frac{hS'''S''S'S_0^2 S}{2(1-S)} \dots \dots \dots (4)$$

En el stock virgen la mortalidad está representada por la mortalidad natural de modo que podemos establecer la siguiente igualdad $S = S_0$, entonces la ecuación (4) se transforma en:

$$1 = \frac{hS'S''S'''S_0^3}{2(1-S_0)} \quad \text{o bien:}$$

$$S'S''S''' = \frac{2(1-S_0)}{hS_0^3} \quad \dots\dots\dots (5)$$

La mortalidad por pesca F se obtuvo con el valor de la mortalidad natural M , en la ecuación que relaciona la sobrevivencia con la mortalidad

$$F = Z - M \quad \dots\dots\dots (6)$$

La tasa de explotación se obtuvo utilizando la mortalidad por pesca, la mortalidad natural y la sobrevivencia total en la ecuación correspondiente:

$$E = \frac{F}{Z} (1-S) \quad \dots\dots\dots (7)$$

El tamaño de la población se calcula con el cociente de la captura entre la tasa de explotación y se utilizó la suma de la captura anual del banco de Campeche, registrada en México y Cuba para el período estudiado:

$$P = \frac{C}{E} \quad \dots\dots\dots (8)$$

El índice relativo de biomasa se calcula de los valores estimados de la mortalidad natural M y de la mortalidad por pesca F y los valores calculados en peso por grupo de edad.

Los índices relativos de adultos reproduc-

tores se obtienen de la relación entre la sobrevivencia de los adultos reproductores S (mayores de tres años de edad) y la diferencia de éstos al total de biomasa como unidad $(1-S)$.

$$\left(\frac{S}{1-S}\right) \quad \dots\dots\dots (9)$$

El decremento de los índices relativos de adultos reproductores es la proporción entre los co-

cientes de la sobrevivencia del stock virgen y el stock explotado.

RESULTADOS

$$W = 0.0000138^3$$

1. Crecimiento y relación peso-longitud.

Se presenta la ecuación del crecimiento en cm. calculado para la longitud total.

$$L = 80.2 \left[1 - e^{-0.159(t + 1.21)} \right]$$

La relación peso-longitud calculada en base al peso entero en gr. y a la longitud total en cm., como se ilustra en la Figura núm. 1.

La clave edad-longitud total y edad-peso entero se presenta en la Tabla núm. 1 de acuerdo a M. Contreras (1972).

2. Ciclo de vida.

Adoptando la fecundidad reportada por M. Moe (1969) de $h = 1.5 \times 10^6$ ovulos, los valores de S_0 , S' , S'' , S''' , se calculan a través de la ecuación (5), como se muestra en la Figura 2 y en la Tabla 2.

