

**ESTIMACION DE LA BIOMASA REPRODUCTORA DE LA
MACARELA DEL PACIFICO (*Scomber japonicus* HOUTTUYN, 1782)
EN EL GOLFO DE CALIFORNIA (ENERO-FEBRERO 1987)***

**ESTIMATION OF THE REPRODUCTIVE BIOMASS OF THE
PACIFIC MACKEREL (*Scomber japonicus* HOUTTUYN, 1782)
IN THE GULF OF CALIFORNIA (JANUARY-FEBRUARY 1987)**

Yanira Artemiza Green Ruiz
Guadalupe Aguirre Medina

Centro Regional de Investigación Pesquera-Mazatlán
INP-SEPESCA
Apartado Postal 1177, Mazatlán, Sinaloa

Recibido en enero de 1989; aceptado en marzo de 1992

RESUMEN

Se presenta la distribución y abundancia de la macarela (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) que se obtuvo del análisis de 55 arrastres oblicuos efectuados en el Golfo de California en enero-febrero de 1987. Se estimó la biomasa reproductora en 165,908 toneladas métricas (Tm) con un máximo rendimiento sostenible de 16,518 Tm si la mortalidad (z) es de 0.497.

Palabras claves: Distribución, abundancia, macarela, Golfo de California

ABSTRACT

The distribution and abundance of the Pacific mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782), derived from the analysis of 55 oblique tows made in the Gulf of California in January-February 1987, are presented. The reproductive biomass was estimated at 165,908 metric tons (MT), with a maximum sustainable yield of 16,518 MT if mortality (z) is 0.497.

Key words: Distribution, abundance, Pacific mackerel, Gulf of California.

INTRODUCCION

De los peces pelágicos menores, la anchoveta, la macarela y las sardinas monterrey, crinuda, bocona y japonesa constituyen uno de los recursos más importantes del país. En los puertos de Ensenada, B.C., López Mateos, B.C.S., Guaymas, Son. y Mazatlán, Sin., existe la infraestructura industrial para el enlatado y producción de harina de estos organismos, lo que representa una fuente de trabajo considerable en esas regiones.

Dado el comportamiento natural de los peces pelágicos y la influencia que tiene sobre

INTRODUCTION

Of the minor pelagic fishes, the northern anchovy, Pacific mackerel, Pacific sardine, thread herring, anchoveta and round herring constitute one of Mexico's most important resources. Canning and fish meal industries are found in Ensenada, B.C., López Mateos, B.C.S., Guaymas, Sonora and Mazatlán, Sinaloa, creating numerous jobs in these regions.

In view of the natural behaviour of pelagic fishes and how it is affected by constantly changing climatic conditions, it is

*Se presentó el trabajo y se publicó el resumen en la 3ra. reunión de la Sociedad Mexicana de Plancología, A.C., en abril de 1988 en Mazatlán, Sinaloa.

éste la constante variación en las condiciones climáticas, es menester realizar de manera sistemática investigaciones que permitan conocer las épocas de reproducción, las áreas de desove y la biomasa reproductora de las especies de importancia pesquera, así como detectar recursos susceptibles de explotación.

La captura de macarela (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) representó una fracción reducida en los últimos años. Esta ha fluctuado entre 1.0 y 6.5% de la captura total del Golfo de California (Cisneros-Mata *et al.*, 1988), no obstante es una especie de calidad aceptable (Pedrín and Ancheita, 1976) y no deja de ser un recurso potencial.

La información existente sobre la macarela en el Golfo de California es reducida. Recientemente, Gluyas-Millán (1989), trabajando con adultos de la costa occidental de Baja California y del Golfo de California, presentó algunos de sus parámetros poblacionales. Referente a huevos y larvas, Moser *et al.* (1974) analizan para 1956 y 1957 la distribución y abundancia de la especie y evalúan la biomasa reproductora, al igual que Martínez-Aguilar y de Anda-Montañez (1990) lo hacen para marzo de 1981. Olvera-Limas (1975) y Esqueda-Escárcega (1988) muestran la distribución y abundancia de *S. japonicus* para el mes de abril en los años de 1972 y 1984 respectivamente.

Con base en lo anterior, esta investigación permite ampliar la información acerca de la distribución y abundancia de la especie, así como estimar a través de métodos ictio-planctónicos la biomasa reproductora de este recurso.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó de acuerdo con el análisis de 55 muestras de plancton, obtenidas en el Golfo de California del 27 de enero al 7 de febrero de 1987, durante el crucero oceanográfico AA8701 efectuado a bordo del barco de investigación *Antonio Alzate*; la red de estaciones que fueron ocupadas se muestra en la Figura 1. Se realizaron arrastres oblicuos con red Bongo, la cual tiene 60 cm de diámetro en la boca, longitud de 3 m, malla de 500 micras y flujómetro calibrado. La profundidad de las colectas varió entre 41.6 y 215 m, las muestras se fijaron con formol al 4% neutralizado con borato de sodio. La metodología utilizada para la obtención de las

necesario to systematically study the reproductive periods, spawning areas and reproductive biomass of commercially important fishes, as well as to determine exploitable resources.

In the last few years, the catch of Pacific mackerel (*Scomber japonicus* Houttuyn, 1782) has represented a small fraction of the total catch of the Gulf of California, fluctuating between 1.0 and 6.5% (Cisneros-Mata *et al.*, 1988). Nevertheless, the species is of acceptable quality (Pedrín and Ancheita, 1976) and is still a potential resource.

Information on the Pacific mackerel in the Gulf of California is scarce. Recently, Gluyas-Millán (1989), who studied adults from the western coast of Baja California and the Gulf of California, reported some population parameters. Moser *et al.* (1974) analysed the distribution and abundance of eggs and larvae in 1956 and 1957 and estimated the reproductive biomass, as did Martínez-Aguilar and de Anda-Montañez (1990) for March 1981. Olvera-Limas (1975) and Esqueda-Escárcega (1988) determined the distribution and abundance of *S. japonicus* for April 1972 and April 1984, respectively.

