
LA PESQUERIA DE CAMARON DE
ALTA MAR EN EL NOROESTE: Un análisis biológico/pesquero

Daniel Lluch Belda

SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

SUBSECRETARIA DE PESCA

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

Programa Camarón del Pacífico

México 1974

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
PROGRAMA CAMARON DEL PACIFICO

Jefatura Biól. Daniel LLuch B.

Laboratorio Central

Responsable: Biól. Mirna Cruz R.

P. de Biól. Guadalupe Rodríguez
P. de Biól. Arturo Muhlia
P. de Biól. Pedro G. Sáenz
P. de Biól. Germinal Marcet
P. de Biól. Adolfo Sepúlveda

Estación de Investigación Pesquera de Guaymas, Son.

Responsable Regional Biól. Ma. Concepción Rodríguez de la C.

P. de Biól. Martina García
P. de Biól. Rubén Galicia
Aydt. téc. Fausto Paredes
Aydt. de Biól. José Flores

Estación de Investigación Pesquera de Mazatlán, Sin.

Responsable Regional Ocean. Rubén Soto L.

P. de Biól. Humberto Pedraza
C. Carlos Guilbot
C. Remigio Bush
T.P. Marco A. Ozuna
T.P. Narciso Corona

Estación de Investigación Pesquera de Salina Cruz, Oax.

Responsable Regional Isaias E. Reyna

T.P. Efraín Juárez
C. Tamariz Herranz

Agradecimientos

Muchas personas han participado, directamente, en la elaboración de este trabajo. Todo el equipo técnico del Programa Camarón - del Pacífico intervino en sus esferas de competencia para conseguir y procesar los datos necesarios. Especialmente para este trabajo, el grupo de Mazatlán, bajo la dirección del Ocean. Rubén Soto, se esforzó en conseguir información directa.

Mirna Cruz R., responsable del grupo central, dirigió el procesamiento de los datos crudos para calcular número de individuos. La sección de Procesamiento de Datos, a cargo de Humberto Pérez H., suministró muchos de los datos necesarios, incluyendo procesamiento automático del Registro de Viajes.

Pedro G. Sáenz M. intervino activamente en el análisis de la temporada 1969/70 de Mazatlán y en desarrollar los procedimientos generales. Arturo Muhlia M. ha contribuido con dedicación al planteamiento, formulación y corrección del modelo de la pesquería.

El manuscrito ha sido leído y hemos recibido crítica valiosa del Biól. Héctor Chapa, Ing. Marco A. Uribe R., Cap. Octavio Díaz G., Ing. Luis Kasuga O. y Dr. Alejandro Villamar C.

Los errores que puedan haberse colado son, como siempre, responsabilidad única del autor.

Introducción

Mucho se ha escrito en últimas fechas acerca de la pesquería de camarón en el noroeste. El descenso general en las capturas por barco, la implantación de los equipos gemelos de pesca, etc., han tenido como efecto acrecentar extraordinariamente el interés del sector pesquero.

El presente informe pretende dar a conocer un análisis biológico/pesquero de la pesquería de camarón de alta mar en el noroeste, señalando que factores pueden haber ocasionado la declinación de la captura.

Está basado en dos análisis diferentes: el primero, histórico, se basa en información de carácter general, consignada mayormente en estadísticas oficiales. El segundo, un análisis de la temporada - 1969/70 de la flota de Mazatlán, está basado en información que el Instituto Nacional de Pesca ha recabado especialmente para estos fines.

No pretendemos, en forma alguna, que el presente informe sea exhaustivo. Están en proceso de integración varios más y esperamos contar con la colaboración de los diversos sectores involucrados para obtener la información que se requiere.

Sin embargo, creemos necesario dar a conocer los avances que hemos logrado, especialmente en lo que se refiere al cálculo de parámetros poblacionales.

Como tercera parte de este informe se presenta un modelo matemático de la pesquería, que está siendo ampliamente utilizado para simular distintos regímenes de pesca. Los resultados completos se publicarán en breve.

Finalmente, se presenta aquellas conclusiones y recomendaciones - que se derivan de los análisis antes mencionados.

Todos los datos que se han utilizado en este trabajo, así como las operaciones parciales del análisis realizado, son del dominio público o están a la disposición de cualquiera que en ellos se interese.

Agradeceremos la crítica constructiva y la colaboración para futuros trabajos.

Análisis histórico de la producción

La gráfica de producción total de camarón de alta mar en el Pacífico (fig. 1) muestra un descenso relativo a partir de 1962, con dos temporadas críticas: 1962/63 y 1968/69. Conjuntamente, la línea que indica el número de barcos registrados en operación muestra un aumento consistente (aunque con tendencia a estabilización a partir de 1960).

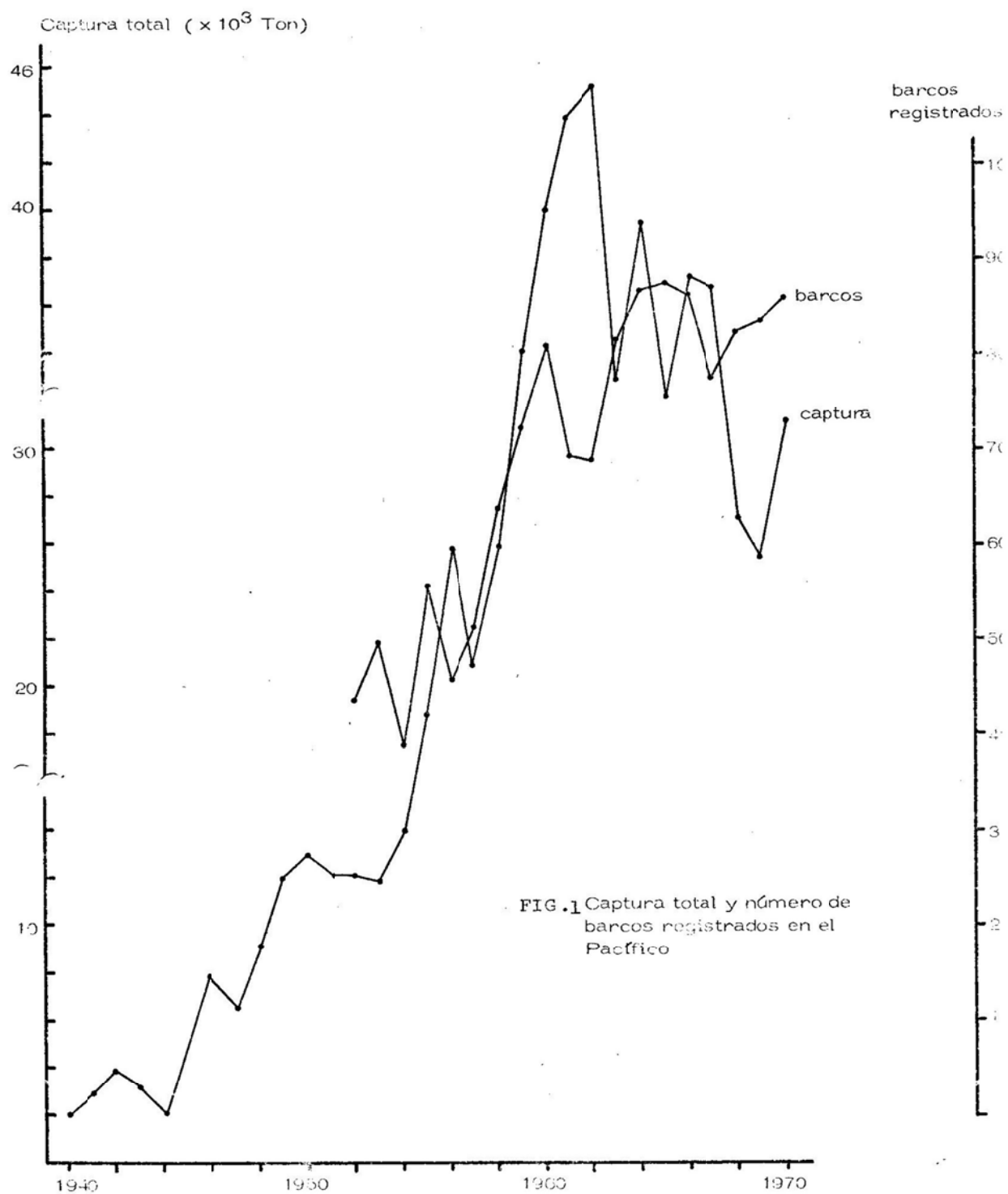
Por otra parte, es claro que la declinación de la captura total se debe esencialmente a la captura de alta mar, ya que la tendencia en producción de esteros se ha mantenido más o menos constante en la última década, a pesar de la disminución notable (aunque temporal) en 1964 (fig. 2).

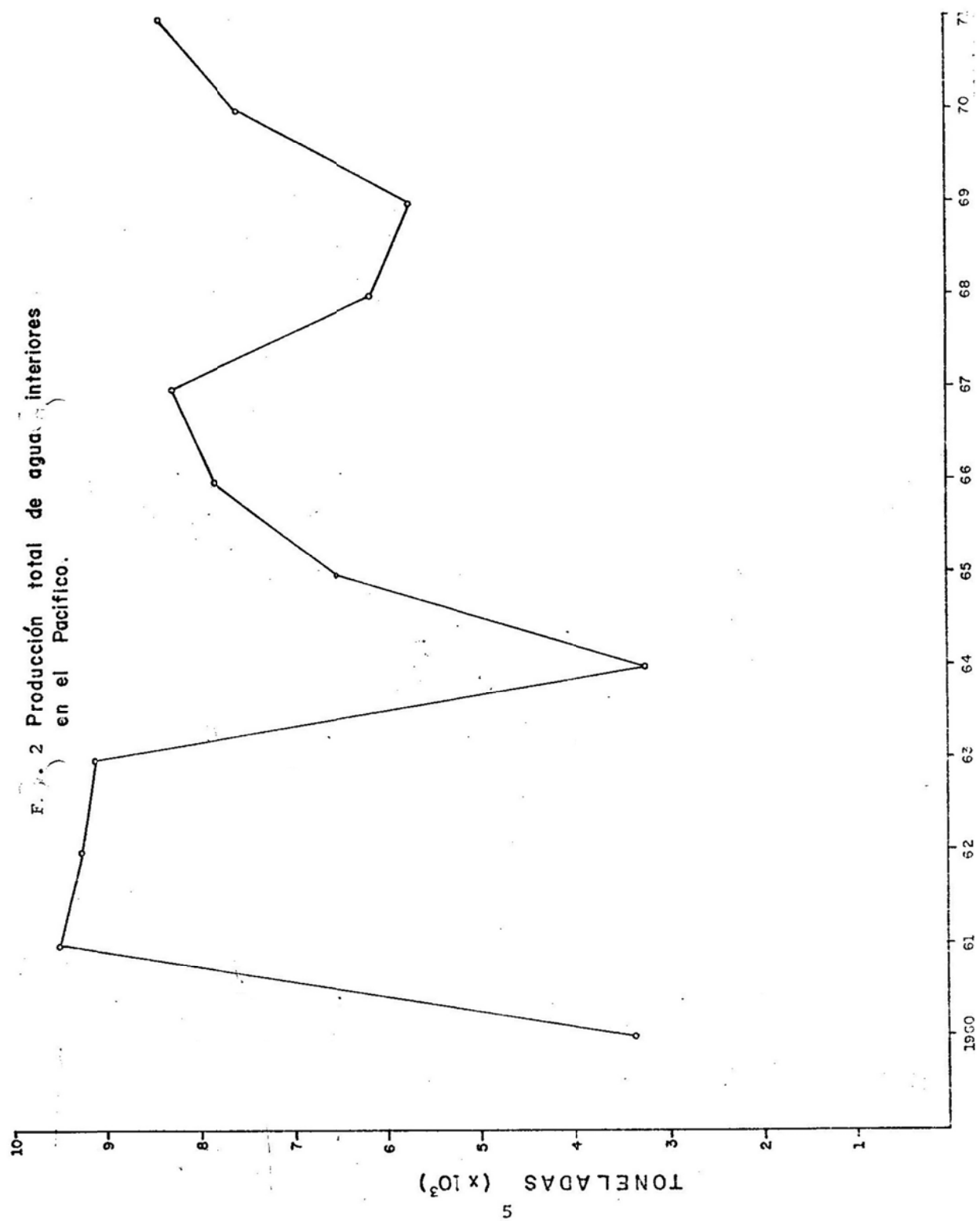
Los principales puertos responsables de la declinación, son claramente, Mazatlán y Guaymas (figs. 3 y 4), aun cuando la baja se sugiere, levemente, en Yavaros, (fig. 5), San Felipe (fig. 6), Topolobampo (en cuanto a 1968, fig. 7) Sta. Clara (fig. 8), Puerto Peñasco (en cuanto a 1968, fig. 8) y Salina Cruz (fig. 10), cuya producción se ve afectada especialmente por el hecho de que la flota de ese puerto opera durante una parte del año en el noroeste.

Las causas de la declinación arriba apuntada pueden ser muy variables. Algunas de ellas podrían tener efectos extraordinarios en la producción, como sería el caso de las oscilaciones de factores ambientales. A continuación apuntamos algunas de las posibles causas de tales declinaciones, discutiendo su posible participación.

1. Sobreexplotación. Se dice que una población está sobreexplotada (biológicamente) cuando la pesquería captura más individuos que los que están en exceso para los fines de reproducción. En otras palabras, cuando se captura parte de los individuos que habrán de reproducirse para generar una nueva población con la máxima abundancia posible. Cuando esto sucede, la población reproductora se ve afectada y el éxito reproductivo descende. Aunque a cualquier población natural podría sucederle esto, el camarón es una especie muy prolífica. Un pequeño grupo reproductor podría, teóricamente, renovar totalmente a la población (siempre y cuando, por supuesto, esté por arriba de un mínimo nivel crítico).

En el presente caso, considérese, como muestra la fig. 1, el -





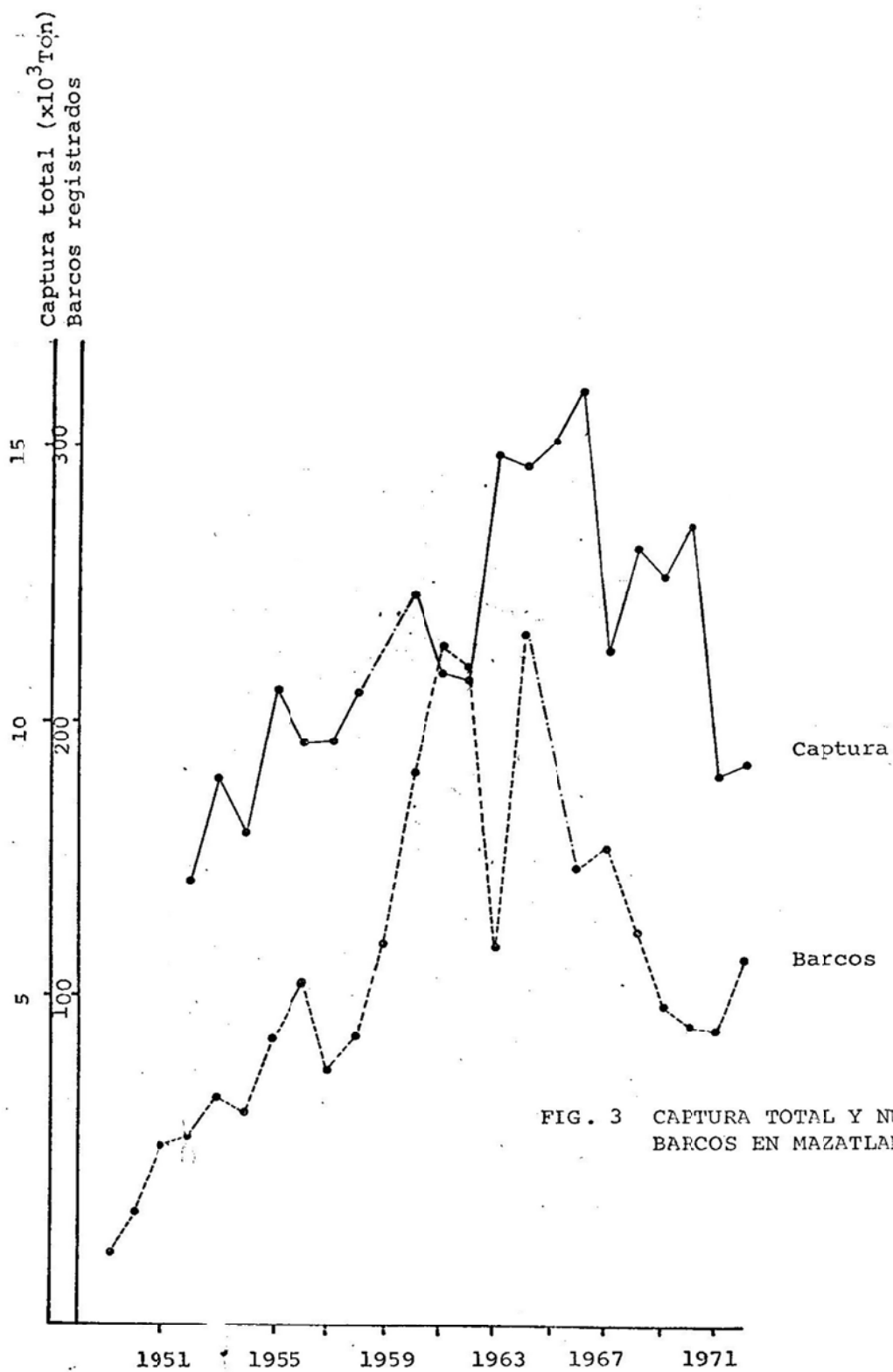


FIG. 3 CAPTURA TOTAL Y NUMERO DE BARCOS EN MAZATLAN, SIN.

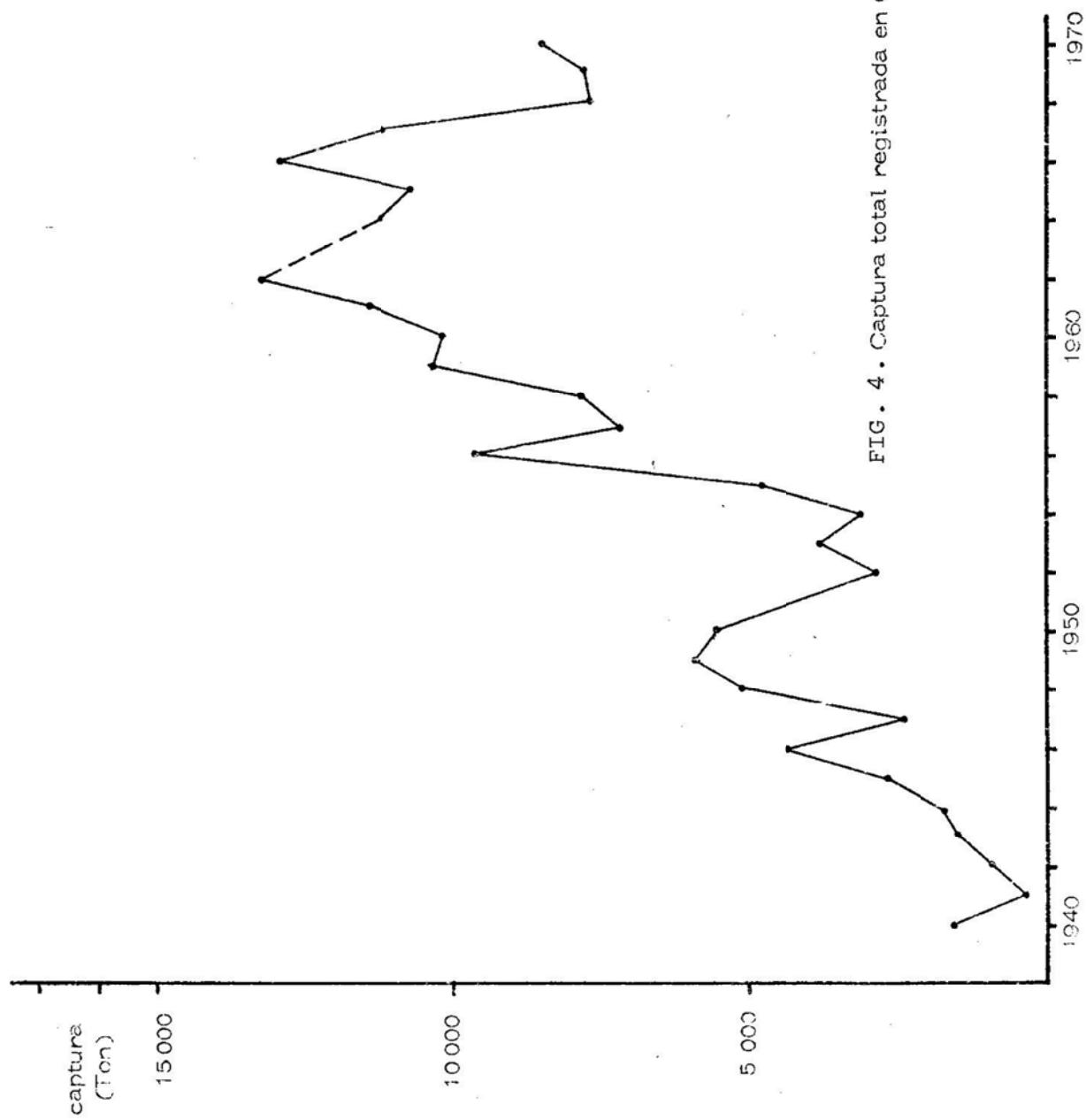
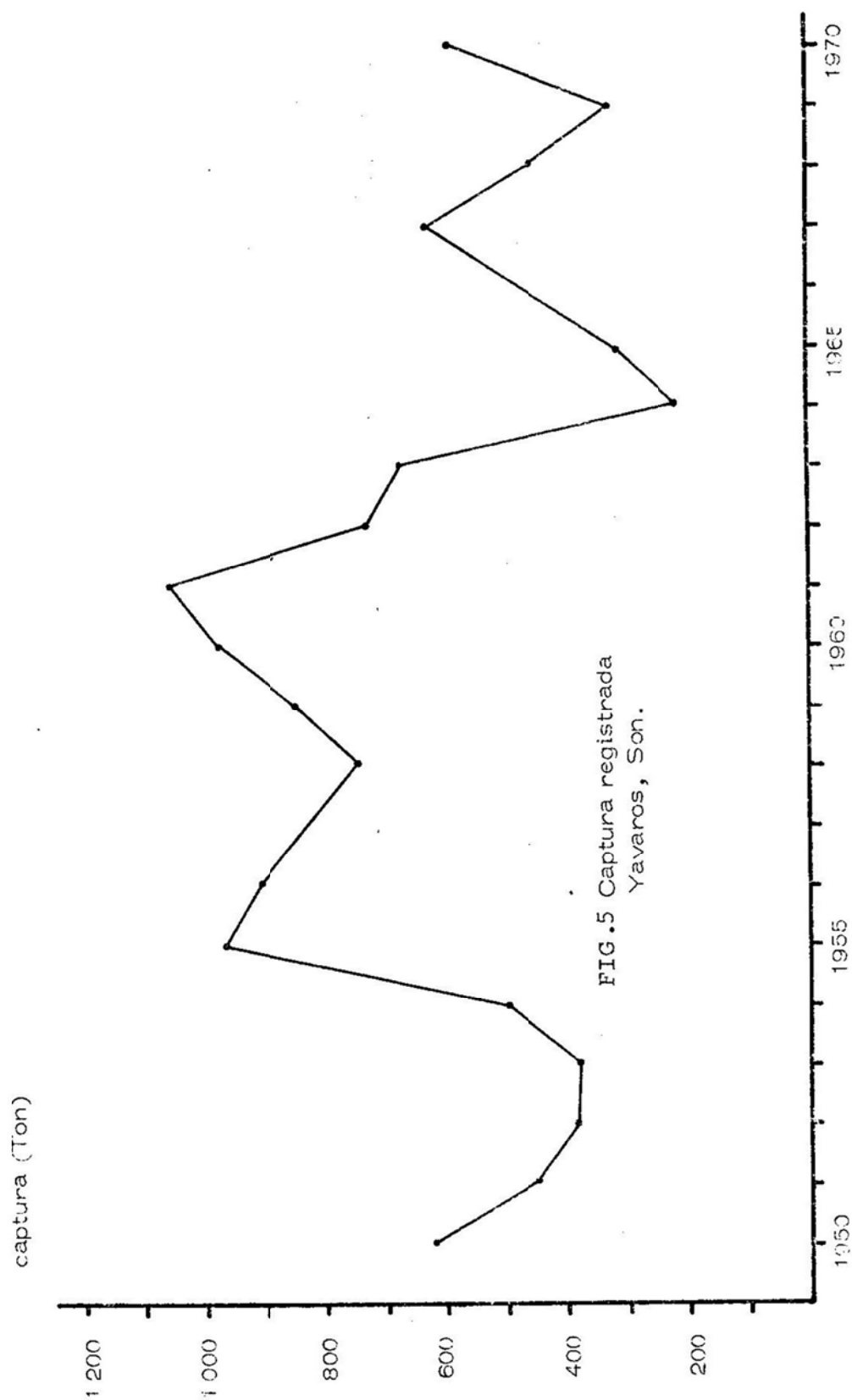


FIG. 4. Captura total registrada en Guaymas, Son.



