

EVALUACION DE LA POBLACION DE SARDINAS JAPONESA (*Etrumeus teres*) Y MONTERREY (*Sardinops sagax caerulea*) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Rosa Ma. Olvera Limas*
Martha A. Padilla García*

RESUMEN

Los resultados de las investigaciones ictioplanctónicas realizadas en el Golfo de California en marzo de 1981 fueron: el cálculo de la biomasa de la población reproductora de sardinas japonesa y monterrey, la determinación de sus áreas de desove y la distribución geográfica de desove, que para ambas especies ocurre en un rango de temperatura de 16.0° a 20.0°C y salinidades alrededor de 35.2 por ciento. Zona importante de desoves es la costa oriental del Golfo, especialmente la Bahía de Agiabampo, Son.

Durante el trabajo se usaron los métodos de Sette y Ahlstrom (1948) y de Smith (1972), para hacer el cálculo de la biomasa adulta. Para el caso de la sardina japonesa se estimaron 295×10^3 TM, con rendimiento potencial de 74×10^3 TM, y mortalidad instantánea $Z = 0.50$; para el de sardina monterrey 343×10^3 TM, con rendimiento potencial de 85×10^3 TM y mortalidad $Z = 0.20$. Las estimaciones se basaron en el número total de huevos desovados en el área cubierta por el crucero.

SUMMARY

As a result of the ichtioplanktonic research affected along the Gulf of California in march, 1981, the biomass of the reproductive population of monterrey and japanese sardines was calculated, and spawning areas were determined as well as their geographic distribution. Spawning for both species occurs in temperatures ranging from 16.0° to 20.0°C with salinity rates around 35.2 per cent. The eastern Gulf coast, especially Agiabampo, Bay, is considered an important spawning zone.

Sette and Ahlstrom (1948) and Smith's (1972) methods were used to calculate adult biomass, which was, for japanese sardine, estimated at 295×10^3 MT with a potential yield of 74×10^3 MT and instantaneous mortality of $Z = 0.50$. For monterrey sardine the estimate was 343×10^3 MT with a potential yield of 85×10^3 MT and a mortality of $Z = 0.20$. The estimates were based on the total number of hatched eggs in the area covered during the cruise.

INTRODUCCION

El desarrollo económico y social del país tiene grandes posibilidades de expansión en los recursos pesqueros pelágicos del Golfo de California, especialmente en los conocidos como sardinas.

La pesquería de sardina, que ha tenido un gran desarrollo en los últimos años, especialmente en Sonora y Sinaloa, ha sido tradicionalmente la principal fuente de materia prima para elaborar alimentos de consumo humano. La demanda de estos productos ha incrementado la explotación de sardina monterrey, provocando una fluctuación en la disponibilidad de este recurso. Tal sobreexplotación creó la necesidad de adquirir mayores conocimientos sobre las biomásas de otras sardinas, como la crinuda y la japonesa, y promover una intensificación de su explotación. Desde la década de los

setentas las investigaciones ictioplanctónicas se han centrado en la evaluación del potencial de la monterrey, cuya captura actual representa el 80 por ciento del total de sardinas en esta área.

La importancia comercial potencial de la sardina japonesa *Etrumeus teres* (De Kay, 1842) se ha detectado a través de prospecciones ictioplanctónicas. Estas han sido realizadas por el Instituto Nacional de la Pesca —a partir de 1974—, y por California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI). Tales trabajos han permitido reunir cierta información sobre la abundancia estacional del recurso en el Golfo de California, Moser, *et al*, (1974) y De la Campa *et al*, (1976). La captura a nivel comercial de *Etrumeus teres* se inició en 1976, simultáneamente con sardina monterrey. Para 1981 se reportó una captura de 807 TM (Centro Investigación Pesquera de Guaymas, Son.). Sin

* Autores por orden alfabético.

embargo, desde el punto de vista pesquero, está poco explotada, ya que no se han alcanzado sus valores de captura permisible.

Dada la necesidad de diversificar la pesca y tomando en cuenta lo importante que resulta al Sector Pesquero explotar los recursos sardineros, se consideró conveniente realizar una primera evaluación de la biomasa adulta de sardina japonesa y su rendimiento máximo sostenible a partir del número de huevos y larvas capturadas en las muestras de plancton. Aunque estos datos se ven afectados por los errores inherentes a este tipo de estimaciones, dan una idea clara de las posibilidades de incrementar, considerablemente su captura.

MATERIAL Y METODOS

El análisis se basó en 78 muestras, colectadas con red estándar tipo CalCOFI, con malla de 0.505 mm y un metro de diámetro en la boca. Las

muestras se obtuvieron durante un crucero del Barco de Investigación Antonio Alzate (Tabla 1), entre el 18 de marzo y el 3 de abril de 1983. Los 17 días cubiertos por la investigación fueron ampliados a 30 días, que representan el período mínimo para estimar el desove anual de una especie (Saville, 1964).

El área cubierta por el crucero se muestra en la Fig. 1. Las estaciones marcadas corresponden únicamente a las regiones: I, Continental Tiburón; II, Peninsular Angel de la Guarda; III, Continental Guaymas; IV, Continental Altata; V, Peninsular Concepción; VI, Continental Yavaros, y VIII, Peninsular La Paz (Smith *et al.*, 1977).

La identificación de los huevos y larvas de *Sardinops sagax caerulea* y *Etrumeus teres* se basó en las características dadas para estas especies por Ahlstrom (1943, 1948), Anónimo (1972) y Houde y Fore (1973).

Se uniformizaron las capturas de huevos y larvas

TABLA 1 Datos Bitácora, Crucero AA-81-03, Golfo de California, marzo 1981.