The objective of this study is to contribute to the information on the distribution and abundance of this species and to estimate, using ichthyoplanktonic methods, the reproductive biomass of this resource.

MATERIAL AND METHODS

Fifty-five plankton samples were obtained from the Gulf of California between 27 January and 7 February, 1987, during oceanographic cruise AA8701 conducted on board the research vessel *Antonio Alzate*. The stations occupied are shown in Figure 1. Collections were made using a Bongo net with 60-cm mouth diameter, 3-m length and 500- μ m mesh, equipped with a calibrated flowmeter. The net was towed obliquely between 41.6 and 215 m depth. The samples were fixed with 4% formol neutralized with sodium borate. The samples were obtained according to Smith and Richardson (1979).

For the plankton analysis, biomass was measured by the displaced volume method (Beers, 1976). Ichthyoplankton was sorted from the samples and the *Scomber japonicus* larvae were identified according to their meristic and morphometric characteristics. To

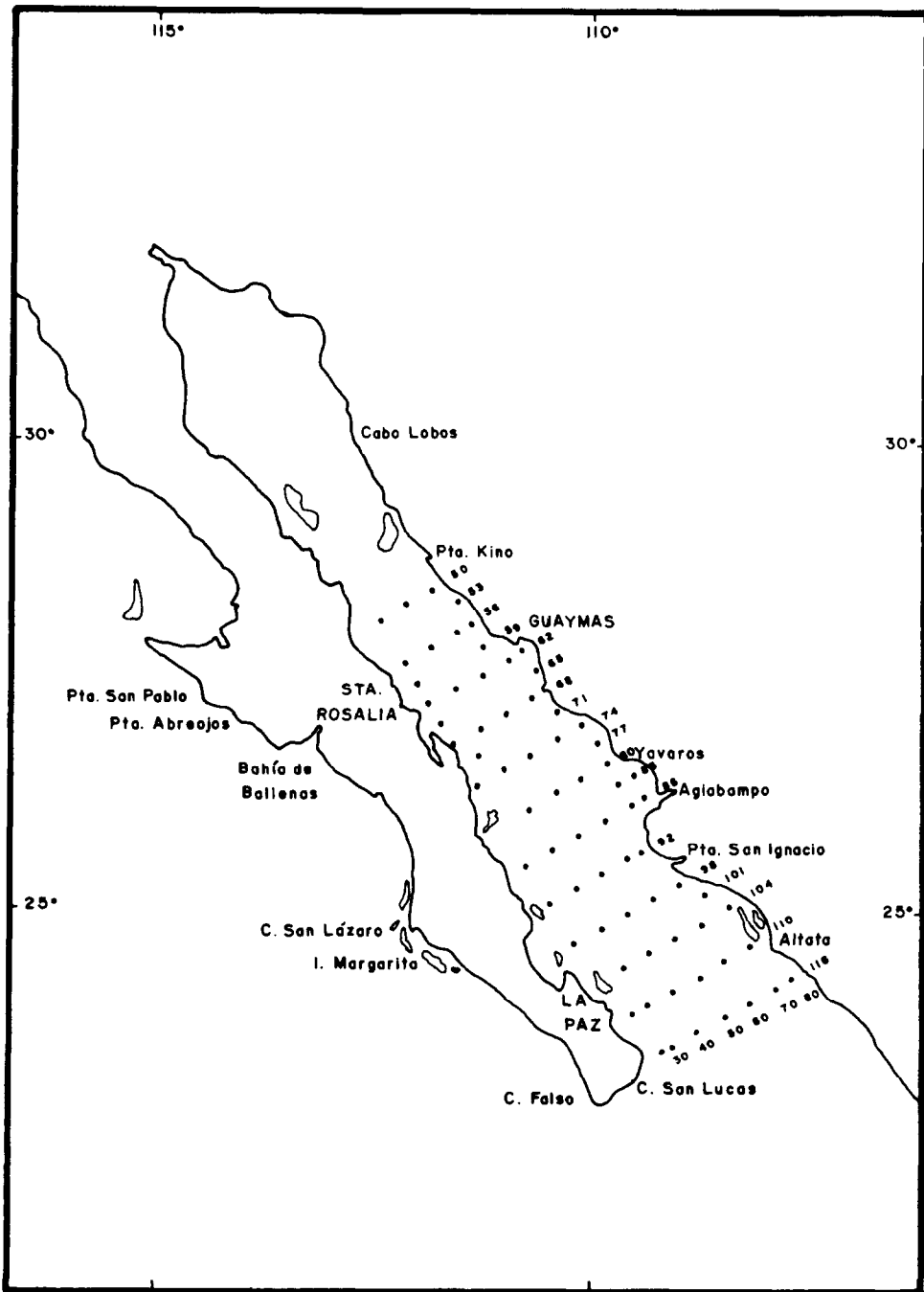


Figura 1. Red de estaciones del crucero AA8701 en el Golfo de California (enero-febrero de 1987).
Figure 1. Stations occupied in the Gulf of California during cruise AA8701 (January-February 1987).

muestras es la descrita por Smith y Richardson (1979).

Para el análisis del plancton se procedió a medir la biomasa por el método de volumen desplazado (Beers, 1976), se separó el ictio-plancton de todas las muestras, se identificaron las larvas de *Scomber japonicus* según sus características merísticas y morfométricas. Para hacer el mapa de distribución y abundancia de las larvas, se estandarizaron los datos a 10 m² de superficie marina con la siguiente fórmula (Smith y Richardson, 1979):

$$n_j = (c_j z_j / v_j) (10) \quad (1)$$

donde n_j es el número de huevos y/o larvas en la estación j ; c_j , la captura de larvas en la estación j ; z_j , la profundidad del arrastre (m) en la estación j ; v_j , el volumen de agua filtrada (m³).

De acuerdo con las abundancias máxima y mínima registradas, se asignaron las escalas de 1 a 10, 11 a 50, 51 a 150 y mayores de 150.

