

Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero

Nº 5 - Diciembre 1986

Director: Dr. Antonio Malaret

EVALUACION DE LA BIOMASA DE ADULTOS DESOVANTES,
DISTRIBUCION VERTICAL Y VARIACION CUANTITATIVA
DE LA INTENSIDAD DE LOS DESOVES DE LA ANCHOITA
(*Engraulis anchoita*) DURANTE LA PRIMAVERA DE 1982

por

JUANA D. DE CIECHOMSKI *; RAMIRO P. SÁNCHEZ ** Y CARLOS A. LASTA ***

Palabras claves: ictioplancton - evaluación de efectivos - distribución vertical - *Engraulis anchoita* - Argentina.

Key words: Ichthyoplankton - stock assessment - vertical distribution - *Engraulis anchoita*.

SUMMARY

Assessment of the biomass of adult spawners, vertical distribution and quantitative variation of the anchovy (*Engraulis anchoita*) egg production during spring 1982.

Ichthyoplankton was sampled in 9 exploratory cruises in the sea off Buenos Aires province (Argentina), Uruguay and south of Brazil, during the spawning peaks of the anchovy in spring-early summer and mid-autumn. The most abundant species in the ichthyoplankton was *Engraulis anchoita*, representing 88 % of the eggs and 76 % of the larvae collected in all the cruises. These percentages vary both regionally and seasonally; as regards eggs, the lowest percentage (10 %) was found in January. The distribution of anchovy eggs and larvae, covered almost entirely the surveyed area, with the exception of the region influenced by the River Plate estuary. Minimum salinity tolerance for the species eggs was 23.5 ‰. The eastern limit of the distribution of anchovy eggs, extends in spring-early summer to the 200 m isobath in the northern part of the study area, whereas in the south rarely extends beyond the 50 m isobath. Anchovy larvae showed a wider distribution, penetrating in November and December in the brackish waters of the Samborombón Bay, extending over more off-shore waters in January. As the spawning season progressed a southwards movement of intensive reproduction nuclei was observed. The average daily egg production during spring-early summer was estimated at 260 anchovy eggs/m²/day; in autumn, a ten-fold reduction of this production was observed. The monthly eggs production for the entire investigated area shows a marked stability from October to December, falling sharply in January. On the basis of the seasonal egg production for spring-early summer, calculated at 3.5238×10^{15} eggs and the larvae census carried out in mid-January a 98.2 % mortality during the embryonic and larval stages of the anchovy could be assumed. The spawning biomass of the anchovy during this period was calculated at 2,514,970 t (— 28 %; + 40 %, $\alpha = 0.25$). Preliminary results on the vertical distribution of anchovy eggs and larvae show that their distribution is generally restricted to the upper 50 m water layer, with higher concentrations at 10 to 25 m depths.

* INIDEP y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

** INIDEP y Universidad Nacional Mar del Plata.

*** INIDEP.

INTRODUCCION

En el curso de los últimos años, se han presentado varias evaluaciones de los efectivos adultos desovantes de anchoíta y merluza mediante el recuento de sus huevos en el plancton (Ciechomski et al., 1979 a y b; Ciechomski et al., 1983; Sánchez y Ciechomski, 1983). La realización periódica de estas evaluaciones persigue un doble propósito: por una parte obtener una estimación de los efectivos desovantes que es independiente de los datos de capturas y, por otra parte, contribuir a establecer para un espacio de tiempo dado un modelo capaz de explicar la relación stock-reclutamiento (Burd y Holford, 1971; Cushing y Bridger, 1966), condición indispensable para la elaboración de pronósticos pesqueros.

Las ventajas y limitaciones de este método han sido discutidas en numerosos trabajos (English, 1964; Hunter, 1976; Saville, 1964; Saville, 1981; Saville y Schnack, 1981; Ulltang, 1977; etc.). Los aspectos metodológicos más desfavorables que presenta esta técnica son, sin duda, el enorme esfuerzo que demanda, tanto en horas de navegación, como de posterior trabajo de laboratorio y el hecho de que, dadas las características de la distribución de los organismos censados, las estimaciones resultantes van necesariamente acompañadas de intervalos de confianza relativamente amplios.

Con el objeto de perfeccionar la metodología empleada, se han realizado campañas tendientes fundamentalmente a minimizar el esfuerzo de muestreo y evaluar el efecto de distintas fuentes de error, en particular el asociado con la heterogeneidad espacio-temporal de los organismos y la mortalidad embrionaria (Ciechomski y Sánchez, 1984; Sánchez, MS); Sánchez y Ciechomski, 1983). En el presente trabajo y siguiendo la línea de contribuciones anteriores, se describe la distribución de huevos y larvas de anchoíta entre los meses de octubre y enero, se presenta la evaluación de la biomasa de adultos desovantes de la anchoíta frente a la costa bonaerense y zona común de pesca argentino-uruguaya durante la primavera de 1982, haciéndose asimismo referencia a la proporción de desovantes de la especie presentes en el área en el otoño de 1983. Se analizan también la variación de la producción diaria promedio de huevos de anchoíta entre los meses de octubre y enero, la relación entre la produc-

ción total de huevos y el censo larval realizado en enero para obtener una estimación de la mortalidad embrionaria y larval y asimismo se presentan los primeros datos relativos a la distribución vertical de huevos y larvas de anchoíta en el Mar Argentino.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron para este trabajo datos provenientes de 9 campañas de investigación: C-03/82, H-04/82, H-05/82 y H-03/83 del Proyecto de Recursos Pelágicos; C-04/82, C-05/82 y C-03/83 del Proyecto de Recursos Costeros; y C-01/83 y H-01/83 del Proyecto de Recursos Demersales.

Para la recolección y posterior tratamiento del material y datos resultantes se adoptaron los mismos criterios metodológicos de trabajos anteriores (Ciechomski et al., 1983; Sánchez y Ciechomski, 1983). En el caso particular de las muestras para el estudio de la distribución vertical del ictioplancton, éstas se obtuvieron con red de Motoda (1967) operando a 3 niveles.

Dada la vastedad del área investigada (151.757 km²) y la amplitud de tiempo que es indispensable emplear para estudiarla satisfactoriamente, se estimó conveniente, en base a los conocimientos existentes sobre la distribución de ejemplares adultos (Brandhorst et al., 1971a, b y c; Cousseau et al., 1981; Gudmundsson y Gamberale, 1972) y de sus huevos en el plancton (Ciechomski, 1968; 1969; 1970; 1971; Ciechomski et al., 1983), dividir el área investigada en tres subregiones: norte (34° S - 37° S), centro (37° S - 39° S), y sur (39° S - 41° S) concentrando el esfuerzo de muestreo según lo aconsejaba la información previa.

En lo que se refiere a la evaluación de los efectivos desovantes, ésta se basa en el análisis de 768 recuentos correspondientes a 192 muestras de ictioplancton recolectadas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. Este período cubre en su totalidad la estación reproductiva intensiva de la especie en el área considerada.

Teniendo en cuenta que la anchoíta es un desovante parcial, que libera durante la temporada reproductiva varias camadas ("batches") de huevos, (Christiansen y Cousseau, 1985), si se desea considerar dicha temporada en forma completa, debe incluirse en la estimación de la fecundidad

la información correspondiente al total de huevos liberados en cada camada y el número de éstas que se liberan dentro de dicho período.

