

INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA

---

# **INSTITUTO NACIONAL DE LA PESCA**

**SERIE: DOCUMENTOS DE TRABAJO AÑO 1**  
**No. 4** **Agosto 1989**

---

## **Estimación de la biomasa reproductora de la macarela (Scomber japonicus, Houttuyn, 1782) en el Golfo de California**

**Susana Martínez Aguilar**  
**Juan Antonio de Anda Montañez**

---



SECRETARIA DE PESCA

## **DIRECTORIO**

**LIC. MA. DE LOS ANGELES MORENO URIEGAS**  
*Secretaria de Pesca*

**LIC. CLARA JUSIDMAN DE BIALOSTOZKY**  
*Subsecretaria de Pesca*

**ING. EFREN FRANCO DIAZ**  
*Oficial Mayor*

**LIC. ADALBERTO CAMPUZANO RIVERA**  
*Coordinador de Delegaciones Federales de Pesca*

**BIOL. ALICIA BARCENA IBARRA**  
*Directora General del Instituto Nacional de la Pesca*

A través de la serie "Documentos de Trabajo", el Instituto Nacional de la Pesca, pretende dar a conocer de manera inmediata los resultados de los trabajos efectuados por sus investigadores.

Los trabajos difundidos en esta serie son responsabilidad exclusiva del(os) autor(res) y corresponden a versiones preliminares que, una vez revisadas por el Comité Editorial del I.N.P., son susceptibles de publicarse en ediciones formales, acordes a las características propias de cada trabajo.

Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización expresa del(os) autor(res).

**Estimación de la biomasa  
reproductora de la macarela  
(Scomber japonicus, Houttuyn, 1782)  
en el Golfo de California**

**Susana Martínez Aguilar\***  
**Juan Antonio de Anda Montañez\***

\* Centro Regional de Investigación Pesquera, Mazatlán, Sin.  
Instituto Nacional de la Pesca

ESTIMACION DE LA BIOMASA REPRODUCTORA DE LA MACARELA (*Scomber japonicus*,  
Moultuyn, 1782) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.

SUSANA MARTINEZ AGUILAR\*  
JUAN ANTONIO DE ANOA MONTAÑEZ\*

RESUMEN

De un total de 78 muestras de plancton colectadas en el Golfo de California en marzo de 1981, fueron estudiados huevos y larvas de macarela (*Scomber japonicus*, Moultuyn, 1782). Se analizó su distribución y abundancia, considerando importante zona de desove el -- norte de Yavaros, Son., y el área de mayor densidad de larvas -- frente a las costas de Yavaros y Agiabampo, Son. Los intervalos -- de temperatura hasta los 30 metros de profundidad para estaciones -- positivas con huevos variaron de 14.95° a 21.94°C; con larvas de -- 16.35° a 22.36°C. Se presenta la descripción matemática de las -- curvas de captura noche/día (Lenarz, 1973). El coeficiente instan -- táneo de mortalidad en larvas obtenido fue  $Z = 0.4978$ , por cada -- 0.5 mm de longitud estándar. Con base en la abundancia de huevos -- desovados, se evaluó la biomasa reproductora (Alhstrom, 1968) en -- 37,951.364 tm, con un rendimiento potencial estimado de 9,487.841 -- tm.

ABSTRACT

For a total 78 samples of plankton collected in the Gulf of Cali -- fornia in March of 1981, were studied eggs and larvae of Pacific -- macarel ( *Scomber japonicus*, Moultuyn, 1782). This work analyse : -- distribution and abundance, considering as important zone of spaw -- ning, the north of Yavaros, Son, and the greatest density of lar -- vae is in front of Yavaros and Agiabampo, Son., coast. The inter -- vale of temperature up to 30 meters depths for positive stations -- with eggs from 14.95° to 21.94°C, with larvae from 16.35° to -- 22.36°C. The mathematical description of the curve of capture -- night-daylight (Lenarz, 1973), were died. The coefficient instan -- taneous of mortality in larvae were calculated obtaining  $Z = 0. -- 4978$  for each 0.5 mm of standard length. With basis in the abun -- dance of eggs spawned, the spawning biomass was evaluated (Alhs -- trom, 1968), in 37,951.364 tm, with a potential yield estimated -- in 9,487.841 tm.

\*Centro Regional de Investigación Pesquera, Mazatlán, Sin.

## INTRODUCCION

Durante los últimos cuarenta años, se ha manifestado un enorme interés por evaluar los recursos pesqueros. En México, esta actividad es relativamente reciente; dentro del contexto nacional, el aprovechamiento de los recursos marinos así como su prospección y evaluación en la Zona Económica Exclusiva, adquieren un carácter prioritario dada su importancia como alimento de alto valor proteínico, bajo costo e influencia en el sector social. Bajo este marco, las investigaciones ictioplanctónicas juegan un papel muy importante en la detección y evaluación de recursos, ya que no sólo nos permiten cuantificar la biomasa reproductora de una especie en un área y tiempo dado, sino también desarrollar técnicas de explotación más adecuadas y, principalmente, ayudan a la formulación de medidas reguladoras para las especies explotadas comercialmente.

En el Golfo de California existen recursos que no han sido totalmente evaluados, pero que constituyen un potencial importante, el cual comienza a ser comercializado. Tal es el caso de la macarela (*Scomber japonicus*, Houttuyn, 1782), especie hasta ahora poco aprovechada que podría constituir una fuente de alimento muy importante.

La información existente sobre huevos y larvas de macarela en esta región es escasa: Ahlstrom (1956), Moser *et al.* (1974) y Olivera (1975) reportan colectas de larvas de esta especie en el Golfo de California.

Considerando que esta especie ha sido poco estudiada en aguas nacionales, este trabajo pretende contribuir al conocimiento de algunos aspectos de su dinámica poblacional, evaluando la biomasa reproductora y su rendimiento máximo sostenible, con base en la abundancia de huevos desovados en el área recorrida y, estableciendo los patrones de distribución y abundancia de huevos y larvas y su relación con la temperatura y salinidad dentro del Golfo de California durante el periodo del crucero.

## MATERIAL Y METODOS

El material para este estudio fue colectado durante el crucero realizado en marzo de 1981, a bordo del barco de investigación "Antonio Alzate". Se muestreó un total de 84 estaciones (Fig. 1). Las muestras de plancton fueron colectadas, utilizando una red estándar de nylon tipo CalCOFI de un metro de diámetro en la boca, cuatro metros de largo y una abertura de malla de 0.505 mm (Smith y Richardson, 1977). En cada estación se realizaron muestreos con botellas Nansen para determinaciones de temperatura y salinidad a diferentes profundidades (0, 10, 20, 30, 50, 100, 150 y 200 metros).

La identificación se hizo de acuerdo a los caracteres merísticos y morfológicos dados para la especie por Fry y Roedel (1949), Ahlstrom (1956), Kramer (1960) y Watanabe (1970).

Con la finalidad de comparar los arrastres se estandarizaron los datos de captura de huevos y larvas en cada estación, dando la abundancia en --



densidades por 10 m<sup>2</sup> de superficie marina (Kramer *et al.*, 1972; Houde, 1977). Una vez estandarizado el número de huevos y larvas se elaboraron cartas de distribución geográfica.