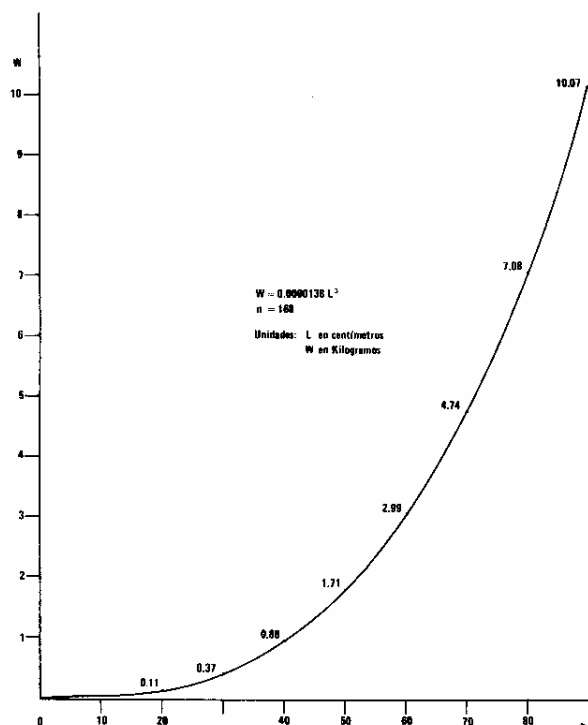


Fig. 1 RELACION PESO ENTERO-LONGITUD TOTAL DEL MERO EN 1972

$$W = 0.0000138 L^3$$

$n = 168$

Unidades: L en centímetros
 W en kilogramos

TABLA 1 CLAVE. EDAD – LONGITUD – PESO

EDAD	Long. total en cm.	Media de la long. total calculada	Peso en Kg. calculado.
0	20-23	14.0	0.04
1	24-27	23.8	0.19
2	28-34	32.1	0.46
3	35-42	39.1	0.63
4	43-47	45.2	1.28
5	48-52	50.3	1.76
6	53-56	54.7	2.25
7	57-60	58.5	2.77
8	61-63	61.7	3.25
9	64-65	64.4	3.69
10	66-67	66.7	4.10
11	68-69	68.6	4.46
12	70-72	70.4	4.48
13	72	71.8	5.12
14		73.1	5.40
15		74.1	5.62
16		75.0	5.83
17		75.8	6.02
18		76.4	6.16
19		77.0	6.31
20		77.4	6.41

$$L = 80.2 \left[1 - e^{-0.159(t+1.21)} \right]$$

$$W = 0.0000138 L^3$$

Unidades: L en centímetros
 W en kilogramos

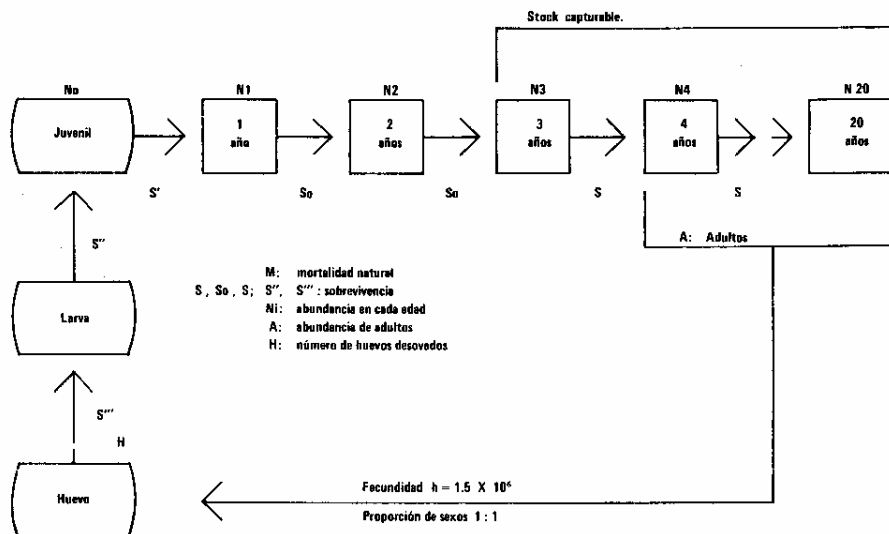


Fig. 2 CICLO DE VIDA

S₀	M₀	S' S'' S'''	M' M'' M'''
0	∞	∞	
0.1	2.30	0.0012	6.72
0.2	1.81	0.000133	8.92
0.3	1.20	0.0004	10.2
0.4	0.92	0.0000129	11.3
0.5	0.69	0.0000053	12.1
0.6	0.51	0.0000029	12.9
0.7	0.36	0.000001165	13.7
0.8	0.22	0.000000921	14.5
0.9	0.11	0.000000182	15.5
1.0	0	0	

$h = 1.5 \times 10^6$	$S' S'' S''' = \frac{2}{h} \cdot \frac{1 \cdot S_0}{S_0^3}$
$M_0 = -\log S_0$	$M' M'' M''' = -[\log S' + \log S'' + \log S''']$

Los datos mensuales de frecuencia en longitud para los años de 1972 a 1976 fueron distribuidos de acuerdo a los grupos de edad para formar los cuadros de composición por edades como se indica en las tablas 3 a 7.