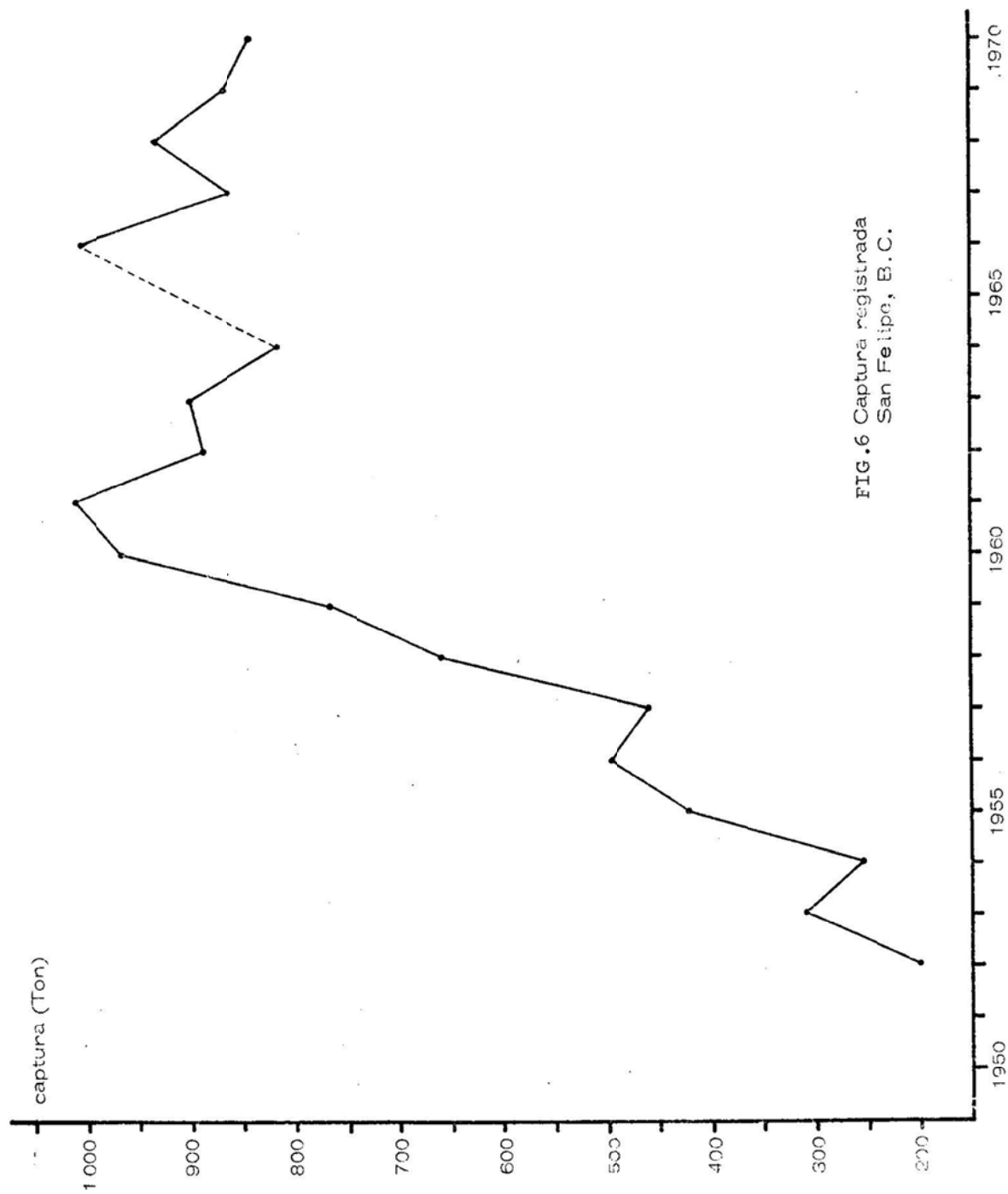


FIG.6 Captura registrada
San Felipe, B.C.

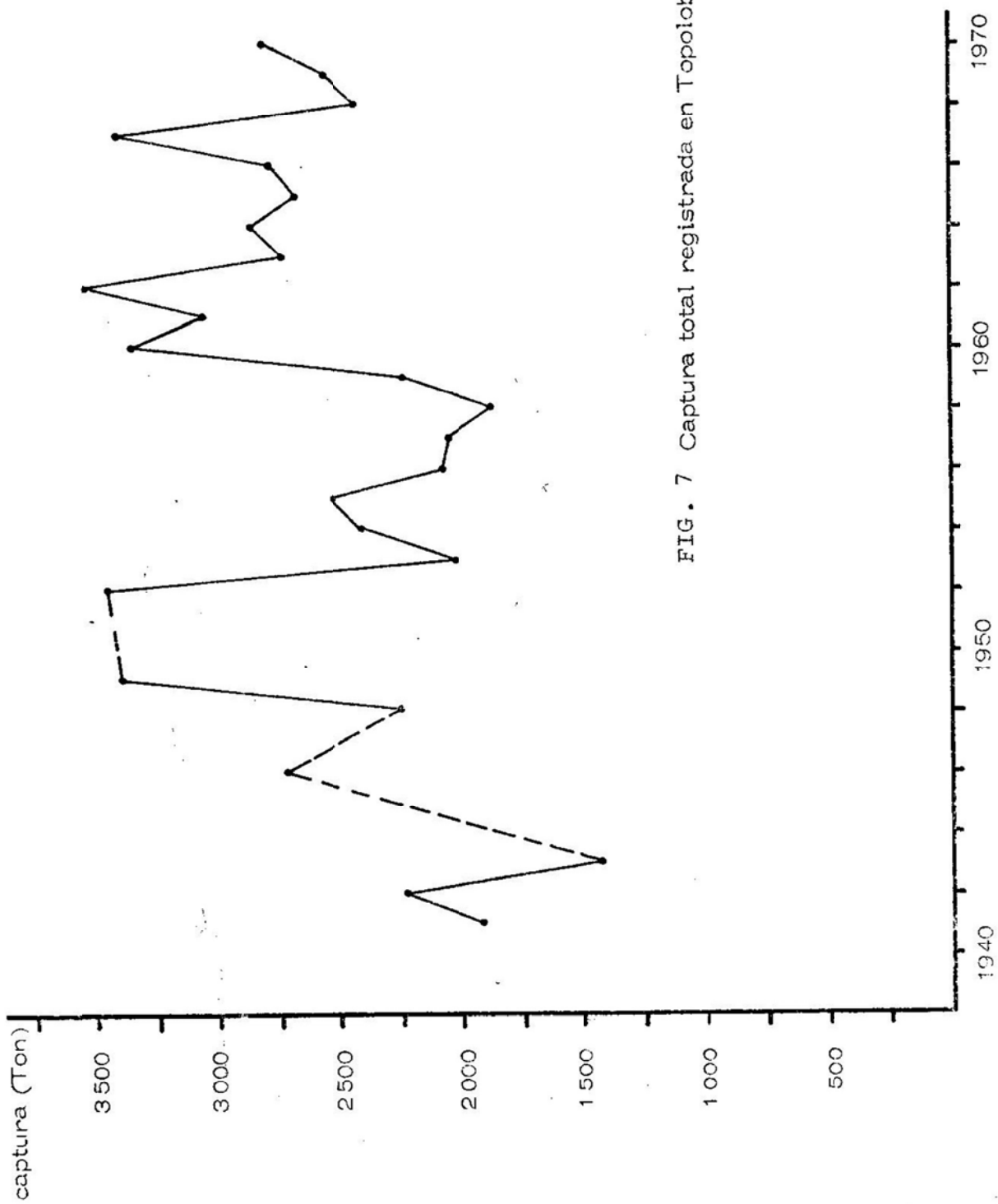


FIG. 7 Captura total registrada en Topolobampo, Sin.

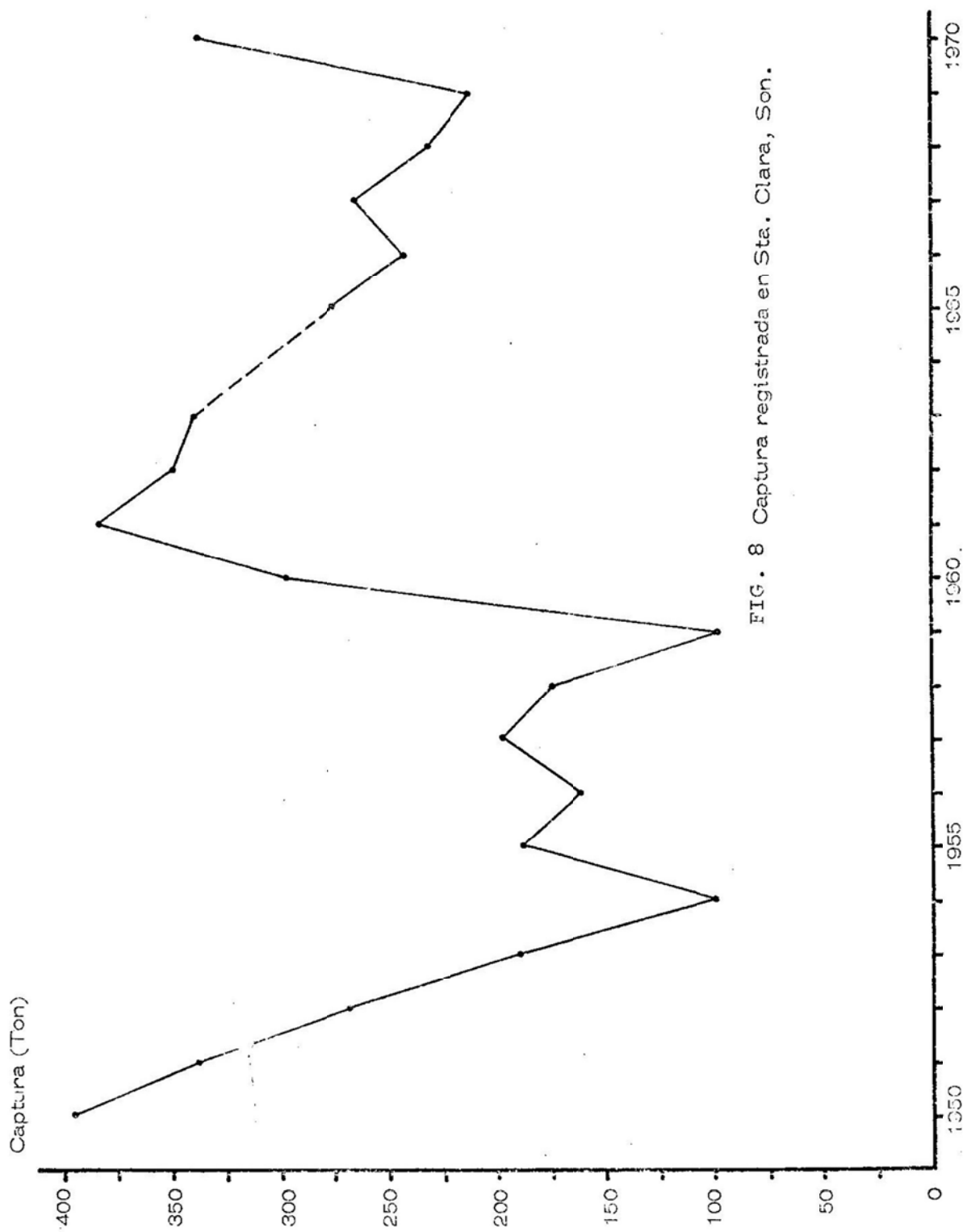


FIG. 8 Captura registrada en Sta. Clara, Son.

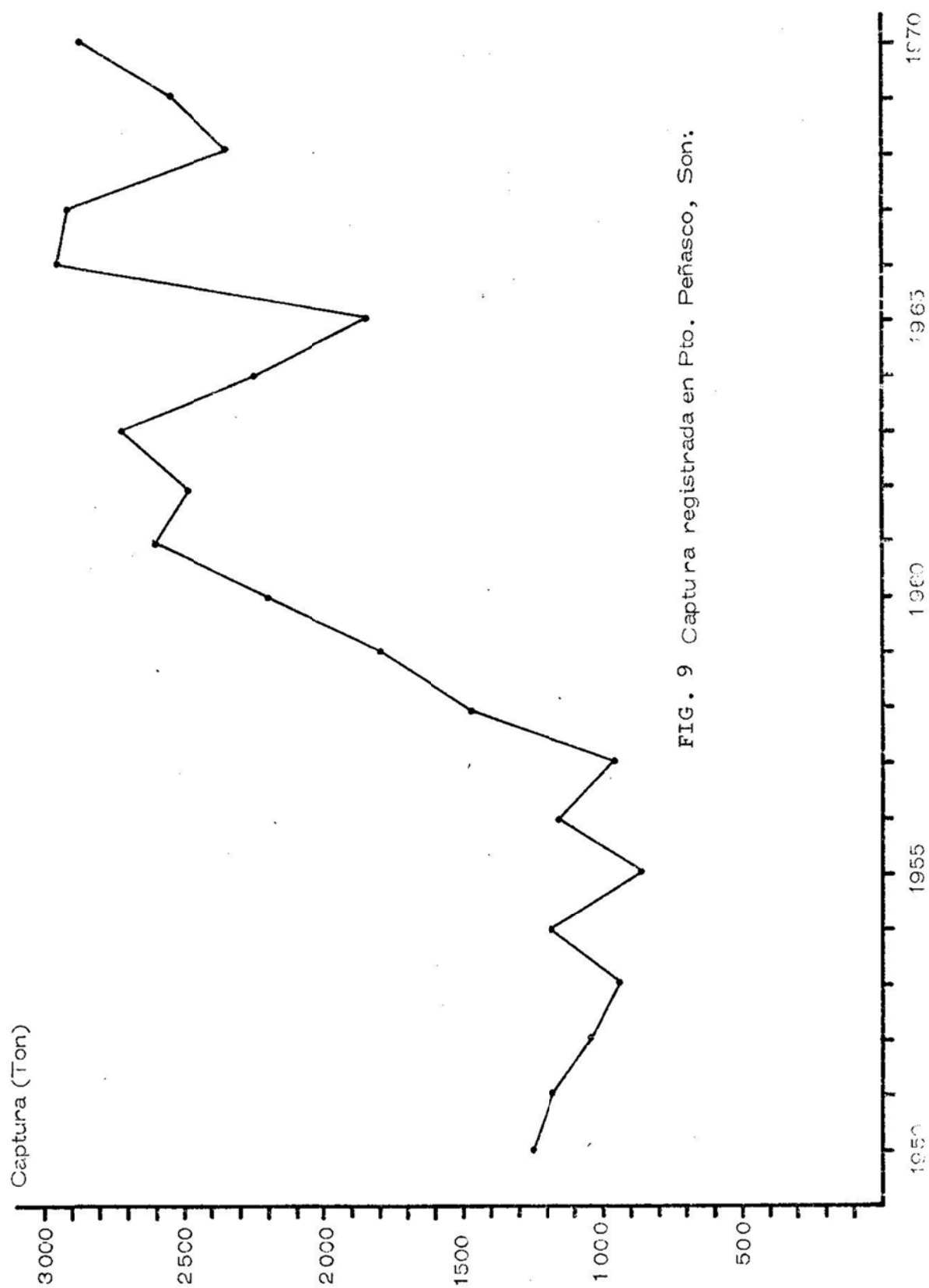


FIG. 9 Captura registrada en Pto. Peñasco, Son:

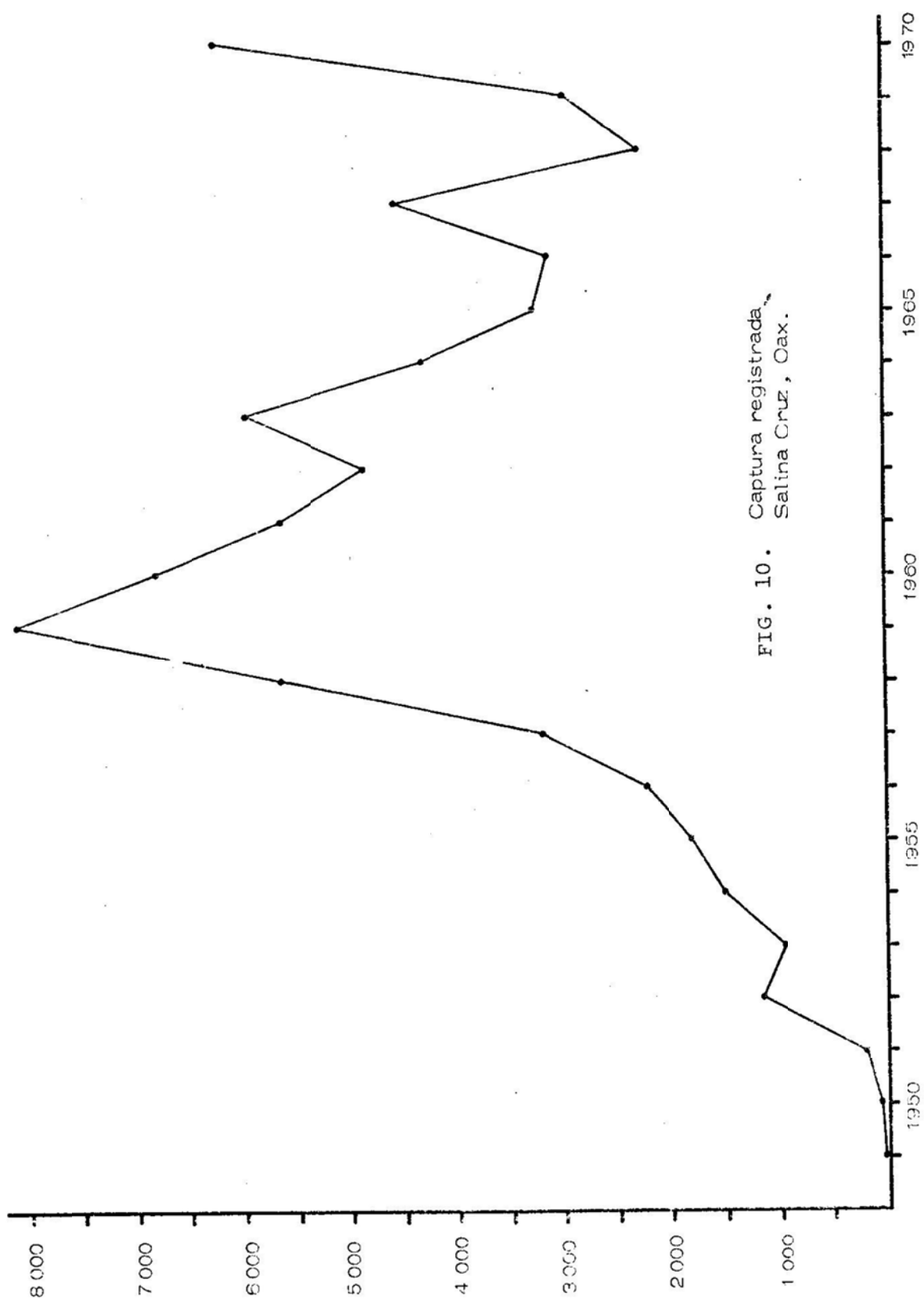


FIG. 10. Captura registrada,
Salina Cruz, Oax.

hecho de que el nivel de esfuerzo que prevalecía durante la temporada 1962/63 se había alcanzado desde 1960. Dado que una pesquería basada en la explotación de una especie esencialmente anual no puede presentar retraso en una baja de producción, ya que esas generaciones son explotadas masivamente en la misma temporada, debemos suponer que tal sobreexplotación, de ocurrir no podría determinar, por sí misma, el abatimiento repentino de la producción. Más adelante discutiremos cómo un exceso de esfuerzo puede agravar la situación.

2. Factores ambientales. Todas las especies tropicales, pero en especial aquellas de ciclo básicamente anual, tienden a presentar oscilaciones considerables en su abundancia, por la influencia decisiva de los factores ambientales.

De entre el complejo de factores ambientales que afectan, sin duda alguna, a las poblaciones de camarón, se han sugerido dos como muy relevantes. El factor considerado primeramente, la abundancia de agua dulce en las lagunas costeras, fue apuntado por Chapa y Soto desde 1967. Soto (1969) propone que no solo la sobrevivencia del camarón depende de la abundancia de agua dulce, sino también su velocidad de crecimiento. Para analizar la posibilidad de que la declinación en captura durante 1962/63 se debiera a una situación anómala en cuanto a abundancia de agua dulce, se han graficado los datos de producción en lagunas costeras de varias cooperativas Sinaloenses contra la precipitación pluvial anual (fig. 11 y tabla 1). A los datos se ha ajustado una recta. El punto que corresponde a 1962/63 ha sido marcado con un círculo.

Como puede verse claramente, los valores de precipitación y de captura dentro de ese año no se salen en lo absoluto de los valores normales para otras temporadas. Toda vez que hay una relación estrecha entre las poblaciones de camarón de alta mar y de lagunas costeras, no hay porque suponer que las poblaciones de alta mar pudieran haberse visto afectadas mayormente por este factor en esa temporada, mayormente cuando la baja de producción no se registra en la captura de aguas interiores (fig. 2). Por otra parte, es lógico suponer que una declinación durante un año que se debiera esencialmente a un factor ambiental, debiera estar seguido por una recuperación al cabo de un lapso en el cual las lluvias fuesen normales. Esto, sin embargo, no ha sucedido, puesto que la baja registrada en esa temporada 1962/63 se ha continuado en un nivel de captura inferior al que se presentaba anteriormente (fig. 1). Por lo mismo, es lógico pensar en un proceso que, hasta la fecha, ha sido irreversible.