Estación	Región Estadística	Fecha	Hora	Posición		Temperatura 10 m	Salinidad 10 m %	Vol. H ₂ O filtrada (m ³)
				Latitud N	Longitud W			
20.05	II	18-III-81	20:05	30° 02.9'	114° 24.5'	16.99	35.38	337
20.10	II	18-III-81	22:12	30° 07.8'	114° 15.3'	16.94	35.33	775
20.20	II	19-III-81	01:30	30° 16.5'	113° 57.0'	17.24	35.36	781
20.30	I	19-III-81	04:47	30° 25.5'	113° 38.0'	17.14	35.38	305
20.40	I	19-III-81	07:46	30° 34.9'	113° 19.0'	17.32	35.38	319
26.10	II	19-III-81	22:50	29° 41.8'	113° 58.0'	16.39	35.18	725
26.20	II	19-III-81	19:06	29° 51.0'	113° 39.5'	17.55	35.37	717
26.30	I	19-III-81	15:28	30° 00'	113° 20.5'	17.88	35.38	421
26.40	I	19-III-81	12:08	30° 09.3'	113° 01.8'	17.51	35.40	330
32.12.5	II	20-III-81	04:25	29° 18.0'	113° 36.0'	15.71	35.19	783
32.22.5	II	20-III-81	10:30	29° 27.0'	113° 17.6'	16.67	35.28	729
32.30	I	20-III-81	13:14	29° 34.0'	113° 03.3'	17.43	35.42	784
32.40	I	20-III-81	16:35	29° 43.5'	112° 44.5'	17.69	35.39	253
38.15	II	21-III-81	04:20	28° 54.8'	113° 14.3'	16.14	35.23	748
38.30	I	20-III-81	23:06	29° 08.0'	112° 46.2'	17.38	35.41	700
38.40	I	20-III-81	20:17	29° 17.8'	112° 27.2'	16.55	35.23	154
44.20	II	21-III-81	08:27	28° 33.0'	112° 47.5'	15.43	35.17	731
44.30	I	21-III-81	11:45	28° 42.5'	112° 29.1'	16.09	35.15	352
47.30	III	21-III-81	21:05	28° 29.0'	112° 20.0'	16.56	35.20	586
47.40	III	21-III-81	17:57	28° 38.2'	112° 01.1'	17.70	35.27	39
50.20	V	22-III-81	01:40	28° 07.2'	112° 30.5'	15.85	35.11	729
50.30	III	22-III-81	05:05	28° 16.5'	112° 12.0'	16.36	35.15	619
56.20	V	22-III-81	22:02	27° 41.3'	112° 13.5'	17.98	35.33	754
56.30	V	22-III-81	18:27	27° 50.8'	111° 55.5'	17.96	35.27	750
56.40	III	22-III-81	14:50	28° 00.2'	111° 36.5'	17.87	35.20	711
56.45	III	22-III-81	12:42	28° 04.9'	111° 28.0'	17.39	35.26	454
62.20	V	23-III-81	03:34	27° 15.4'	111° 56.8'	19.21	35.40	770

Estación	Región Estadística	Fecha	Hora	Posición		Temperatura 10 m	Salinidad 10 m %	Vol. H ₂ O filtrada (m ³)
				Latitud N	Longitud W			
62.30	V	24-III-81	00:41	27° 24.8'	111° 38.0'	18.88	35.33	781
62.40	III	24-III-81	04:17	27° 34.0'	111° 19.0'	18.60	35.30	784
62.50	III	24-III-81	07:34	27° 43.2'	111° 00.8'	18.10	35.27	628
62.55	III	24-III-81	09:40	27° 48.2'	110° 51.3'	17.09	35.16	120
68.20	V	25-III-81	00:40	26° 49.1'	111° 39.5'	19.13	35.32	702
68.30	V	24-III-81	21:45	26° 59.0'	111° 21.0'	18.64	35.29	682
68.40	III	24-III-81	18:16	27° 08.1'	111° 03.0'	18.99	35.30	771
68.50	III	24-III-81	14:43	27° 18.0'	110° 43.8'	18.60	35.26	781
74.20	V	24-III-81	06:16	26° 23.1'	111° 22.8'	19.54	35.31	756
74.30	V	25-III-81	09:40	26° 33.0'	111° 04.5'	19.71	35.42	791
74.40	IV	25-III-81	13:18	26° 42.5'	110° 45.7'	19.50	35.31	781
74.50	IV	25-III-81	16:55	26° 52.2'	110° 27.2'	19.28	35.29	778
77.60	IV	25-III-81	19:26	26° 48.2'	110° 00.0'	17.32	35.13	23
71.55	IV	26-III-81	00:00	27° 09.4'	110° 25.8'	18.84	35.30	171
80.30	V	28-III-81	20:55	26° 07.0'	110° 48.0'	20.01	35.37	750
80.40	IV	28-III-81	00:30	26° 16.5'	110° 29.2'	19.75	35.31	813
80.50	IV	29-III-81	04:05	26° 26.0'	110° 10.7'	19.24	35.28	762
80.60	IV	29-III-81	07:39	26° 36.0'	109° 51.8'	19.39	35.30	692
83.60	IV	29-III-81	10:26	26° 22.8'	109° 43.2'	18.73	35.17	168
83.65	IV	29-III-81	12:33	26° 27.8'	109° 34.1'	18.69	35.16	110
86.20	V	30-III-81	06:31	25° 31.0'	110° 50.0'	20.18	35.31	403
86.30	V	30-III-81	03:00	25° 41.0'	110° 31.0'	19.89	35.29	768
86.40	IV	29-III-81	23:21	25° 50.8'	110° 12.7'	20.48	35.22	797
86.50	IV	29-III-81	19:51	26° 00.2'	109° 54.0'	19.99	35.25	784
86.60	IV	29-III-81	16:35	26° 10.0'	109° 35.5'	19.46	35.22	409
86.65	IV	29-III-81	14:30	26° 15.0'	109° 26.0'	18.96	35.18	118
92.20	VIII	30-III-81	10:40	25° 06.0'	110° 33.4'	20.65	35.11	666
92.30	VIII	30-III-81	14:01	25° 15.4'	110° 14.4'	20.85	35.08	745
92.40	VI	30-III-81	17:18	25° 24.5'	109° 56.0'	21.04	35.04	794
92.50	VI	30-III-81	20:16	25° 34.9'	109° 37.2'	20.81	35.08	789
92.55	VI	30-III-81	22:03	25° 39.4'	109° 27.8'	18.95	35.14	96
98.20	VIII	31-III-81	15:31	24° 39.5'	110° 17.2'	21.25	35.04	751
98.30	VIII	31-III-81	12:23	24° 49.5'	109° 58.2'	21.16	35.02	839
98.40	VIII	31-III-81	08:57	24° 59.5'	109° 39.5'	21.08	35.07	778
98.50	VI	31-III-81	05:27	25° 08.9'	109° 21.0'	19.66	35.18	744
98.60	VI	31-III-81	02:29	25° 18.5'	109° 02.2'	17.75	35.11	96
104.30	VIII	31-III-81	21:13	24° 23.4'	109° 41.5'	20.83	35.10	775
104.40	VIII	1-III-81	00:46	24° 34.5'	109° 23.0'	20.67	35.18	795
104.50	VI	1-IV-81	04:12	24° 44.8'	109° 04.5'	20.31	35.18	749
104.60	VI	1-IV-81	07:30	24° 53.1'	108° 45.8'	19.57	35.43	752
110.22.5	VIII	2-IV-81	07:14	23° 52.8'	109° 34.8'	21.11	34.74	741
110.30	VIII	2-IV-81	04:34	23° 57.4'	109° 25.5'	21.47	34.92	738
110.40	VIII	2-IV-81	01:05	24° 07.5'	109° 07.0'	21.44	34.79	679
110.50	VI	1-IV-81	21:36	24° 17.6'	108° 47.8'	21.36	34.83	756
110.60	VI	1-IV-81	18:02	24° 27.4'	108° 29.5'	20.89	35.11	748
110.70	VI	1-IV-81	14:36	24° 37.2'	108° 11.0'	19.44	35.26	761
116.30	VIII	2-IV-81	11:43	23° 31.4'	109° 09.2'	21.49	34.99	737
116.40	VIII	2-IV-81	15:16	23° 41.0'	108° 50.5'	21.77	34.90	746
116.50	VIII	2-IV-81	18:32	23° 51.0'	108° 32.0'	21.57	35.09	728
116.60	VI	2-IV-81	21:35	24° 01.5'	108° 18.3'	21.10	35.11	760
116.70	VI	3-IV-81	01:26	24° 11.4'	107° 54.5'	21.16	34.87	185