Las tasas de sobrevivencia y mortalidad total fueron calculadas por mes y por año como se observa al final de los cuadros de composición de la captura por edades, resultando un valor promedio anual para el período en estudio de $S=0.62$ y de $Z=0.48$.

En el stock virgen cuando no hay mortalidad por pesca (sólo la mortalidad natural M), la tasa de sobrevivencia S_0 es más alta que el

MERO 1972

Long. Total	EDAD	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Frec. por edad
CM.														
20-23	0	N	0	14	0	1	3	0	0	0	0	0	0	18
24-27	1	O	18	51	13	11	28	10	2	10	8	11	7	169
28-34	2		260	589	300	112	198	338	230	417	448	284	131	3307
35-42	3	H	454	582	887	364	748	1253	1531	912	1202	896	430	9259
43-47	4	A	158	322	481	251	490	887	1002	397	581	521	225	5315
48-52	5	Y	59	333	382	220	352	556	685	260	357	430	107	3741
53-56	6		52	272	239	136	219	331	400	106	184	244	60	2243
57-60	7	D	34	288	182	91	218	237	302	72	127	136	40	1727
61-63	8	A	5	122	95	48	124	164	153	32	76	74	17	980
64-65	9	T	6	118	42	30	65	80	103	8	55	44	21	572
66-67	10	O	3	115	35	12	43	58	67	14	30	25	17	419
68-69	11	S	0	124	28	12	44	65	60	21	48	12	30	444
70-72	12		2	152	53	11	56	124	108	18	62	4	18	608
72	> 12		2	353	60	19	98	389	154	36	144	1	48	1304
TOTAL			1053	3435	2797	1318	2686	4492	4797	2303	3322	2682	1151	30036
			a = Edad Mínima = 3				Edad Máxima = 12				$\Delta = 12 - a = 9$			
\bar{X} = Edad Media			3.861	6.118	4.799	4.840	5.072	4.939	4.832	4.173	4.549	4.507	4.565	
$(\bar{X} - a) = K$			0.861	3.118	1.799	1.840	2.072	1.939	1.832	1.173	1.549	1.507	1.565	
S			0.45	0.85	0.65	0.65	0.70	0.70	0.65	0.55	0.60	0.60	0.60	
MEDIA S = 0.636														
Z = 0.452														

valor de la sobrevivencia total de $S=0.62$, en la tabla 2 es más alta de 0.7. Si asumimos que $S'S''S''' = \frac{1}{1.000.000}$ en una estimación disponible, S_0 es igual a 0.72, $M=0.33$ y $-\log S' + \log S'' + \log S''' = 13.6$, entonces la mortalidad de 13.6 parece estar situada en los siguientes valores: $-\log S' = 10$, $-\log S'' = 3$ y $-\log S''' = 0.6$.

6. Mortalidad por pesca F y tasa de explotación.

En la sección 4 se estimó la mortalidad total Z en 0.48 y en la sección 5 la mortalidad natural M en 0.33 por análisis del ciclo de vida. Por lo que si $F = 0.15$ de explotación, E es igual:

$$E = \frac{F}{Z} (1 - e^{-Z}) = \frac{0.15}{0.48} (1 - 0.62) = 0.12$$

7. Tamaño de la población.

Las capturas de mero en México para el Banco de Campeche (I.N.P. 1976) para los años de 1972 a 1976 fueron respectivamente de 13,811, 11,434, 13,121, 11,324 y 9,779 tone-

ladas. Para Cuba también en el Banco de Campeche (F.A.O., 1976) de 1972 a 1975 la captura fué respectivamente de 5,800, 5,500, 4,000, 4,000 toneladas anuales; para 1976 se consideró la misma captura reportada para el año de 1975. A partir de la suma del promedio anual de captura de ambos países se procedió a estimar el tamaño de la población P para

cada año a través de la ecuación $P = \frac{C}{E}$ obteniéndose los siguientes valores: 163×10^3 , 141×10^3 , 143×10^3 , 128×10^3 y 115×10^3 toneladas para los años de 1972 a 1976 respectivamente. Finalmente el promedio teórico del tamaño de la población quedó estimado en 138×10^3 toneladas.