Se obtuvo la curva de captura con intervalos de clases de longitud de 1 mm, se calculó la proporción de capturas nocturnas (18:00 a 05:59) y diurnas (06:00 a 17:59). Conforme al método de polígonos de Sette y Ahlstrom (1948), se estimaron el área de cada una de las estaciones y el número de larvas capturadas en ellas, utilizando la ecuación:

$$P_j = (c_j z_j / v_j) (A_j) \quad (2)$$

donde P_j es el número de huevos y/o larvas en el área representada por la estación j ; c_j , z_j y v_j se definen en la ecuación (1); A_j es el área (m²) representada en la estación j .

El número total de larvas y por cada milímetro de longitud estándar para el área cubierta por el crucero se obtuvo de (Sette y Ahlstrom, 1948):

$$P_i = \sum_{j=1}^K P_j \quad (3)$$

donde P_i es el número total de larvas estimado en el área total representada por el crucero i ; K , el número de estaciones muestreadas durante el crucero i ; P_j , el número total de larvas en el área representada por la estación j .

plot the distribution and abundance of larvae, the data were standardized to 10 m² of sea surface with the following formula (Smith and Richardson, 1979):

$$n_j = (c_j z_j / v_j) (10) \quad (1)$$

where n_j is the number of eggs and/or larvae at station j ; c_j , the catch of larvae at station j ; z_j , the depth of tow (m) at station j ; v_j , the volume of water filtered (m³).

According to the maximum and minimum abundances recorded, scales of 1 to 10, 11 to 50, 51 to 150 and >150 were assigned.

The catch curve was plotted with ranges of 1 mm length classes. The proportion of night (18:00 to 05:59) and day (06:00 to 17:59) catches was calculated. According to Sette and Ahlstrom's (1948) polygon method, the area of each station and the number of larvae caught at each station were estimated using:

$$P_j = (c_j z_j / v_j) (A_j) \quad (2)$$

where P_j is the total number of eggs and/or larvae in the area represented by station j ; c_j , z_j and v_j are defined in equation (1); A_j is the area (m²) represented by station j .

The total number of larvae and per each millimetre of standard length for the area covered by the cruise was obtained from (Sette and Ahlstrom, 1948):

$$P_i = \sum_{j=1}^K P_j \quad (3)$$

where P_i is the total number of larvae estimated in the total area represented by cruise i ; K , the number of stations sampled during cruise i ; P_j , the total number of larvae in the area represented by station j .

Larval abundance for the cruise was calculated using:

$$Pal = \sum_{i=1}^r Di \sum_{j=1}^K (c_j l z_j / v_j) A_j \quad (4)$$

where Pal is the total of larvae obtained on cruise i per length class (with no correction

La abundancia larval para el crucero, se calculó con:

$$Pal = \sum_{i=1}^r Di \sum_{j=1}^K (cjlzj/vj) Aj \quad (4)$$

donde *Pal* es el total de larvas obtenidas en el crucero *i* por clase de longitud *l* (sin corrección de las capturas día-noche); *cjl*, la captura de larvas en la clase *l* en la estación *j* en el crucero *i*; *zj*, la profundidad del arrastre (m) en la estación *j* del crucero *i*; *vj*, el volumen de agua filtrada (m³); *Aj*, el área (m²) representada por la estación *j* en el crucero *i*; *K* se define en la ecuación (3); *Di* es el número de días representados por el crucero *i* (en este caso se amplió a 31); *r*, el número de cruceros con los que se hizo la estimación.

La biomasa desovante (*B*) se obtuvo a partir de la abundancia larval (*Pal*), considerando la fecundidad relativa determinada por MacGregor (1976) para la macarela del noroeste del Pacífico (*Fr* = 264 huevos/g de peso), y una proporción de sexos (*K*) de 1:0.96 (Gluyas-Millán, 1989) al substituir los valores en la ecuación (5).

$$B = Pal / Fr K \quad (5)$$

El coeficiente de mortalidad se calculó de acuerdo con:

$$NL = NA e^{(-Zl)} \quad (6)$$

donde *Z* es el coeficiente de mortalidad instantáneo por milímetro de longitud estándar; *NL*, el número de larvas de longitud *l*; *NA*, la intersección en el eje de las *y*; *L*, la longitud estándar (mm) de la larva.

Con esta información se estimó el máximo rendimiento sostenible (*Cmáx*), de acuerdo a lo propuesto por Houde (1977):

$$Cmáx = (0.5)(M)(B) \quad (7)$$

donde (0.5) es la constante de Gulland (1971); (*M*), el coeficiente de mortalidad natural; (*B*), la biomasa sin explotar, pero usando (0.2) en lugar de (0.5). Este cambio es debido a la conclusión de Beddington y Cooke (1983) de que hay un grado de sobreestimación en el

for day-night catches); *cjl*, the catch of larvae in length class *l* at station *j* on cruise *i*; *zj*, the depth of tow (m) at station *j* on cruise *i*; *vj*, the volume of water filtered (m³); *Aj*, the area (m²) represented by station *j* on cruise *i*; *K*, is defined in equation (3); *Di*, is the number of days represented by cruise *i* (in this case increased to 31); *r*, the number of cruises upon which the estimate is based.

Spawning biomass (*B*) was obtained from larval abundance (*Pal*), considering the relative fecundity reported by MacGregor (1976) for the mackerel of the northwest Pacific (*Fr* = 264 eggs/g) and a sex ratio (*K*) of 1:0.96 (Gluyas-Millán, 1989), substituting the values in equation (5):

$$B = Pal / Fr K \quad (5)$$

The coefficient of mortality was calculated according to:

$$NL = NA e^{(-Zl)} \quad (6)$$

where *Z* is the coefficient of instant mortality per millimetre of standard length; *NL*, the number of larvae of length *l*; *NA*, the *y*-axis intercept; *L*, the standard length (mm) of the larvae.