El modelo utilizado para la estimación de los efectivos desovantes es similar en esencia al descrito por Parker (1980) para peces que presentan desoves parciales, según el cual

$$B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{D_{ij} \cdot A_{ij}}{t_{ij}} \times \left(\frac{F_L}{aL^b} \cdot PS \cdot d \right)^{-1}$$

donde

- B = biomasa de adultos desovantes;
 i = sub-región considerada;
 j = períodos mensuales considerados;
 D_{ij} = densidad promedio en la i-ésima sub-región y en el j-ésimo período;
 A_{ij} = área de reproducción en la i-ésima sub-región y en el j-ésimo período;
 t_{ij} = duración, expresada en días, del desarrollo embrionario para la temperatura promedio del agua de mar a 10 m de profundidad, en la i-ésima sub-región y en el j-ésimo período¹;
 F_L = fecundidad de una camada para una hembra de talla L, calculada en base al conteo de sus folículos post-ovulatorios recientes²;
 d = fracción diaria de hembras desovantes en el área durante la temporada reproductiva de 1982³.
 PS = proporción de sexos en el área en octubre de 1982³;
 d = fracción de hembras desovantes en el área durante la temporada reproductiva de 1982³.

Para el cálculo de las densidades promedio se utilizaron los estimadores de la distribución Δ (Aitchison, 1955). Se trata de un modelo que permite asignar una probabilidad distinta de cero para las estaciones sin organismos y una distribución log-normal para las estaciones positivas. La aplicación de la distribución Δ a los estudios

cuantitativos de ictioplancton ha sido analizada en detalle por Pennington 1983, quien demuestra que debido a la alta variabilidad de los logaritmos de los recuentos de las estaciones positivas, el estimador de la media basado en la distribución Δ es mucho más eficiente que la media muestral ordinaria, tal como se utiliza por ejemplo en la distribución binomial negativa. El estimador insesgado y de varianza mínima de la media está dado por la fórmula:

$$\mu = \frac{N^+}{N_t} \left[\exp(y) \right] \Psi^* N^+ \left[\frac{1}{2} (s^2 y) \right]$$

donde

- N^+ = número de estaciones positivas en el área;
 N_t = número total de estaciones en el área;
 y = media muestral de las estaciones positivas; variables (N^0 de huevos/10 m²) transformadas según $y = \ln x$;
 s^2 = varianza muestral de los datos transformados; y

$\Psi^* N^+ \left(\frac{1}{2} s^2 y \right)$ está dada por la serie infinita

$$\Psi^* a(b) = 1 + \frac{a-1}{a} b + \frac{(a-1)^3}{a^2(a+1)} \frac{b^2}{2!} + \frac{(a-1)^3}{a^3(a+1)(a+3)} \frac{b^3}{3!} + \dots$$

(tomado de Aitchison y Brown, 1957; notación modificada).

RESULTADOS Y DISCUSION

1. DISTRIBUCION CUANTITATIVA DE HUEVOS Y LARVAS DE ANCHOITA EN PRIMAVERA Y PRINCIPIOS DE VERANO.

Durante las 9 campañas de investigación analizadas, se efectuaron un total de 321 estaciones de ictioplancton, de las cuales 259 y 257 fueron positivas para huevos y larvas de peces en general y 236 y 167 para huevos y larvas de anchoíta respectivamente. En total se recolectaron 1.292.952 huevos y 198.169 larvas de peces, de los cuales 1.133.474 y 150.668, respectivamente, correspondieron a la especie estudiada.

¹ Tomado de Ciechowski y Sánchez (*Op. cit.*).

² Tomado de Christiansen y Cousseau (*Op. cit.*).

³ Lic. D. L. Gru (com. pers.).

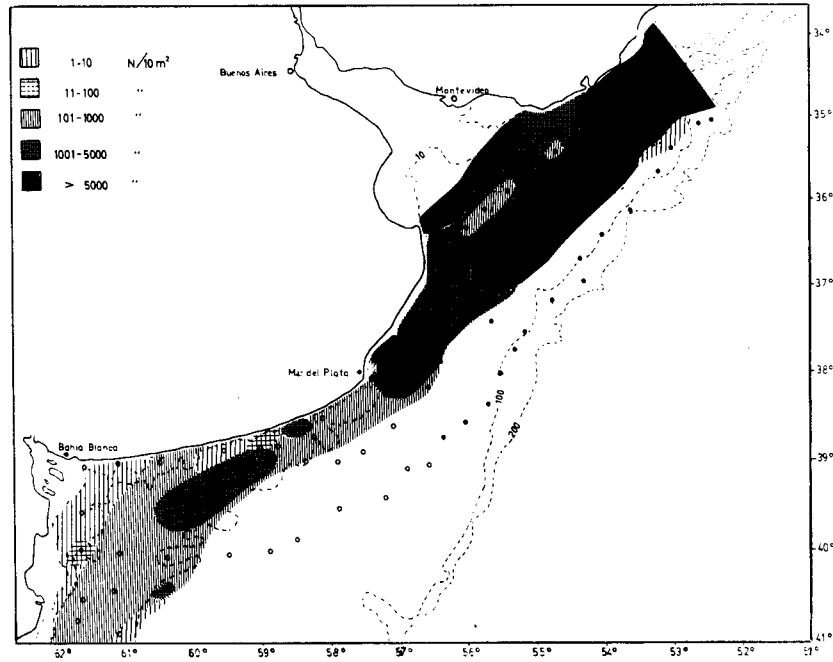


FIG. 1: Distribución de huevos de anchoíta durante las campañas C-03/82 y H-04/82 (octubre).

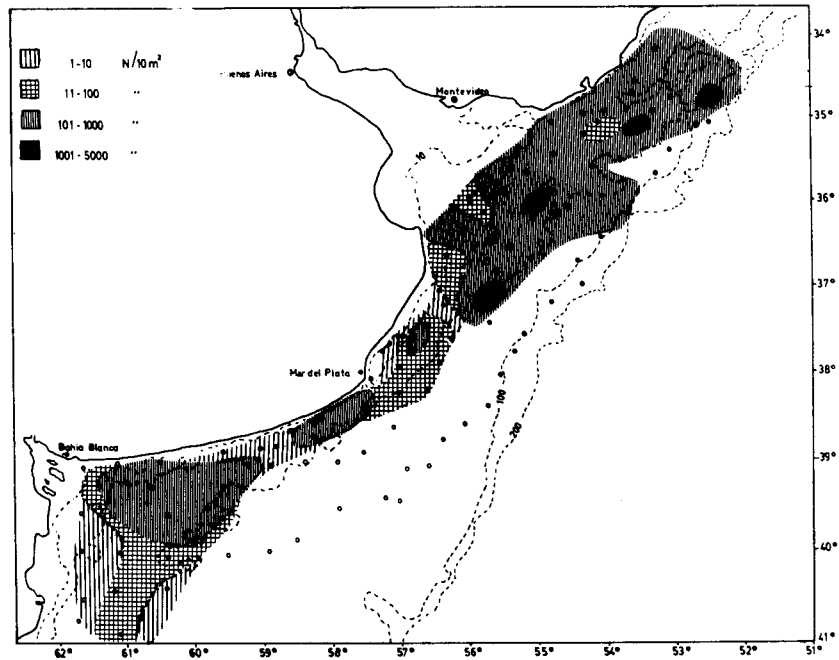


FIG. 2: Distribución de larvas de anchoíta durante las campañas C-03/82 y H-04/82 (octubre).