8. Nivel óptimo de la intensidad por pesca.

8-1 Biomasa.

La biomasa representada por un índice relativo se calcula de los valores estimados de mortalidad natural M y de la mortalidad por pesca F, no solamente en el stock virgen sino además en la fase explotada. La Figura 3 muestra el resultado calculado a partir de la tabla 8.

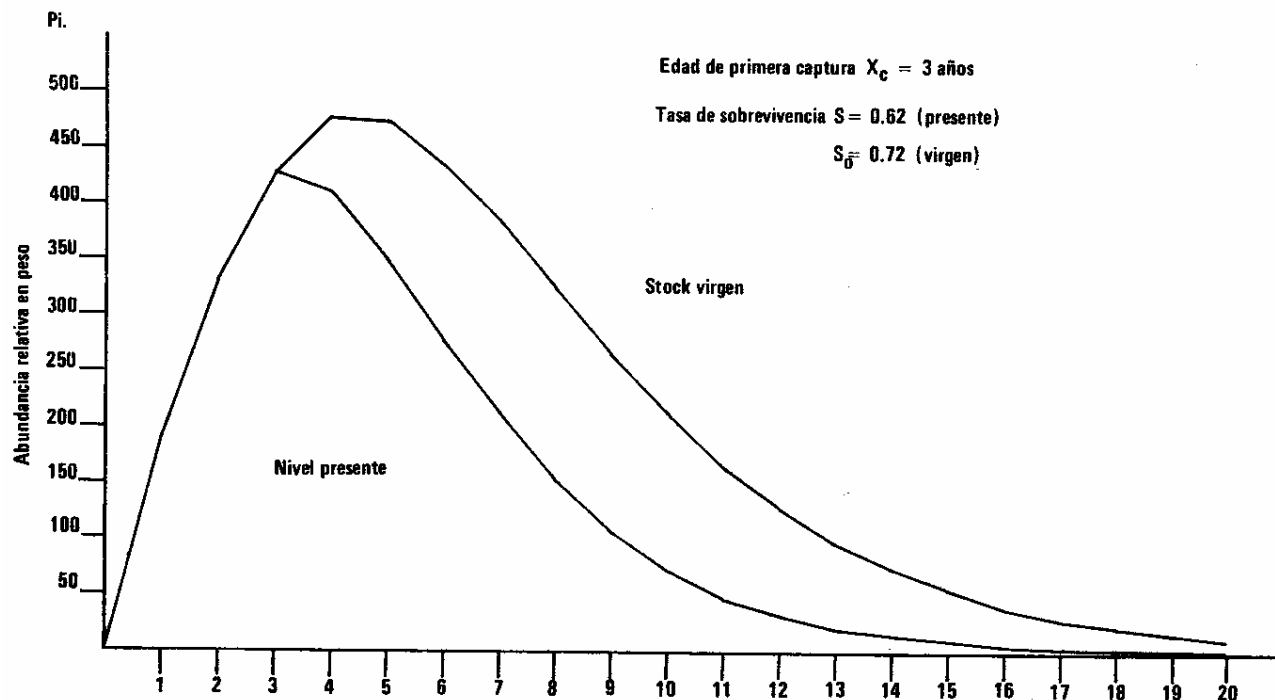


Fig. 3 Comparación del nivel presente de la población con el stock virgen en abundancia relativa de biomasa por edad.