La estimación de la abundancia larval por crucero:

$$Pal = \sum_{i=1}^r D_i \sum_{j=1}^k \frac{c_{jl} z_j}{v_j} A_j \quad (5)$$

donde: Pal = estimación del total de larvas en el crucero (i) por clase de longitud (l) (sin corrección de las capturas día noche).

c_{jl} = la captura de larvas en la clase (l) en la estación (j) en el crucero (i).

z_j = profundidad del arrastre (en metros) en la estación (j) en el crucero (i).

v_j = volumen de agua filtrada (en metros cúbicos).

A_j = el área en (m^2) representados por la estación j en el crucero i.

k = número de estaciones muestreadas durante el crucero.

D_i = número de días representado por el crucero.

r = número de cruceros sobre los cuales se basó la estimación.

Mortalidad

El coeficiente de mortalidad se calculó respecto a la longitud a partir de una regresión exponencial. En este análisis se tomaron en cuenta las clases de longitud de 4.0 a 19.25 mm de longitud estándar, en base a:

$$N_L = NAe^{(-Zl)} \quad (6)$$

donde: Z = coeficiente de mortalidad instantánea por milímetros de longitud estándar.

N_L = número de larvas de una longitud l.

NA = intercepto en el eje de la y.

L = longitud estándar (milímetros) de larva.

Biomasa

La biomasa reproductora de las dos sardinas estudiadas se calculó en base a la abundancia de huevos y larvas, la fecundidad relativa y la proporción de sexos, aplicando la ecuación de Saville (1964) y Ahlstrom (1968).

$$B = \frac{Pa}{FrK} \quad \text{o} \quad B = \frac{Pal}{FrK} \quad (7)$$

donde: B = biomasa de adultos en el stock.

Fr = fecundidad relativa promedio.

K = proporción de adultos que son hembras.

Pa y Pal están definidos en las ecuaciones (5) y (6).

Para la estimación de K y Fr, se tomaron los datos publicados sobre sardina japonesa del Golfo de México, por Houde (1977) y, sobre sardina monterrey, por Molina *et al.* (1982).

El rendimiento potencial se calculó con la ecuación de Gulland (1971-1972), para una población no explotada.

$$Y = 0.5 M B_o \quad (8)$$

donde: Y = rendimiento potencial de biomasa adulta.

0.5 = constante asumida por Gulland (1971).

M = tasa de mortalidad natural, en una población no explotada.

B_o = biomasa virgen.

Al hacer la estimación del censo larval de sardina monterrey, se calculó, primero, el número promedio de larvas por $10 m^2$ de superficie marina y el resultado se extrapoló al área total de cada región estadística (Smith y Richardson, 1977).

La biomasa reproductora de la misma especie se calculó con la siguiente ecuación (Smith, 1972).

$$B_s = 0.260 L_s$$

donde: B_s = biomasa reproductora de sardina, en toneladas cortas.

0.260 = intercepto en cero de la regresión obtenida entre la abundancia anual de larvas de sardina y las estimaciones de biomasa de sardina, hechas por el método de Murphy

RESULTADOS

Sardina japonesa (Etrumeus teres)

Los huevos y larvas de sardina japonesa fueron colectados durante el crucero realizado en marzo, uno de los meses de reproducción masiva de esta especie que se extiende desde la mitad de octubre hasta fines de mayo (Fig. 2).

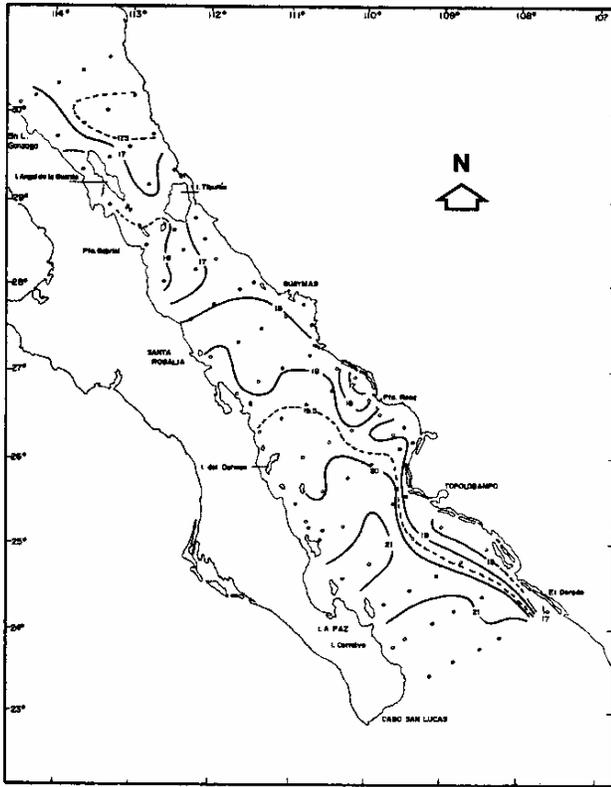


FIGURA 5. TEMPERATURA A 10 M; INTERVALOS: 1.0°C. GOLFO DE CALIFORNIA. MARZO 1981 (M. ALVAREZ, 1983).