Se realizó un análisis de componentes principales en modo "Q" para ordenar las 84 estaciones de acuerdo con sus características de: localización - latitudinal, temperatura, salinidad y densidad a diferentes profundidades - (0, 10, 20, 30 y 50 metros). Los detalles se dan en Orloci (1978). Se describe la curva de captura y la proporción noche/día por el método desarrollado por Lenarz (1973). El número de huevos y larvas fue estimado en el área representada por cada estación (Sette y Ahlstrom, 1948). Las áreas por estación variaron desde 0.514485 a 2.05794 x 10<sup>9</sup> m<sup>2</sup>.

La estimación de la abundancia de huevos desovados durante el tiempo de crucero y la abundancia de larvas por cada 0.5 mm de clase de longitud, se calcularon aplicando el método de Sette y Ahlstrom (*op. cit.*). Se estimó la abundancia corregida de larvas capturadas en las estaciones ocupadas durante el día (Houde, 1977).

El coeficiente instantáneo de mortalidad se calculó con base en la abundancia larval por clase de longitud (Houde, *op. cit.*). La estimación de la biomasa reproductora con base en la abundancia de huevos se obtuvo de la siguiente ecuación (Ahlstrom, 1968):

$$B = \frac{Pa}{Fr \times K}$$

donde:

- B = Biomasa de adultos
- Fr = Fecundidad relativa promedio
- K = Proporción de hembras en la población de adultos
- Pa = Número total de huevos desovados durante la temporada de crucero

La fecundidad relativa promedio asumida fue de 264 huevos por gramo de peso para la macarela del noroeste del Pacífico (MacGregor, 1976, citado en Schaefer, 1980). La proporción de sexos se obtuvo a partir de 967 organismos capturados durante 21 muestreos biológicos realizados en el Golfo de California en las temporadas de 1973 a 1980.

El rendimiento potencial se calculó aplicando la ecuación propuesta por Gulland (1971) para una población no explotada.

$$Y = 0.5 M B_0$$

donde:

- Y = Rendimiento potencial de biomasa de adultos
- 0.5 = Constante asumida por Gulland (1971)
- M = Tasa de mortalidad natural
- B<sub>0</sub> = Biomasa virgen

Finalmente, para el análisis de la distribución de temperatura y salinidad a las profundidades de 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100 y 200 metros, se elaboró un gráfico de perfil vertical.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Distribución y abundancia

Del análisis de la información generada de las 78 estaciones, se encontró que el 26 por ciento de ellas fueron positivas para huevos y el 54 por ciento para larvas.

La abundancia relativa de huevos y larvas registrada fue de 3,690 y 4,931, respectivamente. El número total de huevos fue menor que el de larvas; esto se debe probablemente a factores tales como el escape de los huevos a través de la malla de la red, la diferencia en longevidad del estadio huevo con respecto a la larva o a que el muestreo se realizó poco después de que se inició el desove.

El área de distribución de los huevos se localizó al norte de Yavaros, Son., la mayor densidad con 1,582 huevos/10 m<sup>2</sup>. Otro centro de concentración menos importante se encontró fuera de la plataforma continental entre Guaymas y Punta Kino con un valor de 578 huevos/10 m<sup>2</sup> (Fig. 2).

Las larvas presentaron una amplia distribución en la parte sur del Golfo. Las mayores concentraciones se encontraron frente a las costas de Yavaros y Agiabampo, Son., y, en línea perpendicular, hacia la costa occidental (Fig. 3).

Con base en conocimientos generales sobre el régimen hidrológico del Golfo de California y reconociendo la existencia de la deriva de huevos y larvas bajo la influencia de las corrientes, la distribución en línea perpendicular hacia la costa occidental de un número considerable de larvas, puede explicarse por el traslado de las aguas superficiales en dirección occidental y sudoccidental que aparece cerca de las costas orientales junto con la formación de zonas de surgencia durante el invierno. Las zonas de surgencias constituyen áreas de alta productividad biológica con condiciones favorables para la alimentación de la especie. Esto explica, en gran parte, la presencia de las mayores densidades de huevos y larvas en los lugares mencionados.

Partiendo del hecho de que en el área de las grandes islas (Tiburón y Angel de la Guarda) tiene lugar la salida (probablemente de carácter permanente) de aguas profundas, como resultado de la influencia de las corrientes de marea, donde los contrastes de temperatura son muy amplios (Sokolov, 1974), puede explicarse la marcada ausencia de los organismos en esa área.

La distribución de las densidades de huevos y larvas de la macarela, coincide con la observada por Olivera (1975) y Moser *et al.* (1974).

### Análisis de ordenación

La distribución y abundancia de los organismos en sus diferentes etapas de desarrollo se encuentran íntimamente relacionadas con el ambiente que los rodea. Es por eso que un análisis de correlación de tipo biológico-hidroló





gico, cuantifica dicha interrelación.

El diagrama de ordenación resultante muestra, en forma sintética, las principales tendencias de variación en características ambientales presentes en las estaciones muestreadas. Los dos primeros componentes principales explican el 65.85 por ciento y 18.83 por ciento, respectivamente, de la variación total en los datos.

El primer componente principal representa la correlación existente entre la temperatura, densidad y latitud. Hacia el extremo izquierdo del componente se sitúan las estaciones ubicadas más al sur, de temperatura más alta y menor densidad. En el extremo derecho se ordenan las estaciones ubicadas más al norte, de menor temperatura y mayor densidad. El segundo componente principal, representa las variaciones de salinidad a distintas profundidades. En el extremo negativo de este componente se ubican las estaciones de menor salinidad y hacia el extremo positivo, las de mayor salinidad (Fig. 4). Sobre esta ordenación ambiental se examinó la distribución y abundancia de huevos y larvas (figs. 5 y 6).

Los intervalos de temperatura y salinidad, hasta los 30 metros de profundidad, donde se registró presencia de huevos y larvas fue: en el caso de huevos, la temperatura varió de 14.95° a 21.94°C y, en salinidad, de 35.04 a 35.43 ‰. Las mayores densidades estuvieron entre temperaturas de 17.44° y 20.32°C y en salinidad de 35.21 a 35.37‰. El intervalo total donde se registró la presencia de larvas fue de 16.35° a 22.10°C de temperatura y en salinidad de 34.67 a 35.43‰; las mayores concentraciones estuvieron entre temperaturas de 17.20° y 20.69°C y en salinidad de 35.13 a 35.40 ‰.

Debido al desconocimiento del nivel exacto de procedencia de huevos y larvas, no es posible relacionar su abundancia con la temperatura y salinidad a un nivel determinado, pero como figuras representativas se consideraron los mapas de distribución y abundancia con isolíneas de temperatura a 10 metros de profundidad (Figs. 2 y 3).

#### Curva de captura y proporción noche/día

Al estudiar la relación entre la longitud estándar de las larvas y su abundancia, se obtuvo una curva de captura, la cual muestra un decremento de tendencia exponencial respecto a la talla, siendo el intervalo de captura desde 2.5 hasta 16.0 mm con máximos de abundancia entre las tallas de 2.5 a 4.0 mm.