This information was used to estimate the maximum sustainable yield (*Cmax*), according to Houde (1977):

$$Cmax = (0.5)(M)(B) \quad (7)$$

where (0.5) is Gulland's (1971) constant, (*M*) the coefficient of natural mortality and (*B*) the unexploited biomass, but using (0.2) instead of (0.5). This change was due to Beddington and Cooke's (1983) conclusion that there is a degree of overestimation in the calculation of *Cmax*, which depends on the variability of recruitment and on the stock-recruitment relationship in tropical waters.

Three different coefficients were used to calculate *Cmax*: a) *z* = 0.4978 (Martínez-Aguilar and de Anda-Montañez, 1990); b) *z* = 0.5 (Beddington and Cooke, 1983; MacCall *et al.*, 1985); c) *z* = 1.17 (this work).

cálculo de $C_{m\acute{a}x}$, que depende de la variabilidad del reclutamiento y de la relación "stock"-reclutamiento en aguas tropicales.

El cálculo de $C_{m\acute{a}x}$ se hizo con tres coeficientes diferentes: a) $z = 0.4978$ (Martínez-Aguilar y de Anda-Montañez, 1990); b) $z = 0.5$ (Beddington y Cooke, 1983; MacCall *et al.*, 1985); c) $z = 1.17$ (este trabajo).

RESULTADOS

Distribución y abundancia

El 62% de las estaciones fueron positivas para larvas de *Scomber japonicus*. El número total fue de 4,164 larvas/10 m², las abundancias por estación y clase de longitud se presentan en el Tabla 1. Las mayores abundancias se localizaron en la parte sur, entre Yavaros y Altata, a todo lo ancho del Golfo de California, con densidades de 434 larvas/10 m² en la estación 116-70; en la región central, frente a Santa Rosalía, se registró un núcleo de 156 larvas/10 m² (Fig. 2).

La abundancia larval por área representada en cada estación varió de 0.655×10^9 a 137.0543×10^9 , siendo en total 706.448×10^9 , con los organismos destruidos (Tabla 2).

La temperatura y la salinidad a 10 m de profundidad en la zona que comprendió las mayores abundancias larvales, fluctuaron entre 18.0 y 22.0°C y 34.7 y 35.3‰ respectivamente.

Curva de captura y proporción noche-día

Al analizar la curva de captura de las larvas, se observó una tendencia exponencial negativa respecto a la talla, siendo la mínima de 2.4 y la máxima de 7.5 mm, con una abundancia máxima entre 3 y 4 mm (Fig. 3). Se obtuvieron igualmente las curvas de captura de noche y de día (Fig. 4); en ambas la talla mínima fue de 2.4 y la máxima de 7.5 mm, en la captura nocturna la mayor abundancia se registró en 3.0 mm y en la diurna entre 2.4 y 4.0 mm. Se obtuvo la proporción de las capturas noche/día (0.96 en promedio, Tabla 1) y se observó que no hubo escape considerable de larvas durante las horas del día, por lo que no se aplicó la corrección sugerida por Houde (1977) para las capturas diurnas.

RESULTS

Distribution and abundance

Scomber japonicus larvae were found in 62% of the stations, the total number being 4,164 larvae/10 m². The abundances per station and length class are shown in Table 1. The highest abundances occurred in the southern part, between Yavaros and Altata, the width of the Gulf of California, with densities of up to 434 larvae/10 m² at station 116-70. In the central region, off Santa Rosalía, a group of 156 larvae/10 m² was recorded (Fig. 2).

Larval abundance per area represented by each station varied between 0.655×10^9 and 137.0543×10^9 , with a total of 706.448×10^9 including destroyed organisms (Table 2).

Temperature and salinity at 10 m depth in the area with the highest larval abundances, ranged from 18.0 to 22.0°C and 34.7 to 35.3‰, respectively.

Catch curve and night-day proportion

The catch curve of the larvae (Fig. 3) showed a negative exponential tendency with respect to size, the minimum being 2.4 mm and the maximum 7.5 mm, with maximum abundance between 3 and 4 mm. For both the night and day catch curves (Fig. 4), the minimum size was 2.4 mm and the maximum 7.5 mm. Maximum abundance was recorded between 2.4 and 4.0 mm for the day catch and 3.0 mm for the night catch. The proportion of night/day catches (0.96 on average, Table 1) indicated that there was no considerable escapement of larvae during daylight hours. Therefore, the correction suggested by Houde (1977) for day catches was not applied.

Mortality

The coefficient of instant mortality (z) was obtained for each 0.5 mm length increase, from the exponential adjustment applied to the total catch curve, excluding the abundance values for the 2.0-2.4 and 2.5-2.9 mm ranges which were considered undersampled. The following values were obtained according to equation (6):

Tabla 1. Abundancia relativa de larvas de macarela en estaciones diurnas y nocturnas en el Golfo de California (enero-febrero 1987).
Table 1. Relative abundance of Pacific mackerel larvae at day and night stations in the Gulf of California (January-February 1987).

Estación	Factor estándar de captura	Intervalos de longitud estándar (mm)												Destruídos	Total L/10m ²
		2-2.4	2.5-2.9	3-3.4	3.5-3.9	4-4.4	4.5-4.9	5-5.4	5.5-5.9	6-6.4	6.5-6.9	7-7.4	7.5-7.9		
Nocturna															
56-40	7.48											7			7
62-30	7.84		24		8					8					40
62-50	5					5									5
68-30	6.69		20	7			7								34
68-40	7.42				7										7
71-25	7.47	7	7					7							21
74-50	7.64	8		8		8									24
83-60	8.29	8	33	50	17	8									116
86-40	6.81		20	27	20	27									94
86-50	6.7	27	34	34	27	27	7	7					7		170
92-20	8.55	9	43	94	26	43	9	9							233
92-30	7.13			50	86	50	57								243
92-40	8.57	17	17	43	60	43	34						26		240
104-50	9.2			28	28	18									74
104-60	9.02		9	27		18	9								63
110-40	9.5				10	10	10			29					59
110-50	9.12					9	18	9		9					45
110-70	7.58			15	30	23	8								76
Subtotal		76	207	383	319	289	159	32	0	46	0	7	0	33	1551

Tabla 1 (Cont.)