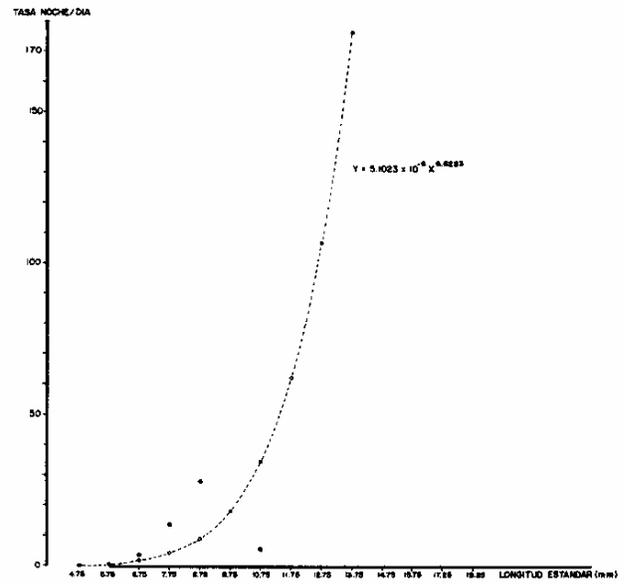
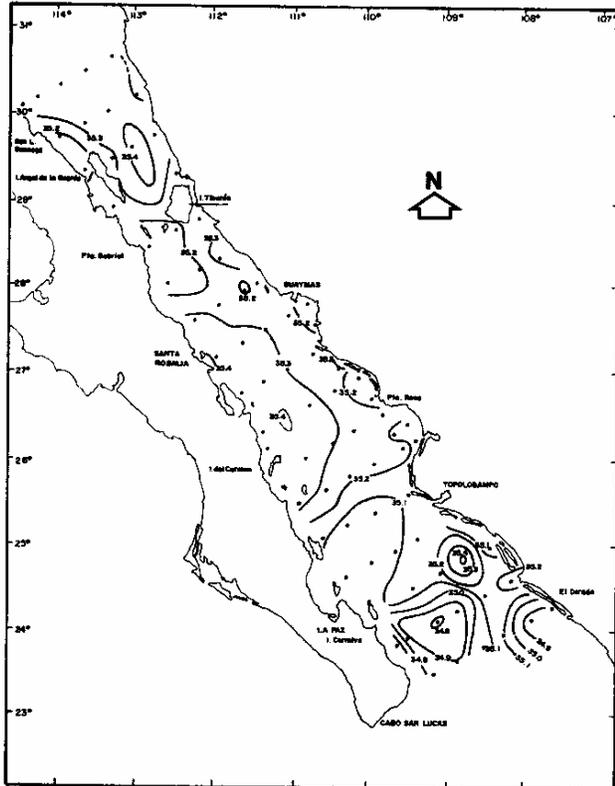


FIGURA 7. TASA NOCHE/DIA DE LAS CAPTURAS ESTANDARIZADAS A 10 m² DE SUPERFICIE MARINA CALCULADAS PARA CADA MM DE CLASES DE LONGITUD ESTANDAR. LA FUNCION POTENCIAL MUESTRA LA RELACION ENTRE LAS LARVAS DE 4.75 A 13.75 MM DE *ETRUMEUS TERES*. MARZO, 1981.

Rangos de temperatura y salinidad

En virtud de que los arrastres de la red CalCOFI no fueron estratificados verticalmente, se consideraron los rangos de temperatura y salinidad a 10 metros de profundidad. Estos parámetros son representativos de las condiciones en que los huevos son desovados y se han detectado las mayores concentraciones de larvas (Ahlstrom 1959b). Tanto huevos como larvas, en el área cubierta por esta investigación, se hallaban en rangos de temperatura de 16 a 20°C y salinidades de 35.2 a 35.4 por ciento. Las mayores densidades se colectaron a 19°C. (Figs. 5 y 6).

Relación noche/día

Durante la estimación de la abundancia larval, se examinó la relación noche/día de las capturas de larvas por clases de longitud. No hubo escape considerable, las mayores densidades fueron colectadas en horas diurnas. Los datos fueron graficados por milímetro de clases de longitud y ajustados a una función potencial, por suministrar mejores resultados. (Fig. 7).

FIGURA 6. SALINIDAD A 10 M; INTERVALOS: 0.1% GOLFO DE CALIFORNIA. MARZO 1981 (M. ALVAREZ, 1983).

De especial importancia son las tasas de mortalidad, pues no es posible estimarlas sino definiendo un modelo que represente los procesos de mortalidad en una población y su dependencia de factores causales entre los cuales se incluye la pesca. Una de las principales fuentes de información sobre mortalidad en poblaciones de peces es la composición por tamaños y edades que presenta en la captura.

La función exponencial para 4.75 mm a 19.25 mm de larvas proporcionó las estimaciones del coeficiente de mortalidad instantánea por milímetro. Esta decrece exponencialmente conforme se incrementa la longitud (Fig. 8). El coeficiente fue $Z = 0.4650$ y sus límites de confianza a el 95 por ciento de probabilidad fueron $Z = 0.4650 \pm 0.0914$.