Se observa una declinación brusca de las tallas menores hacia las mayores, observándose que en los estadios inmediatos a la eclosión se acentúa más esta pendiente y disminuye ligeramente entre las tallas de 5.5 a 8.0 mm. Esto puede explicarse si se toma en cuenta la alta mortalidad de larvas inmediatamente después de la reabsorción del vitelo, o bien a un mecanismo de escape a través de la malla de la red de colecta, la cual no es tan significativo entre las tallas 5.5 a 8.0 mm.

A partir de la talla de 8.0 mm, la curva muestra un número de individuos bastante bajo, lo que puede ser considerado como el resultado de una

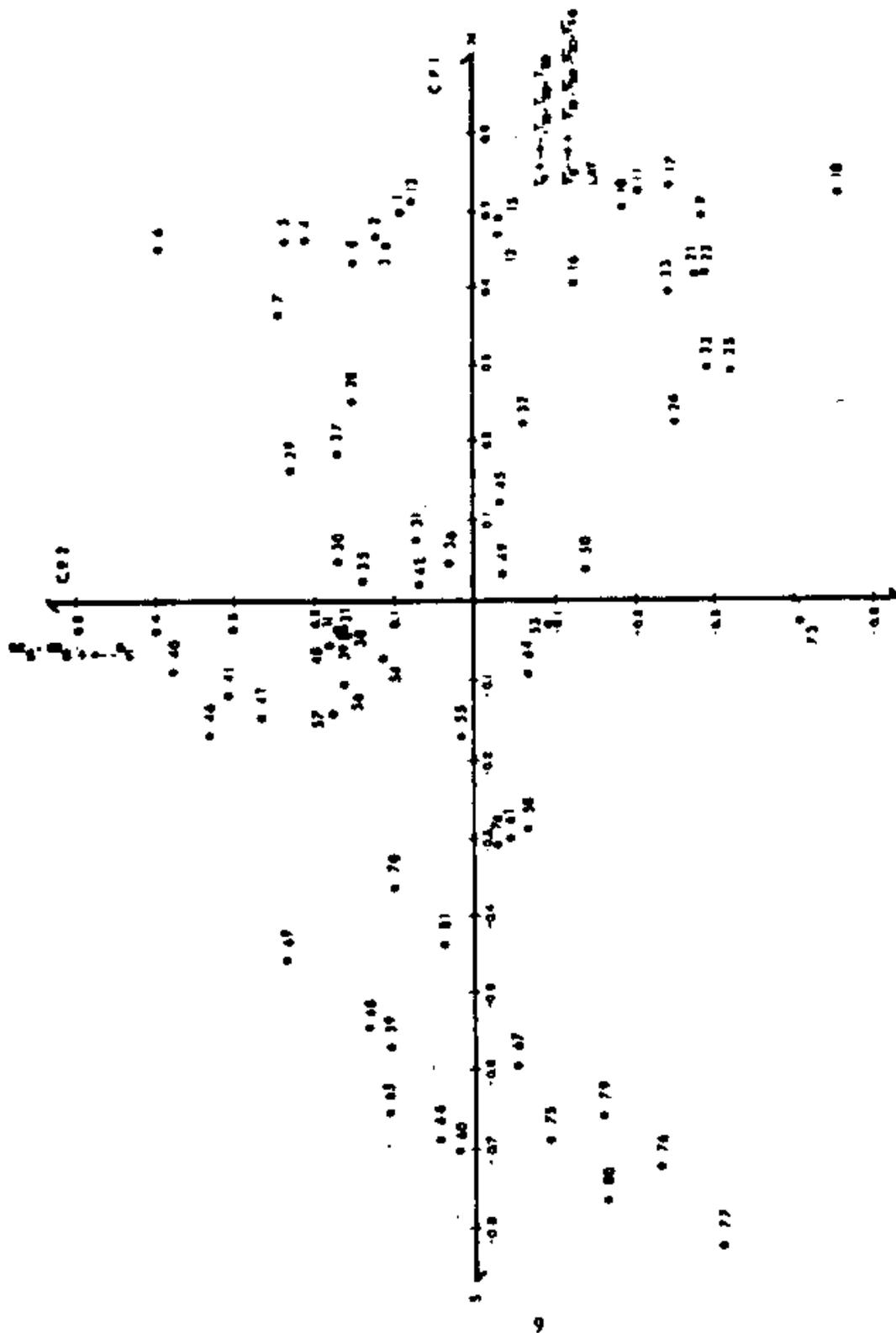


FIGURA 6. DISTRIBUCION DE LAS ESTACIONES CON BASE EN SUS CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS POR EL METODO DE ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