Estación	Factor estándar de captura	Intervalos de longitud estándar (mm)												Destruídos	Total L/10m ²
		2-2.4	2.5-2.9	3-3.4	3.5-3.9	4-4.4	4.5-4.9	5-5.4	5.5-5.9	6-6.4	6.5-6.9	7-7.4	7.5-7.9		
Diurna															
59-20	7.72		8	39	31	70								8	156
74-20	4.74	19	10												29
74-40	7.6		8	15		23	15								61
80-30	6.84		7	7	14	21									49
86-20	8.79													26	26
86-60	8.49	153	43	9	51	34							9		299
86-65	7.99				8	32						8			48
92-50	6.92	7		21	42	76	14		14					7	181
92-55	7.15	7	64	43	14		7								135
98-20	9.42				9	9	9								27
98-30	6.99	21	63	28	56	42	14								224
98-40	9.11		18	82	36	64	9	27		9				27	272
98-50	4.8	82	62	67	72	77	19	10	10	5				14	418
104-40	7.42		7	7	52	45	15								126
110-22.5	4.94				5			5							10
110-30	7.41	15		7			22	30	30		7			7	118
116-70	7.62	198	99	91	46										434
Subtotal		502	389	416	436	493	124	72	54	14	7	8	9	89	2613
Total		578	596	799	755	782	283	104	54	60	7	15	9	122	4164
Razón N/D		0.2	0.5	0.9	0.7	0.6	1.3	0.4	0	3.3	0	0.9	0	0.4	
Razón N/D MED															0.9

Tabla 2. Cálculo de *Pi* y *Pal* por intervalo de longitud (mm) para la macarela del Golfo de California (enero-febrero 1987).

Table 2. Calculation of *Pi* and *Pal* per length class (mm) for the Pacific mackerel of the Gulf of California (January-February 1987).

Longitud estándar (mm)	<i>Pi</i> x10 ⁹	<i>Pal</i> x10 ⁹
2.0	87.2444	2617.332
2.5	99.1686	2975.058
3.0	137.0543	4111.629
3.5	132.3536	3970.608
4.0	128.0388	3841.164
4.5	54.8071	1644.213
5.0	19.8968	596.904
5.5	8.6916	260.748
6.0	12.2238	366.714
6.5	1.144	34.32
7.0	1.3739	41.217
7.5	0.655	19.65
Destruídos	23.7965	713.895
Total	706.448	21193.452

Mortalidad

Se obtuvo el coeficiente de mortalidad instantánea (*z*) para cada 0.5 mm de incremento de longitud, a partir del ajuste exponencial aplicado a la curva de captura total, excluyendo los valores de abundancia para los intervalos de 2.0 a 2.4 y 2.5 a 2.9 mm por considerarse submuestreados, y se obtuvieron, según la ecuación (6), los siguientes valores:

$$NL = 43170.15e^{-1.172t}$$

$$r = 0.9598$$

$$n = 10$$

Biomasa reproductora y máximo rendimiento sostenible

La biomasa reproductora estimada para el área de estudio fue de 165,908 Tm, con un máximo rendimiento potencial de: a) 16,518 Tm, si *z* = 0.4978; b) 16,591 Tm, si *z* = 0.5; c) 38,822 Tm, si *z* = 1.17.

$$NL = 43170.15e^{-1.172t}$$

$$r = 0.9598$$

$$n = 10$$

Reproductive biomass and maximum sustainable yield

The reproductive biomass estimated for the study area was 165,908 MT, with a maximum potential yield of: a) 16,518 MT, if *z* = 0.4978; b) 16,591 MT, if *z* = 0.5; c) 38,822 MT, if *z* = 1.17.

DISCUSSION

The distribution and abundance of Pacific mackerel larvae in the period covered in this survey, concur with those reported in other studies carried out in different periods. Regarding the reproductive period, Gluyas-Millán (1989) mentions that in the Gulf of California there are apparently two