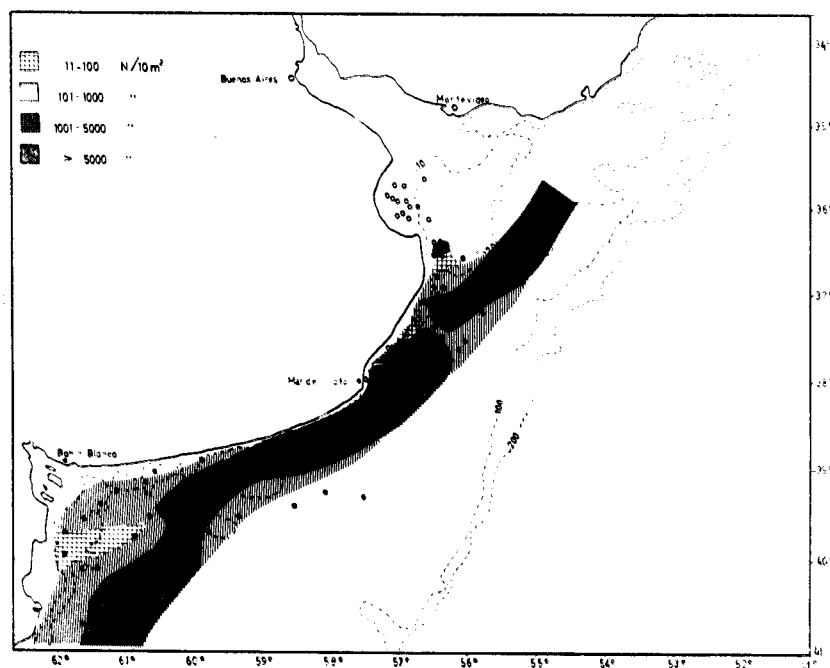


FIG. 3: Distribución de huevos de anchofa durante las campañas C-04/82, H-05/82 y C-05/82 (noviembre-diciembre).

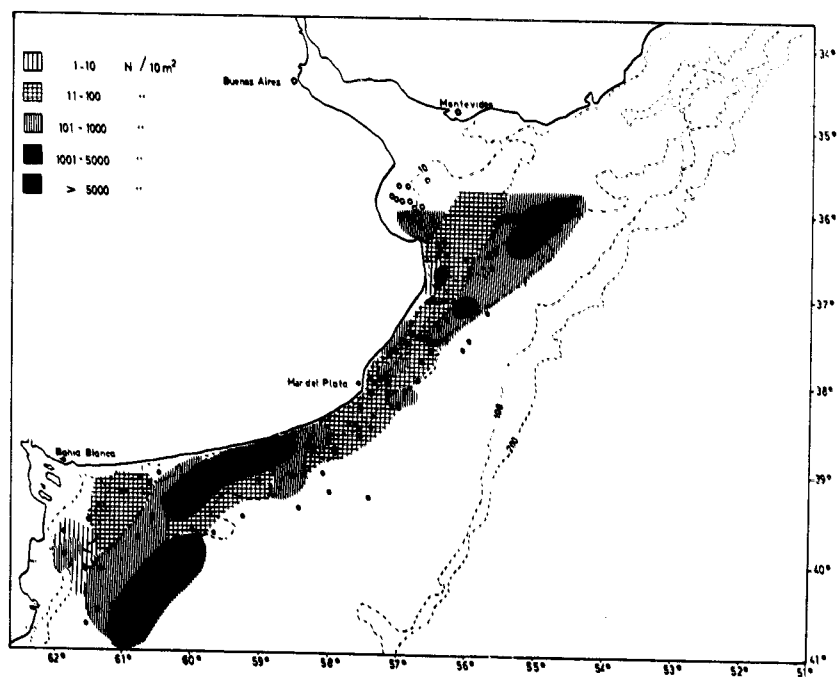


FIG. 4: Distribución de larvas de anchofa durante las campañas C-04/82, H-05/82 y C-05/82 (noviembre-diciembre).

La Tabla 1 presenta la variación mensual de la incidencia porcentual de huevos y larvas de anchoíta sobre el total de huevos y larvas de peces en cada sub-región. En lo que se refiere a los huevos de la especie, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, estos porcentajes son elevados manteniéndose en la mayoría de los casos por encima del 80 %. Estos resultados coinciden con observaciones anteriores de Ciechomski (1971) y Ciechomski y Booman (1983) sobre la predominancia de la especie en los recuentos del ictioplancton total. Durante el mes de noviembre, en la sub-región Sur, se observa sin embargo, que el porcentaje de incidencia alcanza solamente el 60 % a pesar de que los desoves de la especie son sumamente intensivos (ver Fig. 3). Esto se debe a la aparición de numerosos huevos de distintas especies de peces en el plancton, entre los que fue posible identificar huevos de pescadilla (*Cynoscion striatus*), palometa (*Parona signata*), testolín (*Prionotus nudigula*) etc. (Cassia y Booman, 1985). En enero la incidencia porcentual se reduce sensiblemente, en especial en la sub-región centro donde desciende al 10 %. En cuanto a las larvas de anchoíta, se observan porcentajes algo menores, los cuales pueden deberse a extrusión a través de los poros de la red, favorecida por las características anatómicas de las larvas de la especie, o a factores de regulación densidad-dependientes que incidan sobre los estadios iniciales del desarrollo de la anchoíta. En el caso particular de la sub-región centro durante el mes de enero, el relativamente bajo porcentaje de incidencia de larvas de la especie sobre el total de larvas de peces se debe a la aparición en el plancton de numerosas larvas de surel (*Trachurus picturatus australis*) y de otras especies aún no identificadas.

La distribución de huevos y larvas de anchoíta cubre la casi totalidad del área investigada a excepción de la zona influenciada por la desembocadura del Río de la Plata (Fig. 1 a 6). El límite mínimo de tolerancia para la salinidad en lo que se refiere a la distribución de huevos resultó de 23,6 ‰ cifra similar a las mencionadas por Ciechomski (1967) y Hubold (1982). Para establecer este límite se tuvieron en cuenta las salinidades de 10 m de profundidad que como se demostrará en el capítulo correspondiente a la distribución vertical de huevos y larvas de anchoíta es la profundidad donde se han encontrado la mayor parte de los mismos.

El límite oriental de la distribución de huevos

de la especie en esta época del año sigue, en la sub-región norte y especialmente al norte del paralelo de 35° S, la isobata de 200 m de profundidad, mientras que en las sub-regiones centro y sur, raramente sobrepasa la isobata de 50 m de profundidad. Las larvas presentan una distribución algo más amplia penetrando durante los meses de noviembre y diciembre en las aguas salobres de la Bahía Samborombón y extendiéndose en enero hacia aguas más oceánicas (ver Fig. 4 y 6).

Si bien la actividad reproductiva de la especie cubre, durante el período octubre-enero las tres sub-regiones consideradas, conforme avanza la temporada reproductiva existe un desplazamiento hacia el sur de los centros de desove intensivo. En el mapa de la figura 7 se presentan las estaciones en las que se recolectaron más de 20.000 huevos de anchoíta por 10 m² de superficie marina. Durante el mes de octubre estas estaciones se restringen a la sub-región norte, en noviembre se encuentran comprendidas en la sub-región central y parte de la norte, mientras que en diciembre se las encuentra casi exclusivamente en la sub-región sur. En enero no se encontraron estas densidades máximas en ninguna de las estaciones ocupadas.

Estos resultados sirven para completar la información existente acerca de la distribución de huevos y larvas de la especie. Si bien el tema ha sido tratado en publicaciones anteriores (Ciechomski, 1968; 1969; 1970 y 1971; Ciechomski y Booman, 1983; Ciechomski et al., 1979; Hubold, 1982 etc.) en ningún caso había sido posible obtener estimaciones cuantitativas que describieran mes a mes durante la totalidad de la estación reproductiva el patrón de desoves de la especie en el área. El análisis cuantitativo de las variaciones de la producción de huevos y larvas a lo largo del ciclo anual, no sólo de la estación de reproducción intensiva, permitirá en el futuro interpretar las fluctuaciones en el comportamiento y abundancia de los efectivos desovantes, analizar los efectos de cambios ambientales sobre los mismos y predecir las probabilidades de sobrevivencia de las distintas cohortes larvales resultantes de dichos desoves.