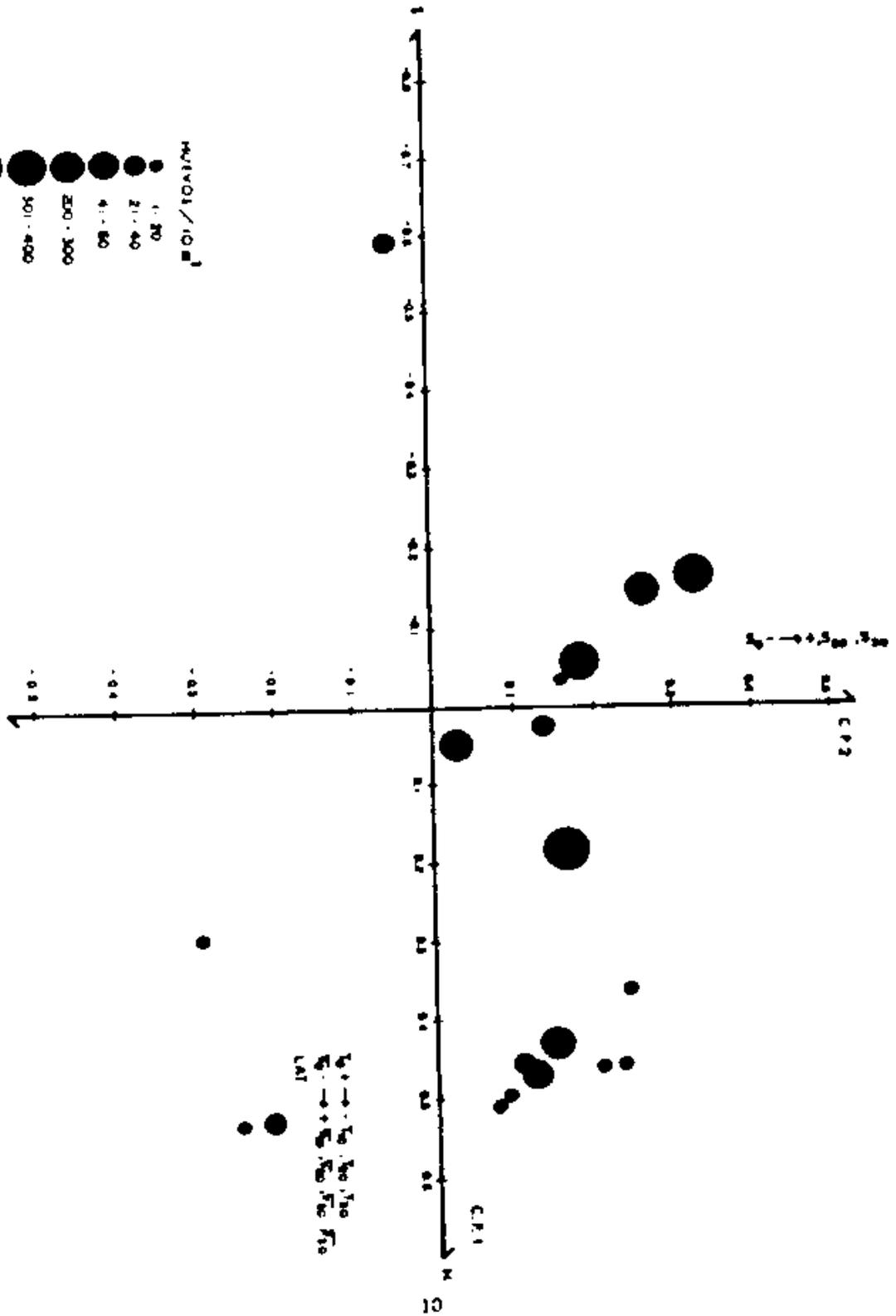


FIGURA 8. DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE MUVOS DE SEMPER [SPECIES] EN EL DIAGRAMA DE ORDENACION DE LAS ESTACIONES.

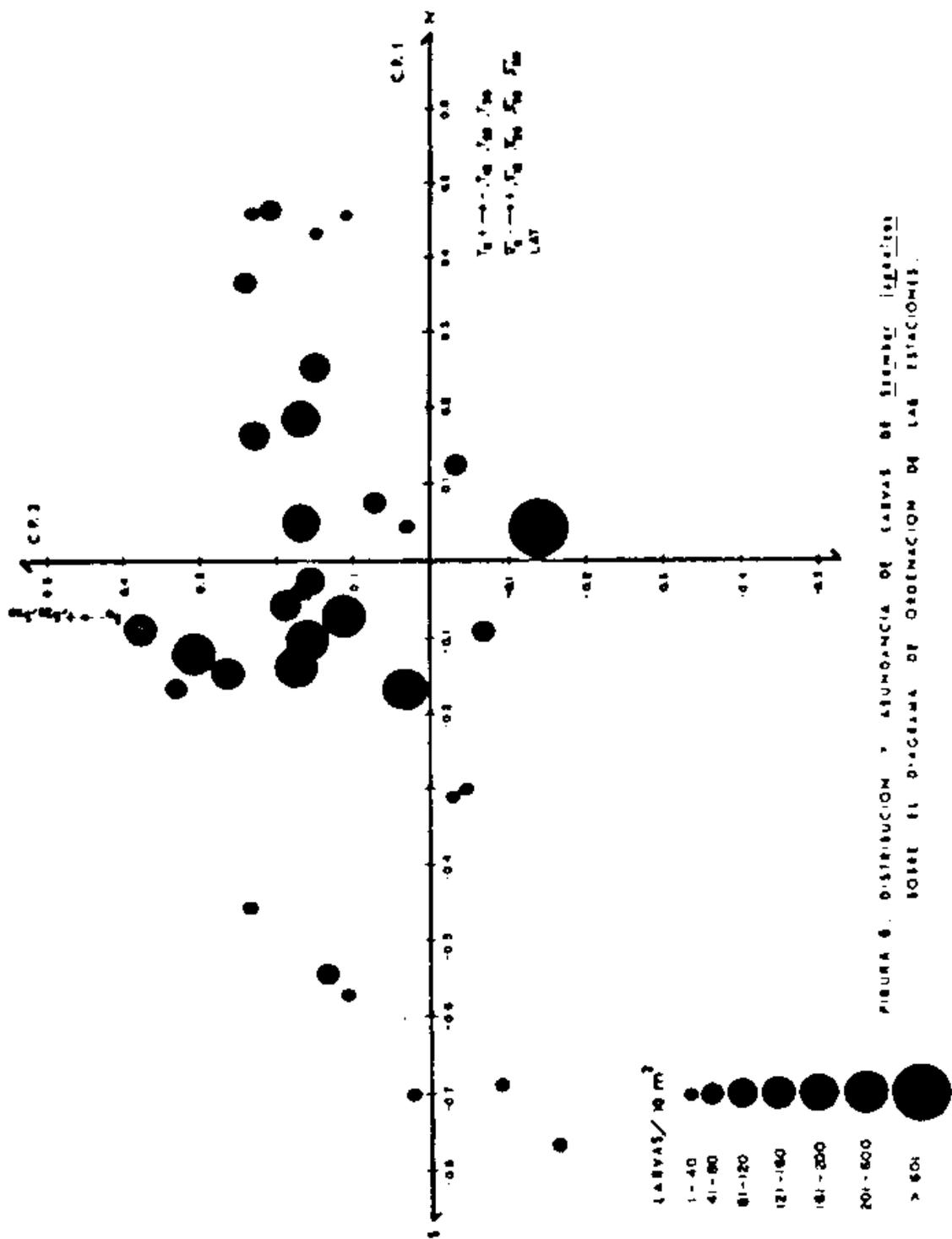


FIGURA 6. DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LARVAS DE *Stember ligandula* SOBRE EL DIAGRAMA DE ORDENACION DE LAS ESTACIONES.

mayor posibilidad de evasión a la red por larvas de mayor tamaño (Fig. 7).

Asimismo, existe una relación muy importante entre la abundancia de larvas y la hora de colecta, la cual mostró curvas características para larvas de peces. Una moda ocurre a 2.5 mm para las capturas de día y a 4.0 mm para las capturas de noche; esto se debe probablemente al comportamiento de la especie respecto a la hora del día. Las capturas del día son nulas después de los 7.5 mm y las de noche se hacen insignificantes a partir de los 8.0 mm (Fig. 8).

Las mayores capturas de larvas se obtuvieron durante la noche (70 por ciento). La diferencia de éstas con las obtenidas de día, ha sido abordada por distintos autores para larvas de macarela dentro del Golfo de California. Olivera (1975) considera que debe haber un desplazamiento vertical de las larvas a mayores profundidades durante el día e inversa durante la noche, causado por la luminosidad, disponibilidad de alimento y depredación en las capas superficiales. Ahlstrom (1948, 1954 y 1956) y Baxter (1967), para otras especies, destacan que la evasión de la red es más pronunciada durante el día y que organismos de tallas mayores que presentan mejor visión y motilidad evaden la red tanto de día como de noche.

Además, en la estructura poblacional, el número de organismos decrece con el incremento de la edad, por lo que es factible que disminuyan las capturas de organismos de mayor talla.

En cuanto a la estimación del modelo propuesto por Lenarz (1973), que describe simultáneamente las curvas de captura noche y día, se encontró que explica aproximadamente el 92 por ciento de la varianza. El valor estimado de  $R$  (tasa instantánea de declinación en la captura con la talla) es de 0.8265; esto significa que la tasa de captura declina aproximadamente el 40.5 por ciento por cada milímetro de crecimiento. La tasa de crecimiento también contribuye en la tasa instantánea de declinación en la captura por talla. Para la estimación no se incluyeron las larvas mayores a los 7.5 mm debido a su pequeño número.