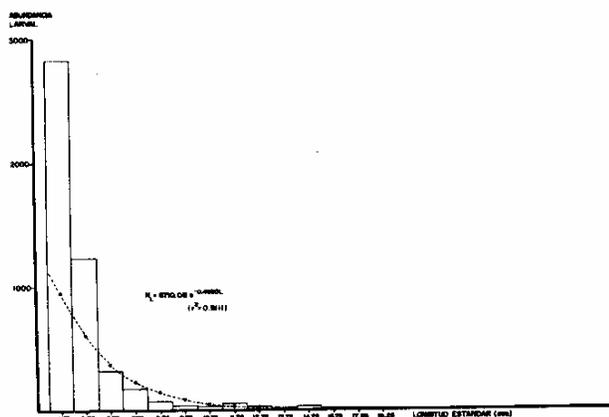


FIGURA 8. CURVA DE CAPTURA DE LARVAS DE *ETRUMEUS TERES* COLECTADAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA. FUNCION EXPONENCIAL QUE EXPRESA EL COEFICIENTE DE MORTALIDAD INSTANTANEA POR LONGITUD. MARZO, 1981.

Estimación de la Abundancia de Huevos y Larvas

Huevos

La población total de huevos de sardina japonesa registrados en el área representada por la estación (metro cuadrado), y la estimación del total de huevos por crucero se presentan en la Tabla 2. Incluye todos los estadios de desarrollo de los huevecillos, cuyo número total va de 0.30 a 1123.73 x 10⁹. La abundancia total de huevos desovados durante el periodo en que se realizó el crucero (Ecuación 5), fue de 43866 x 10⁹ y se presenta en la Tabla 4.

Larvas

La población total de larvas por clase de longitud registradas por cada área de estación (m²) y la

Tabla 2. Estimación del número total de huevos de *Etrumeus teres* en el área representada por estación (j) y por crucero (i), Crucero AA/81/03, marzo 1981. Golfo de California.

Estación	P _j (x 10 ⁹)
47.40	28.61
62.50	0.36
62.55	48.68
68.50	80.20
74.40	1.43
74.50	3.58
77.60	25.41
71.55	17.09
80.40	49.00
80.50	58.65
83.60	357.63
83.65	1123.72
86.65	419.90
50.20	1.08
56.20	213.23
62.20	37.29
62.30	22.17
68.20	168.44
74.30	93.28
80.30	60.31
86.20	1.04
98.20	9.64
116.30	9.33

$$P_i = \sum_{j=1}^k P_j = 2830.10 \times 10^9$$

estimación de la abundancia total de larvas por crucero (Ecuación 6), se presenta en las Tablas 3 y 4. Incluye todas las clases de longitud y los ejemplares destruidos, pero identificados de la especie, que se colectaron durante el crucero. La abundancia varió desde 8.0 hasta 9,000 x 10⁹, dando un total de 22825 x 10⁹ con límites de confianza al 95 por ciento de 7.9727 x 10¹⁰ ± 8.5129 x 10¹¹; media aritmética 1.4098 x 10¹²; media geométrica 2.6052 x 10¹¹ y una variancia de la medida geométrica de 0.8660.

Biomasa reproductora

Las estimaciones de las abundancias totales de huevos y larvas fueron usadas para calcular la biomasa adulta de reproductores de la población de *Etrumeus teres* (Ecuación 7, Tablas 5 y 5b). Se

Tabla 3. Estimación del número total de larvas en el área representada por crucero (i) y la estimación de la abundancia total de larvas (Pal). Crucero AA-81-03, marzo 1981, Golfo de California.

Talla Longitud estándar	$P_i = \sum_{j=1}^k P_j (x 10^9)$	$Pal = \sum_{j=1}^r D_i \sum_{j=1}^k c_{jl} z_j A_j (x 10^9)$
3.75	83.71	2595.1650
4.75	290.34	9000.7880
5.75	177.14	5435.4842
6.75	52.88	1639.2800
7.75	30.02	930.6510
8.75	17.13	531.0920
9.75	7.03	217.9610
10.75	6.33	196.5090
11.75	9.15	283.8050
12.75	4.53	140.6780
13.75	0.87	27.0680
14.75	2.19	68.0450
15.75	1.97	61.1940
17.25	0.27	8.4940
19.25	0.33	10.2610
Destruídas	54.14	1678.5570
Pal = 22825.0322 x 10 ⁹		

Tabla 4. Estimación de la abundancia de huevos y larvas de *Etrumeus teres*, para el crucero AA-81-03, Golfo de California, marzo 1981.

Crucero	Area representada por el crucero (m ² x 10 ⁹)	Area positiva (m ² x 10 ⁹)	Abundancia de huevos/crucero (huevos x 10 ⁹)	Abundancia de larvas/crucero (larvas x 10 ⁹)
AA-81-03	11.43	6.45	43866	22825

Tabla 5 a. Estimación de la biomasa de *Etrumeus teres* en el Golfo de California, durante marzo de 1981. Estimaciones basadas en el método de Sette y Ahlstrom (1948).

Temporada de desove	Crucero	Estimación del desove diario huevos x 10 ¹¹	Días represen- dos en el cru- cero	Huevos desova- dos durante el periodo del cru- cero (x 10 ¹¹)	Estimación de la varianza de los huevos de- sovados por crucero (x 10 ²²)	Biomasa Adultos (TM)
1981	AA-81-03	14.15	31	438.66	31.06	295,895

tada en la zona adyacente a la Isla Tiburón y frente a Punta San Gabriel, presentó valores de 133 a 191 h/10 m².

Las mayores densidades de larvas —cuya distribución resultó amplia en la zona central del Golfo, de Punta Kino a Punta San Ignacio—, se concentran hacia la costa oriental con valores desde 2.66 a 1407 1/10 m². Hubo dos zonas más, aunque de menor importancia, frente a Punta Santa Ana con 130 1/10 m² y frente a Isla Cerralvo con 26 a 89 1/10 m² (Fig. 10).

En relación a los factores ambientales como temperatura y salinidad, las mayores abundancias tanto de huevos como de larvas se encontraron en los mismos rangos detectados para la sardina japonesa.

Se estimó el coeficiente de mortalidad instantánea para esta especie utilizando las frecuencias de longitud aunque las larvas de 3.75 a 4.75 mm, fueron poco representativas en el muestreo. Se obtuvo, un valor de Z = 0.200, muy similar al reportado por Lenarz (1973) para la sardina del Pacífico, de Z = 0.220 (Fig. 11).

Estimación de la abundancia de huevos y larvas

Huevos

La población total de huevos de sardina monterrey registrada en el área representada por estación (metro cuadrado), y la estimación total de huevos por crucero, se presentan en la Tabla 6. Incluye todos los estadios de desarrollo, variando el número total de ellos desde 6 a 8340 x 10⁹. Por tanto, la abundancia total de huevos desovados durante el

periodo en que se realizó el crucero fue de 11,241 x 10⁹ (Tabla 6).