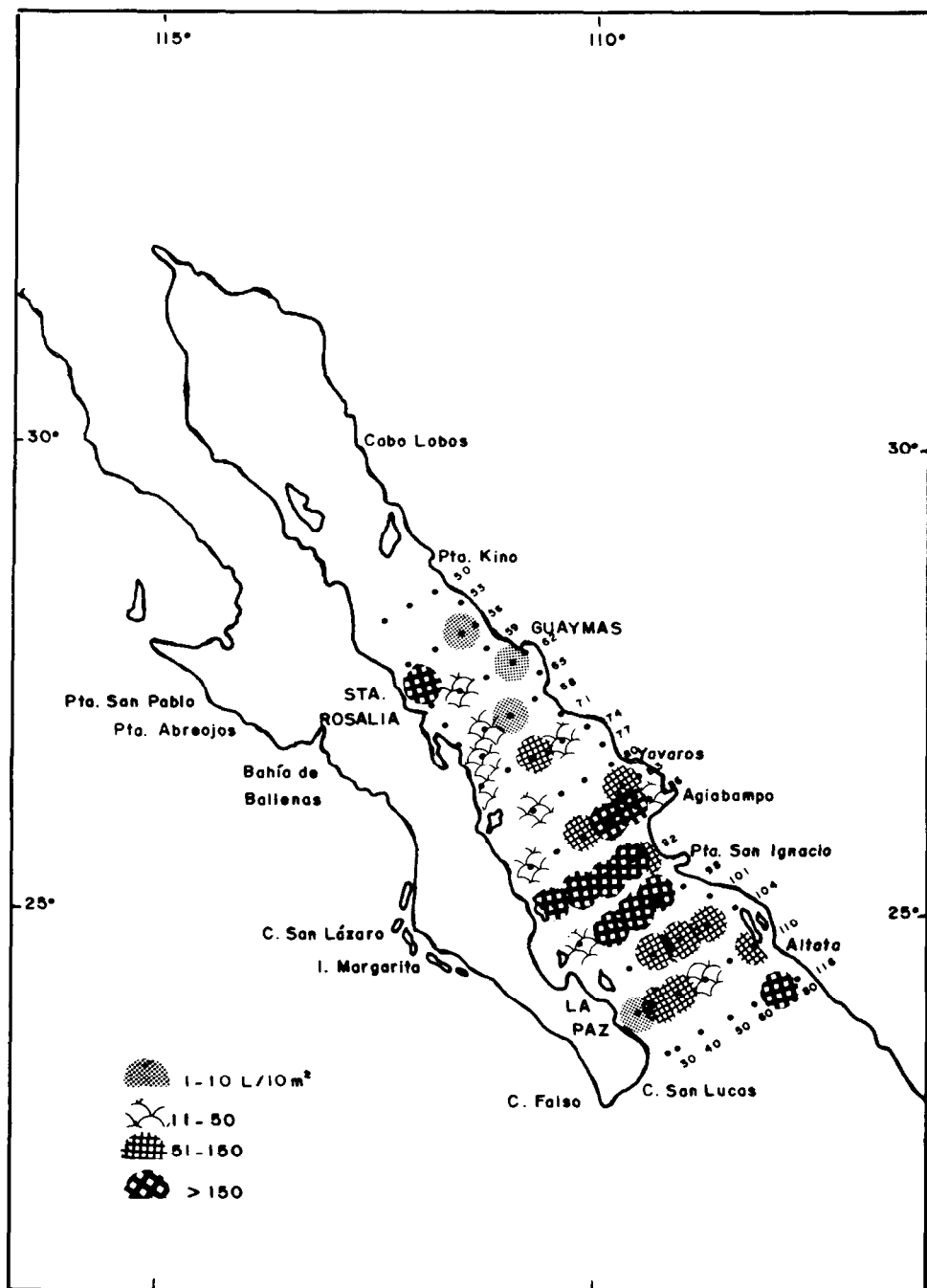


Figura 2. Distribución de larvas de *Scomber japonicus* en el Golfo de California (enero-febrero de 1987).

Figure 2. Distribution of *Scomber japonicus* larvae in the Gulf of California (January-February 1987).

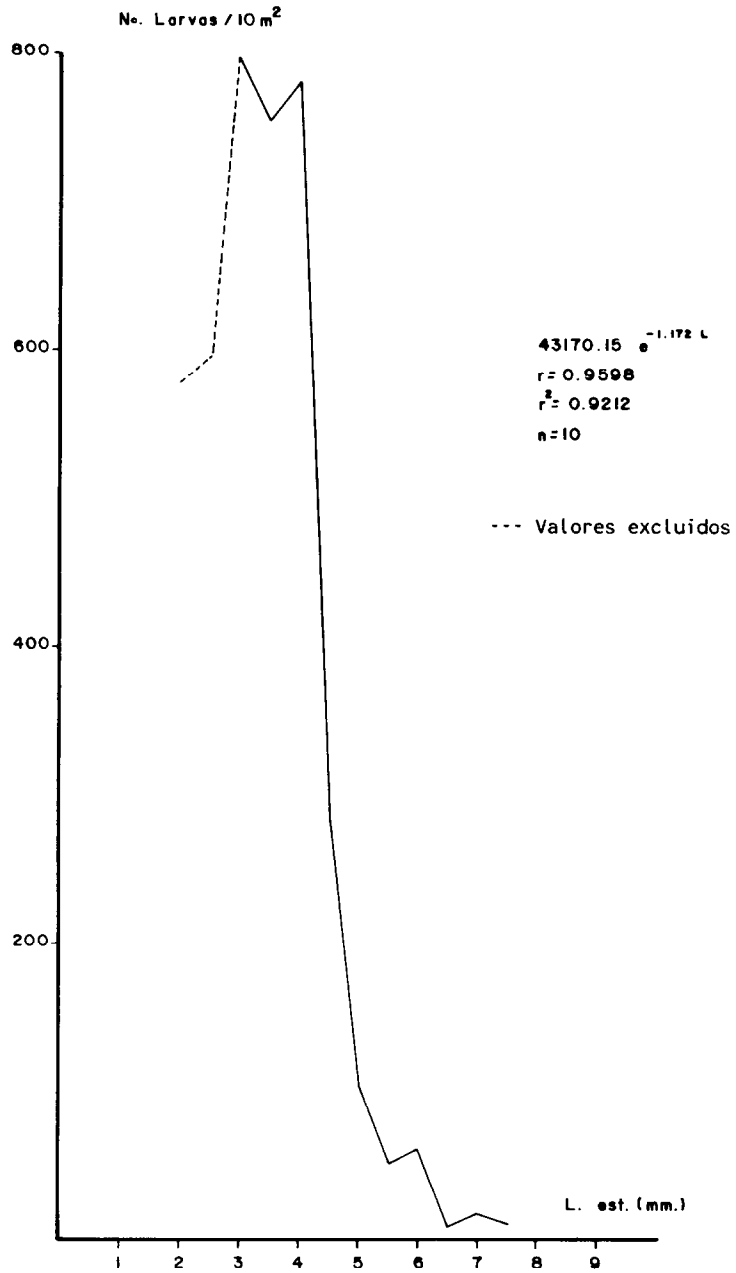


Figura 3. Curva de captura de larvas de *Scomber japonicus* en el Golfo de California (enero-febrero de 1987).

Figure 3. Catch curve of *Scomber japonicus* larvae in the Gulf of California (January-February 1987).

DISCUSION

La distribución y abundancia de larvas de macarela en el período que cubrió esta investigación coinciden con las reportadas en la literatura, aun cuando los estudios anteriores se llevaron a cabo en diferentes épocas. En cuanto al período reproductivo, Gluyas-Millán (1989) menciona que en el Golfo de California aparentemente hay dos temporadas: de noviembre a diciembre y de marzo a abril, aunque pudiera ser un solo período de reproducción amplio, con lo cual estamos de acuerdo, ya que este trabajo cubre los meses de enero y febrero, además hay que considerar que Gluyas-Millán (1989) utiliza la escala morfo cromática de madurez gonádica y puede haber submuestreado las hembras maduras. Por lo anterior, se puede decir que la especie se reproduce de noviembre a abril y, para detectar la época de máximo desove, es necesario contar con registros sistemáticos durante un ciclo anual.