2. PRODUCCION DIARIA, MENSUAL Y ESTACIONAL DE HUEVOS DE ANCHOÍTA Y CENSO LARVAL.

La necesidad de establecer el patrón de variación espacio-temporal de la intensidad de los desoves surge del hecho comprobado (English,

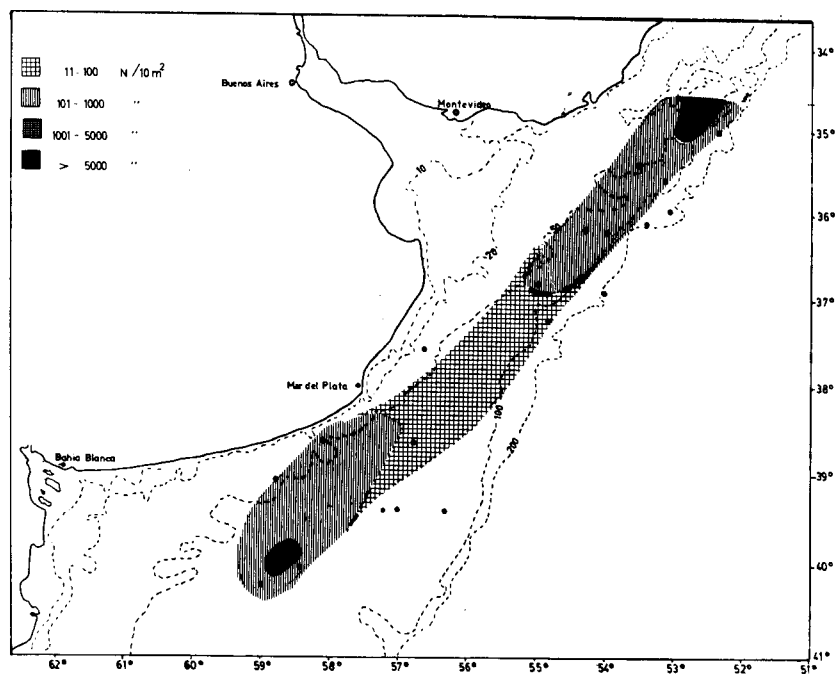


FIG. 5: Distribución de huevos de anchoíta durante las campañas C-01/83 y H-01/83 (enero).

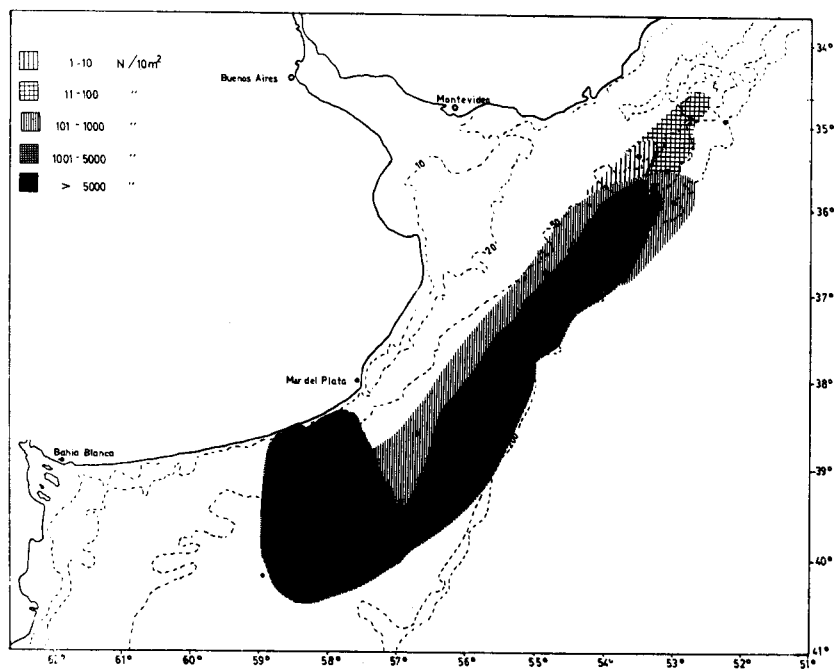


FIG. 6: Distribución de larvas de anchoíta durante las campañas C-01/83 y H-01/83 (enero).

1964; Sánchez y Ciechomski, 1983; Saville, 1964; Sette y Ahlstrom, 1948; Silliman, 1946; etc.) de que cuando se desea detectar la existencia de fluctuaciones en la abundancia de huevos y larvas de una determinada especie, el tiempo y el espacio y la interacción entre ambos términos constituyen la principal fuente de variabilidad. La lectura de la literatura internacional existente sobre

restringidos en tiempo y espacio, determinar previamente el patrón de variación de la producción diaria media de huevos a lo largo de la temporada reproductiva, de modo de poder realizar inferencias generalizadoras a partir de observaciones parciales. Para el cálculo de esta producción es necesario relacionar la densidad media con la velocidad del desarrollo embrionario expresado

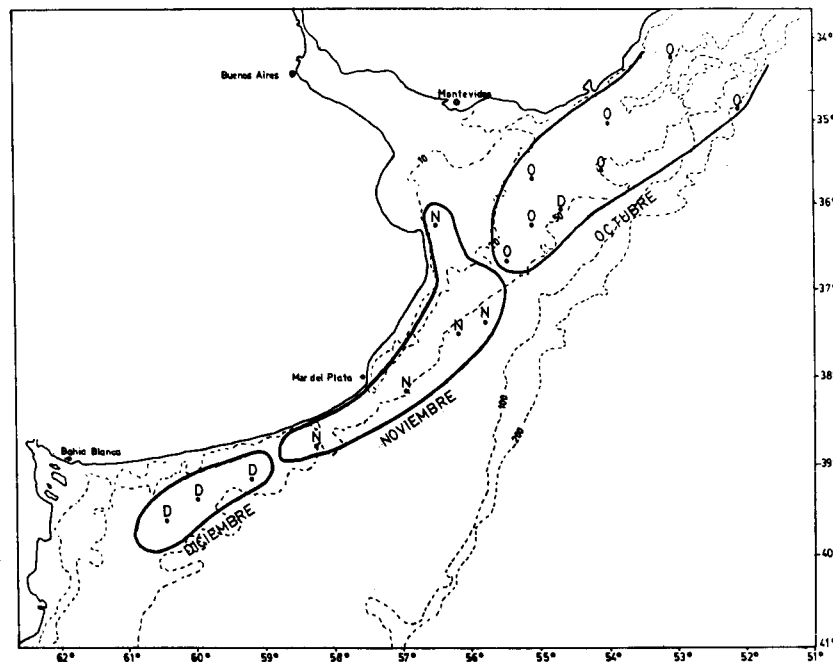


FIG. 7: Áreas que representan estaciones con más de 20.000 huevos de anchoíta por 10 m^2 . O = octubre; N = noviembre; D = diciembre.

el tema del patrón de variación de la intensidad de los desoves con el avance de la temporada reproductiva, sugiere que pueden presentarse al menos tres modalidades diferentes: (a) la forma de la curva de abundancia de huevos para los sucesivos meses que abarca la temporada reproductiva asemeja a una curva normal unimodal (Sette y Ahlstrom, 1948; Van Cleve y Seymour, 1953); (b) puede ser representada mediante una parábola en forma de U invertida (English, 1964); y (c) mediante polígonos de frecuencia uni o multimodales (Anón, 1982; Berrien et al., 1978; Lockwood et al., 1978).