La prueba estadística aplicada al modelo con el 95 por ciento y el 99 por ciento de nivel de probabilidad, indica que la regresión es altamente significativa. Se efectuaron también pruebas de significancia para los coeficientes separados al 95 por ciento y 99 por ciento, observándose que ambos coeficientes contribuyen significativamente a la regresión, contribuyendo más la tasa instantánea de declinación ( $R = 0.8265$ ), que la tasa instantánea de incremento de la razón de captura noche/día con la talla ( $C = 0.3697$ ).

En la estimación de la abundancia larval por área de estación ( $m^2$ ), se observó un escape considerable de las larvas durante las horas del día, por lo que se consideró necesario calcular la proporción de la abundancia noche/día por cada 0.5 mm de incremento en longitud. Los datos se ajustaron a una regresión potencial positiva entre las tallas de 2.5 a 6.0 mm y a una regresión potencial negativa en las tallas de 6.0 a 7.5 mm de longitud estándar, permitiendo de esta manera corregir este escape de organismos mediante las funciones:  $R1 = 0.0279 X^{3.4964}$  y  $R2 = 12.361,959 X^{-7.4012}$ , donde  $R$  es la razón de captura noche/día y  $X$  la longitud estándar.

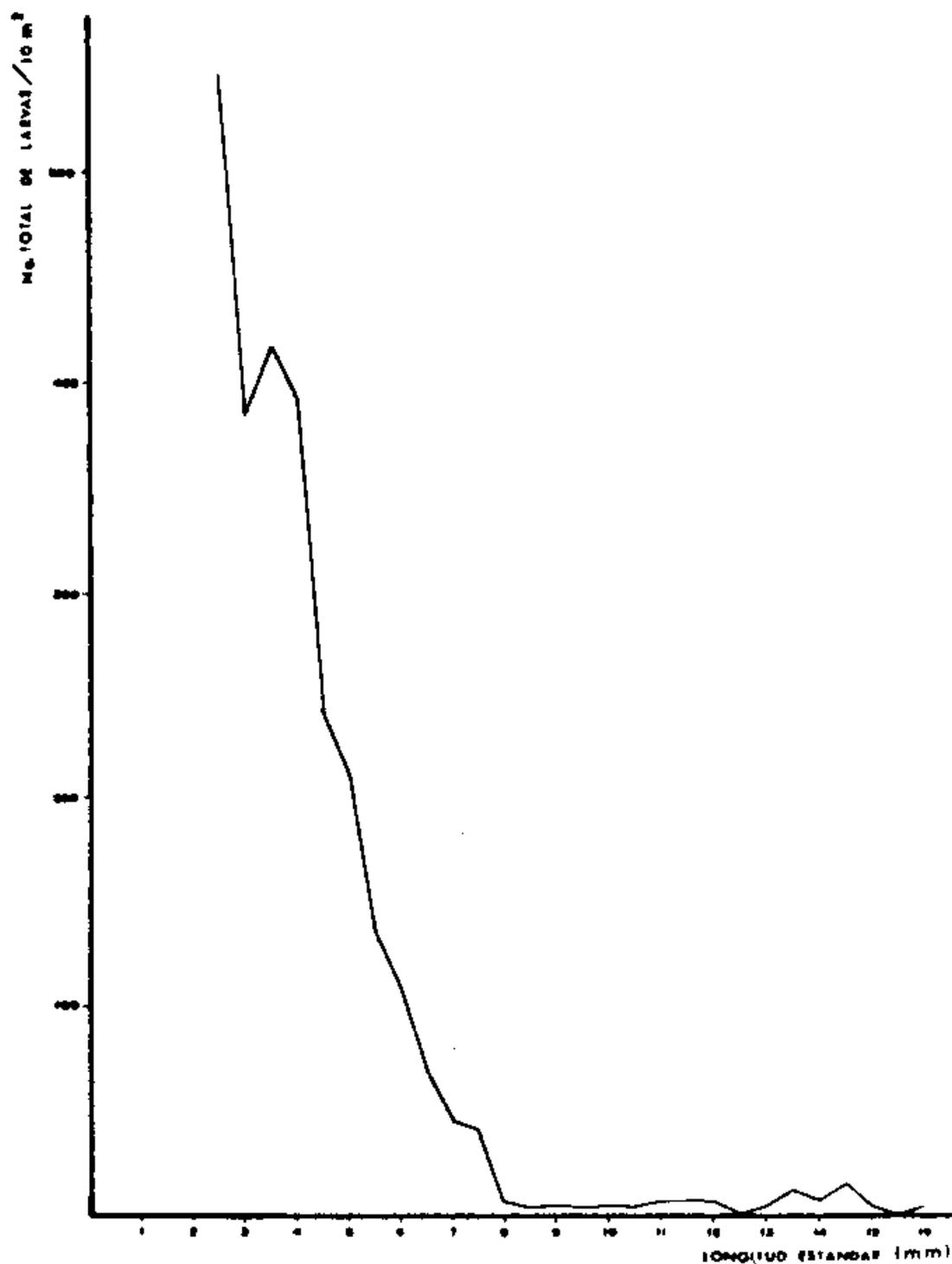


FIGURA 7. CURVA DE CAPTURA DE LARVAS DE Scomber japonicus.