Consideramos que, por desconocer la profundidad de procedencia de las larvas, no es conveniente establecer correlaciones numéricas entre el patrón de distribución de la especie con la temperatura y la salinidad, aunque reconocemos que la influencia del medio ambiente en éste es determinante.

En relación con los cálculos de biomasa reproductora, aunque los datos de los parámetros poblacionales no son de la temporada 1987 y éstos presentan variabilidad biológica año con año, es posible hacer una estimación partiendo de la información que se tiene de la especie y a medida que ésta sea actualizada, se podrán ir ajustando los cálculos. Por otro lado, el modelo de Gulland para calcular el máximo rendimiento sostenible está diseñado para especies que no están siendo explotadas y la macarela sí está siendo capturada, aunque como ya se mencionó, en una proporción reducida.

Las estimaciones de la biomasa desovante, usando también el método de Sette y Ahlstrom (1948), han variado: Moser *et al.* (1974) dan un cálculo aproximado de 500,000 Tm para febrero de 1956 y de 300,000 para abril de 1956 y febrero de 1957, partiendo de la abundancia de huevecillos; Martínez-Aguilar y de Anda-Montañez (1990) reportan 37,951 y 6,620 Tm con base en

seasons, from November to December and from March to April, which may however be only one long reproductive period. We are in agreement with this since this study covers January and February. Furthermore, Gluyas-Millán (1989) used the morphochromatic scale of gonadal maturity and may have undersampled the mature females. Therefore, it can be said that the species reproduces from November to April. To determine the maximum spawning season, it is necessary to have systematic records for one annual cycle.

Since the depth of origin of the larvae is not known, we consider that it is not convenient to establish numerical correlations between the pattern of distribution of the species and temperature and salinity, although we recognize the strong influence of the environment on it.

Regarding the calculations of the reproductive biomass, even though the data of the population parameters do not correspond to the 1987 season and vary from year to year, it is possible to make an estimate based on the information that is available on the species. As the information is brought up to date, the calculations may be adjusted. On the other hand, Gulland's model to calculate maximum sustainable yield is designed for unexploited species and the mackerel is being caught, even though as mentioned previously, in reduced proportion.

Estimations of spawning biomass, using Sette and Ahlstrom's (1948) method, differ: Moser *et al.* (1974) calculated approximately 500,000 MT for February 1956 and 300,000 MT for April 1956 and February 1957, based on the abundance of eggs; Martínez-Aguilar and de Anda-Montañez (1990) reported 37,951 and 6,620 MT based on eggs and larvae, respectively; in this study, 165,908 MT were calculated from larval abundance. Hence, the importance of continually studying the fishery resources.

CONCLUSIONS

- 1) Pacific mackerel larvae were very abundant in the southern part of the Gulf of California. This pattern has not varied significantly since the first ichthyoplankton studies.
- 2) The reproductive biomass and maximum sustainable yield values obtained herein, as well as the mackerel catch data (6,975 MT)

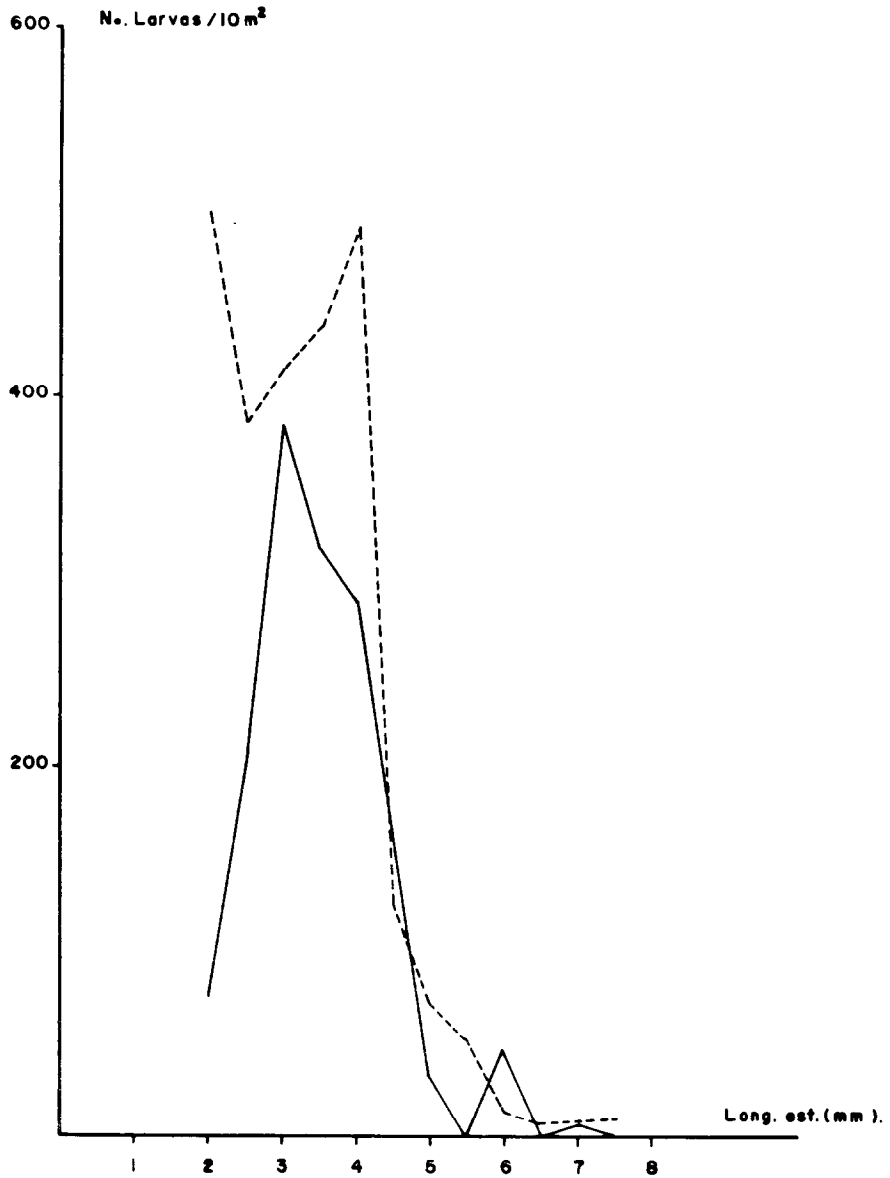


Figura 4. Curva de captura de noche (—) y de día (----) de larvas de *Scomber japonicus* en el Golfo de California (enero-febrero de 1987).