Resulta por lo tanto indispensable, para la elaboración de un modelo que permita analizar la intensidad de las puestas a partir de monitoreos

en días para las distintas temperaturas en las que se pueden encontrar los huevos en el plancton. Esto se debe al hecho de que a menor temperatura el período de desarrollo embrionario es mayor, y por lo tanto también será mayor la probabilidad de que dicho huevo sea capturado por la red de plancton. A estos fines se han tenido en cuenta los resultados experimentales de fecundación artificial e incubación a temperatura constante presentados por Ciechomski y Sánchez (*op. cit.*).

La producción diaria regional surge de multiplicar la producción diaria media por la extensión del área de desove y se la utiliza para el cálculo de las producciones mensual y estacional. Las Tablas 2 y 3 presentan los estadísticos de la

distribución Δ para el cálculo de la media poblacional y el análisis de la variación de la producción mensual de huevos de anchoíta en las tres sub-regiones consideradas.

La Figura 8 muestra la variación de la producción regional mensual para la totalidad de la región estudiada y cada sub-área, junto con los respectivos censos larvales. Puede observarse que dicha producción presenta valores relativa-

3. EVALUACION DE LOS EFECTIVOS DESOVANTES DE ANCHOITA FRENTE A LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES Y ZONA COMUN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA DURANTE LA PRIMAVERA DE 1982.

Como ha sido indicado en el capítulo anterior, el período octubre-diciembre cubre en su totalidad la estación de reproducción intensiva de la

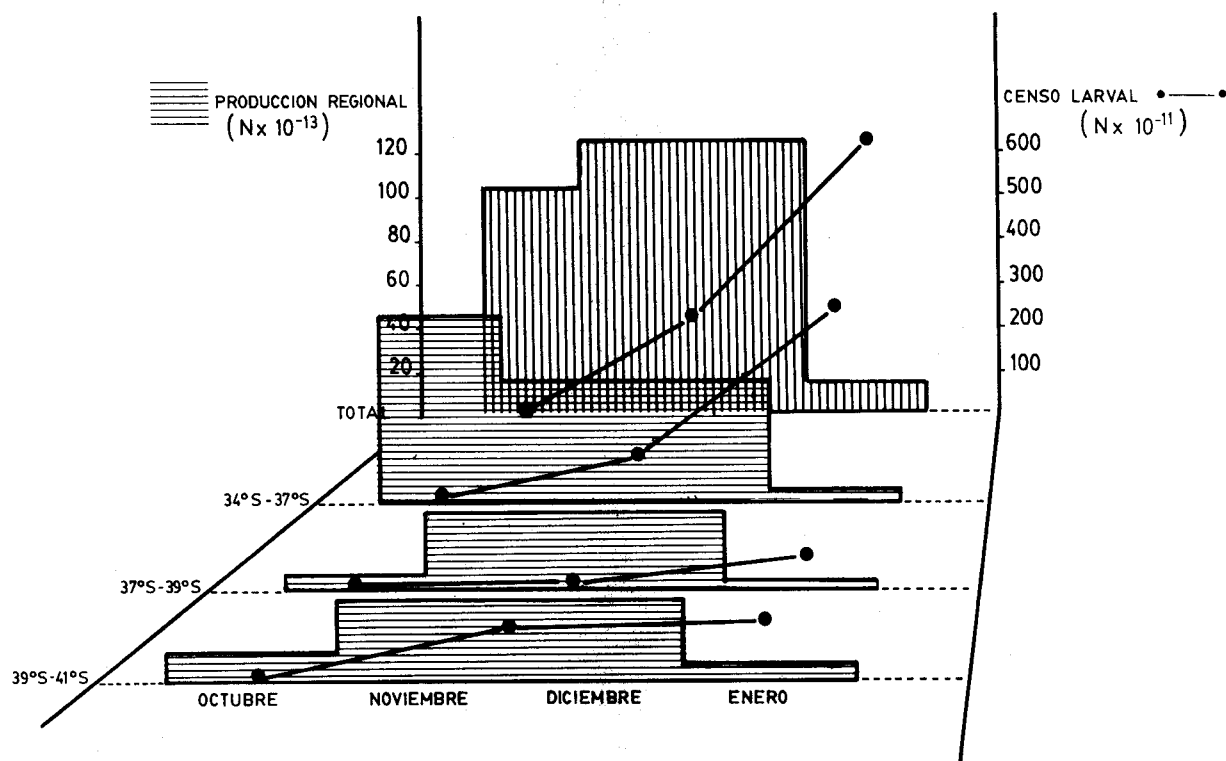


FIG. 8: Variación estacional de la producción diaria promedio de huevos y censo larval de anchoíta en las 3 sub-áreas consideradas.

mente estables durante el período octubre-diciembre, cayendo marcadamente en enero, por lo que parece asimilarse a una parábola en forma de U invertida. Sobre la base de la producción regional estacional que asciende a $3,5238 \times 10^{15}$ huevos de anchoíta y el censo larval practicado al fin de la estación de reproducción intensiva que dio como resultado un total de $6,456 \times 10^{13}$ larvas y post-larvas de la especie, puede estimarse una mortalidad embrionaria y larval durante dicho período de aproximadamente 98,2 %.

especie en el área. Este período ha sido utilizado para calcular la biomasa de adultos desovantes en primavera, en la región estudiada. Aplicando el método de Parker (1980) esta biomasa resultó ser 2.514.970 t, con límites de confianza para la estimación de ($\alpha = 0,05$) -28 % y +40 %. Si en lugar de efectuar la evaluación considerando el período completo, se tienen en cuenta los distintos meses y sub-regiones por separado, se obtienen las estimaciones que se presentan en la Tabla 4. En lo que se refiere a los límites de con-

fianza arriba mencionados, conviene aclarar que éstos reflejan exclusivamente la heterogeneidad espacio-temporal natural de la distribución de huevos de la especie y no el error metodológico propio de la técnica empleada, el cálculo del cual demanda aún la elaboración de los datos del submuestreador de Motoda (1959) en laboratorio y de las réplicas muestrales en cada estación.

Si bien en forma excepcional pudo cubrirse reiteradamente durante la temporada reproductiva

un relevamiento parcial del área con el objeto de evaluar la intensidad del desove otoñal de la especie. Los resultados obtenidos indican que el área de distribución de los desoves queda delimitada por los paralelos de $34^{\circ}30'S$ y $37^{\circ}30'S$ y por las isobatas de 20 y 200 m (ver Fig. 9); la densidad promedio alcanzó a 1.089 huevos por 10 m^2 de superficie de mar. Los conocimientos actuales sobre la reproducción de la especie, no permiten realizar una evaluación de sus efecti-

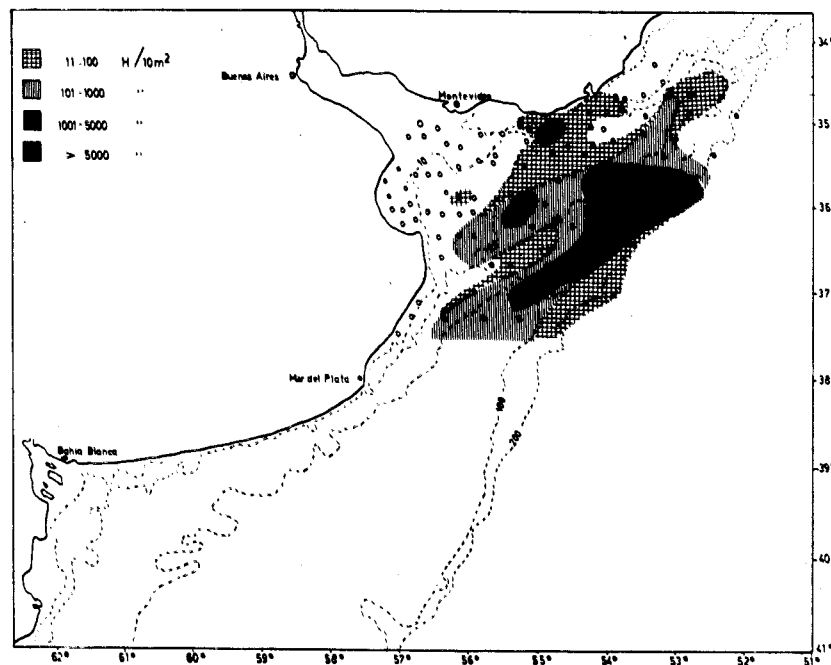


FIG. 9: Distribución de huevos de anchoíta durante las campañas C-02/83 y H-03/83 (abril-mayo).