TABLA 8. ABUNDANCIA RELATIVA DE BIOMASA

EDAD	PESO Kg.	Abundancia relativa en Número (Ni).		Abundancia relativa en peso (pi)	
		stock virgen	nivel presente	stock virgen	nivel presente
0	0.04	1000	1000	190	190
1	0.19	720	720	331	331
2	0.46	518	518	429	429
3	0.83	373	321	477	411
4	1.28	269	199	473	350
5	1.76	193	123	434	277
6	2.25	139	77	385	213
7	2.77	100	47	325	153
8	3.25	72	29	265	107
9	3.69	52	18	213	74
10	4.10	37	11	165	49
11	4.46	27	7	130	34
12	4.82	19	4	97	20
13	5.12	14	3	75	16
14	5.40	10	2	56	11
15	5.62	7	1	40	6
16	5.83	5	.6	30	4
17	6.02	4	.4	24	2
18	6.16	3	.2	18	1
19	6.31	2	.2	12	1
20	6.41				
Stock virgen		$X_c = 3$ años			
Nivel presente		$X_c =$ Edad de primera captura			
		$S_o = 0.72$			
		$S_o = 0.62$			

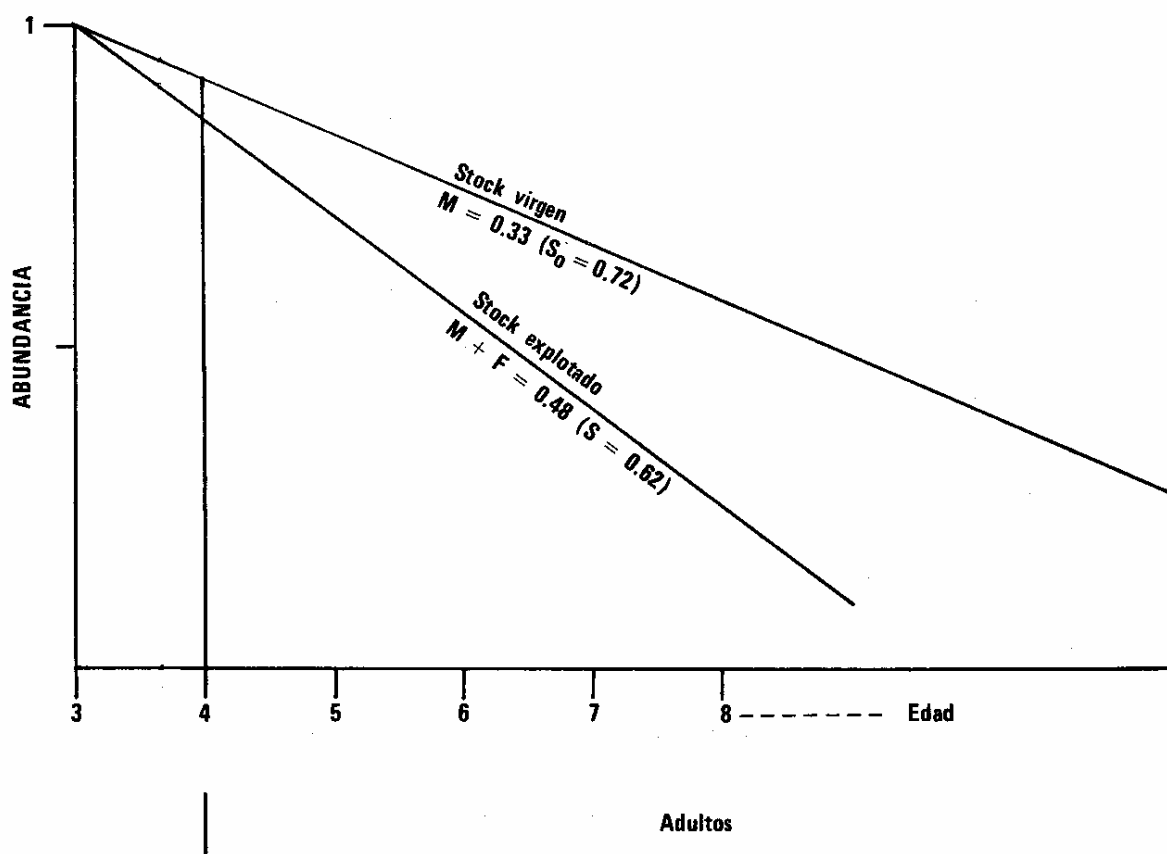


Figura 4. Diagrama esquemático del cambio de abundancia de los adultos.