Figure 4. Night (—) and day (----) catch curves of *Scomber japonicus* larvae in the Gulf of California (January-February 1987).

huevo y larvas respectivamente, y en este trabajo se calcularon 165,908 Tm con la abundancia larval; de aquí la importancia de investigar continuamente los recursos pesqueros.

CONCLUSIONES

1) Las larvas de macarela fueron muy abundantes en la porción sur del Golfo de California; este patrón no ha variado grandemente desde los primeros estudios de ictioplancton. 2) Las estimaciones de la biomasa reproductora y del máximo rendimiento sostenible, así como los datos de captura de macarela (6,975 Tm) reportados por Cisneros-Mata *et al.* (1988) para la temporada que cubrió este análisis, permiten decir que la explotación de este recurso se encontró dentro de los límites permisibles, biológicamente hablando. Sin embargo, hay que considerar que los parámetros utilizados para los cálculos de biomasa son fluctuantes, dada la naturaleza de la especie y las condiciones ambientales, por tanto es necesario evaluar sistemáticamente los recursos, para conocer el estado en que se encuentran las poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de la tripulación del barco de investigación *Antonio Alzate* y del personal del CRIP-Mazatlán que apoyó la realización de esta campaña; a Alejandro Tomé y Miguel Angel Valdez Ornelas, su ayuda en el trabajo de dibujo. Igualmente deseamos reconocer la participación de Gilberto Valdez Tirado en la separación del ictioplancton de algunas muestras de plancton.

LITERATURA CITADA

- Beddington, J.R. and Cook, J.G. (1983). The potential yield of fish stocks. FAO Fish. Tech. pap., 242: 47 pp.
- Beers, J.R. (1976). Determination of zooplankton biomass. In: H.F. Steedman (ed.), Zooplankton Fixation and Preservation. Monogr. 4, UNESCO, Paris, pp. 37-60.
- Cisneros-Mata, M.A., de Anda, J.A., Páez, B.F. y Estrada, J. (1988). Pesquería de la sardina del Golfo de California y reported by Cisneros-Mata *et al.* (1988) for the season covered by this analysis, indicate that the exploitation of this resource was within the limits allowed, biologically speaking. However, since the parameters used to calculate the biomass fluctuate, in view of the nature of the species and environmental conditions, it is necessary to systematically evaluate the resource in order to determine the condition of the population.
- Esqueda-Escárcega, G. (1988). Distribución y abundancia de las larvas de macarela *Scomber japonicus* en el Golfo de California (abril 1984). En: Resúmenes de la Tercera Reunión de la Sociedad Mexicana de Planctología, A.C., Mazatlán, Sin. México, abril de 1988.
- Gluyas-Millán, M.G. (1989). Período de reproducción, distribución de tallas y relación longitud-peso de la macarela del litoral de Baja California. Inv. Mar. CICIMAR, 4(1): 65-72.
- Houde, E.D. (1977). Abundance and potential yield of the round herring *Etrumeus teres* and aspects of its early life history in the eastern Gulf of Mexico. Fish. Bull., 75(1): 61-90.
- MacCall, A.D., Klingbeil, R.A. and Methot, R.D. (1985). Recent increased abundance and potential productivity of Pacific mackerel (*Scomber japonicus*). CALCOFI Rep., XXVI: 119-129.
- MacGregor, J.S. (1976). Ovarian development and fecundity of five species of California current fishes. Calif. Coop. Ocean. Fish. Inves. Rep., 18: 181-188.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the crew of the R/V *Antonio Alzate* and the personnel of CRIP-Mazatlán for their collaboration during the cruise. We also thank Alejandro Tomé and Miguel Angel Valdez Ornelas for the figures, and Gilberto Valdez Tirado for his collaboration in sorting the ichthyoplankton from the plankton samples.

English translation by Christine Harris.

costa de Sinaloa (Informe 1986-1987 y Diagnóstico, 1988). CRIP-Guaymas, Inst. Nal. de Pesca, 68 pp.

- Martínez-Aguilar, S. y de Anda-Montañez, J.A. (1990). Estimación de la biomasa reproductora de *Scomber japonicus* Houttuyn, en el Golfo de California (marzo 1981). Ciencia Pesquera. Inst. Nal. Pesca. Sría. Pesca. México (7):17-34.
- Moser, H.G., Ahlstrom, E.H., Kramer, D. and Stevens, E.G. (1974). Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep., 17: 112-128.
- Olvera-Limas, R.M. (1975). Distribución de larvas de macarela (*Scomber japonicus* Houttuyn) en las aguas sur y central del Golfo de California, en abril de 1972. Inst. Nal. de Pesca, México, 15 pp.
- Pedrín, O. y Ancheita, A.A. (1976). Estadísticas básicas de la explotación de sardina en el noroeste de México. Inst. Nal. de Pesca, INP/SI, i79.
- Sette, O.E. and Ahlstrom, E.H. (1948). Estimations of abundance of the eggs of the Pacific pilchard (*Sardinops caerulea*) off southern California during 1940 and 1941. Mar. Res., 7: 511-542.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Tec. Pesca (1975), 107 pp.