Tabla 6. Estimación de número total de huevos de *Sardinops sagax caerulea* en el área representada por estación (j) y por crucero (i) Crucero AA-81-03. Marzo 1981. Golfo de California.

Estación	Pj (x 10 ⁹)
44.30	74.97
26.20	178.36
44.20	133.28
68.50	14.98
77.60	8239.90
80.50	121.83
83.60	9.17
83.65	2173.29
50.20	15.28
62.20	257.85
80.30	15.28
98.20	6.48

$$P_i = \sum_{j=1}^k P_j = 11240.67 \times 10^9$$

Larvas

La población total de larvas, por longitud, registrada por área de estación (m²) y la estimación de la abundancia total de larvas por crucero se muestra en la tabla 7.

Incluye tanto los ejemplares completos como los destruidos identificados de la especie, colectados durante el crucero. La longitud varió de 27 a 4076 x 10⁹.

La abundancia estimada de larvas de sardina, para marzo, fue de 14,114 x 10⁹ larvas. Con límites de confianza al 95 por ciento de 1.8357 x 10⁹ ± 4.5008 x 10¹¹; media aritmética de 6.7705 x 10¹¹; media geométrica de 2.0772 x 10¹¹ con variancia de 0.4858.

Biomasa reproductora

Las estimaciones se basaron, por una parte, en la evaluación del número total de huevos y larvas capturadas durante el crucero, en el área cubierta por la investigación. Por otra, en la tasa de fecundidad relativa calculada por Molina *et al.* (1982), a partir de ejemplares obtenidos en la zona de Guaymas, Son. en la temporada de pesca 76/77 y que fue de

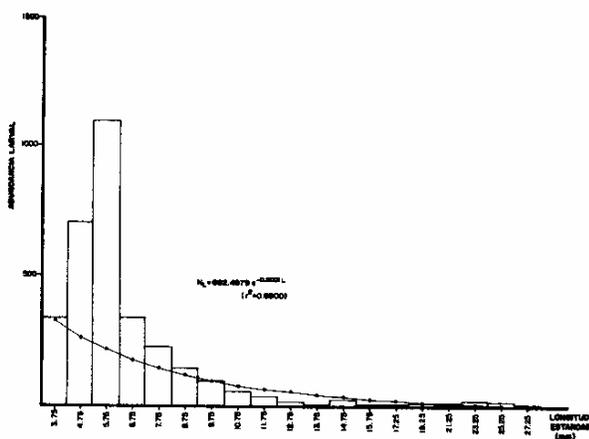


FIGURA 11. CURVA DE CAPTURA DE LARVAS DE *SARDINOPS SAGAX* COLECTADAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA. FUNCION EXPONENCIAL QUE EXPRESA EL COEFICIENTE DE MORTALIDAD INSTANTANEA POR LONGITUD. MARZO, 1981.

Tabla 7. Estimación del número total de larvas en el área representada por crucero (i) y estimación de la abundancia total de larvas por clase de longitud.

Sardinops sagax caerulea. Crucero AA/81/03, marzo 1981, Golfo de California.

Talla Longitud estándar (mm)	$P_i = \sum_{j=1}^K P_j (x 10^9)$	$Pal = \sum_{i=1}^r D_i \sum_{j=1}^k c_{jl} z_j A_j (x 10^9)$
3.75	40.76	1263.56
4.75	85.85	2661.35
5.75	131.48	4075.88
6.75	47.80	1481.80
7.75	35.22	1091.82
8.75	21.17	656.27
9.75	14.56	451.36
10.75	9.45	292.95
11.75	5.44	168.64
12.75	2.85	88.35
13.75	1.19	36.89
14.75	3.42	106.02
15.75	1.18	36.58
17.75	1.31	40.61
19.25	1.73	53.63
21.25	1.82	56.42
23.25	3.22	99.82
25.25	2.59	80.29
27.25	0.86	26.66
Destruídas	43.39	1345.09
$Pal = 14113.99 \times 10^9$		

Tabla 8. Estimación de la abundancia de huevos y larvas en base al método de Sette y Ahlstrom (1948). Estimación de la biomasa de *Sardinops sagax caerulea* en el Golfo de California, durante marzo de 1981.

Temporada de desove	Crucero	Huevos desovados durante el periodo del crucero ($x 10^9$)	Abundancia larval estimada durante el periodo del cru- cero ($x 10^9$)	Biomasa Huevos	Adultos (Toneladas métricas) larvas
1981	AA-81-03	116,153.59	14,113.99	343,142	41,695

667 huevos/g. La estimación dio por resultado 343,142 TM de biomasa adulta, en base a huevecillos, y de 41,695 TM a partir de larvas (Tablas 8 y 9); el rendimiento potencial para las tasas de mortalidad quedó en 0.50, 0.75 y 1.0 de 85,785 TM, 128,678 TM y 171,571 TM, respectivamente.

Las biomásas reproductoras de *Sardinops sagax*

caerulea calculadas para años anteriores y basadas en los índices larvales por el método de Smith (1972), se presentan en la Fig. 12. Ahí se observa la variación del tamaño de la población durante las diferentes temporadas de pesca en el Golfo de California (De la Campa *et al.*, 1976; Olvera, 1981; Padilla, 1981).

Tabla 9. Fecundidad relativa de *Sardinops sagax caerulea*, ejemplares colectados en la zona de Guaymas, Sonora, durante la temporada de pesca 76/77. (Molina *et al.*, 1982)

Peso estimado en gramos	Fecundidad relativa
50	871
60	750
80	707
90	671
100	641
110	614
120	591
130	571

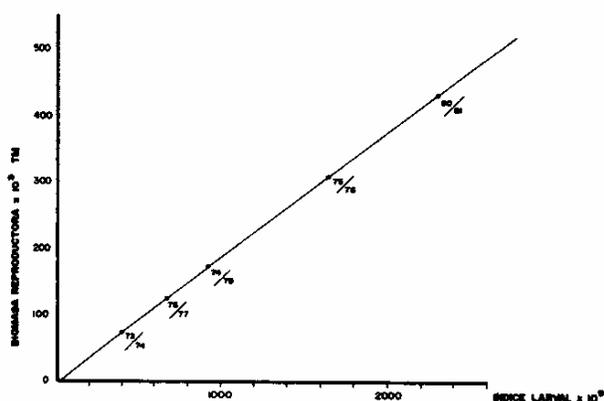


FIGURA 12A. RELACION ENTRE LA BIOMASA REPRODUCTORA Y EL INDICE LARVAL DE *SARDINOPS SAGAX* DEL GOLFO DE CALIFORNIA, EN DIFERENTES AÑOS.