Tabla 1

RELACION DE PRODUCCION (TONS) CON PRECIPITACION PLUVIAL
PARA VARIAS COOPERATIVAS DE SINALOA.

		Coops. Sinaloa	P. Pluvial mm.
1)	1959 - 60	1265.4	98.9
2)	60 - 61	858.	58.5
3)	61 - 62	1778.7	49.6
4)	62 - 63	1712.9	55.3
5)	63 - 64	506.5	50.8
6)	64 - 65	1638.8	49.8
7)	65 - 66	1131.5	30.2
8)	66 - 67	718.6	18.
9)	67 - 68	1983.	48.9
10)	68 - 69	2013.7	84.7
11)	69 - 70	2109.6	76.9
12)	70 - 71	1722.3	77.4
13)	71 - 72	1066.1	101.2

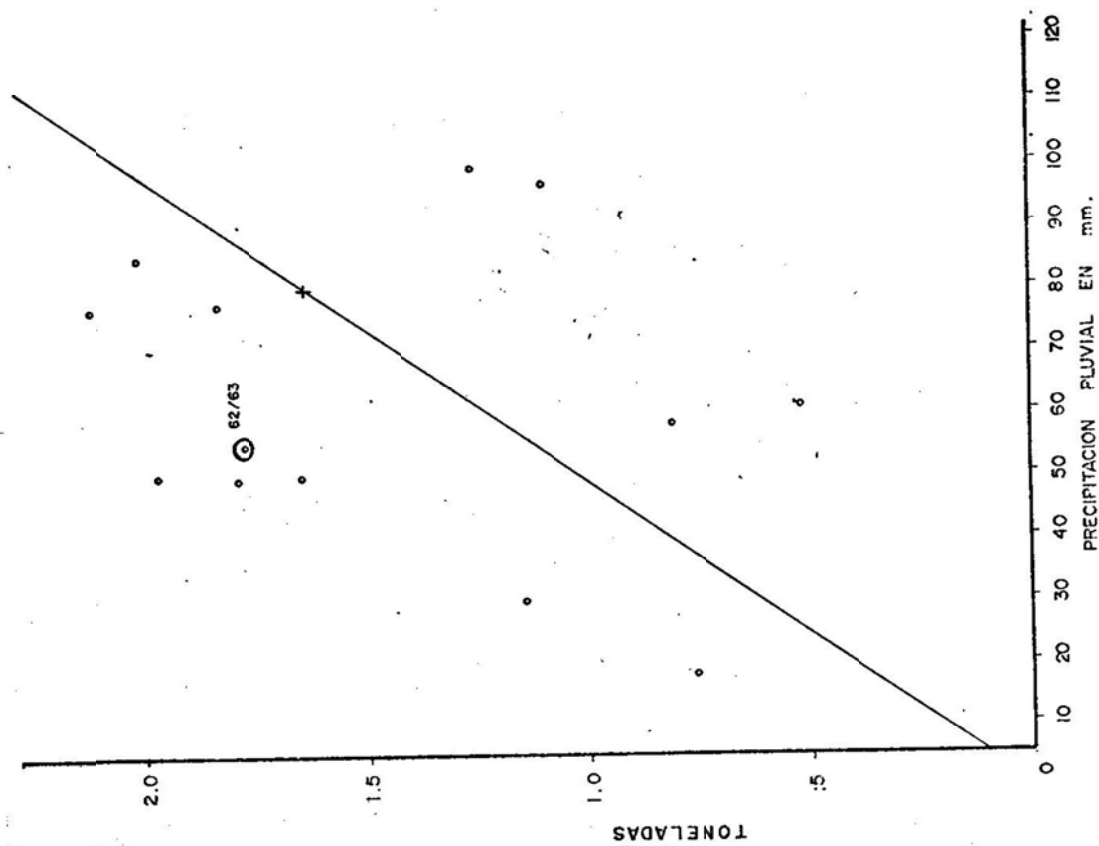


FIG. 11. RELACION ENTRE PRODUCCION DE CAMARON EN AGUAS PROTEGIDAS Y PRECIPITACION PLUVIAL (VAL-RIAS COOPERATIVAS DE SINALOA)

Véase, por ejemplo, lo sucedido en 1964, en que una baja importante se registra en la producción, especialmente en aguas protegidas (fig. 2). Este año, de mala producción posiblemente en tre otras cosas por una precipitación pluvial baja, ocasionó una baja temporal en la captura, pero la producción volvió a su nivel anterior en cuanto las condiciones normales de precipitación se restablecieron.

Es indudable, también, que esta baja de producción debe haber participado, posteriormente, al abatimiento general de la producción. Sin embargo, dado su retraso, no puede haber sido, de ninguna manera, la causa principal.

El segundo factor que se ha sugerido como relevante en cuanto a la influencia que puede ejercer sobre las poblaciones de camarón es la marea, que puede alterarse considerablemente por el cierre de barras y canales a consecuencia del azolve. Es claro que este factor es esencialmente importante en lagunas costeras (Mendoza, 1969). Este fenómeno, que ocasiona cambios irreversibles con el tiempo, puede afectar permanentemente a las poblaciones camaroneras. Sin embargo, es difícil pensar en un cambio tan extenso que pudiera afectar a las poblaciones que son capturadas por las flotas de los distintos puertos, en un tiempo tan breve y en forma simultánea.

3. Cambios en el régimen de pesca. Algunos cambios introducidos en la forma de operación de las flotas pueden influir considerablemente en el volumen de las capturas.

Efecto de la reducción de luz de malla

Un cambio que puede haber influido mayormente en los volúmenes de captura es la disminución en la luz de malla empleada en las redes de arrastre. Aun sin considerar que pueden afectar a la población al ejercer una mayor presión de pesca, las mallas menores tienen el efecto obvio de capturar individuos menores en talla y en peso. De esto puede resultar que, aunque se capture el mismo número de individuos, el peso de la captura sea considerablemente menor.

Esta posibilidad se ha examinado graficando los polígonos de frecuencia por tallas (basados en las maquilas y, por lo mismo, en clasificación comercial) de las capturas descargadas en Mazatlán durante dos años anteriores a la declinación (1959/60 y 1961/62), durante la propia temporada 1962/63 y en dos temporadas posteriores (1969/70 y 1972/73). Estas gráficas se muestran comparativamente, en las figs. 12, 13 y 14 para camarón azul, blanco y café respectivamente.

FIG. 12

CAMARON AZUL - MAZATLAN ALTA
MAR - COMPOSICION POR TALLA
(C COM)

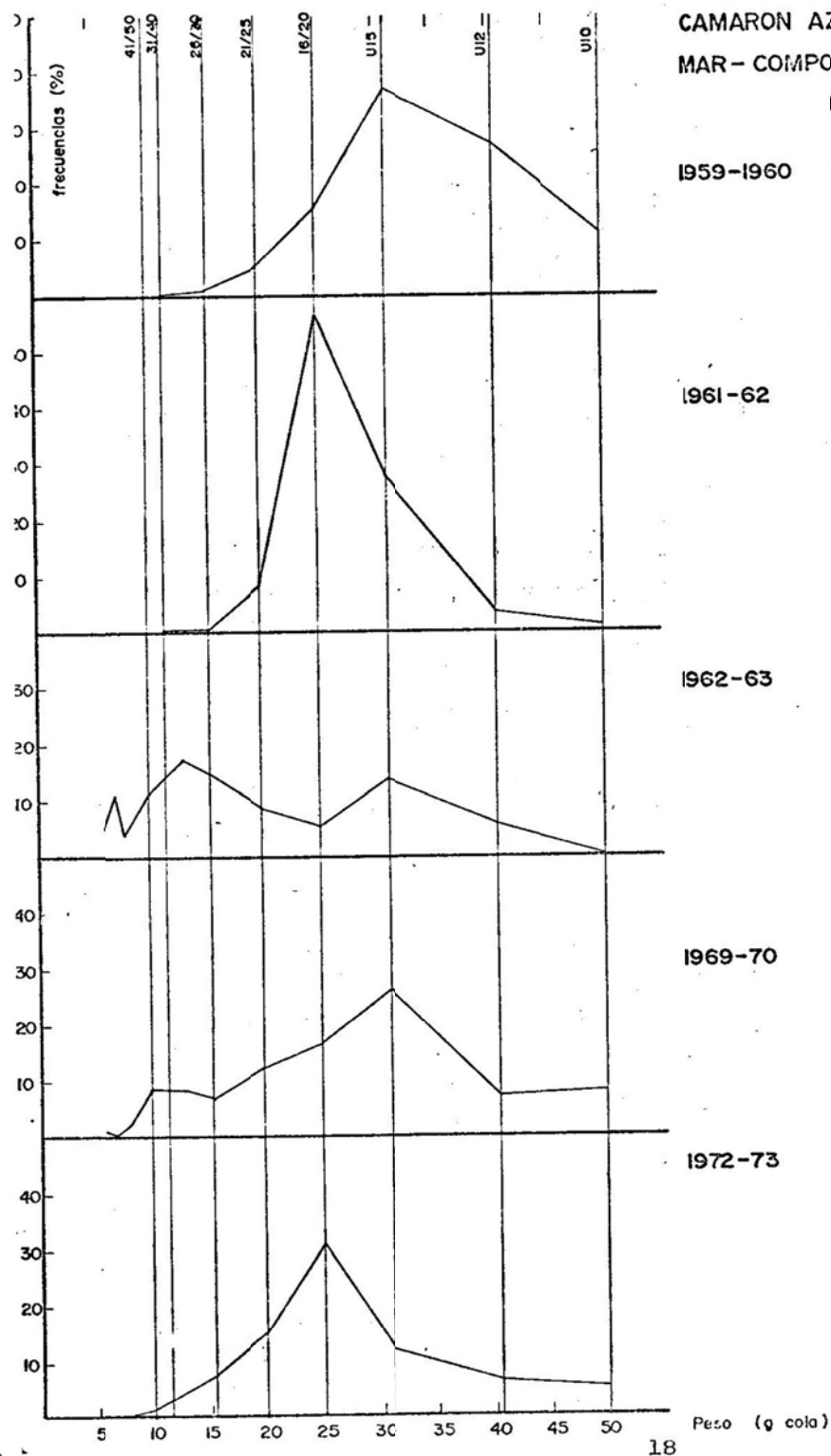
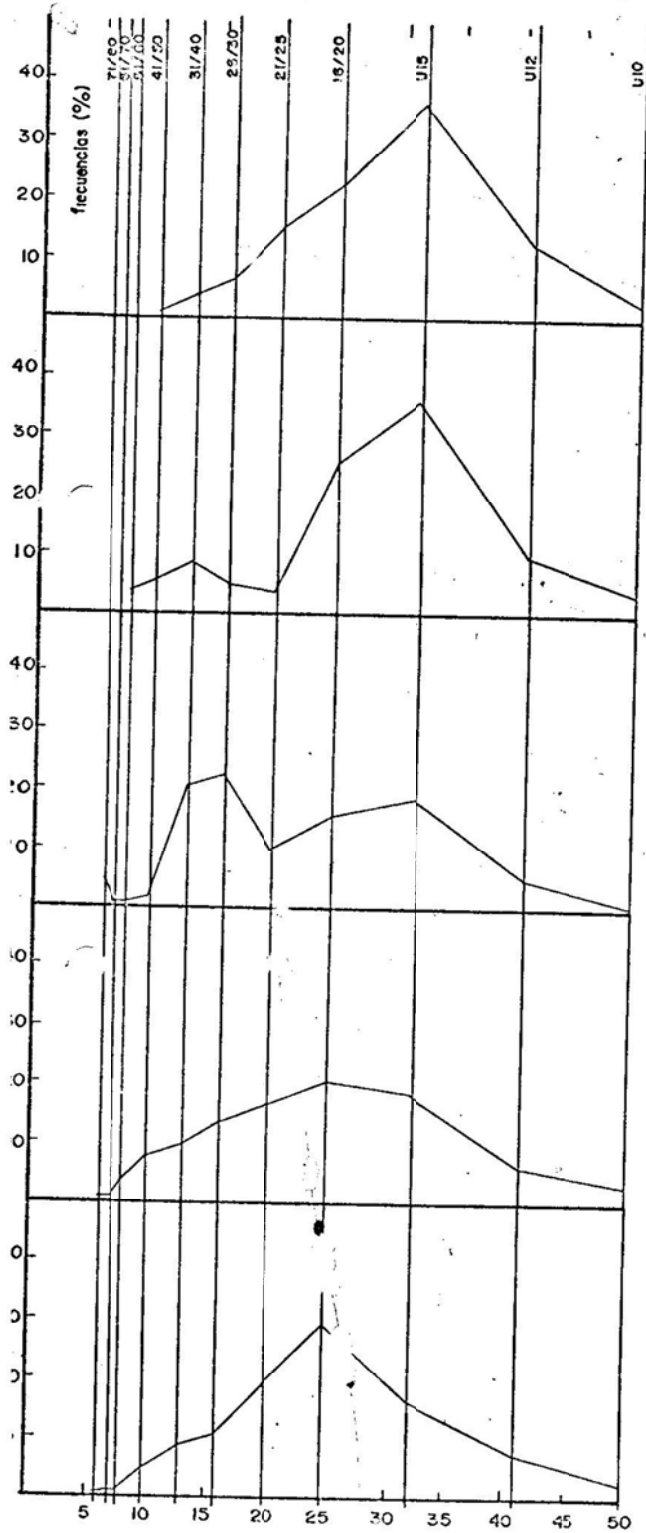


FIG. 13

CAMARON BLANCO-MAZATLAN ALTA
MAR-CO. POSICION POR TALLAS
(C COM)



1959-60

1961-62

1962-63

1969-70

1972-73

CAMARON CAFE-MAZATLAN ALTA
MAR- COMPOSICION POR TALLAS
(C COM)

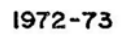
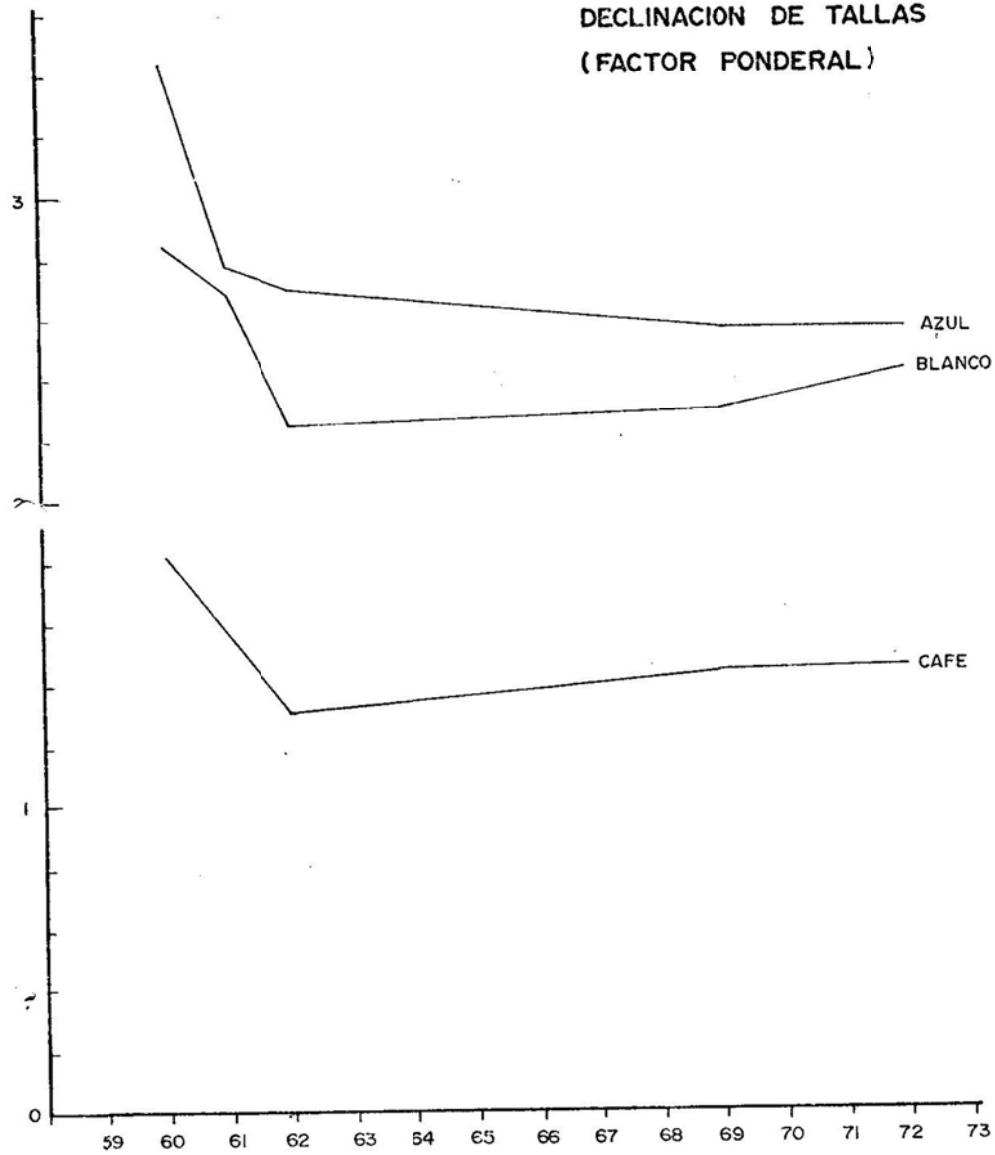


TABLA 2

CAMARON DE ALTA MAR (TALLAS) MAZATLAN.

<u>CAMARON AZUL</u>		
AÑOS	VALOR PONDERAL	DECLINACION
1959-60	34.43	
61-62	27.11	21.27
62-63	17.62	48.83
69-70	25.85	24.93
72-73	23.25	32.48
<u>CAMARON BLANCO</u>		
1959-60	28.55	
61-62	27.01	94.60
62-63	22.63	20.74
69-70	23.08	19.16
72-73	24.38	14.61
<u>CAMARON CAFE</u>		
1959-60	18.36	
62-73	13.22	14.
69-70	14.53	21.
72-73	14.58	21.

FIG. 15
CAMARON-MAZATLAN- ALTA MAR
DECLINACION DE TALLAS
(FACTOR PONDERAL)



A partir de 1961-1963, las redes que se venían utilizando, con luz de malla de 2 a 2 1/2 pulgadas, empezaron a ser substituidas por redes de mallas menores (hasta 1 1/2 pulgadas). El efecto de esta substitución en la captura se hace muy evidente en las figuras mencionadas. En camarón azul (fig. 12) se presenta una concentración de capturas en tallas mayores (U10, U12 y U15) con una frecuencia máxima de U15 en 1959/60 y sufre en 1961/62 un desplazamiento relativo, con una frecuencia máxima de 16/20.

La dispersión de tallas, ocasionando una baja considerable en la frecuencia de tallas mayores, se presenta desde 1962/63 y se mantiene en esa forma hasta el presente. Esta misma tendencia se presenta claramente, en camarón blanco (fig. 13), con una notable dispersión de tallas en 1962/63, mantenida desde entonces. En camarón café, que ha sido siempre abundante en tallas pequeñas, se nota, sin embargo, un desplazamiento muy claro del grueso de la captura hacia tallas menores.

Se ha calculado los promedios reales (ponderados por frecuencia) de talla para cada polígono de estas figuras y los resultados se muestran, para cada especie, en la fig. 15. Los promedios ponderados representan el promedio real de talla de camarón. Todo se ha considerado en gramos de cola.

Es muy claro el abatimiento de las tallas en las tres especies, declinación que, obviamente, se ha mantenido hasta la fecha, dado que las mallas chicas se siguen empleando hasta ahora.

La tabla 2 muestra los promedios ponderados de talla, por especie, y el porcentaje de declinación en peso promedio, considerando el peso promedio durante 1959/60 como 100%.

Como puede apreciarse, después de la declinación brusca, la talla de camarón azul bajó un 32.5%, un 14.6% el blanco y un 21% el café.

Considerando que, en términos generales, el camarón café representa un 70% de la captura total, 20% el blanco y 10% el azul, el promedio real de disminución global es de 20.9%.

En la tabla 3 hemos calculado el peso promedio por especie para individuos de 118 mm (selectividad media de la malla 1 3/4") y de 140 mm (selectividad media de la malla de 2 1/2"), así como las diferencias en peso (Δ).

Las tres columnas siguientes muestran la edad calculada para

individuos de talla media de 118 mm y de 14 mm, así como la diferencia de edad (Δ) .

Para fines comparativos, hemos supuesto 10 individuos de cada especie en la edad t_1 (118 mm, N_0) . Se ha calculado cuántos quedarían al final del tiempo necesario para alcanzar la edad t_1 (140 mm, N_t) . Finalmente, hemos calculado el peso de los camarones en la edad t_1 (W_0) y en la edad t_2 (W_t), así como la diferencia de pesos.

Los cálculos demuestran que el incremento en peso por crecimiento es mucho mayor que la pérdida sufrida por mortalidad natural, a esa edad.

La columna marcada % muestra el porcentaje de peso que se pierde cuando se capturan los individuos de talla 118 mm y no se dejan crecer hasta alcanzar los 140 mm. En promedio real (T) capturar camarón con red de 1 3/4" representa perder 45.41% del peso que se captura, si al usar malla de 2 1/2" se dejan crecer los individuos, considerando una participación aproximada de café del 70% del blanco y 10% del azul.

TABLA 3 (explicación en el texto)

Especies	Peso individual		edad promedio		Número de individuos		peso global		Porcentaje de diform	C			
	118	140	A	118	140	A	Wo	Wt					
A	24.97	41.7	16.74	4.15	5.2	1.05	10	9.19	249.7	383.2	33.5	53.46	10
B	20.7	34.0	13.30	3.63	4.79	1.16	10	7.84	207	266.6	59.6	28.79	20
C	25.63	42.81	17.18	3.73	4.78	1.04	10	8.92	256.3	381.9	125.6	49.01	70

T = 45.41

Efecto del esfuerzo pesquero

Debemos diferenciar muy claramente lo que se entiende por sobreexplotación biológica y sobreexplotación económica. Tal como se dijo anteriormente, limitamos el uso del concepto de sobreexplotación biológica cuando la pesquería transtorna los procesos reproductivos de la población al grado en que tales procesos no son capaces de regenerar la población a su nivel normal.

Es decir, cuando la pesquería captura una porción de los individuos necesarios para la reproducción normal mínima.

Ahora bien, podemos referirnos a sobreexplotación económica cuando la pesquería presenta un régimen pesquero tal que emplea demasiado esfuerzo sin aumentar sustancialmente la captura global.

Puede, incluso, llegar a presentarse una sobreexplotación económica tan intensa que abata el nivel de captura, sin implicar forzosamente sobreexplotación biológica.

Es decir, la declinación de la captura puede deberse exclusivamente a un exceso de esfuerzo pesquero, sin que la reproducción esté disminuida.