8-2 Decremento de adultos reproductores.

La reproducción es el factor más importante que debe ser tomado en consideración cuando se discute el problema poblacional. El cálculo para obtener índices relativos de los adultos reproductores es el siguiente:

$$\text{Stock virgen. Adultos: } \frac{0.72}{1-0.72} = 2.5$$

$$\text{Stock presente explotado. } \frac{0.62}{1-0.62} = 1.7$$

$$\text{Tasa de decremento} = \frac{1.7}{2.5} = 0.68 = 68\%$$

El reclutamiento en el stock virgen está situado a la edad de cuatro años y el reclutamiento en el stock explotado a la edad de tres años de manera que es necesario

hacer un ajuste para obtener la tasa real de decremento ya que no se tiene el mismo número de adultos a la edad de reproducción y éste es proporcional al cuadrado de la tasa obtenida inicialmente, por lo tanto: $(0.68)^2 = 0.46$.

IV DISCUSION

La ecuación (4) es una condición para el estado de equilibrio de una población; si el segundo miembro de la ecuación (4) es menor de 1, la población decrece año tras año; y si por el contrario, es mayor de 1, la población se incrementa, por lo que si la intensidad de pesca llega a ser muy fuerte, la abundancia de los adultos reproductores decrece.

La mortalidad natural M se estima a partir del análisis del ciclo de vida, esta no es una estimación característica, ya que tiene algo de varian-

za. Si la mortalidad natural fuese menor de 0,33, como se adoptó, la mortalidad por pesca sería mayor de 0.15, la tasa de explotación mayor de

0.12, la abundancia presente menor de 138×10^3 tons. y la tasa de decremento de los adultos reproductores sería menor de 0.46.

CONCLUSIONES

En términos generales y por definición el nivel de máxima captura sostenible se encuentra situado aproximadamente en el nivel en que la población adulta representa la mitad de los adultos del

stock virgen. Desde este punto de vista el nivel del stock presente está por debajo del nivel óptimo. Si capturamos más peces el mecanismo de reproducción resultará alterado.

RECOMENDACIONES

El valor más alto de biomasa en el stock virgen está situado sobre la edad 4; por consiguiente sería bueno prohibir la captura hasta la edad 4; pero como el aparejo de pesca es el anzuelo, es difícil poner en práctica la prohibición del uso de anzuelos pequeños a menos que se limitara el área de pesca o la temporada de captura durante la época de desove, por lo que se considera necesaria una reglamentación mas adecuada de la pesquería.

Se requiere obtener la información correspondiente a muestreos de capturas de tallas pequeñas provenientes de embarcaciones menores que operan cercanas a la costa, ya que los datos del presente trabajo provienen de capturas de embarcaciones mayores.

Es importante ampliar los estudios correspondientes a la biología de esta especie en el banco de Campeche.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal del C. I. P. de Yucalpeten su valiosa participación en la colecta del material para este estudio.

LETERATURA CITADA

- Doi T. 1975. Análisis matemático de poblaciones pesqueras. Compendio para uso práctico. *Instituto Nacional de Pesca. INP/SI*: m12.
- F.A.O. 1976. Anuario estadístico de pesca. Capturas y desembarques. *F.A.O.* Vol. 40.
- I.N.P. 1976. Informe preliminar para un calendario pesquero. Correspondiente al Quinquenio 1970-1974. Avance de Trabajo I y II (Documento interno) Subsecretaría de Pesca. I.N.P. Jefatura de Servicios Técnicos. México, D.F.
- I.N.P. s/f. Interpretación y Representación Gráfica de Información Pesquera. Correspondiente al Decenio 1968-1977 (trabajo en proceso) D.P.- D.G.I.N.P. Oficina de Consultoría e Información Técnica.
- Moe, M.A. Jr. 1969. Biology of the red grouper, *Epinephelus morio* (Valenciennes), from the Eastern Gulf of Mexico, Fla. Bd. Conserv. Mar. Lab., Prof. Pap. Ser., 10: 1-95.