la totalidad del área estudiada y analizar la gran cantidad de muestras obtenidas, parece evidente, del análisis de los resultados presentados, que los relevamientos mensuales, que cubren el área completa, brindan estimaciones igualmente buenas, aconsejándose la realización de los mismos durante el mes de noviembre, ya que aun con un monitoreo de rutina de cualquiera de las subregiones por separado, se obtienen un estimador suficientemente eficiente como para hacer inferencias sobre la abundancia total, las cuales difieren de la estimación total, en porcentajes siempre menores que los límites de confianza de la misma para $\alpha = 0,05$.

Durante los meses de abril y mayo, se realizó

vos desovantes mediante los datos obtenidos, ya que se desconoce si los valores de fecundidad por camadas y la proporción de desovantes sobre el total del stock, varían en relación con las cifras obtenidas por Christiansen y Cousseau (*op. cit.*) para los desovantes de primavera. Puede sí, afirmarse que la producción diaria promedio, que alcanza valores de 26 huevos por m^2 por día, equivale aproximadamente a la décima parte de la producción diaria promedio en el área en primavera.

Comparando los resultados aquí presentados con evaluaciones recientes de los efectivos de adultos desovantes de anchoíta en el Mar Argentino (Ciechomski et al., 1979, 1983; Sánchez y

Ciechowski, 1983) puede concluirse que los mismos han permanecido relativamente estables en los últimos cinco años. Mientras la explotación pesquera de la especie se mantenga en los bajos niveles actuales, inferiores a las 30.000 t anuales, que es por otra parte, la capacidad máxima de absorción, en estos momentos de la industria conservera y de salado local (Lic. Bertolotti, com. pers.), resultará suficiente para la elaboración de las futuras evaluaciones anuales de los stocks en reproducción, la realización de relevamientos parciales en tiempo y espacio de la región investigada. Resulta en cambio de interés intensificar los estudios que permitan estimar la biomasa de adultos desovantes en otoño y la sobrevivencia de larvas y juveniles para futuras estimaciones del reclutamiento de la especie.

4. DISTRIBUCION VERTICAL DE HUEVOS Y LARVAS DE ANCHOITA.

La importancia del estudio de la distribución vertical del ictioplancton en el mar, radica en el hecho de que, además de aportar valiosa información sobre la biología de la especie, en una etapa especialmente vulnerable de su ciclo vital, permiten una mejor planificación del muestreo en el mar, particularmente en lo que se refiere a la profundidad máxima de arrastre del arte de captura, dato que debe incluirse en la ecuación de estandarización mediante la cual los recuentos de huevos y larvas pueden expresarse como densidades. En el transcurso de los últimos años estos estudios se han visto notablemente intensificados, especialmente en áreas donde se produce una marcada estratificación vertical de factores bióticos y abióticos que condicionan a su vez la posibilidad de sobrevivencia o mortalidad del ictioplancton (Coombs et al., 1981; Kauffman et al., 1978; Saville y Schnack, 1981).

Se presentan en este trabajo, los primeros resultados sobre el patrón de distribución vertical de los huevos y larvas de anchoíta en dos áreas de desove de la anchoíta en el Mar Argentino. Se analizaron para ello 54 muestras provenientes de 12 estaciones realizadas en el mes de octubre de 1982, en un rectángulo delimitado por los $34^{\circ}50' S - 35^{\circ}40' S$ y $52^{\circ}30' W - 53^{\circ}20' W$ y de 6 estaciones realizadas en enero de 1983 en el área delimitada por los $43^{\circ}40' S - 44^{\circ}00' S$ y $62^{\circ}59' W - 65^{\circ}04' W$. Si bien la ubicación de las estaciones tenía como objeto analizar dos centros

de reproducción intensiva de la especie, de diferente configuración ambiental, debe subrayarse que, particularmente el área norte presente en la mayor parte de las estaciones, concentraciones relativamente bajas de huevos y larvas de anchoíta, pudiendo detectarse dos manchas de mayor densidad en los extremos de la misma. Estas observaciones coinciden estrechamente con la incidencia de presencia de folículos post-ovulatorios recientes en los ovarios de las hembras adultas (Christiansen y Cousseau, *op. cit.*) lo que confirma que el área muestreada no resultó ser un centro de desove masivo.

La figura 10 muestra la variación en los recuentos de huevos y larvas de anchoíta para las distintas profundidades muestreadas, durante el mes de octubre. Del análisis de la misma, surge una evidente relación entre las mayores concentraciones de huevos y larvas de anchoíta y las profundidades de 10 a 25 m, no encontrándose en general densidades importantes de los mismos por debajo de dichos niveles. La relativa uniformidad de las condiciones ambientales en todas las estaciones, no permite hacer inferencias sobre cuál sería la ubicación de huevos y larvas de la especie en regiones que presentaran una estratificación más marcada de las masas de agua. Puede observarse, en ese sentido, que en la estación 11 (Fig. 10) donde por la intrusión de una masa de agua subtropical, se produce una doble termoclina, la distribución de los huevos y larvas de la especie queda limitada a los niveles superiores. Asimismo, es dable observar de que la presencia de huevos de anchoíta en mayores profundidades ocurre en dos estaciones que presentan mayores densidades de huevos de la especie en general.

En las estaciones realizadas durante el mes de enero, se observa la presencia de una termoclina entre los 20 y 30 m de profundidad (Fig. 11). En líneas generales, las mayores densidades de huevos de la especie se encuentran hasta los 30 m de profundidad. Sin embargo, en una estación, que es la que presentó mayor abundancia de huevos, éstos se encontraron también en cantidades altas por debajo de la termoclina. Por otra parte, si bien no se detectaron en esta campaña grandes concentraciones de larvas de anchoíta, las mayores densidades se encontraron entre los 30 y 50 m de profundidad.