Para demostrar lo anterior, hemos simulado una pesquería simplificada, basada exclusivamente en una generación con un millón de individuos como número inicial.

Hemos sometido tal generación a una pesquería de 4 niveles de esfuerzos distintos.

- a. 1000 días de pesca por mes
- b. 3000 " " " " "
- c. 5000 " " " " "
- d. 7000 " " " " "

Los parámetros poblacionales utilizados corresponden a camarón café (ver parte II de este trabajo).

Los resultados se muestran en las tablas 4, 5, 6 y 7, y en las figuras 16 y 17.

En las tablas, f representa el esfuerzo pesquero en días/barco por mes, F la mortalidad por pesca, Z la mortalidad total, N_0 el número de individuos presentes al principio de cada mes, C la captura en número de individuos, W el peso de la captura y Σ la captura total.

T A B L A 4
(Explicación en el texto)

f = 1000	F	Z	No	C	W
1	.001	.111	10^5	10^3	1.55×10^3
2	.007	.117	8.9×10^5	6.23×10^3	4.89×10^4
3	.023	.133	7.96 "	1.82×10^4	3.51×10^5
4	.049	.159	6.79 "	3.33 "	1.14×10^6
5	.079	.189	5.62 "	4.44 "	2.29×10^6
6	.101	.211	4.55 "	4.59 "	3.21 "
7	.114	.224	3.64 "	4.15 "	3.65 "
8	.123	.233	2.88 "	3.56 "	3.72 "
9	.127	.237	2.27 "	2.88 "	3.48 "
10	.130	.240	1.78 "	2.31 "	3.12 "
11	.132	.242	1.40 "	1.85 "	2.73 "
12	.134	.244	1.10 "	1.40 "	2.30 "

T A B L A 4

T A B L A 5

(Explicación en el texto)

$\lambda = 3000$	F	Z	No	C	$\frac{W}{\lambda}$
1	.004	.114	10^6	4×10^3	6.2×10^3
2	.021	.131	8.9×10^5	1.87×10^4	1.47×10^5
3	.070	.180	7.4 "	5.18×10^4	9.93×10^5
4	.149	.259	5.75 "	8.56 "	2.94×10^6
5	.236	.346	4.07 "	9.60 "	4.96×10^6
6	.303	.403	2.72 "	8.24 "	5.76 "
7	.342	.452	1.73 "	5.82 "	5.20 "
8	.369	.479	1.07 "	3.95 "	4.15 "
9	.381	.491	.66 "	2.51 "	3.03 "
10	.390	.50	.41 "	1.60 "	2.16 "
11	.396	.596	.25 "	.99 "	1.46 "
12	.402	.512	.15 "	.60 "	.95 "

$$\sum_{\lambda} = 3.176 \times 10^6$$

. T A B L A 6

(Explicación en el texto)

f = 5000	F	Z	No	C	"
1	.007	.117	10 ⁶	7x10 ³	1.08x10 ⁴
2	.034	.144	8.89x10 ⁴	3.02x10 ⁴	2.37x10 ⁵
3	.117	.227	7.09 "	8.29 "	1.59x10 ⁶
4	.248	.358	4.95 "	1.23x10 ⁵	4.22x10 ⁶
5	.393	.503	3.00 "	1.18 "	6.10 "
6	.505	.615	1.81 "	9.14x10 ⁴	6.39 "
7	.570	.680	.98 "	5.59 "	4.91 "
8	.615	.725	.5 "	3.07 "	3.22 "
9	.635	.745	.24 "	1.52 "	1.33 "
10	.650	.760	.11 "	7.15x10 ³	9.66x10 ⁵
11	.660	.770	.05 "	3.3 "	4.88 "
12	.670	.780	.02 "	1.34 "	2.13 "
					$\Sigma = 3.017 \times 10$

T A B L A 7

(Explicación en el texto)

f = 7000	F	Z	No	C	W
1	.010	.12	10^6	10^4	1.55×10^4
2	.040	.150	8.54×10^5	4.1×10^4	3.22×10^5
3	.164	.274	6.49 "	1.06×10^5	2.03×10^6
4	.348	.458	4.11 "	1.43 "	4.92 "
5	.551	.661	2.12 "	1.17 "	6.05 "
6	.707	.817	.94 "	6.64×10^4	4.64 "
7	.798	.908	.38 "	3.03 "	2.66 "
8	.861	.971	.14 "	1.20 "	1.25 "
9	.889	.999	.05 "	4.44×10^3	5.36×10^5
10	.910	1.02	.02 "	1.82 "	2.46 "
11	.924	1.034	.01 "	.92 "	1.36 "
12	.938	1.09	.00 "	0 "	

$$\sum = 2.281 \times 10^5$$

Las distintas columnas se han calculado con las mismas fórmulas descritas en el modelo de la pesquería (parte III de este trabajo).

La fig. 16 muestra la captura mensual que se obtiene con cada nivel de esfuerzo (f). Obsérvese que, a medida que el esfuerzo se incrementa, los individuos son capturados más pronto (es decir, de menor edad y, consecuentemente, de menor talla).

En la fig. 17 se han graficado las capturas totales de cada nivel de esfuerzo como una función del mismo.

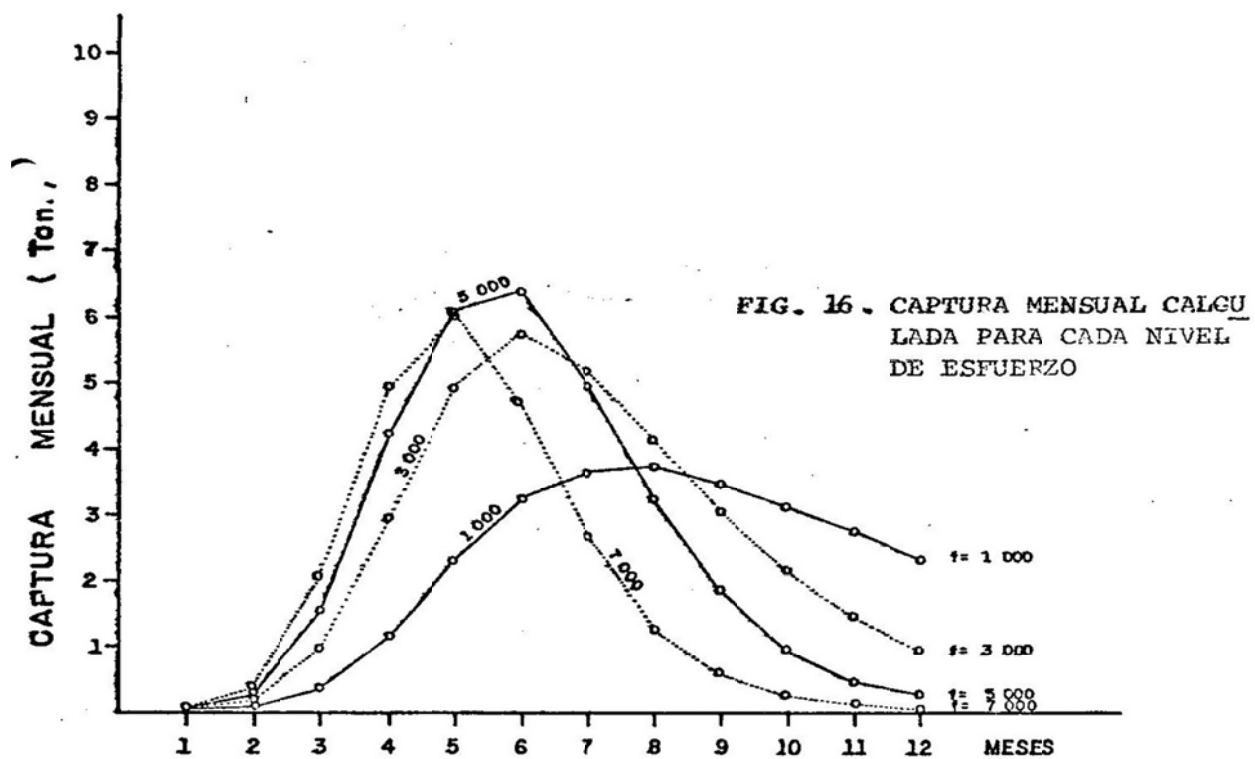
Como puede apreciarse, la captura aumenta al incrementar el esfuerzo de 1000 días/mes a 3000 días/mes, pero disminuye cuando el esfuerzo se incrementa a 5000 días/mes y aún más cuando alcanza 7000 días/mes. Así pues, la mejor captura se lograría con un esfuerzo intermedio.

La explicación de lo anterior es muy obvia: pasado determinado nivel de esfuerzo óptimo, el incremento de esfuerzo ulterior tiene como resultado que cada vez que se capturen más rápidamente los individuos jóvenes, que no alcanzan así a crecer para ser capturados más tarde. Por esto, el número de individuos capturados puede ser mayor, pero el peso total es menor.

Esta es una consecuencia de la diferencia positiva que existe entre el aumento en peso resultante del crecimiento y la pérdida sufrida por mortalidad.

Este es, posiblemente, el proceso subyacente en la declinación de la captura posteriormente al cambio de mallas grandes por mallas chicas (fig. 18, 1963-67).

Así pues, la declinación total se debe, seguramente, al efecto combinado de disminución en la abertura de las mallas empleadas y de exceso de esfuerzo pesquero empleado posteriormente.



082-A-7401-03

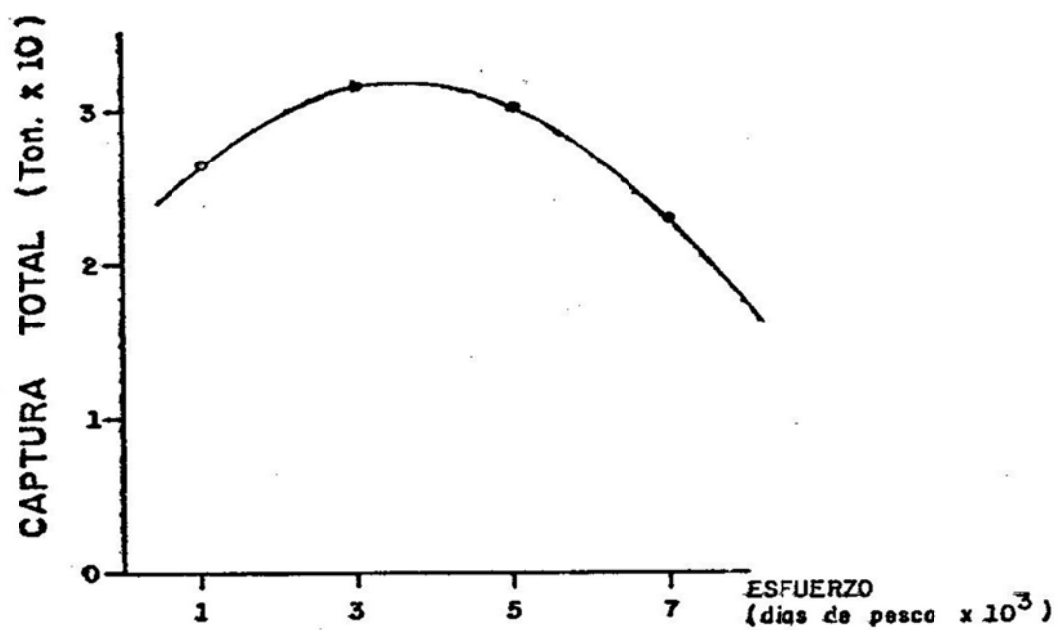


FIG. 17 CAPTURA TOTAL ANUAL EN FUNCION DEL ESFUERZO PESQUERO.

Efecto combinado de reducción de malla e incremento de
esfuerzo pes sobre la captura por barco

En la fig. 18 se han graficado los valores de esfuerzo (en número de barcos registrados) contra la captura anual promedio por barco, de 1952 a 1967. Aun cuando estos datos cubren una considerable variación debido a factores como duración de los viajes, composición de la flota por tipos de barcos, etc., son muy ilustrativos y dan apoyo a las ideas anteriormente expuestas. Los puntos se han encerrado en conjuntos por medio de líneas punteadas, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a. el grupo inferior izquierdo representa la captura realizada por barcos que utilizaban una sola red (Chapa, 1973);
- b. el grupo superior medio muestra las capturas realizadas por barcos con dos redes (aunque obviamente, los años 55-58 deben haber sido de transición y adaptación al uso de las dos redes, dando por resultado una separación de este conjunto), con luz de malla de 2 a 2 1/2 pulgadas, y
- c. el grupo inferior derecho que representa las capturas de barcos usando dos redes de malla inferior (hasta 1 1/2 pulgadas).

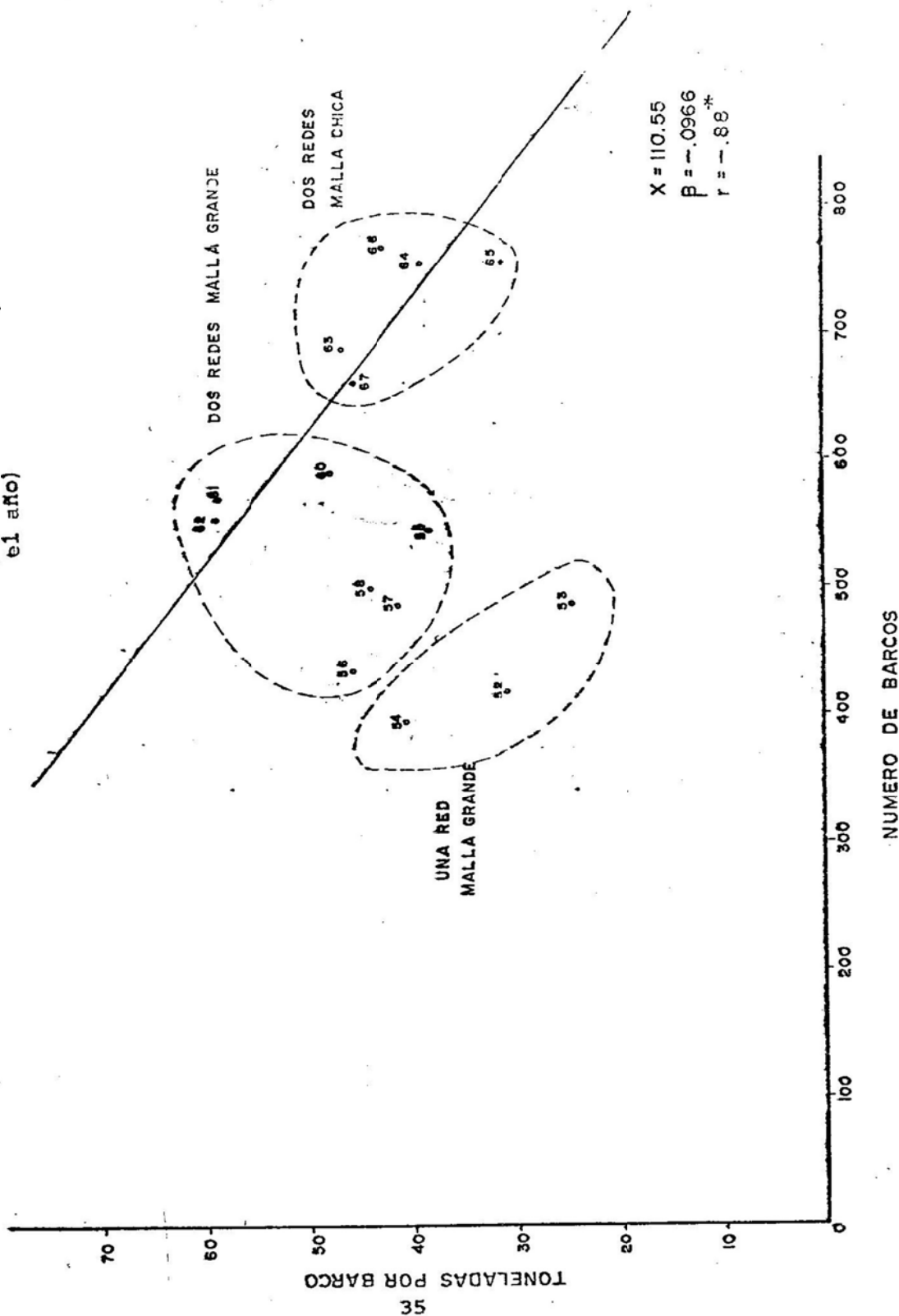
Es muy claramente visible, en la figura, el paso de la captura promedio a un nivel superior, proceso que se llevó a cabo durante 1954-60. Es obvio que, gracias al cambio de sistema, la eficiencia de los barcos alcanzó un nivel muy superior en esa etapa.

Ahora bien, si consideramos bien establecidas las redes dobles a partir de 1960, la tendencia general (a la que se ha ajustado una recta) es de disminución considerable de la captura promedio en función del número de barcos. El orden promedio de disminución es de 100 kg/barco/año por cada nuevo barco en operación.

El grupo inferior derecho se separa claramente del resto, sugiriendo que el uso de mallas chicas en las redes camaroneras aceleró aún más la declinación arriba mencionada. Es muy notable, en especial, la diferencia que existe entre el nivel de pesca a que se llegó en 1961-62 y aquel a que descendió a partir de 1963.

Un detalle importante se aprecia también: el nivel inferior a que descendió la captura promedio es estable, es decir, no aparecen señales de recuperación.

FIG. 18. CAMARON LA MAR-NOROESTE - CAPTURA POR BARCO EN FUNCION DEL NUMERO DE BARCOS (los números al lado de cada punto identifican el año)



La baja en la producción durante la temporada 1968- tiene, en realidad, una explicación seguramente más simple y ha sido apuntada por Chapa (1973).

Al inicio de esa temporada las autoridades de pesca, en un intento de solucionar el descenso de la captura que se venía registrando desde 1963, decretaron una ampliación de la veda de alta mar durante 15 días, lo que ocasionó la pérdida de las generaciones más abundantes y tuvo como resultado una considerable baja en la producción.

II. ANÁLISIS DE TEMPORADAS SELECTAS: 1ª TEMPORADA 1969/70 DE

MAZATLÁN

A fin de comprender adecuadamente la pesquería de camarón es necesario calcular los parámetros básicos de la dinámica poblacional del recurso. Entre estos parámetros se incluyen, en forma muy importante, la mortalidad total, natural y por pesca, la proporción de individuos de la población que se captura con una unidad de esfuerzo (capturabilidad, q), el esfuerzo pesquero, el crecimiento de cada una de las especies, la selectividad de las distintas artes de pesca, las relaciones morfométricas de cada especie, el número de individuos presentes en el reclutamiento, la edad de reclutamiento, etc.

Para tener cálculos de lo anteriormente mencionado, hemos analizado con cierto detalle la captura y esfuerzo de la flota de Mazatlán en la temporada 1969/70. Se trabajó a partir de datos que se encuentran en el laboratorio central del Instituto Nacional de Pesca y que fueron suministrados por el personal de la Estación de Investigación Pesquera de Mazatlán.

Los datos han sido analizados utilizando un método descrito en otro trabajo (Lluch y Sáenz, en prensa). El crecimiento de camarón azul y café fue analizado por Chávez y Rodríguez (1973) y Rodríguez (1973, en prensa). El crecimiento de camarón blanco ha sido calculado por Chávez (1973).

Las relaciones morfométricas han sido establecidas por Muhlia et al (en prensa). La eficiencia de las redes gemelas, comparativamente con las redes normales, ha sido analizada en nuestro país por Thompson (en prensa).

Para determinar la selectividad de las redes de arrastre se requirieron experimentos específicos, parte de cuyos resultados han sido publicados por Rodríguez de la Cruz (1973/b).

El resto de los parámetros necesarios han sido calculados expresamente para este trabajo.

Se consignan en forma resumida los distintos procesos analíticos que han sido utilizados, y se describe brevemente cada uno de ellos.

Se ha elaborado un programa de simulación, que se describe en -

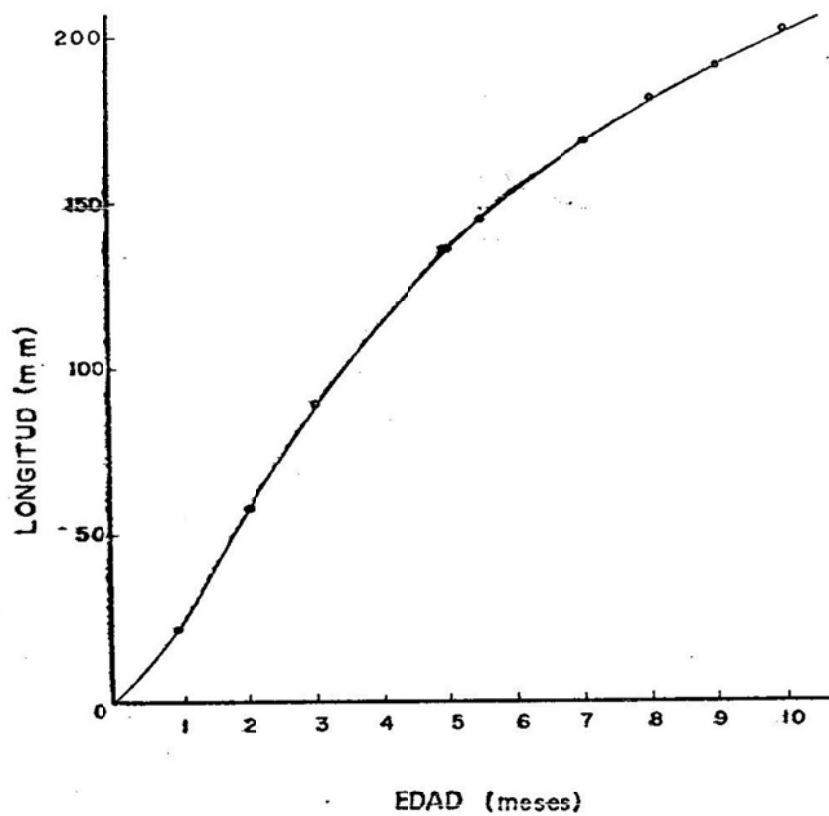


FIG. 19. INCREMENTO EN LONGITUD, CAMARON AZUL

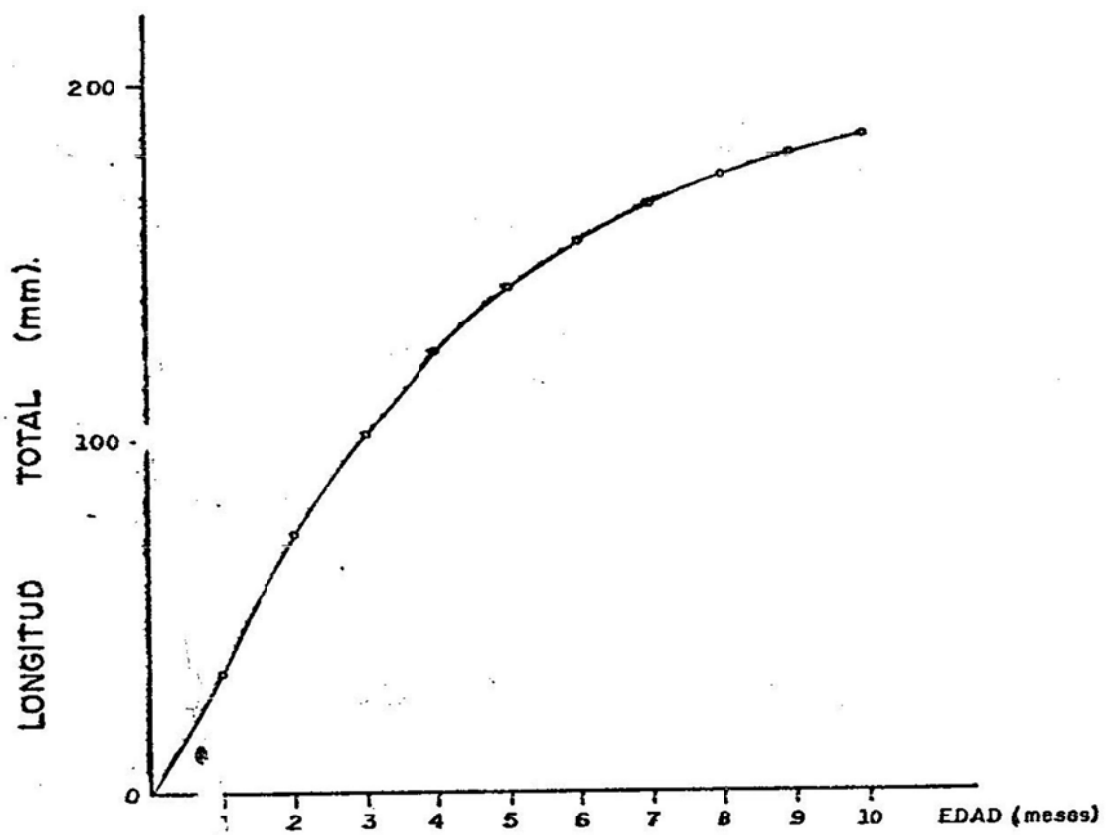


FIG 20. INCREMENTO EN LONGITUD, CAMARON BLANCO.