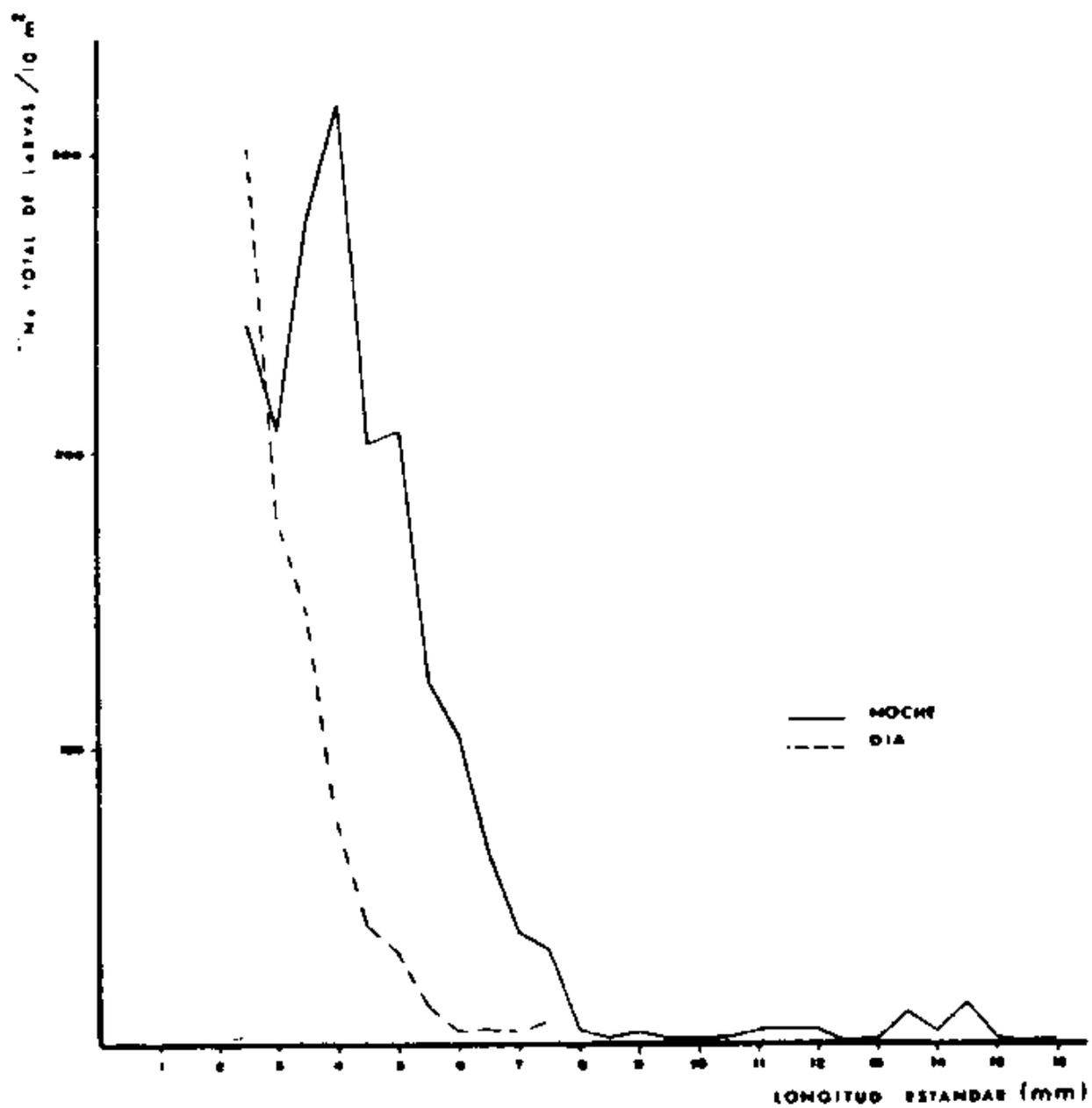


FIGURA 8. CURVAS DE CAPTURA DE LARVAS DE Scomber ignobilis.

## Mortalidad

(Existen muy pocas estimaciones del coeficiente instantáneo de mortalidad  $-Z$ ) en estadios tempranos de macarela del Pacífico y, especialmente, ningún para organismos de esta especie en el Golfo de California.

La función exponencial obtenida de la relación abundancia larval y longitud, proporcionó una estimación del coeficiente de mortalidad instantánea para cada 0.5 mm de incremento en longitud, con un valor de  $Z = 0.4978$  (Fig. 9). Este valor difiere del obtenido por Watanabe (1970), ( $Z = 0.3995$ ) posiblemente porque este último consideró para su estimación el estadio --huevo, además de que las capturas no se realizaron en las mismas temporadas ni zonas de estudio.

Sin una medida de la tasa de mortalidad entre huevos recién desovados y el estadio larval, los datos larvales no pueden ser usados como un índice del tamaño absoluto de la población desovante.

## Estimación de la abundancia de huevos

La estimación de la abundancia de huevos, incluye los dos estadios de desarrollo encontrados en el material analizado (estadio medio y tardío) variando el número total de ellos desde  $0.2344765 \times 10^9$  a  $163.12274 \times 10^9$ . La abundancia total de huevos desovados durante el período de cruceo fue de  $500.58 \times 10^9$  y se utilizó para la estimación de la biomasa.

## Estimación de la abundancia larval

Los valores obtenidos de la abundancia larval, corregidos por capturas de día y por clase de longitud, se utilizaron para la estimación de la abundancia larval por área de estación ( $m^2$ ), la cual presentó un intervalo de variación de  $3.4749 \times 10^9$  a  $5,749.1875 \times 10^9$  larvas, obteniéndose un total de  $16,608.459 \times 10^9$  larvas, incluyendo los ejemplares destruidos e identificados de la especie.

Se puede indicar que las condiciones ambientales de distribución de la macarela en la parte sur del Golfo de California son sustancialmente diferentes a las que predominan en la parte norte. Considerando que el método de Ahlstrom (1968) está basado en el número de huevos y larvas, lógicamente la influencia de dichas condiciones (principalmente de temperatura) pueden afectar de muy diversas formas a los organismos, tanto en su fase adulta (comportamiento reproductivo, fecundidad, tasa de crecimiento, mortalidad, etc.), como en sus primeras fases (viabilidad de los huevecillos, supervivencia desde el estadio huevo hasta el estadio larva, etc.), lo cual repercute en la abundancia de huevos y larvas.

Por otra parte, existen dos tendencias que no han sido evaluadas todavía y que son importantes: en aguas frías, las larvas tienden a crecer más lentamente por lapsos prolongados, provocando en la estimación de la abundancia un sesgo al prolongar la etapa en la cual las larvas son vulnerables al muestreo. El análisis de estos problemas está fuera del alcance de