Los resultados obtenidos, si bien preliminares, coinciden en gran medida con las observaciones de otros autores en relación con distintas espe-

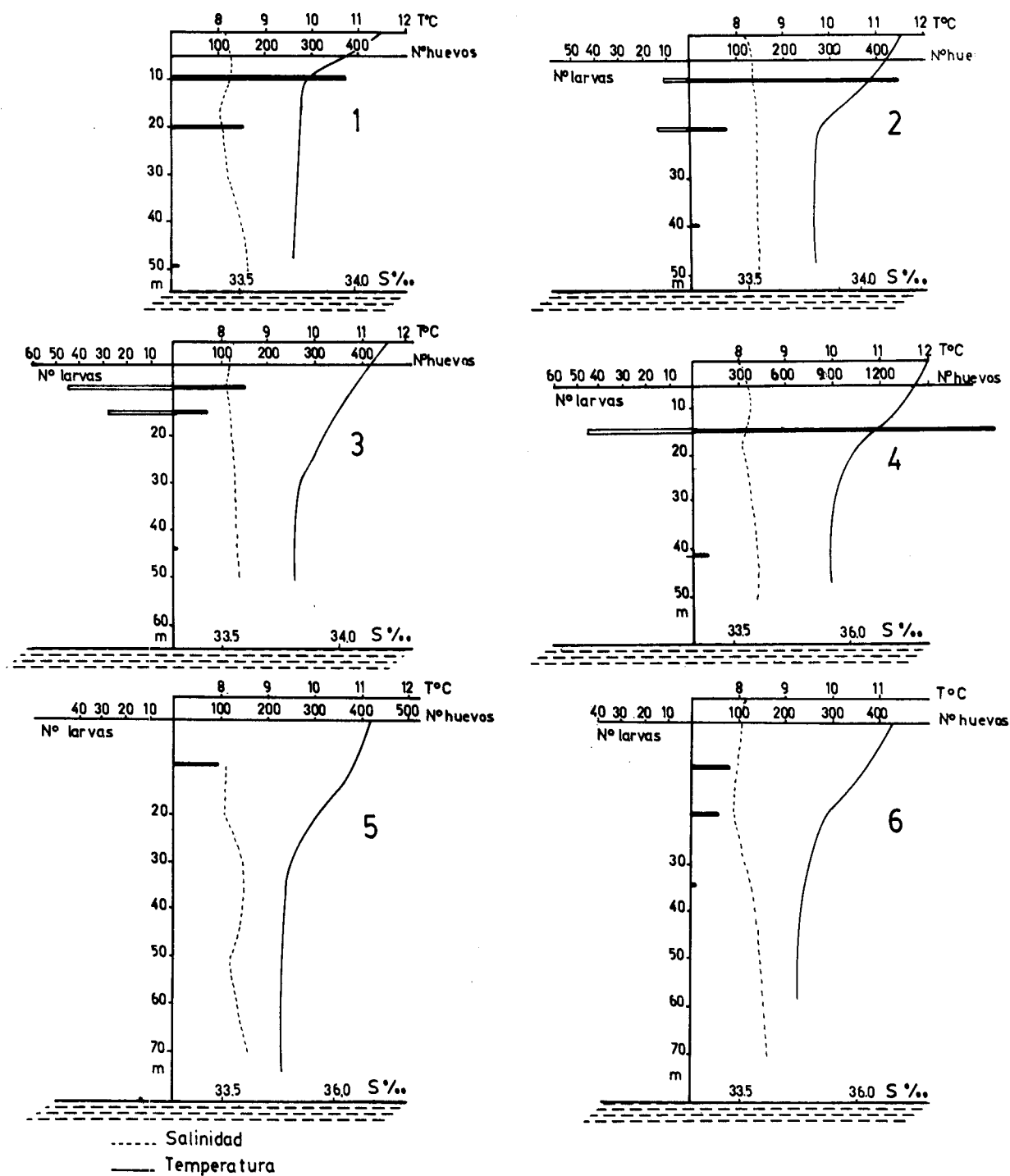


FIG. 10: Distribución vertical de huevos y larvas de anchoíta y perfil térmico y de salinidad durante la campaña H-04/82 (octubre). Estaciones de Motoda 1 a 6.

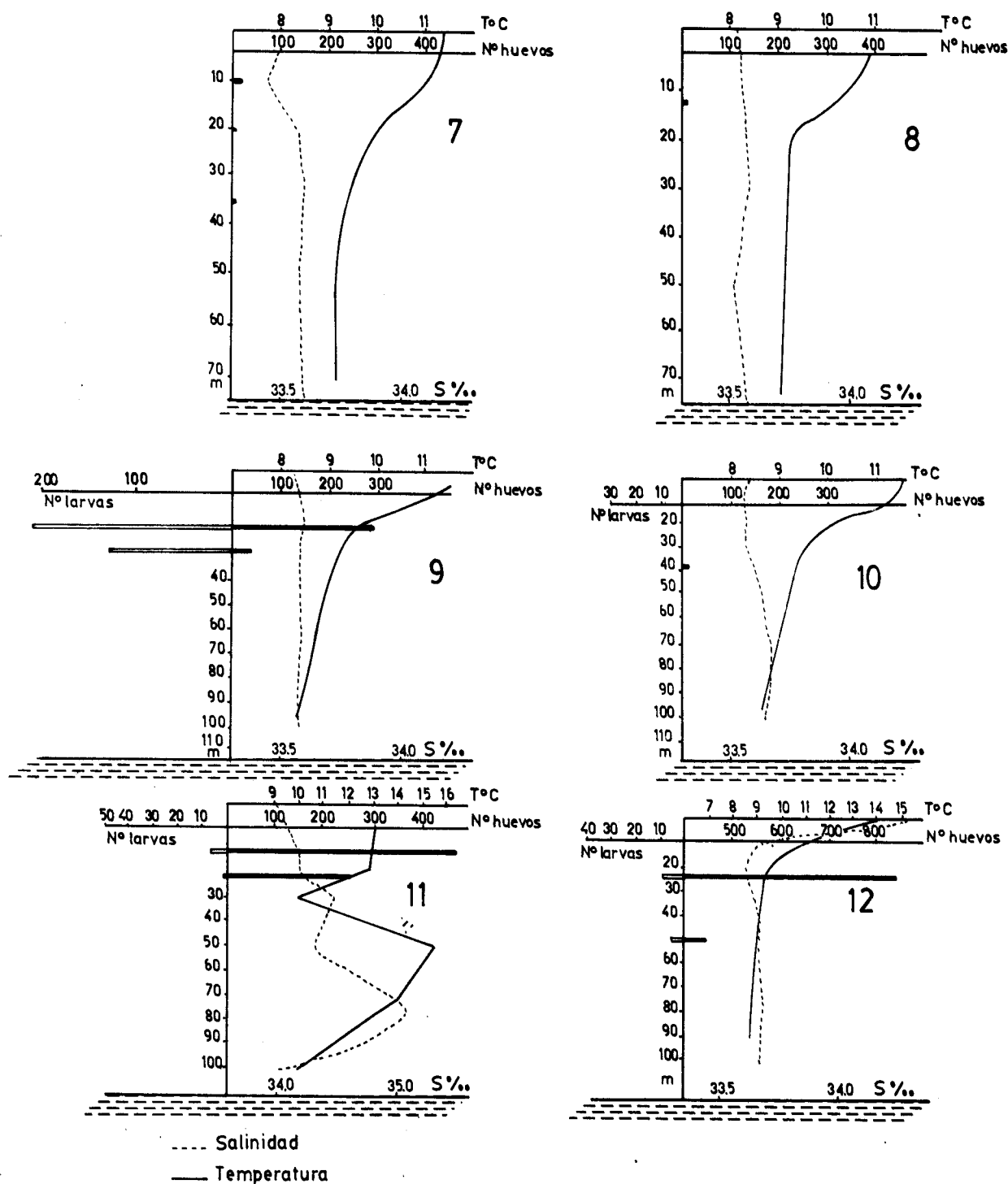


FIG. 10 (cont.): Distribución vertical de huevos y larvas de anchoíta y perfil térmico y de salinidad durante la campaña H-04/82 (octubre). Estaciones de Motoda 7 a 12.

cies del género *Engraulis*. Se señala en general a la estratificación térmica como uno de los factores más importantes que condiciona la distribución vertical de huevos y larvas de peces (Coombs et al., 1981). Para *E. mordax* en el Pacífico frente a California, tanto Ahlstrom (1958 y 1959), como Brewer et al. (1981), señalan que sus huevos y larvas se encuentran por encima de la termoclina, aunque en algunos casos pueden encontrarse excepciones y además se observan en este aspecto diferencias entre las estaciones. Sameoto (1981 y 1982) al analizar la distribución vertical de larvas de *E. ringens* en el Pacífico frente a Perú, menciona que las mismas se encuentran en profundidades de hasta 30 m desde la superficie.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo no parecen indicar diferencias entre las características de la distribución vertical de huevos y larvas de anchoíta entre las estaciones diurnas y nocturnas. Si bien esta observación no puede considerarse definitiva, dada la escasez del material procesado, cabe consignar que ni Ahlstrom (*op. cit.*) ni Sameoto (*op. cit.*) advierten migraciones nictimerales de las larvas de *E. mordax* y *E. ringens*, respectivamente, contrariamente con lo que se observa en larvas de muchas otras especies (Miller et al., 1963; Seliverstov, 1974; Smith et al., 1978).