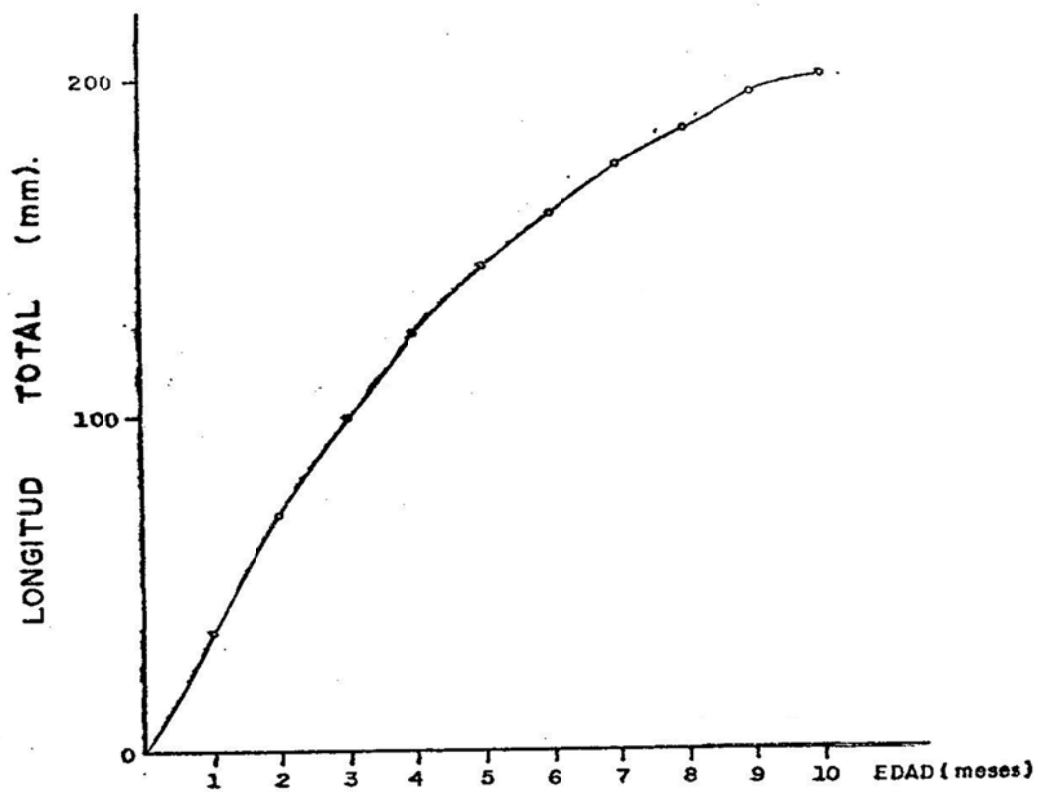


FIG. 21. INCREMENTO EN LONGITUD, CAMARON CAFE.

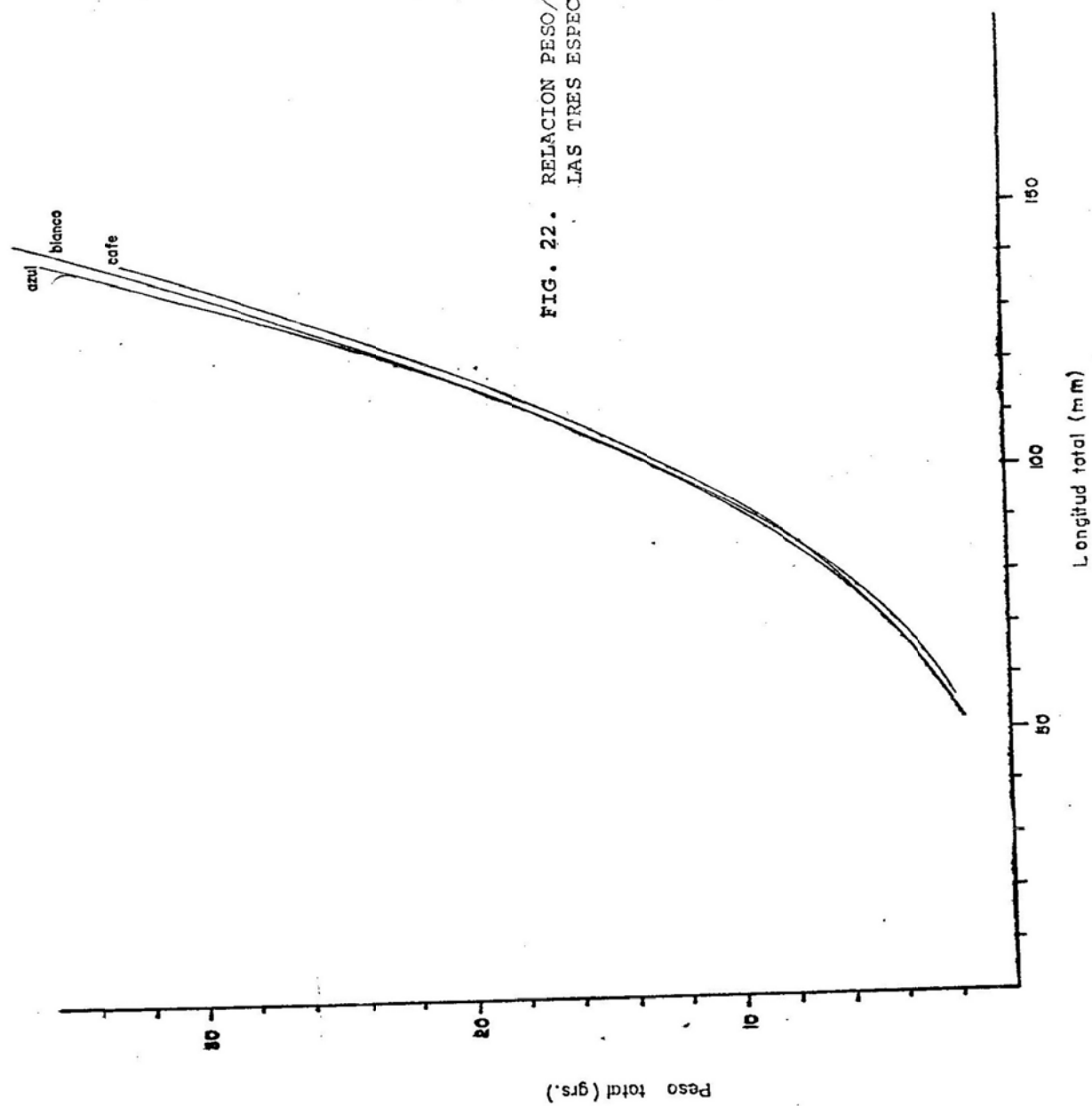


FIG. 22. RELACION PESO/LONGITUD PARA LAS TRES ESPECIES DE CAMARON.

el cuerpo del trabajo. Para este aspecto se utilizaron las facilidades que amablemente nos proporcionaron la Cía. Hewlett Packard de México y la Dirección General de Obras Marítimas de la Secretaría de Marina.

Selectividad

Durante la presente temporada de veda, se llevaron a cabo experimentos de selectividad en Guaymas y Mazatlán, utilizando redes de distintas aberturas de mallas en forma simultánea, una en cada tangón del barco. De esta manera, se eliminan las diferencias que pudieran presentarse por variaciones en la abundancia y composición del camarón. Algunos de estos datos han sido mencionados ya por Rodríguez de la Cruz (1973).

Con los distintos resultados obtenidos hemos ajustado las curvas de selectividad para mallas de 1 3/4" y 2 1/2", que se presentan en la figura 23.

Las curvas han sido ajustadas a la fórmula común de selectividad:

$$S_j = \frac{1}{1 + e^{a - bj}} \quad \text{--- (1)}$$

en la que: S_j = coeficiente de selectividad (expresado en fracciones de 1.0)

a y b = parámetros de ajuste

j = talla (longitud total en mm)

Esta fórmula define, para cada talla, la probabilidad de permanecer en la red una vez que ha entrado a ella.

El modelo se ha ajustado a los datos de la fig. 17 por mínimos cuadrados, resultando, para cada una de ellas, los siguientes ajustes (fig. 24).

1 3/4"

$$S_j = \frac{1}{1 + e^{6.41 - 0.0451j}}$$

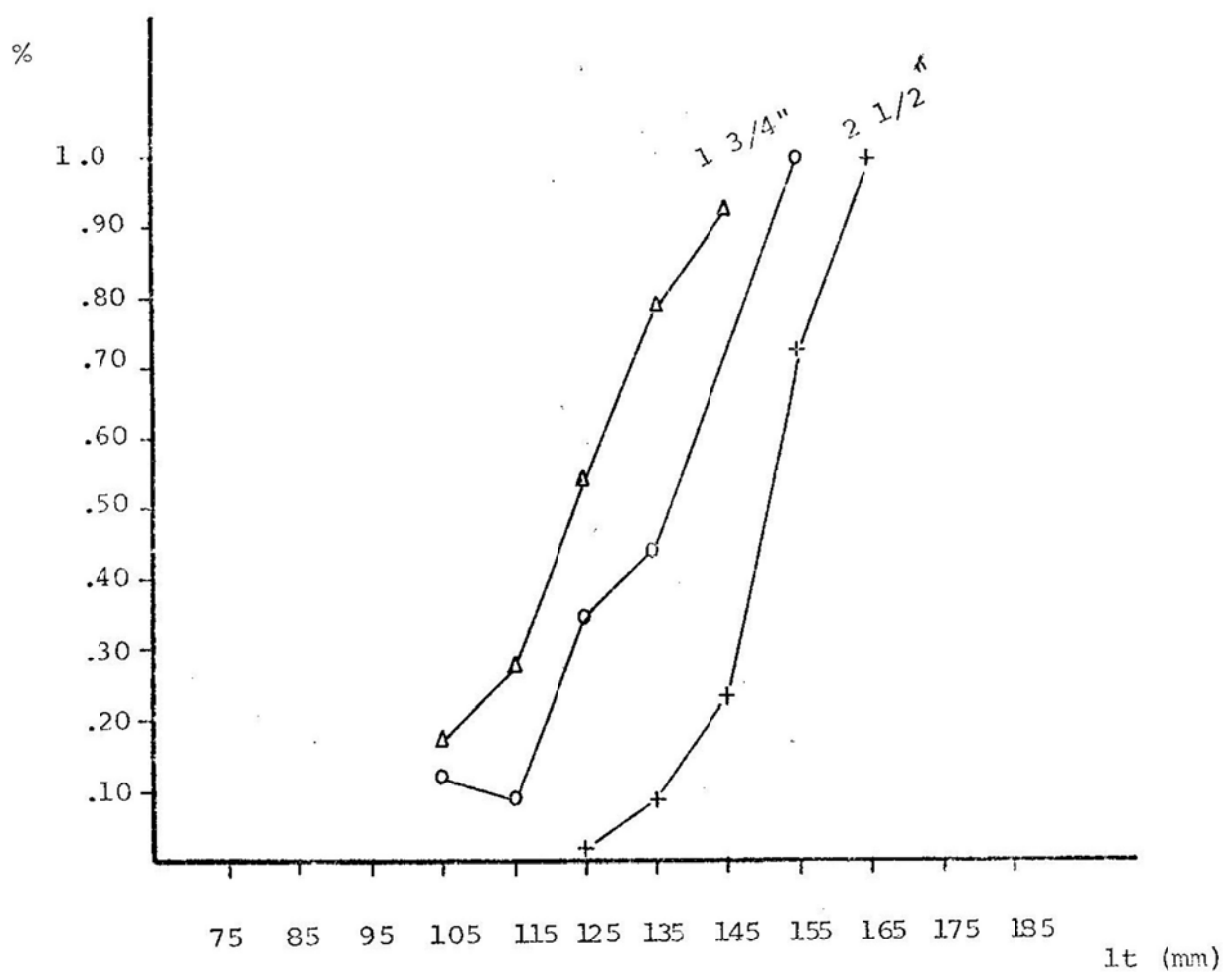


FIG. 23 CURVAS DE SELECTIVIDAD PARA MALLAS DE 1 3/4" Y 2 1/2"

$$2 \frac{1}{2}" \quad s_j = \frac{1}{1 + e^{13.047 - 0.1151j}}$$

Entre las dos mallas existe una diferencia de talla promedio de captura de 22 mm (140 mm para malla de 2 1/2", 118 mm para malla de 1 3/4").

Reclutamiento en tiempo

En las figuras 25-27 se muestran los polígonos de frecuencia - por talla (composición de la captura comercial) de camarón azul, blanco y café. Los polígonos consideran la composición porcentual por tallas (expresado como peso abdominal). Las tallas coinciden con las clasificaciones comerciales como sigue:

Peso abdominal (g)	Clasificación comercial (colas por libra)
6	71 - 80
7	61 - 70
8	51 - 60
10	41 - 50
13	31 - 40
16	26 - 30
20	21 - 25
25	16 - 20
32	U - 15
41	U - 12
50	U - 10

Las figuras 28-30 muestran la captura por unidad de esfuerzo (número de individuos por barco/día, promedio mensual) para cada es

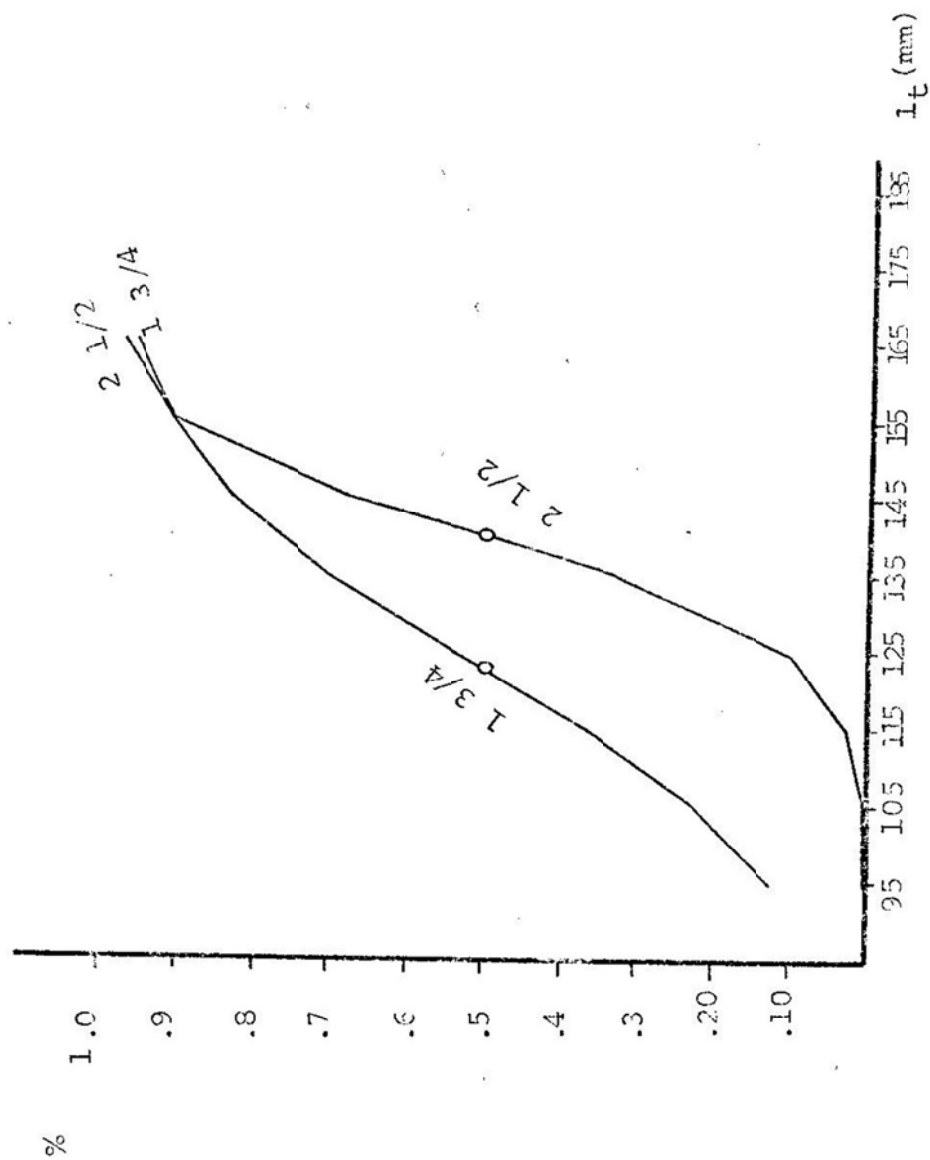


FIG. 24 . CURVAS DE SELECTIVIDAD AJUSTADAS.

S 1 3/4 = 118
 S 2 1/2 = 140
 Δ = 22 mm

pecio por mes en la captura de alta mar. La flota de Mazatlán durante 1969/70.

En las figuras 31-33 se ha aplicado un método descrito anteriormente (Lluch, en prensa), a fin de separar mortalidad total y reclutamiento mensual. Las líneas expresan la captura (en número de individuos) por barco/día (promedio mensual) de cada generación. En inserto de las mismas figuras (b) se muestra el reclutamiento mensual (en individuos/barco/día, promedio mensual), así como las líneas que definen la función de mortalidad total calculada.

Camarón azul

El reclutamiento, a lo largo del año, tiene un claro máximo en octubre con septiembre y noviembre como parte de la oleada principal. El reclutamiento durante el resto del año existe, aunque es claramente mínimo.

Esta oleada de reclutamiento se refleja también en la gráfica 2. La declinación en la captura por esfuerzo a lo largo del año es muy notable, descendiendo considerablemente a partir de diciembre.

Refiriéndonos ahora a la figura 25, podemos fácilmente observar los siguientes efectos reflejados: en septiembre, durante el primer mes de captura de la temporada, son muy fácilmente distinguibles los dos modos (a) de las dos generaciones, reclutadas seguramente en agosto y septiembre. En octubre domina la oleada de reclutamiento de ese mes, ocasionando una curva esencialmente unimodal, con apenas indicaciones de la generación anterior y la subsecuente (b).

La generación de noviembre es indudablemente dominante, y se refleja en diciembre y enero, mes este último en que el reclutamiento es mínimo. El resultado claro es la curva bimodal de ambos meses (c y d).

En enero (e) ya aparecen los modos de octubre y noviembre claramente desplazados a tallas mayores en tanto que aparece en el extremo el reclutamiento de enero. En febrero (f) se reflejan las generaciones aún dominantes de octubre-noviembre, la de enero y la propia de febrero.

El resto de los meses muestra un gradual empobrecimiento de las generaciones reclutantes, las capturas dependen ya prácticamente en su totalidad de las generaciones anteriores, tendencia que culmina en julio.