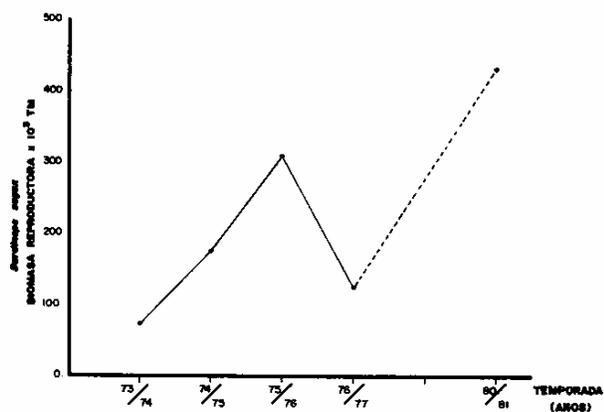


FIGURA 12B. ESTIMACION DE LA BIOMASA REPRODUCTORA POR TEMPORADAS DE PESCA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.

DISCUSION

Desde la década de los setentas varios investigadores del Instituto Nacional de la Pesca han evaluado, a través de diversas metodologías, la biomasa de la población reproductora de sardina monterrey y otros pelágicos del Golfo de California. Sin embargo, las cifras obtenidas en cada una de ellas, por el método indirecto de huevos y larvas de peces —el que se discute en este trabajo—, son muy variables. Este presenta limitaciones importantes, como el conocimiento de la dinámica de la fecundidad y la inestabilidad de la estructura poblacional por edades.

Las cifras de los años 1973-1981 (Gutiérrez, 1974; De la Campa, 1976; Padilla, 1976, 1981, y Olvera, 1981), se puede pensar que debido a la variabilidad con que se realizaron los cruceros en la época de máxima reproducción, y a que no se cubrió toda el área de reproducción de la especie, variaron considerablemente de temporada a temporada. Por ello, se requiere introducir nuevas variantes a los métodos empleados, a fin de aceptarlos como altamente confiables en la estimación de la biomasa adulta.

Una, con base en Sette y Ahlstrom (1948), quienes asumen que la abundancia de huevos por estación es igual en toda el área representada en cada estación, para cada día de crucero, y a la mitad de los días que anteceden o preceden a la colecta, aunada a la fecundidad de la población obtenida en otra temporada anterior a la del crucero.

Otra, a partir de Smith (1972), quien define la biomasa como proporcional a la abundancia anual de larva, y asumiendo una constante reproductora en base a un análisis de regresión entre el índice larval de esta especie y la estimación de la biomasa reproductora de sardina, en base a los datos de la pesquería de 1940 a 1959 por el método de Murphy (1966). Finalmente, introducir el nuevo método de producción de huevos de Parker (1980), modificado por Stauffer y Picquelle (1980), que definen la biomasa como la relación de la producción diaria de huevos en el mar y la fecundidad diaria de la población.

Durante el periodo considerado, la distribución geográfica de los huevos y larvas permiten concluir que la población adulta de sardina, cuyos hábitos son altamente fitoplanctófagos y zooplanctófagos, efectúan migraciones estacionales a las áreas de alta productividad localizadas en Guaymas, Yavaros y Altamura (Tafall, 1943 y Robinson, 1973). Tal distribución está asociada con la circulación de las masas de agua (Rosas, 1977 y Granados, *et al.*, 1977) y la temperatura que prevalece durante los

meses de diciembre a marzo. Tales factores favorecen la concentración de grandes cardúmenes de la especie en la costa oriental del Golfo de California, donde la sardina se estaciona para desovar e influye en la dispersión de los primeros estadios. Las máximas densidades se observan en aguas costeras.

El éxito o desplome de las pesquerías en el mundo, especialmente de la sardina del Pacífico y la anchoveta peruana, probablemente están asociadas a diversas anomalías registradas en la dinámica de las masas de agua del ecosistema, como cambios bruscos en los parámetros físico-químicos y biológicos del área y al esfuerzo pesquero aplicado. Todo ello puede provocar fluctuaciones en los recursos pelágicos, por lo que se requiere intensificar las investigaciones sobre la interacción océano-atmósfera en el área. Establecer una correlación entre variables bióticas y abióticas del ambiente ayudaría a tener un conocimiento más amplio de esos recursos, que derivaría en beneficios económicos por su explotación.

Respecto a la sardina japonesa, hay poca información sobre su dinámica poblacional. No obstante su interés económico, y que es objeto de una pesca comercial conjunta con otras sardinias (monterrey, crinuda, bocona y piña), se cuenta apenas con datos aislados sobre la distribución de sus huevos y larvas (Moser, *et al.*, 1974; De la Campa, 1975).

Los resultados a que se llegó durante esta investigación indican la presencia de grandes concentraciones de éstos en la zona central del Golfo con

mayores densidades hacia la costa oriental del mismo.

Se realizó una evaluación preliminar de la biomasa reproductora, sobre la base del número total de huevos desovados durante el periodo de muestreo, pero es bueno aclarar que el valor de 295×10^3 TM presenta un sesgo, ya que al hacerla se asumió la fecundidad dada por Houde, *et al.* (1977), para la misma especie, en aguas del Golfo de México. La estimación de biomasa referente a la abundancia larval alcanzó un valor menor debido a que no se efectuó corrección noche/día de larvas por escape a través de la malla de la red, ni ajuste por mortalidad en los primeros estadios de desarrollo embrionario.

Desafortunadamente estos datos no nos permiten concluir sobre la temporada de desove, pero justifican la necesidad de un análisis poblacional para llegar a un conocimiento más profundo del recurso y las posibilidades de desarrollar su pesca.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal técnico y científico que participó en la colecta del material planctónico; al oceanólogo Manuel Alvarez, por los datos oceanográficos; al analista Esp. José Luis Cerecedo, por la ayuda en la separación y medición de las especies estudiadas; al dibujante Ricardo Song, quien elaboró el material gráfico, y al comité editorial del Instituto Nacional de la Pesca, por su revisión y crítica al documento final.