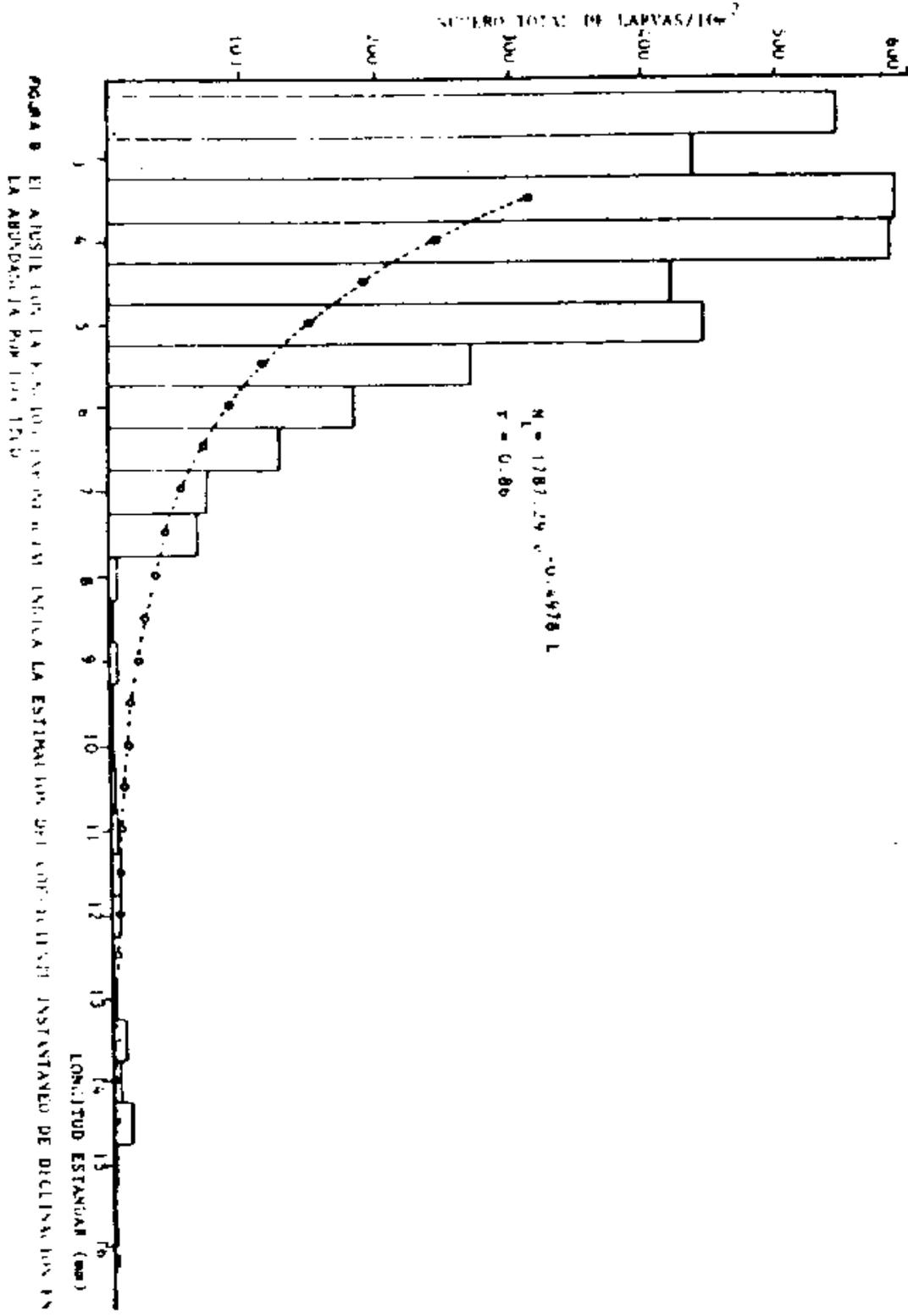


FIGURA 8. EL ABUSO CON LA FERTILIZACIÓN EN LA ESTIMACION DEL COEFICIENTE INSTANTANEO DE DECLINACION EN LA ABUNDANCIA POR 100 CM<sup>2</sup>

este estudio.

En el cálculo de la abundancia de huevos, no se consideró el escape de éstos a través de la red, ni se ha apreciado la mortalidad durante el periodo embrionario, corrigiéndose sólo el escape de las larvas en estaciones muestreadas durante las horas del día. Ahora bien, las estimaciones de abundancia de poblaciones basadas en datos larvales son, en general, menos satisfactorias que las de huevos porque aumentan el factor de mortalidad.

#### Biomasa reproductora

La cifra obtenida fue de 37,951.364 tm de biomasa con base en la abundancia de huevos.

El valor obtenido de biomasa presenta un sesgo al asumir la fecundidad relativa dada por MacGregor (1976) para la misma especie en aguas del nor-este del Pacífico. Además, este tipo de evaluación no siempre proporciona información confiable sobre el tamaño de los stocks pelágicos debido a las diversas fuentes de variación en la accesibilidad y vulnerabilidad de los estadios tempranos.

MacGregor (1968) sugirió que la dificultad para determinar la cantidad de huevos desovados por grupo, por año, por hembra, es la principal fuente de imprecisión y sesgo en las estimaciones de biomasa de reproductores a partir de censos y datos de fecundidad, ya que puede variar de temporada a temporada por las condiciones físicas y biológicas del Golfo, que influyen de manera determinante en el proceso de madurez gonadal, por lo que en diferentes temporadas podrían observarse variantes de los resultados. Todo lo mencionado anteriormente debe tomarse en cuenta para un posterior ajuste en las estimaciones de la biomasa reproductora.

En vista de las limitaciones mencionadas, se obtuvo una evaluación preliminar de la biomasa reproductora de la especie por el método indirecto de huevos desovados. Se considera que las cifras obtenidas por este método representan una sub-estimación, especialmente si se toma en cuenta el corto periodo en que se efectuó el crucero.

#### Rendimiento potencial

Se calculó el rendimiento potencial con base en el valor obtenido de biomasa a partir de la abundancia de huevos. La mortalidad natural se asume del valor obtenido. El rendimiento potencial fue de 9,487.841 tm. Si bien el modelo de Gulland es aplicado a poblaciones vírgenes y la macarela presenta características de una población moderadamente explotada, el valor obtenido del rendimiento potencial puede considerarse adecuado desde el punto de vista conservativo hasta que se realicen investigaciones más precisas sobre la dinámica de la especie en el Golfo de California.

## Distribución vertical de temperatura y salinidad

El umbral sur del Canal de Ballenas marca la separación entre dos zonas hidrográficas. Las temperaturas de la superficie del agua en la zona externa del Golfo (sur de Isla Tiburón) descienden a medida que se hace mayor la latitud y disminuye monótonicamente con la profundidad. La distribución de la salinidad muestra características análogas. Los cambios más altos se encontraron en la superficie, aumentando un poco de la entrada hacia el interior del Golfo.

En tanto, en la porción norte, se observan distribuciones verticales -- distintas y únicas, destacando una homogeneización de las aguas. La parte sur presenta una termoclina por encima de los 75 y 100 metros de profundidad, con una variación de 7° a 10°C. La isoterma de 15°C se presenta en la parte inferior de la termoclina. En la capa superficial, por debajo de la termoclina, se presentan las isotermas de 14° a 12°C entre los 100 y 200 metros de profundidad (Fig. 10a).

La estructura halina se muestra por encima de los 75 y 100 metros de -- profundidad asociada a la termoclina, con valores de 34.9 a 35.4 ‰. La magnitud de los cambios es del orden de 0.4 ‰ por encima de los 100 metros de profundidad (Fig. 10b).

La figura 10 muestra en la parte norte del Golfo, en una zona poco profunda y cercana a la costa, un hundimiento de las aguas (isoterma de 17° a 14°C).

Los valores mínimos de temperatura superficial (15.75° y 15.49°C), se registraron en el Canal de Ballenas y en el sur de Isla Ángel de la Guarda y los máximos se registraron en la parte media de la boca del Golfo con valores de 25.64° y 23.12°C.

La distribución de la temperatura y salinidad muestra características -- que han sido reportadas en general por otros autores: Sverdrup (1941) propuso la hipótesis de que en invierno, el agua superficial del extremo norte se hunde debido al enfriamiento y evaporación excesiva. Roden (1964) concluyó que la convección ocurre solamente hasta cerca de los 100 metros de profundidad, cerca de la costa. Alvarez y Schwartzlose (1979), también reportan este movimiento de convección en invierno. Los datos de temperatura y salinidad de marzo de 1981 muestran claramente este fenómeno (Fig. 10). Este movimiento de convección en invierno, junto con la homogeneización en el Canal de Ballenas se debe a los fuertes procesos de mezcla provocados -- principalmente por corrientes de marca (Roden, *op. cit.*; Gaxiola *et al.*, -- 1978), influyendo considerablemente en la distribución vertical de las diversas propiedades físicas y químicas del agua del norte del Golfo.

## CONCLUSIONES

El cálculo de la biomasa de la macarela, efectuado con base en la abundancia de huevos, fue de 37,951.364 tn, con un rendimiento potencial de ...



9,487.841 cm.

Se observó la existencia de un centro principal de reproducción al norte de Yavaros, Son., y otro de menor importancia fuera de la plataforma continental entre Guaymas y Punta Kino. En relación a la distribución de las larvas, se detectó una zona de alta concentración frente a las costas de Yavaros y Aquebampo, Son.