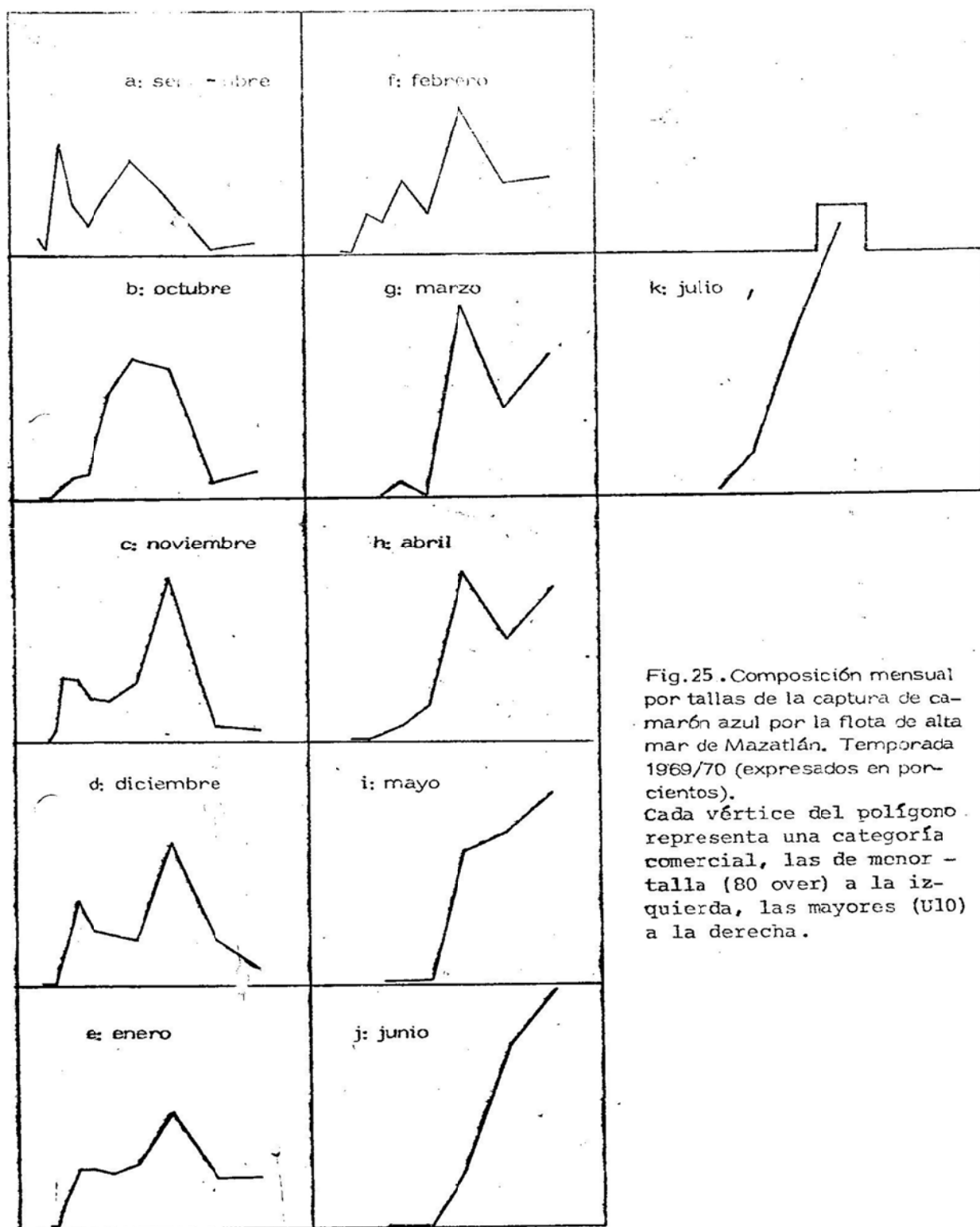
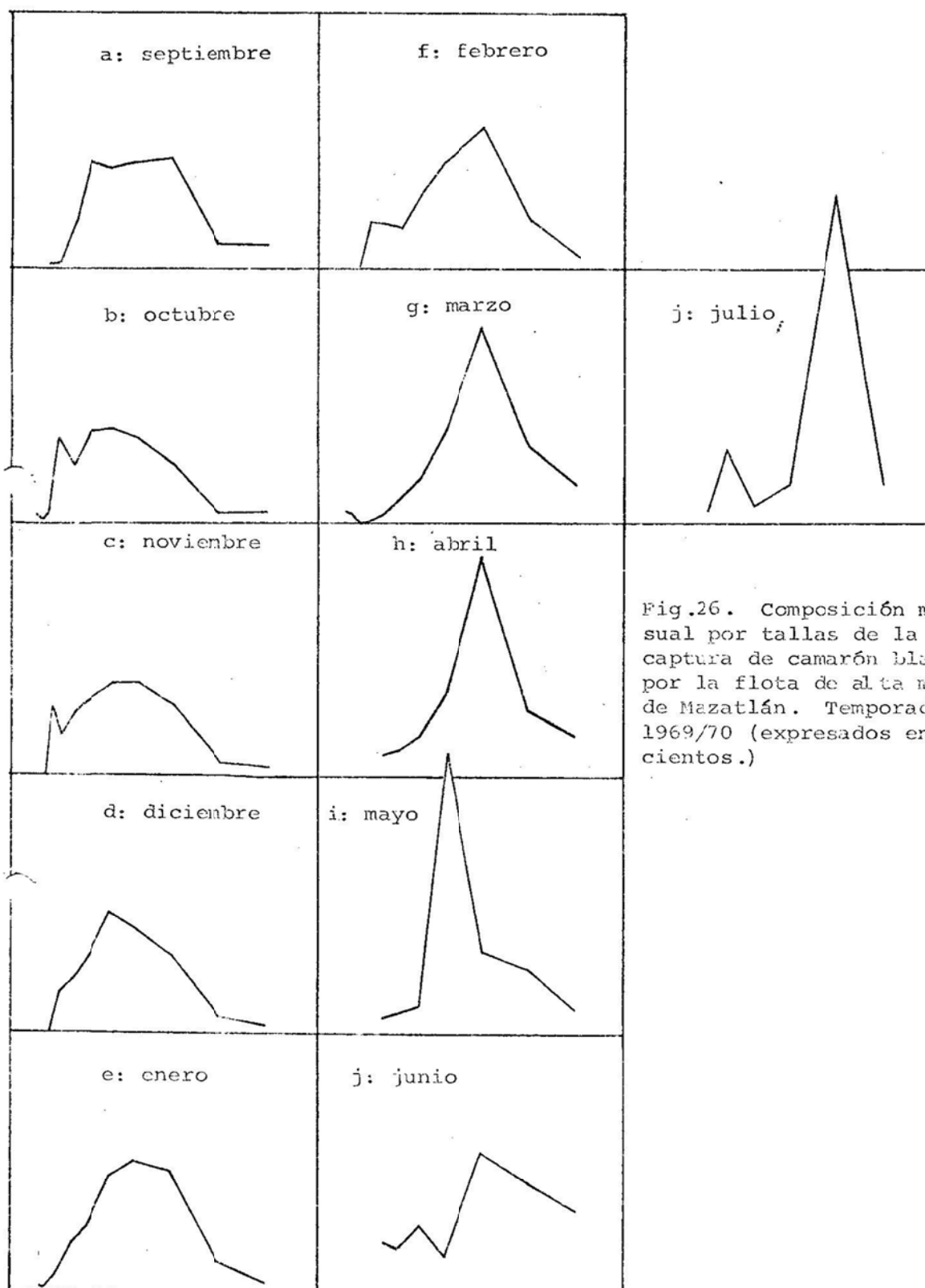


Fig. 25. Composición mensual por tallas de la captura de camarón azul por la flota de alta mar de Mazatlán. Temporada 1969/70 (expresados en porcentajes). Cada vértice del polígono representa una categoría comercial, las de menor talla (80 over) a la izquierda, las mayores (U10) a la derecha.



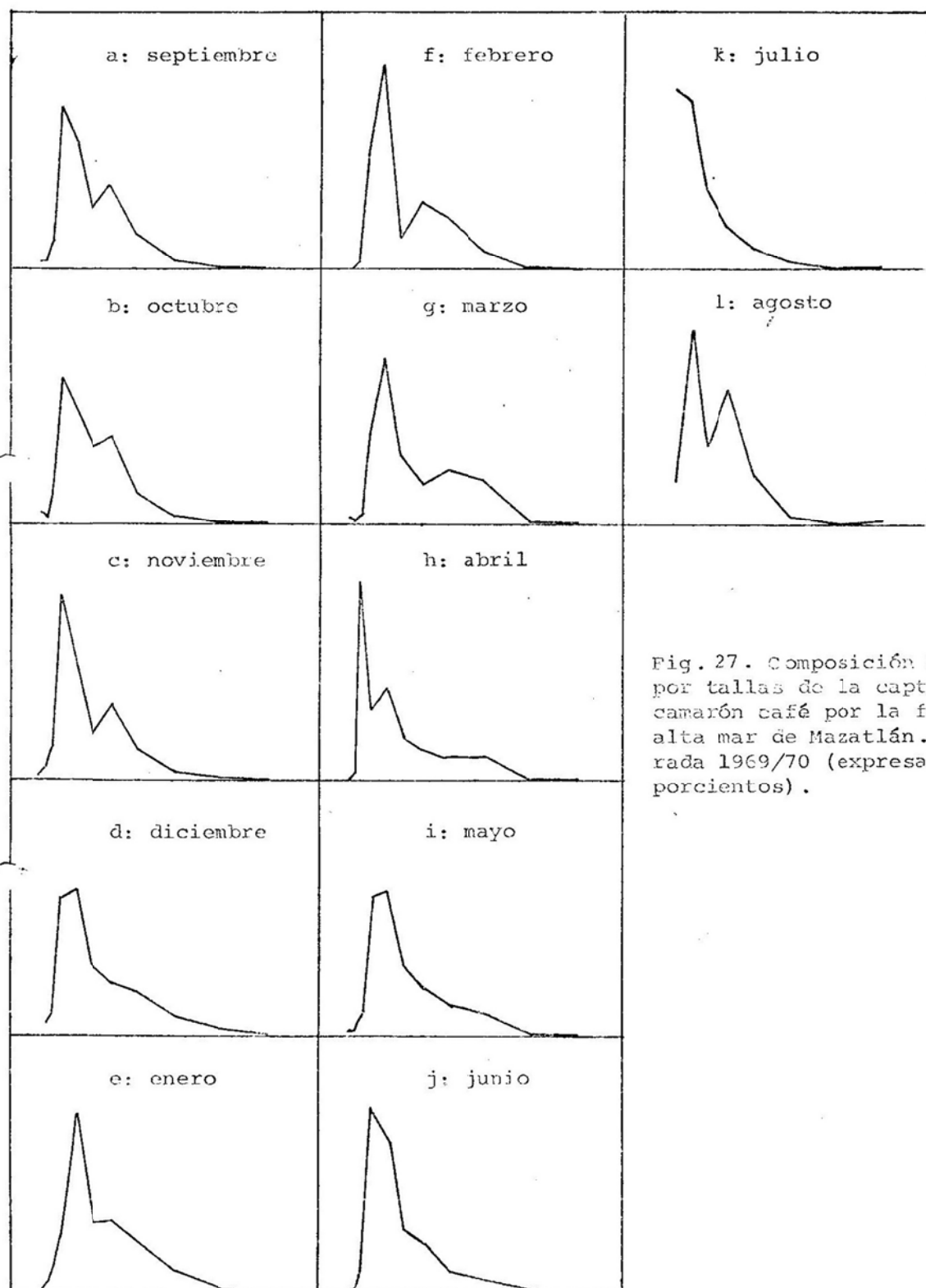


FIG. 28 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (NUMERO DE INDIVIDUOS POR BARCO/DIA, PROMEDIO MENSUAL.) CAMARON AZUL

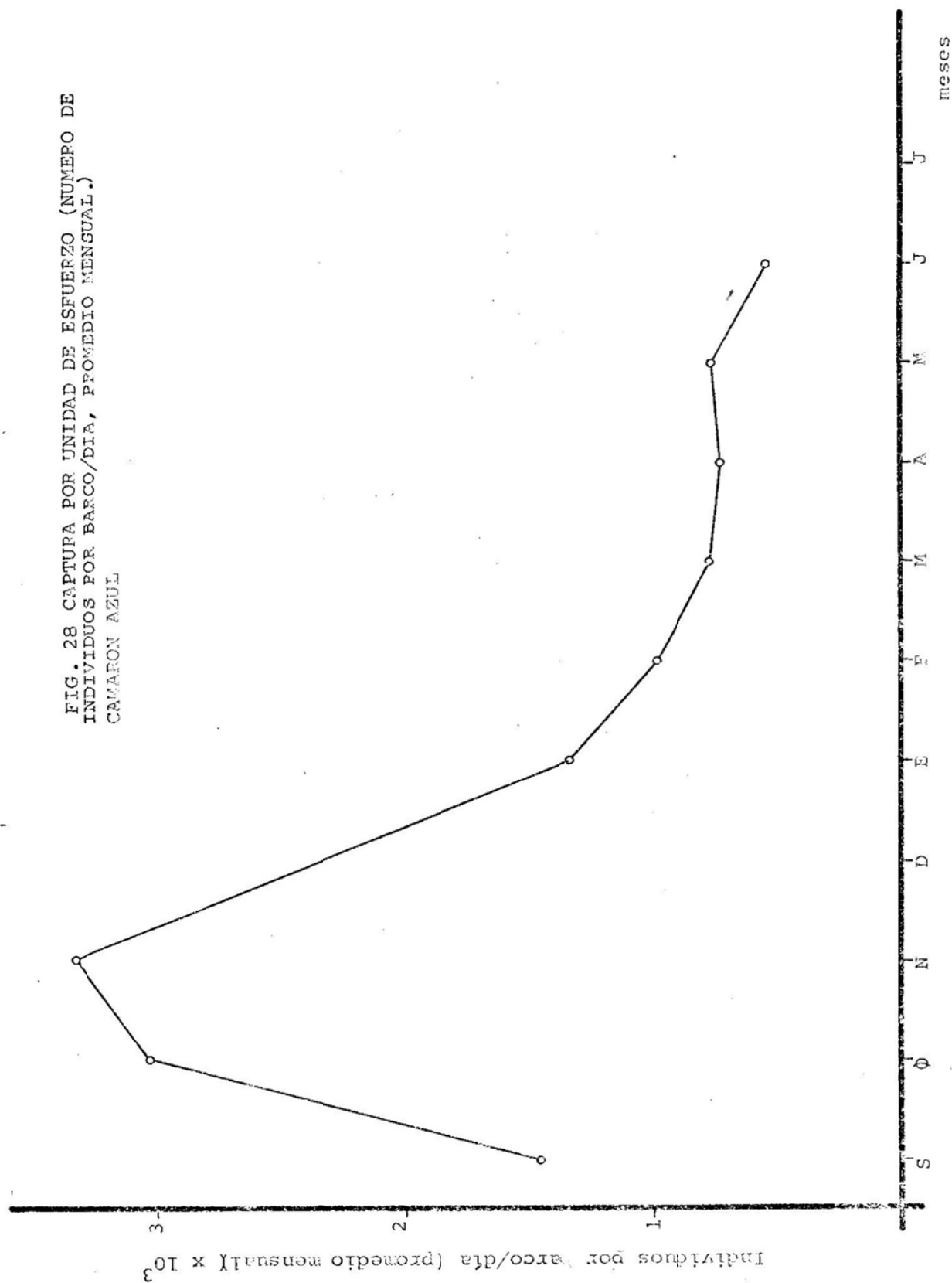


FIG. 29 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (NÚMERO DE INDIVIDUOS POR BARCO/DÍA, PROMEDIO MENSUAL) CAMARÓN BLANCO.

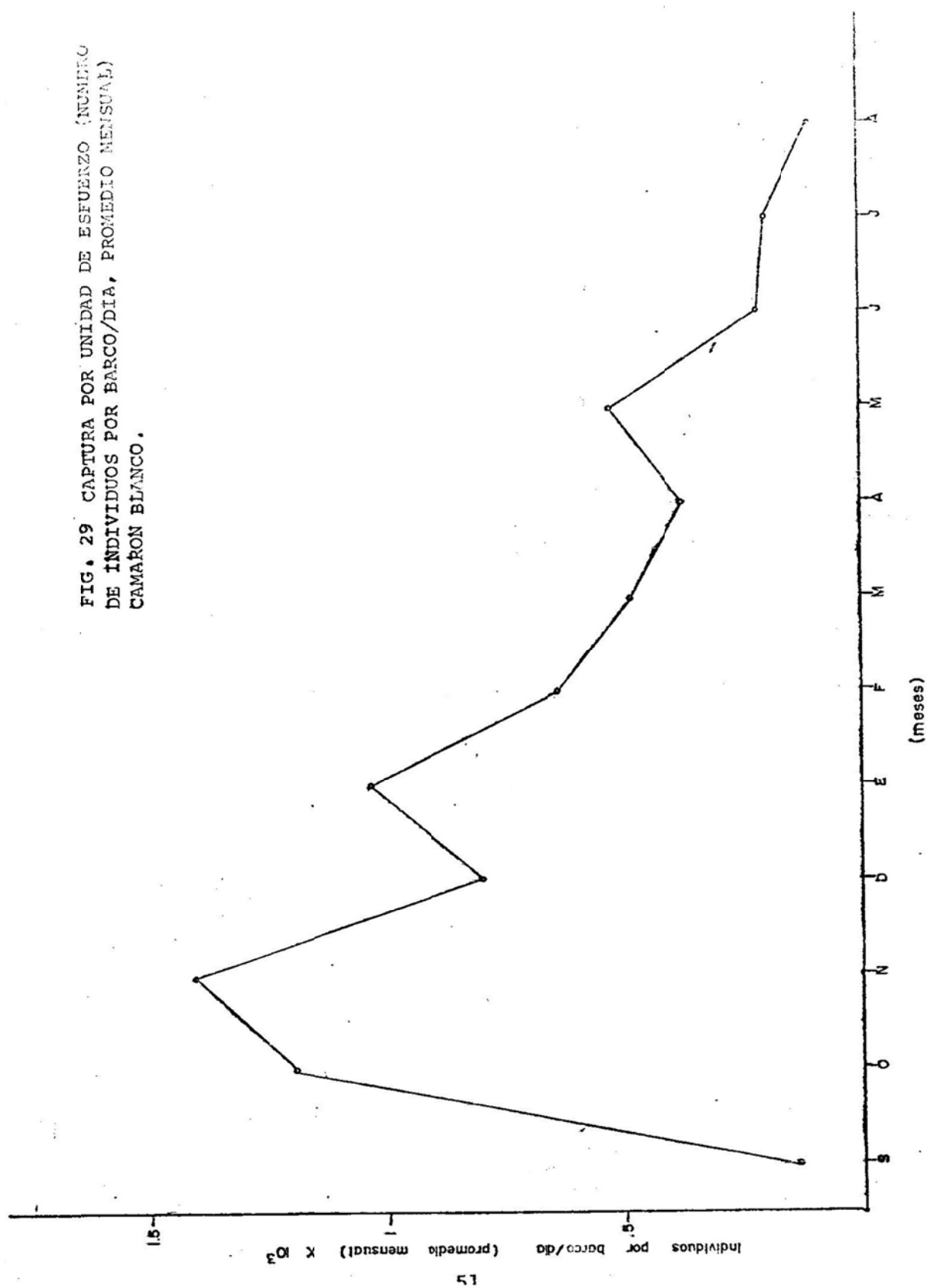


FIG. 30 CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (NUMERO DE INDIVIDUOS POR BARCO/DIA, PROMEDIO MENSUAL). CAMARON CAPE.

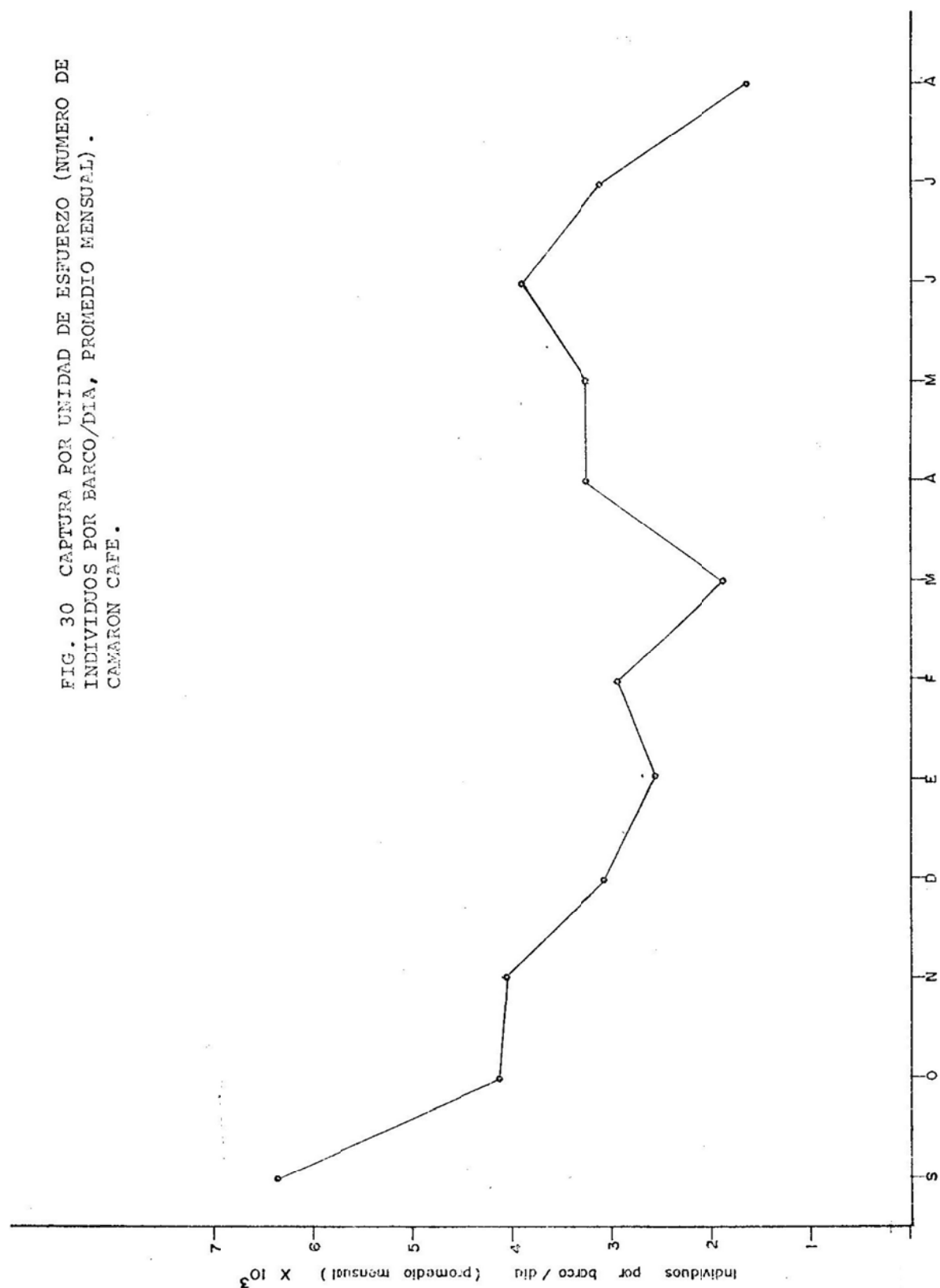


Fig.31. Captura de camarón azul en número de individuos por día/barco (promedio mensual) por la flota de alta mar de Mazatlán. Tem-
porada 1969/70. 2a. Declinación de la captura y separación de
generaciones reclutantes. 2b. mortalidad y reclutamiento.

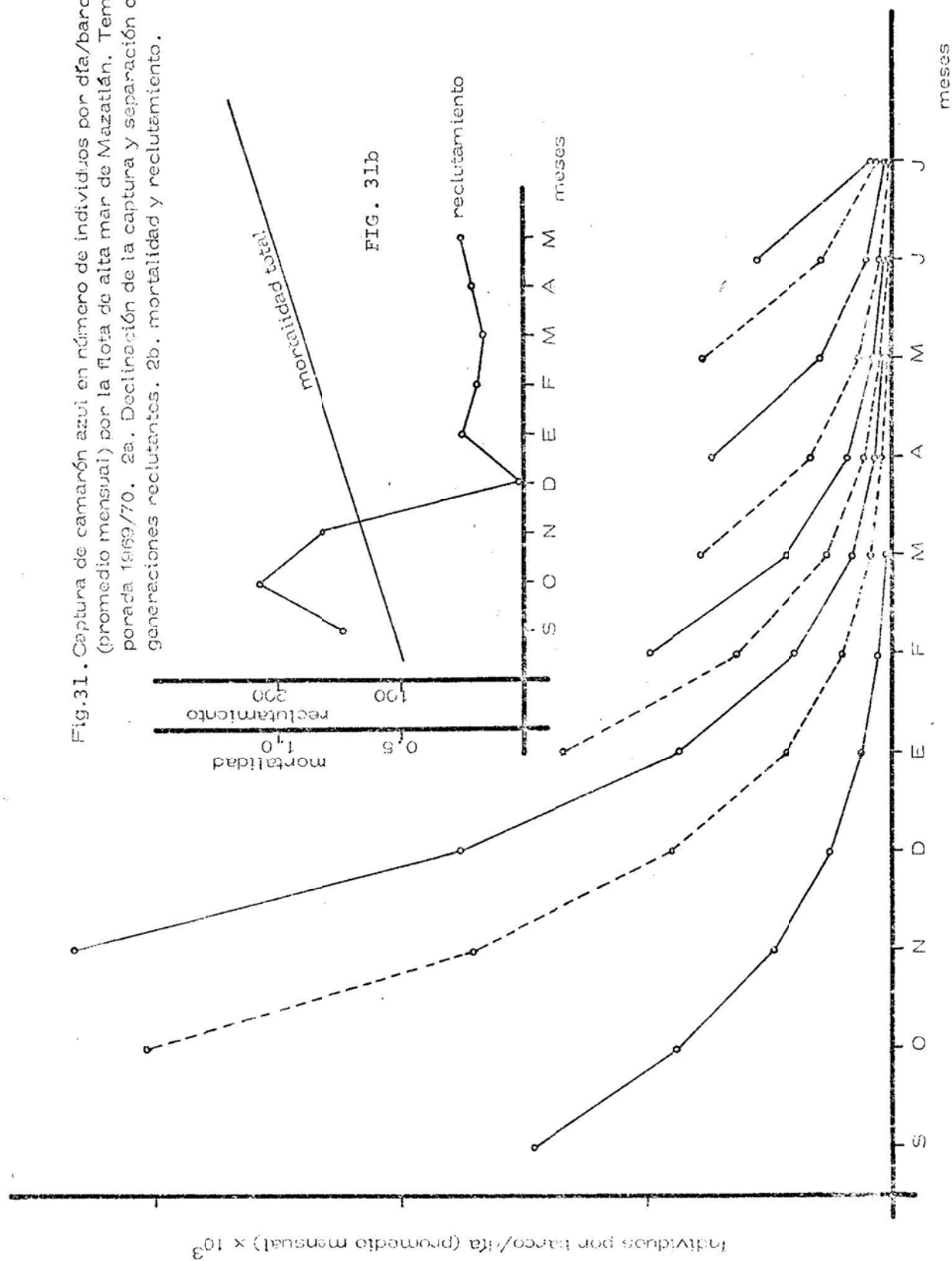


Fig. 32. Captura de camarón blanco en número de individuos por día/barco (promedio mensual) por la flota de alta mar de Mazatlán. Temporada 1969/70. Declina-
ción de la captura y separación de ge-
neraciones reclutantes. Mortalidad
y reclutamiento.