BIBLIOGRAFIA

- AHLSTROM, E. H. 1943. Studies on the Pacific pilchard or sardine (*Sardinops caerulea*). 4. Influence of temperature on the rate of development of pilchard eggs in nature. In U.S. Fish. and Wild. Serv. Spec. Sci. Rept., 23: 1-26.
- AHLSTROM, E. H. 1948. A record of pilchard eggs and larvae collected during surveys made in 1939 to 1941. U.S. Fish Wild. Serv. Spec. Sci. Rept. 54:1-82.
- AHLSTROM, E. H. 1959 b. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California, U.S. Fish Wild. Serv., Fish. Bull. 60:107-146.
- AHLSTROM E. H. 1968. An evaluation of the fishery resources available to California fishermen. In the future of the fishing industry of the United States, p. 65-80. Univ. Wash., Publ. Fish., New Ser. 4.
- ANONIMO, 1972. Claves para caracteres merísticos y morfométricos de huevos y larvas de peces. Curso de entrenamiento de huevos y larvas. NOAA. NMFS. SWFC. La Jolla, Calif. (inédito).
- DE LA CAMPA DE GUZMAN, S. y J. M. ORTIZ JIMENEZ. 1975. Distribución y abundancia de larvas de peces en el Golfo de California durante abril-mayo de 1973, con especial referencia a sardina monterrey y japonesa. Instituto Nacional de la Pesca INP/SC: 11-25.
- DE LA CAMPA GUZMAN, S., M. A. PADILLA y P. E. SMITH. 1976. Estimaciones de biomasa de reproductores de sardina monterrey (*Sardinops sagax*) a través de censos larvales. Golfo de California. Temporada 1975. Mem. Primer Simp. Nal. Rec. Pesq. Masiv. de México SIC. Subsecretaría de Pesca. Ensenada, B.C. (1): 1-13.

- GRANADOS, J. L. y R. A. SCHWARTZLOSE, 1977. Corrientes superficiales del Golfo de California, Mem. V., Congr. Nal. Oceanogr. 271-277.
- GULLAND, J. A. 1971. The fish resources of the ocean, Fishing News (Books) Ltd., Survey, Engl., 225 p.
- GULLAND, J. A. 1972. The scientific input to fishery management decisions. In Progress in fishery and food science, p. 23-28. Univ. Wash., Publ. Fish., New Ser. 5.
- GUTIERREZ, H. C. 1974. Investigaciones ictioplanctónicas en el Golfo de California, en abril de 1971. Instituto Nacional de la Pesca. INP/SI:i17. México, 1-25.
- HOUDE, E. D. and P. L. FORE. 1973. Guide to identity of eggs and larvae of some Gulf of Mexico clupeid fishes. Fla. Dep. Nat. Resour., Mar. Res. Lab., Leaf. Ser. 4 (23), 1-14.
- 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.: Vol. 75, No. 1:61-89.
- KRAMER, D., M. J. KALIN, E. G. STEVENS, J. R. THRAILKILL, and J. R. ZWEIFEL. 1972. Collecting and processing data on fish eggs and larvae in the California Current Region NOAA Technical Report NMFS CIRC 370:1-38.
- LENARZ, H. W. 1973. Dependence of catch rates on size of fish larvae. Const. Inst. Explor. Mer. Rapports et Proces Verbaux, 164:270-275.
- MOSER, H. G., E. H. AHLSTROM, D. KRAMER y E. STEVENS. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California, CalCOFI Rep. 17:112-127.
- MOLINA, D. V., O. E. HOLGUIN, M. WONG, L. OJEDA, A. LOZANO, F. PAEZ y S. HERNANDEZ. 1982. Análisis de la pesquería de anchoveta y sardina. Diagnóstico. Reunión Nacional sobre Investigación Científica en el marco de la Explotación, la Regulación y el Desarrollo Pesquero, Cocoyoc, Mor. Mayo 26-28. México: 126 p.
- OLVERA, L. R. M. 1981. Estimación de biomasa reproductora de *Sardinops sagax caerulea*, en la costa oriental del Golfo de California. Enero 1976. Ciencia Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca. Depto. Pesca. México, I (1): 27-34.
- PADILLA, G. M. 1976. Distribución y abundancia relativa de huevos y larvas de sardina monterrey y merluza en el Golfo de California. Febrero-marzo de 1974. Serie información INP/SI: i 50: 1-27.
- PADILLA, G. M. 1981. Biomasa de sardina (*Sardinops sagax*) y merluza (*Merluccius productus*). Febrero, 1977. Ciencia Pesquera, Instituto Nacional de la Pesca, Depto. Pesca. México, I(1): 35-43.
- PARKER, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. U.S. Fish Bull. 78:541-544.
- ROBINSON, M. K., 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California. México. S. Diego Soc. Nat. Hist. Mem. 5: 1-100.
- ROSAS, C. A. 1977. Corrientes geostroficadas en el Golfo de California en la superficie y a 200 metros, durante las estaciones de invierno y verano. CalCOFI Rep. XIX: 89-106.
- SAVILLE, A. 1964. Estimation of the abundance of a fish stock from egg and larval surveys. Rapp. P-V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 155: 165-170.
- SETTE, O. E. and E. H. AHLSTROM. 1948. Estimation of the abundance of the eggs of the Pacific pilchard (*Sardinops caerulea*) off southern California during 1949 and 1941, Jour. Mar. Res. 7(3): 511-542.
- SMITH, P. E. 1972. The increase in spawning biomass of northern anchovy *Engraulis mordax*. Nat. Mar. Fish. Serv., SFC, La Jolla, Calif. Fish. Bull. 70(3): 849-874.
- SMITH, P. E. and S. L. RICHARDSON. 1977. Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 4. Standard Techniques for pelagic fish, eggs and larvae surveys. FAO. Fisheries Technical Paper. No. 175: 1-100.
- TAFALL, O. B. F. 1943. El Mar de Cortés y la productividad fitoplanctónica de sus aguas. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN 3: 73-118.