El comportamiento de la macarela, durante el periodo de muestreo en relación con los factores ambientales, demostró que la temperatura mínima a la cual desovó fue de 14.95°C aproximadamente y la salinidad mínima fue de -- 35.04 ‰. Respecto a la temperatura y salinidad máxima, los huevos de esta especie fueron encontrados en aguas de 21.94°C y 35.43 ‰, respectivamente.

Los datos analizados que comprenden hasta los 200 metros de profundidad de temperatura y salinidad, aparte de permitir tener una visión más clara de las condiciones hidrológicas diferentes entre la zona norte y sur permiten afirmar la existencia de un fenómeno convectivo y otro de homogeneización en la parte norte del Golfo de California.

Los resultados de biomasa citados en este trabajo constituyen estimaciones preliminares considerando los errores de muestreo y sub y sobre-estimaciones. De cualquier forma, las cifras obtenidas son importantes para el conocimiento de nuestros recursos pesqueros.

Desafortunadamente los datos no permiten concluir sobre el inicio y duración de la temporada de desove y sus principales áreas de reproducción, pero justifican la necesidad de intensificar no sólo los muestreos de ictioplancton a lo largo del año para conocer el comportamiento en espacio y tiempo, sino también las investigaciones de dinámica poblacional y, por último, las interacciones atmósfera-océano en la zona, ya que el establecer una correlación entre variables bióticas y abióticas del ambiente, ayudaría a tener un conocimiento amplio que derivaría en beneficios económicos para la explotación de estos recursos.

#### AGRADECIMIENTOS

A la bióloga Martha América Padilla García, por su apoyo y colaboración; a la bióloga Rosa Marfa Olivera Limas, por su ayuda y por el interés que compartió, al biólogo Salvador Sánchez Colón y, al físico Raúl Gallardo Villegas, por su asesoría y revisión al manuscrito; al físico Luis Fueyo MacDonald por su revisión y crítica al manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

AHLSTROM, E.H. 1948. A record of pilchard eggs and larvae collected during surveys made in 1939 to 1941. U.S. Fish. Wild. Ser. Spec. Sci. Rep. 54: 1-82.

- \_\_\_\_\_. 1954. Distribution and abundance of eggs and larvae populations of the Pacific sardine. U.S. Fish. Wild. Ser. Fish. Bull. 92(56): 83-140.
- \_\_\_\_\_. 1956. Eggs and larvae of anchovy, jack mackerel and Pacific-mackerel. Cal. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 1 April 1955 - to June 30 1956: 33-42.
- \_\_\_\_\_. 1968. What might be gained from an oceanwide survey of fish eggs and larvae in various seasons. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 12: 64-67.
- ALVAREZ, S. y R.A. SWATZLOSE. 1979. Masas de agua del Golfo de California. Water masses of the Gulf of California. Ciencias Marinas (Méx.) Vol. 6(1 y 2): 43-63.
- BAXTER, J.L. 1967. Summary of biological information on the northern anchovy Engraulis mordax Girard. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. 11: 110-116.
- FRY, D.H. and P.M. ROEDEL. 1949. Tagging experiments on the Pacific mackerel (Pneumatophorus diego). Calif. Division. Fish and Game -- Fish. Bull. 64, 73pp.
- GAXIOLA, C.G., S. ALVAREZ y R.A. SCHWARTZLOSE. 1978. Sistema del bióxido de carbono en el Golfo de California. Ciencias Marinas (Méx.), Vol. 5(2): 25-40.
- GULLAND, J.A. 1971. The fish resources of the ocean. Fishing news (Books) Ltd. Survey, Engl. 225 p.
- HOJDE, E. 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(1): 61-89.
- KRAMER, D. 1960. Development of eggs and larvae of Pacific mackerel and distribution and abundance of larvae 1952-56. Fish Wild. Ser. Fish. Bull. 174(60): 393-438.
- KRAMER, D., M.J. KALIN, E.G. STEVENS, J.R. THRATLKILL 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, W.H. 1973. Dependence of catch rates on size of fish larvae. Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. La Jolla, Calif. U.S.A. -- 164: 270-275.
- MACGREGOR, J.S. 1968. Fecundity of the northern anchovy Engraulis mordax Girard. Calif. Fish and Game Bull. 54(4): 281-288.
- MOSER, G., E.H. AHLSTROM and D. KRAMER. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. Calif. ---

Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep. Vol. XVII: 112-128.

- OLIVERA, L.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. Instituto Nacional de la Pesca. Subsecretaría de Pesca. Programa Exploración Pesquera. México, D.F. 1-15.
- ORLOCI, L. 1978. Multivariate analysis in vegetation research. Dr. W Junk, The Hague.
- RODEN, G.I. 1964. Oceanographic aspects of Gulf of California. In: Van Andel, T.J. H. and G.G. Shor, Jr. (Editors). Marine geology of the Gulf of California: A symposium Amer. Assoc. Petroleum Geologists. Memor. 2: 30-58.
- SCHAEFER, K.M. 1980. Synopsis of biological data on the chub mackerel, -- *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782, in the Pacific ocean. Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla, California. 400 p.
- SETTE, D.L. and E.H. AHLSTROM. 1948. Estimations of abundance of the eggs of the Pacific pilchard (*Sardinops caerulea*) off southern California during 1940-1941. U.S. Dept. Fish. Wild. Ser. Fish. -- Bull. 511-542..
- SMITH, P.D. and S.L. RICHARDSON. 1977. Standard techniques for pelagic -- fish, eggs and larvae surveys. FAO. Fish. Tech. Paper. (175): 1-100.
- SOKOLOV, Y.A. 1974. Investigaciones biológico-pesqueras de los peces pelágicos del Golfo de California. All. Union Research Institute of Marine Fisheries on Oceanography. CalCOFI. U.S.A. Vol. --- (XVII.) July to 30 June 1973: 92-96.
- SVERDRUP, H.V. 1941. The Gulf of California: preliminary discussion on -- the cruise of the E.X. Scripps in February and March 1939. -- 6th Pacific Sci. Cong. Proc. Vol. 3 161-166.
- WATANABE, T. 1970. Morphology and ecology of early stages of life in Japanese common mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn, with special reference to fluctuation of population (In Engl. and -- Jap.). Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. N° 62: 3-55.

## NOTA A LOS AUTORES

Los autores que deseen publicar sus trabajos en la presente serie deberán mecanografiar sus manuscritos a doble espacio, por un sólo lado en papel bond tamaño carta y en español, dejando los siguientes márgenes: 3 cm en el izquierdo y 2.5 cm en el derecho y en las partes superior e inferior. Los trabajos escritos en computadora no serán aceptados y se sugiere utilizar un tipo de letra grande y claro, evitando errores mecanográficos y ortográficos. Es conveniente -- que después el trabajo sea revisado cuidadosamente para evitar errores en la impresión, así como enviar el original foliado con una copia fotostática.

Asimismo, se tendrán que remitir los originales de las figuras, gráficas, tablas, láminas, etc., las cuales deberán estar totalmente legibles, tener correspondencia con el texto, estar numeradas progresivamente con arábigos y tener un título.

Lo anterior es importante, ya que los manuscritos que se envíen para difundirse por medio de esta serie, se incluirán tal y como los envíen sus autores.