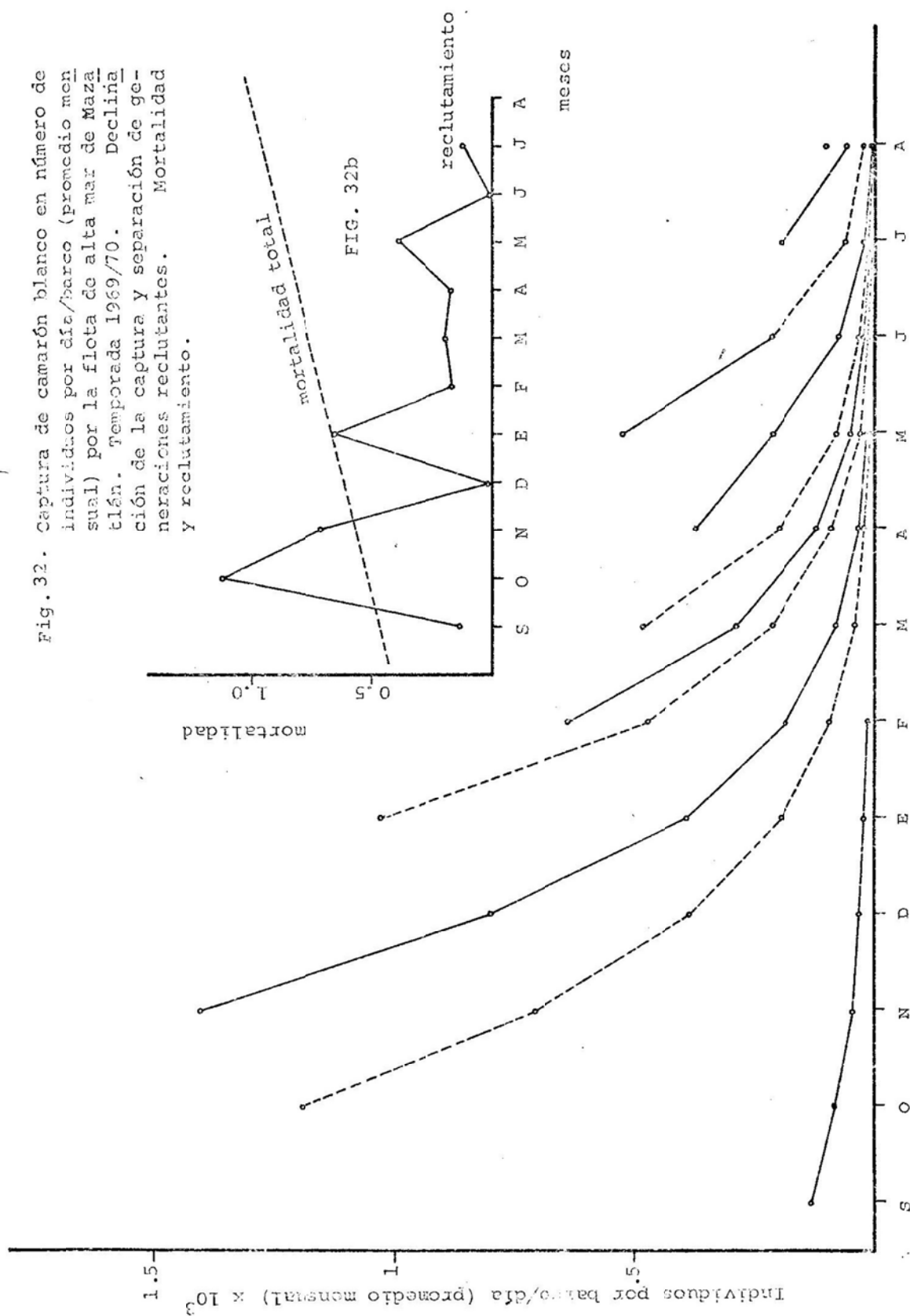
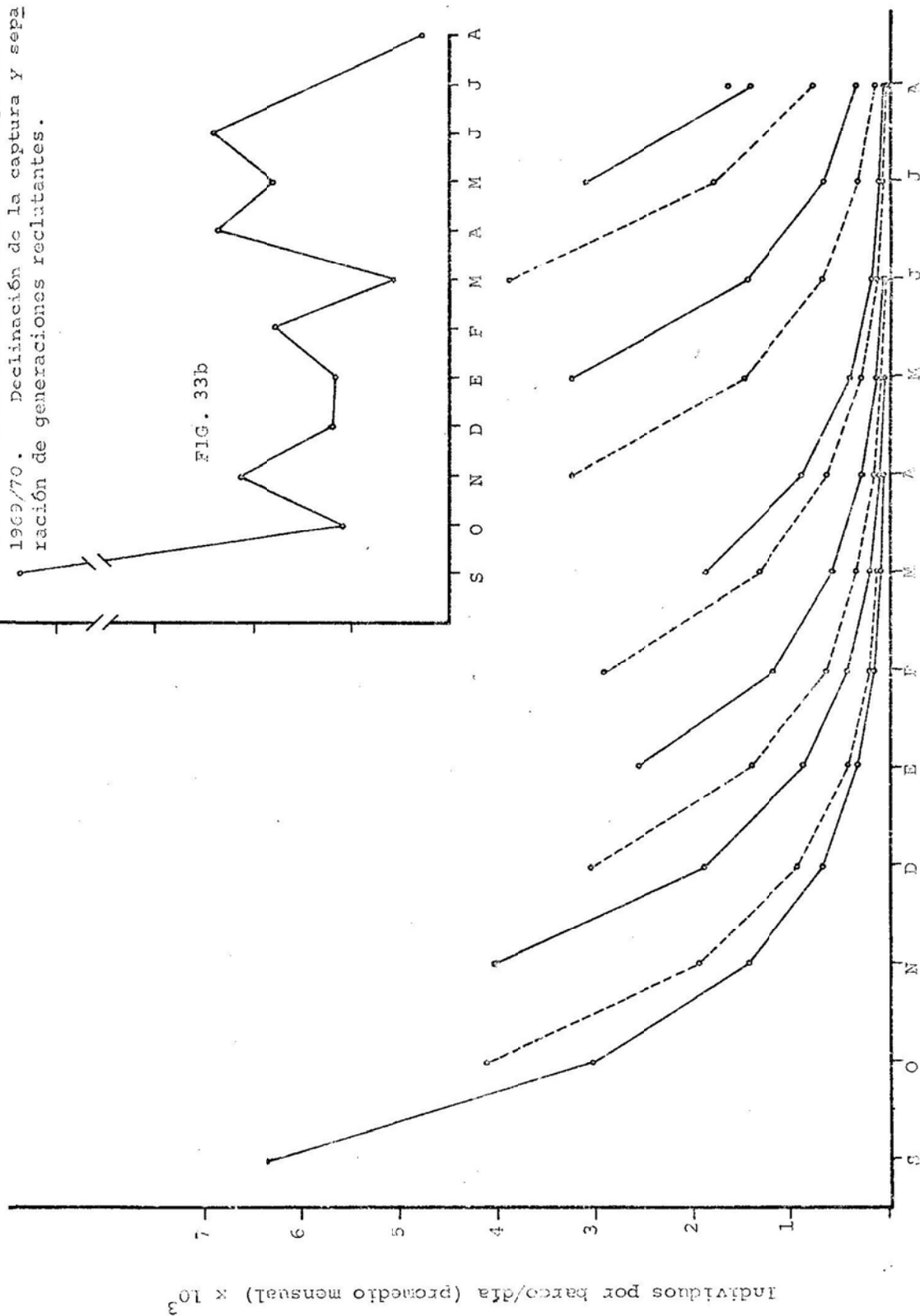


FIG. 33. Capt. la de camarón café en número de individuos por día/barco (promedio mensual) por la flota de alta mar de Mazatlán. Temporada 1969/70. Declinación de la captura y separación de generaciones reclutantes.



Es de notarse el incremento que aparece en los meses de abril y mayo en la gráfica 31. Dado que el reclutamiento de nuevas generaciones no puede suponerse a partir de las gráficas de la figura 25, sugerimos que tal incremento relativo se debe, seguramente, al efecto de concentración de los individuos para fines reproductores, lo que los hace más vulnerables a la pesca (Chapa, 1973).

Ahora bien, es lógico suponer que una especie como el camarón azul, que depende en cierta medida de las lluvias y las lagunas costeras para el crecimiento masivo de juveniles (Soto, 1969) presente un reclutamiento máximo durante los meses de máxima precipitación (septiembre-octubre) incluyendo la oleada de noviembre que se recluta con un mes de retraso.

Resumiendo, la pesquería de camarón azul gravita mayormente sobre las generaciones reclutantes de la temporada de lluvias, durante el resto del año presentándose un mínimo de reclutamiento mensual.

Camarón blanco

La figura 26 muestra los polígonos de frecuencia por talla (composición de la captura comercial) de camarón blanco.

En la figura 32 se muestra el análisis de reclutamiento y mortalidad siguiendo el mismo método mencionado anteriormente.

Al igual que el camarón azul, el camarón blanco presenta un claro máximo de reclutamiento entre octubre y noviembre que declina paulatinamente a lo largo del año. Aunque el reclutamiento no disminuye tanto como en el camarón azul, sí se presenta una tendencia a disminución gradual, culminando en junio y julio, - en que el reclutamiento es mínimo. Sin embargo, se presentan oleadas de reclutamiento relativamente importantes en enero y mayo.

Esta tendencia se observa claramente también en las gráficas de la figura 32, en la que las grandes oleadas de reclutamiento dominan durante noviembre y diciembre. En junio y julio, se presentan otros reclutamientos menores.

El efecto de aumento en las capturas por unidad de esfuerzo en el mes de mayo, indudablemente es reflejo también de la concentración de adultos para fines reproductivos.

La gráfica 32 muestra claramente que la pesquería depende, esencialmente, de las generaciones reclutantes de octubre y noviembre, enero y mayo.

Al igual que sucede con el camarón azul, esta especie depende mayormente de la abundancia de agua dulce para el éxito de las generaciones reclutantes que se traduce obviamente en las grandes oleadas de octubre y noviembre; es decir, un mes después de la salida de camarón de esteros y lagunas costeras.

Camarón café

Las figuras 27 y 33 muestran, respectivamente, los polígonos de frecuencia por talla y el análisis de mortalidad de reclutamiento en camarón café, en forma semejante a las dos especies anteriores.

Muy distinto al caso de las dos especies anteriores, el camarón café presenta prácticamente un reclutamiento uniforme a lo largo del año. El máximo de septiembre, aunque indudablemente es en parte el reflejo del éxito incrementado de las generaciones reclutantes de agosto y septiembre dadas las temporadas de lluvias, representa también la acumulación de las dos generaciones en un solo mes.

El reclutamiento, como puede verse, es prácticamente constante a lo largo del año, lo que era de esperarse en una especie que no depende de las lagunas costeras para completar su ciclo de vida.

Es indudable, sin embargo, que en el período de abril a junio, se presentan importantes generaciones reclutantes.

Mortalidad

La tasa instantanea de mortalidad define, en cualquier población, la velocidad a la que mueren en un momento dado sus individuos.

Entre los múltiples métodos utilizados para calcular este parámetro, destacan, por su facilidad de obtención, los que se basan en la declinación de abundancia. Una medida indirecta de la misma es la captura por unidad de esfuerzo. Debe señalarse que estas operaciones deben realizarse analizando la declinación en captura por unidad de esfuerzo en términos de número de individuos, ya que si consideramos únicamente el peso de la captura, el procedimiento enmascararía otros procesos subyacentes, como el crecimiento ponderal individual.

Es muy importante advertir que en la mortalidad total está incluida la velocidad promedio de emigración, es decir, la rapidez a la que los individuos abandonan las áreas en que son capturables.

Ahora bien, la tasa de mortalidad total, Z , define la cantidad de individuos de la población que sobreviven a un período dado,

$$N_t = N_0 e^{-Zt} \text{ - - - - - (2)}$$

donde: N_t = Número de individuos presentes en un momento t

N_0 = Número inicial de individuos (cuando $t = 0$)

Z = Tasa de mortalidad total

t = Tiempo

Hay varias causas de mortalidad, que se agrupan normalmente en dos tipos:

M = Mortalidad natural, incluyendo la emigración

F = Mortalidad causada por la pesca

Ambas formas son complementarias a la mortalidad total:

$$M + F = Z \text{ - - - - - (3)}$$

La mortalidad por pesca, F , la podemos dividir en dos componentes,

$$F = q.f. \quad (4)$$

donde q es el coeficiente de capturabilidad; es decir, la fracción de la población presente en un momento dado que es capturada por una unidad de esfuerzo, y f es el número de unidades de esfuerzo pesquero empleado.

A fin de poder separar los efectos de mortalidad natural y mortalidad por pesca, es necesario calcular el valor de una de las dos para poder sustraerla de la mortalidad total y obtener así un cálculo de la otra.

Para calcular la mortalidad total se analizaron las declinaciones en captura por unidad de esfuerzo de cada una de las generaciones, de manera semejante a como se describe en el trabajo de Lluch y Sáenz (en prensa). Se separaron los números de individuos de cada generación, expresadas como modos distintos en las figuras 25, 26 y 27.

Se calculó, posteriormente, la declinación en el número de individuos por barco/día, y a esta se ajustó la fórmula (2), modificada para calcular la mortalidad total:

$$Z = \ln N_0 - \ln N_t \quad (5)$$

considerando N_0 el número de individuos del mes anterior y N_t el número de individuos en el mes inmediato. Ya que sólo hay un periodo de tiempo involucrado en el cálculo, $t = 1$.

Tomando puntos selectos, se trazó una gráfica para cada especie (figs. 34, 35 y 36), en la que se expresa la mortalidad total (Z) como una función del esfuerzo pesquero, ya que combinando las fórmulas (3) y (4) obtenemos

$$Z = qf + M \quad (6)$$

Es decir, la clásica función de una recta, en la que el coeficiente de capturabilidad (q) es la pendiente y la mortalidad natural (m), la ordenada al origen. Calculando los parámetros de la recta ajustada, se obtuvieron los siguientes valores:

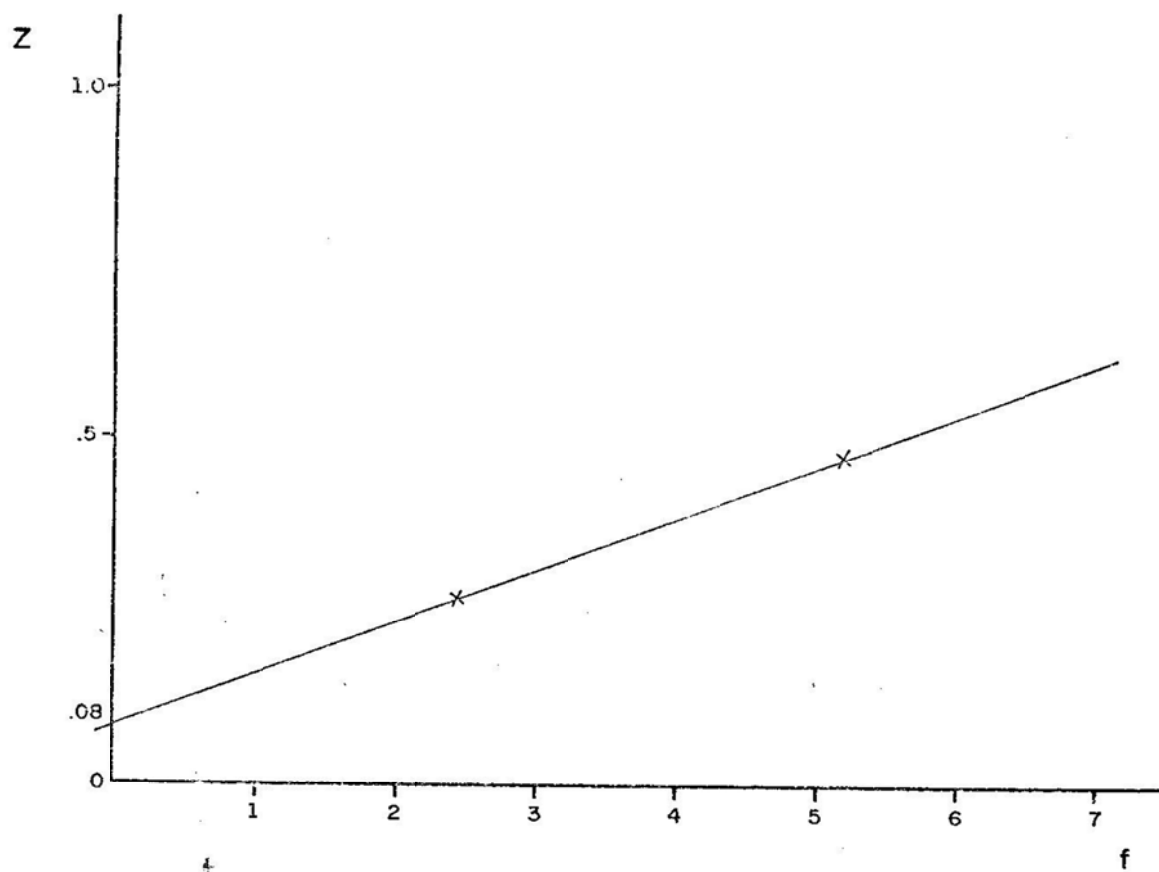


FIG. 34. MORTALIDAD TOTAL EN FUNCION DE ESFUERZO PESQUERO.
CAMARON AZUL.

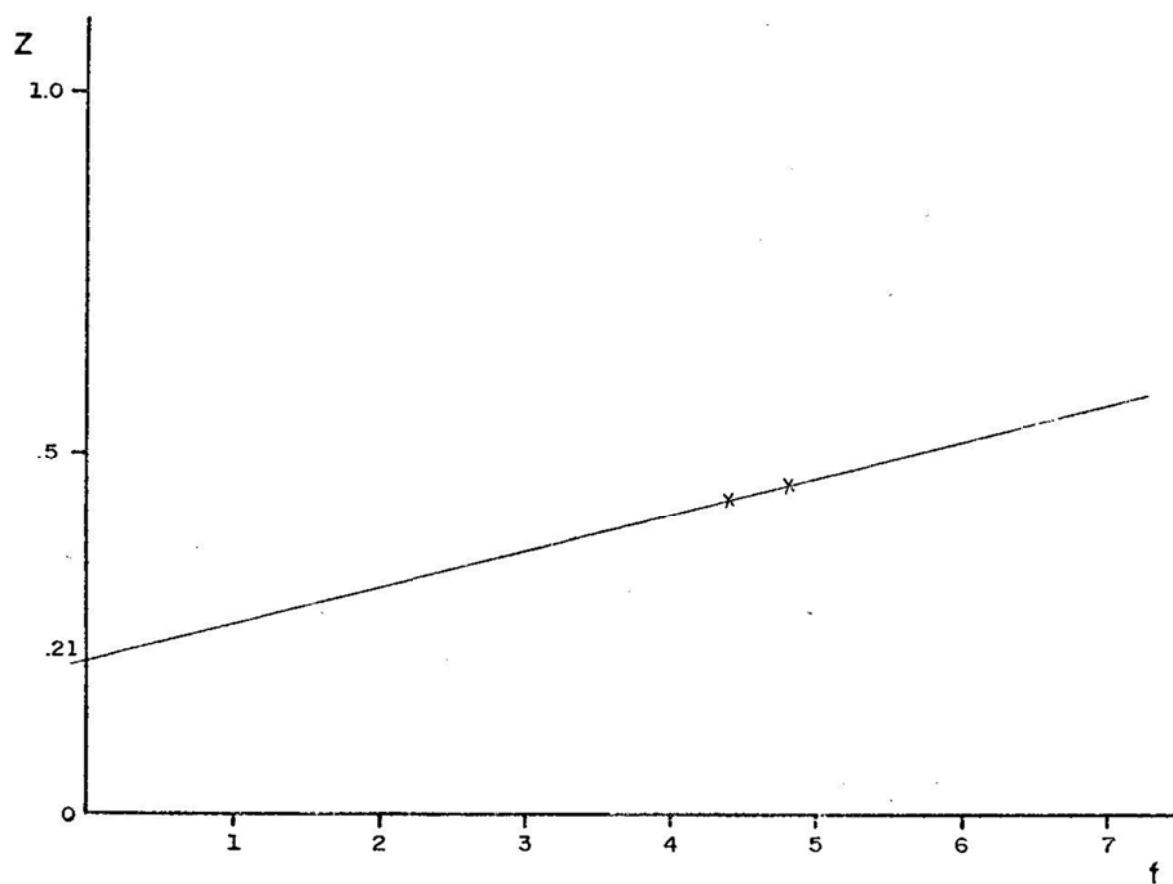


FIG. 35. MORTALIDAD TOTAL EN FUNCION DE ESFUERZO PESQUERO.
CAMARON BLANCO.

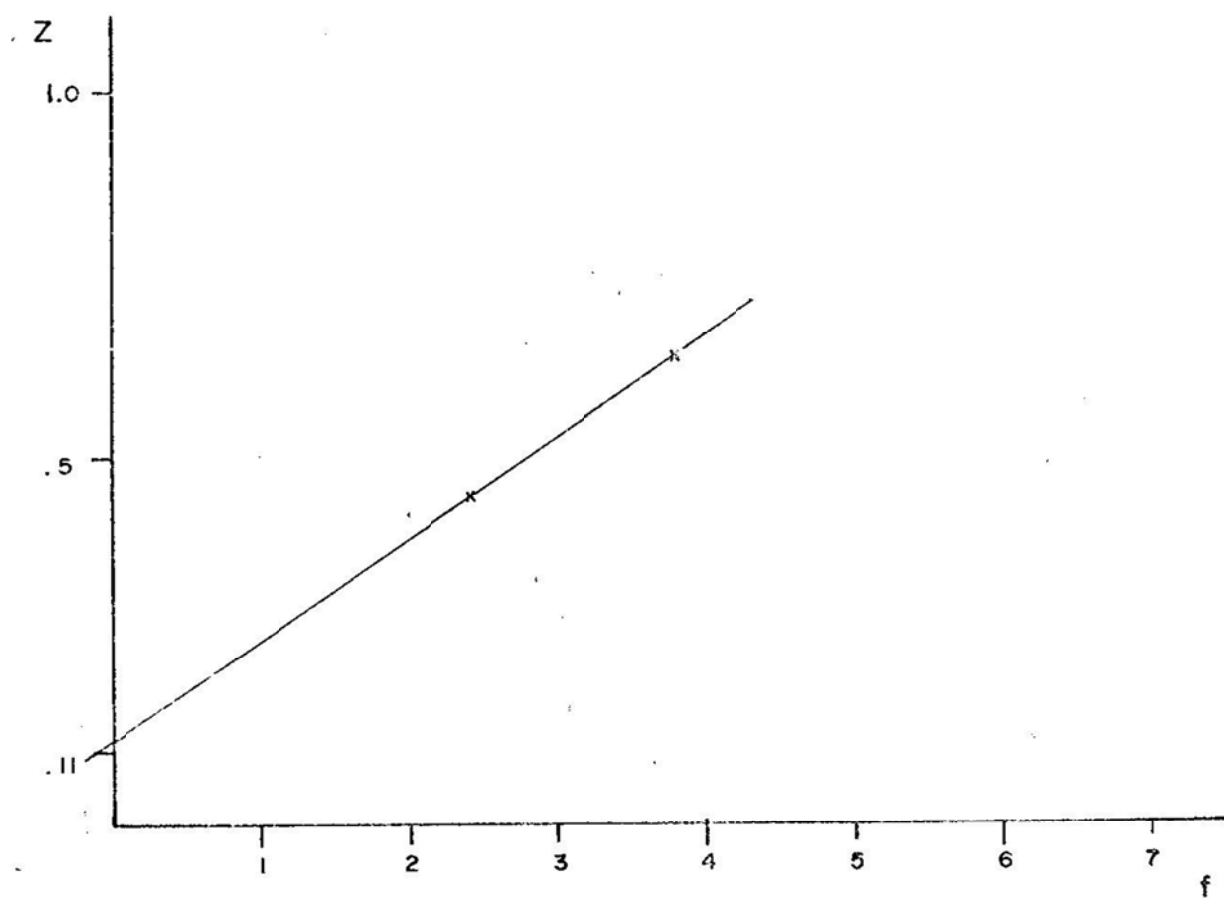


FIG. 36. MORTALIDAD TOTAL EN FUNCION DE ESFUERZO PESQUERO.
CAMARON CAFE.

	M	q
C. Azul	0.08	1.023×10^{-4}
C. Blanco	0.21	5.102×10^{-5}
C. Café	0.11	1.38×10^{-4}

Substituyendo valores en la fórmula (5), con un esfuerzo pesquero (f) promedio, se obtienen los siguientes valores de mortalidad instantánea promedio total:

C. Azul	0.36
C. Blanco	0.32
C. Café	0.37

Claramente puede notarse que la mortalidad natural es, comparativamente, muy baja, por lo que la diferencia (mortalidad por pesca) nos indica una muy intensa explotación del recurso.

Magnitud del reclutamiento

Habiendo calculado la mortalidad y el coeficiente de capturabilidad se procedió a calcular el reclutamiento.

Se calculó, en base a la captura total de cada generación por mes (cf. los modos separados de las figs. 25, 26 y 27), la población promedio presente durante el mes considerado, a partir de la fórmula básica de captura

$$C = F\bar{N} \quad \text{---(7)}$$

y, por lo tanto:

$$\bar{N} = \frac{C}{F} \quad \text{---(8)}$$

donde:

$\bar{N}$ = Número promedio de individuos en el período considerado.

C = Captura en número de individuos de esa generación.

F = Mortalidad por pesca (q. f. s)

Los valores de F (q.f.s), se calcularon para la longitud promedio de la especie durante ese mes, y con el esfuerzo pesquero total aplicado durante ese mismo período.

Posteriormente, a partir de la fórmula que define la población promedio

$$\bar{N} = \frac{N_0(1-e^{-Z})}{Z} \quad \text{---(9)}$$

en la que

N_0 = Número inicial de individuos en ese período

y Z = Mortalidad total ($M+5qf$)

se calcularon los números iniciales de individuos de cada mes

(No) mediante la transformación

$$N_0 = \frac{\bar{NZ}}{1-e^{-Z}} \quad \text{---(10)}$$

Una vez calculado el número inicial de individuos presentes en cada mes, se utilizó la fórmula básica de población

$$N_t = N_0 e^{-Zt} \quad \text{---(11)}$$

en la que:

N_0 = Número inicial de individuos (cuando $T = 0$)

N_t = Número de individuos presentes en un momento t

Z = Tasa de mortalidad total

T = Tiempo

en su transformación

$$N_0 = \frac{N_t}{e^{-Zt}} \quad \text{---(12)}$$

para calcular el número inicial de individuos en el mes inmediato anterior. Es claro que en estos casos $t = 1$ y Z se componen de $M + sqf$ mientras esa generación es vulnerable y pescada. Cuando la talla decrece lo suficiente y cuando se calculan los valores durante el tiempo de veda, entonces $f = 0$ y $Z = M$.

Se calcularon así los reclutamientos iniciales, coincidiendo las generaciones más importantes en la pesquería, en su origen, con los desoves más importantes de abril y mayo.

Cada generación mensual que ingresa a la pesquería se calculó en su origen, obteniendo para cada una los valores que muestra la tabla 5.

III M O D E L O

Con los parámetros calculados anteriormente, se elaboró un modelo de la pesquería que fué utilizado, posteriormente, para un estudio simulatorio. El modelo combina modelos parciales de crecimiento, mortalidad, reclutamiento, esfuerzo, captura, etc.

A continuación se transcriben los modelos parciales enlistados, que dan como resultado de su interacción una serie de valores de longitud individual, peso individual, captura en volumen y en número de individuos, etc. De entre todas estas variables se escogieron aquellas que denotan capturas en volumen mensual y anual, por un lado, y composición de la captura comercial en cuanto a talla de los individuos por el otro.

1. Crecimiento (modelo de Von Bertalanffi):

- incremento de la longitud en función del tiempo (figs. 19, 20 y 21):

$$l_t = L_{\infty} \left[1 - e^{-k(t-t_0)} \right] \text{ --- (13)}$$

en la que l_t = longitud en el tiempo

K, t_0 = parámetros de ajuste

L_{∞} = longitud promedio máxima de la especie

t = tiempo

c. azul:

$$l_t = 245 \left[1 - e^{-0.179(t - 0.477)} \right]$$

c. blanco

$$l_t = 200 \left[1 - e^{-0.266(t - 0.292)} \right]$$

c. café

$$l_t = 242 \left[1 - e^{-0.186(t - 0.140)} \right]$$

- incremento en peso en función de la longitud (figs. 14 y):

$$W_t = a l_t^b$$

en la que W_t = peso en el tiempo t

a y b = parámetros de ajuste

l_t = longitud de la edad t

c. azul

$$W_t = 0.0000152 l_t^{3.102}$$

c. blanco

$$W_t = .0000988 l_t^{3.050}$$

c. café

$$W_t = 0.0000156 l_t^{2.999}$$

2. Selectividad (fig. 15) en función de la longitud total:

$$S_j = \frac{1}{1 + e^{a - bl_j}}$$

en la que S_j = coeficiente de selectividad

a y b = parámetros de ajuste

l_j = longitud total

dado que esta función se ajusta a todas las especies, es única para todas ellas:

$$S_j = \frac{1}{1 + e^{13.04 - .1150 l_j}}$$

3. Mortalidad en función del tiempo:

$$N_t = N_0 e^{Zt} \quad - - - - - (16)$$

en la que N_t = Número de individuos en el tiempo t

N_0 = Número inicial de individuos

Z = Coeficiente de mortalidad total

t = Tiempo

Considerando en sus componentes:

$$Z = qf + M$$

en la que q = coeficiente de capturabilidad

f = esfuerzo pesquero

M = mortalidad total

Ahora bien, es claro que la capturabilidad varía en función de la longitud y, por lo tanto, hemos considerado que el coeficiente real de capturabilidad (q') para cada talla está determinada por:

$$q' = sjq \quad - - - - - (17)$$

por lo que

$$F = q'f \quad - - - - - (18)$$

y

$$Z = F + M$$

4. Captura

- en número de individuos:

$$C_t = F \bar{N}_t \quad - - - - - (19)$$

en la que C_j = captura en número de individuos en el tiempo t

F = mortalidad por pesca

$\bar{N}$ = Número promedio de individuos de cada generación en el mes considerado

- en peso

$$CW_t = C_t \cdot w_t \quad \text{---(20)}$$

en la que CW_t = peso de la captura en el tiempo t

w_t = peso individual promedio

5. Nivel de población

- al final de cada periodo

$$N_t = N_0 e^{-(M+q.s.f.)t} \quad \text{---(21)}$$

- población promedio

$$\bar{N} = \frac{N_0 [1 - e^{-(M+q.s.f.)}]}{M+q.s.f.} \quad \text{---(22)}$$

El modelo será discutido en detalle en un trabajo posterior. Sin embargo, esta presentación sinóptica se considera suficiente para los fines de información de este trabajo.

Conclusiones y discusión general

Por todo lo anterior, podemos concluir que el abatimiento de la producción camaronera a partir de 1962 se debe, seguramente a:

- a. La disminución en la luz de malla de las redes de arrastre,
- b. un exceso de esfuerzo pesquero y
- c. temporadas de crecimiento y/o reclutamiento débiles, como 1964.

Las variaciones anuales que se presentan en reclutamiento y/o crecimiento de camarón no son, al presente, controlables en forma alguna. Es decir, no importa que tanto pueda implementarse el régimen pesquero, siempre se presentarán variaciones anuales debidas al efecto de factores ambientales cambiantes.

Sin embargo, lo más lógico es buscar un nivel general óptimo de variación en la captura. Es decir, ya que no se pueden controlar las variaciones que se deben al efecto de factores ambientales, modificar los factores controlables (como la abertura de la malla y el esfuerzo pesquero) para que la captura, aunque fluctuante, se mantenga siempre en un nivel superior.

Considerando, por ejemplo, la fig. 16, lo ideal sería mantener la captura en un nivel fluctuante entre 50 y 60 Ton anuales por barco, tal como se presentó entre 1960 y 1962, en vez del nivel fluctuante inferior de 30-50 Ton anuales por barco, como se mantuvo entre 1963 y 1967.

Este descenso se debe, tal como se menciona arriba, a una sobre explotación económica que, aunque indudablemente con dificultades, es controlable.

Es necesario señalar el peligro latente que representa el incrementar la sobreexplotación económica al grado que se convierta en biológica, puesto que este proceso puede ser irreversible.

El delicado balance ecológico de los ecosistemas naturales, especialmente de los tropicales, no puede ser roto sin temor a consecuencias irreparables. Una sobreexplotación seria puede fácilmente ocasionar un estado de desequilibrio en el que otras especies pueden ocupar el nicho ecológico de aquellas que nos

interesan. Debemos tener en cuenta, para lo anterior, ejemplos como el de la sardina de California.

De los análisis anteriormente expuestos podemos deducir que la pesquería del camarón en el noroeste ha sobrepasado ya el nivel máximo de explotación. Aun cuando ciertas técnicas como la acuicultura pueden elevar muy sustancialmente los niveles de las poblaciones naturales, tales manejos son complicados y, en general, costosos. Por lo mismo, no creemos que en el presente puedan solucionar cabalmente la situación actual.

Aún más, las técnicas de cultivo o semicultivo (que deben ser desarrolladas y puestas en operación lo antes posible) pueden generar, en un futuro no muy lejano, una elevación general de la captura en lagunas costeras. Esta elevación, fruto de la tecnología aplicada, beneficiará posteriormente a las cooperativas que actualmente operan en aguas protegidas, pero difícilmente **te** **cam**biará en forma significativa la captura de alta mar.

De cualquier modo, estas técnicas aún deberán esperar varios años para su plena aplicación, en la mayor parte de los casos.

Así pues, la única solución inmediata de la situación anteriormente expuesta, debe buscarse en la implementación de un régimen pesquero adecuado, que permita obtener la máxima captura sostenida.

El modelo de simulación que se presenta en este mismo trabajo es **tá** siendo empleado actualmente para calcular tal régimen. Los resultados serán publicados en breve.

RECOMENDACIONES

A reserva de recomendar un régimen pesquero completo en un futuro próximo, sugerimos:

1. NO AUMENTAR MAS EL NUMERO DE UNIDADES DE PESCA EN LA FLOTA CAMARONERA DEL NOROESTE.
2. Mediante un plan adecuado de substitución de redes, a lo largo de una temporada de pesca, IMPLANTAR COMO REGLAMENTARIA LA MALLA DE 2 1/2 PULGADAS PARA LAS REDES DE ARRASTRE EMPLEADAS EN LA CAPTURA DE CAMARON DE ALTA MAR.

Cabe aclarar que tal medida debe respetarse en TODA LA RED, y no únicamente las alas.

La bolsa de protección, si se usa, debe usarse abierta.

Estas dos medidas deben asegurar que la tendencia de abatimiento en la producción se detenga. Para elevarla al nivel fluctuante máximo se sugerirán otras medidas complementarias.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Chapa, S.H. 1973. Breve estudio comparativo de la pesquería de camarón de Mazatlán en mar abierto (1953 - 1973). Manuscrito.
- Chávez, E.A. 1973. Estudio sobre la tasa de crecimiento del camarón blanco (Penaeus vannamei Boone) de la región sur del Golfo de California. Ciencia, Méx., XXVIII (2): 79-85.
- Chávez, E.A. y C. Rodríguez de la Cruz. 1971. Estudio sobre el crecimiento del camarón café (Penaeus californiensis Holmes) del Golfo de California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. 32: 111-127.
- Lluch, D.B. y P.G. Sáenz, 1973. Análisis de una población de camarón en alta mar. En prensa.
- Mendoza, von Borstel, X. 1969. Efectos de la marca sobre la producción camaronera en lagunas litorales. Me. IV Congreso Nal. Oceanografía. México.
- Muhli, A.M. et al. Relaciones biométricas para tres especies de camarón. En prensa.
- Rodríguez de la Cruz, C. Estudio biológico estadístico sobre la pesquería del camarón del Golfo de California. Instituto Nacional de Pesca.
- Rodríguez de la Cruz, C. 1973. Resultados de los muestreos de camarón de alta mar en el Pacífico Temporal da 1973. Instituto Nacional de Pesca.

Thompson, R. 1973. Eficiencia de las redes gemelas comparadas con las redes normales. Instituto Nacional de Pesca. En prensa.

```

      IVENT SICA6
      FILE 6=SCA6,UNIT=READER
      FILE 6=SCA6,UNIT=PRINTER
      C ESIE PROGRAMA HACE UNA SIMULACION PARA CAMARON
      DIMENSION W(20,20),EF(20),AM(20),AN(20,20),CW(20,20),      AC
      *(20),AC2(20),      Z(20,20),CWM(20),FM(20,20),C(20,20),CWC(20)
      F=.1
      KES1=1
      KES2=1
      CWTI= 0.
      WRITE(6,5)
      5 FORMAT(1H1,10X,"SIMULACION DE LA PESQUERIA DE CAMARON DE ALTA MAR"
      *//)
      DO 80 I=1,16
      DO 80 J=1,16
      W(I,J)=0.
      C(I,J)=0
      AN(I,J)=0.
      AC(I)=0.
      AC2(I)=0.
      FM(I,J)=0.
      CWM(I)=0.
      CWC(I)=0
      Z(I,J)=0.
      80 CW(I,J)=0.
      C PRIMERA LECTURA
      READ(8,10)ALN,AK,TO,X,Y,A,B
      10 FORMAT(7E11,5)
      C ESCRIBE DATOS DE ENTRADA
      C SEGUNDA LECTURA
      READ(8,12) (AM(J), J=1,16)
      READ(8,11) Q, TL
      12 FORMAT(16F5,2)
      C ESCRIBE DATOS DE ENTRADA
      C TERCERA LECTURA
      11 FORMAT(E11,5,1X,F6,2)
      C ESCRIBE DATOS DE ENTRADA
      WRITE(6,2000)ALN,AK,TO,X,Y,A,B
      2000 FORMAT(7E12,6)
      WRITE(6,2001)(AM(J),J=1,16)
      2001 FORMAT(16F5,2)
      WRITE(6,2002)Q,TL
      2002 FORMAT(2E11,5)
      DO 15 J=1,16
      I=J
      C CUARTA LECTURA
      READ(8,14) AN(I,J),EF(J)
      14 FORMAT(2E14,5)
      WRITE(6,2003)AN(I,J),EF(J)
      2003 FORMAT(2E14,5)
      15 CONTINUE
      C ESCRIBE DATOS DE ENTRADA
      1000      DO 8000 J=1,16
      8000      EF(J)=EF(J)*F
      DO 90 I=1,16
      DO 90 J=1,16

```

```

1)      W(I,J)=0
2)      C(I,J)=0
3)      AC(I)=0
4)      AC2(I)=0
5)      FM(I,J)=0
6)      CWM(I)=0
7)      CWC(I)=0
8)      Z(I,J)=0
9)      90 CW(I,J)=0
10)     C COMIENZA CALCULO
11)     SUM1=0
12)     SUM2=0
13)     16 DO 20 J=2,16
14)         DO 20 I=2,J
15)             VT1 = (J-1) - TO
16)             VT2 = VT1 * AK
17)             VT3 = EXP(-VT2)
18)             AL = ALN * (1. - VT3)
19)             W(I,J) = X * (AL**Y)
20)             VT4 = A - (B* AL)
21)             VT5 = 1. + EXP(VT4)
22)             S = 1./VT5
23)             QT = Q * S
24)             FM(I,J) = (QT * EF(J))
25)             Z(I,J) = FM(I,J) + AM(J)
26)             IF(KES1,LT,1) GO TO 16
27)     20 CONTINUE
28)     CWT= 0.
29)     DO 50 J=1,16
30)         CWM(J)= 0.
31)         DO 50 I=1,J
32)             VT6 = 1. - EXP(-Z(I,J))
33)             ANPR = (AN(I,J)*VT6)/Z(I,J)
34)             C(I,J)=FM(I,J) *ANPR
35)             CWC(J)=CWC(J)+C(I,J)
36)             CW(I,J)=(C(I,J)*W(I,J))/1000.
37)             CWM(J) = CWM(J) + CW(I,J)
38)             AN(I,J+1) = AN(I,J) * EXP(-Z(I,J))
39)     52 CWT = CWT + CWM(J)
40)         IF(KES2,LT,1) GO TO 31
41)     50 CONTINUE
42)     31 CONTINUE
43)         DO 61 J=1,16
44)             I=J
45)             AC(1)=AC(1)+CW(I,J)
46)     61 AC2(1)=AC2(1)+C(I,J)
47)         IA=0
48)         DO 60 L=2,16
49)             IA=IA+1
50)             DO 60 J=L,16
51)                 I=J-IA
52)                 AC2(L)=AC2(L) +C(I,J)
53)     60 AC(L)=AC(L)+CW(I,J)
54)         DO 500 I=1,16
55)             SUM1=SUM1 + AC(I)
56)     500 SUM2=SUM2 + AC2(I)

```

```

(0100)      WRITE(6,68)(CWM(J),J=1,16)
(0101)      WRITE(6,69)(CWC(J),J=1,16)
(0102)      WRITE(6,70)              (AC(I),I=1,16)
(0103)      68  FORMAT(1H0,3X,"ACUMULATIVO EN PESO"/2(6E11.4/),4E11.4)
(0104)      69  FORMAT(1H0,3X,"ACUMULATIVO EN N. DE INDIVIDUOS"/2(6E11.4/),4E11.4)
(0105)      70  FORMAT(1X," CWC(I,J)      "/ 2(6E11.4/),4E11.4)
(0106)      WRITE(6,71)(AC2(K),K=1,16)
(0107)      71  FORMAT(1X," C. IND.      "/ 2(6E11.4/),4E11.4)
C  ESCRIBE CWT
(0108)      WRITE(6,57)SUM1,SUM2
(0109)      57  FORMAT(5X,"CWT",5X,E12.5," C. EN IND TOTAL "E11.5)
C  TERMINA CALCULO
(0110)      WRITE(6,555)F
(0111)      555  FORMAT(5X,"NIVEL DE ESFUERZO =",F6.3//)
(0112)      DO 81 I=1,16
(0113)      81  EF(I)=EF(I)/F
(0114)      READ(8,9)F
(0115)      9   FORMAT(F5.2)
(0116)      IF(F-99)1000,1000,501
(0117)      501  STOP
(0118)      END

```

```

1/31/74  9:33 A.M.  ASR 5.3  XFORTN COMPILER
ELAPSED TIME 30 SECS 133 CARDS AT 266 C.P.M.  0 FLAGS  0 ERRORS
COMMON = 0 DATA = 31722 TEMPORARIES = 68 CODE = 8960  DIGITS

```

PROGRAMA CAMARON DEL PACIFICO

Publicaciones Impresas

- Resultados Parciales de Muestreos en Lagunas Costeras del NW. Temporada 1972
Autor: Daniel Lluch B. et al.
- Resultados de los Muestreos en Aguas Protegidas del NW. Temporada 1973.
Autor: Rubén Soto, et al.
- Muestreos de Camarón en las Bahías del Sur de Sonora.
Autor: Ma. Concepción Rodríguez de la C.
- Resultados de los Muestreos de Camarón de Alta Mar en el Pacífico. Temporada 1973
Autor: Ma. Concepción Rodríguez de la C.
- Estudio Biológico Estadístico sobre la Pesquería del Camarón del Golfo de California.
Autor: Ma. Concepción Rodríguez de la C.
- Listado y Código de Embarcaciones Camaroneras del Pacífico.
Autor: Programa Camarón del Pacífico.

Publicaciones en Prensa

- Composición de la Captura Comercial de Camarón del Pacífico (Alta Mar)
Autor: Mirna Cruz y Guadalupe Rodríguez
- Estimación de la Fauna de Acompañamiento del Camarón
Autor: Rubén Soto L. y Narciso Corona P.
- Análisis del Esfuerzo de Pesca Observado en Puerto Peñasco, Son. Durante los años 1966-1972.
Autor: Martina García G.
- Selectividad de las Artes de Pesca en la Captura de Camarón.
Autor: Ma. Concepción Rodríguez de la C.

- Relaciones Biométricas para tres Especies de Camarón.
Autor: Arturo Muhlía M. et al
- Informe sobre la Composición de la Captura de Camarón de Salina Cruz, Oax.
Autor: Mirna Cruz, Guadalupe Rodríguez, Isaías E. Reyna.
- Análisis de una Población de Camarón en Alta Mar.
Autor: Daniel Lluch B., Pedro G. Sáenz M.