Las presentes observaciones sugieren que a los fines evaluativos monoespecíficos, como es el caso que nos ocupa en este trabajo, resulta suficiente llevar la red de Bongo hasta 50 m de profundidad, lo que coincide con el valor propuesto por Sameoto (*op. cit.*) para *E. ringens*. Sin embargo, en lo que se refiere al conocimiento de la distribución vertical, es evidente que los resultados obtenidos no pueden considerarse definitivos, no sólo por el reducido número de estaciones, sino porque no ha sido posible fijar el límite inferior de la distribución, ya que aún en la máxima profundidad muestreada (65 m) se obtuvieron huevos de la especie. Debido a inconvenientes técnicos propios del muestreador utilizado, resulta difícil llegar a profundidades mayores, por lo que los próximos estudios sobre el tema habrán de encararse utilizando un aparato semejante al descrito por Wiebe et al. (1976), conocido como MOCNESS (Multiple Opening Closing Net and Environmental Sensing System), que provee información precisa sobre la profundidad, temperatura, salinidad y volumen de agua filtrada en cada uno de los estratos muestreados. Estos datos, y la aplicación del modelo que relaciona es-

tadio embrionario-temperatura-edad, desarrollado por Ciechomski y Sánchez (*op. cit.*) permitirán interpretar ciertos mecanismos de la dinámica poblacional de la especie durante las etapas iniciales de su vida.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo, siguiendo la línea de los anteriores publicados por los mismos autores, contempla nuevos enfoques y aporta nuevas informaciones sobre los temas relacionados con la reproducción, distribución y abundancia de anchoíta, *Engraulis anchoita*, frente a la Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Las principales conclusiones que surjan de estos estudios se pueden resumir como se detalla a continuación.

La distribución de huevos y larvas de anchoíta en la primavera y principios de verano (octubre, noviembre y diciembre) cubre casi la totalidad del área investigada, entre las latitudes de 34° S a 41° S, a excepción de la zona influenciada por la desembocadura del Río de la Plata. Al dividir, sobre la base de las experiencias anteriores, el área en tres sub-regiones; norte (34° S - 37° S), centro (37° S - 39° S) y sur (39° S - 41° S), se observa que el límite oriental de la distribución de huevos de esta especie, en esta época del año sigue en la subregión norte la isobata de 200 m de profundidad, mientras que en la del centro y la del sur, raramente sobrepasa los 50 m. Conforme avanza la temporada reproductiva, se observa un desplazamiento hacia el sur de los centros de desove intensivo.

Al analizar la variación de la producción regional mensual, se concluye que dicha producción presenta valores relativamente estables durante octubre, noviembre y diciembre, cayendo marcadamente en enero. En otoño (abril, mayo) estos valores bajan aproximadamente a la décima parte de los de la primavera.

Sobre la base de la producción regional estacional de huevos de anchoíta y del censo larval practicado al fin de la estación de reproducción intensiva, se puede estimar una mortalidad embrionaria y larval durante dicho período de aproximadamente 98 %.

El cálculo de la biomasa de adultos desovantes de la anchoíta en la primavera, adaptando el método de Parker, que contempla de modo especial

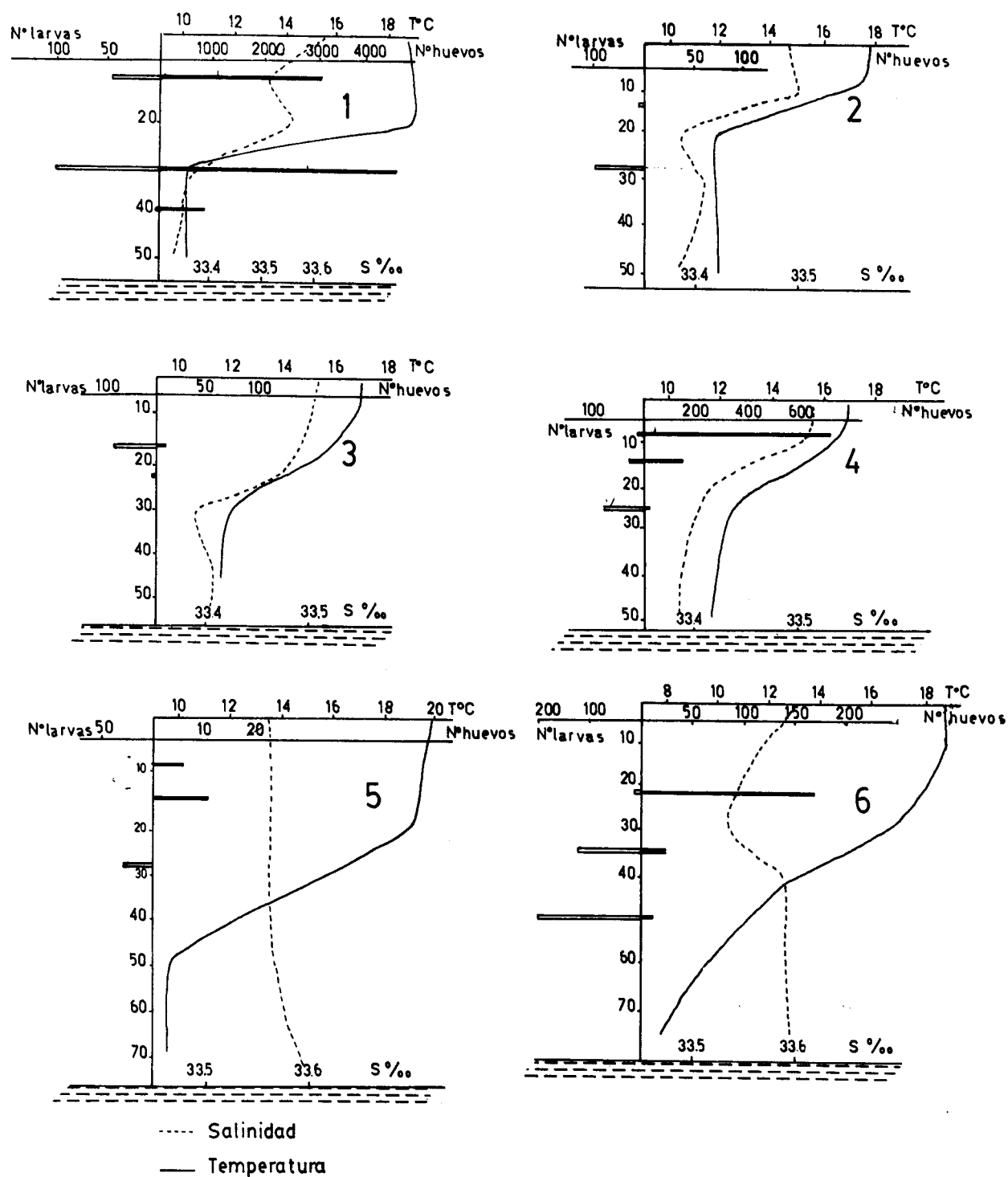


FIG. 11: Distribución vertical de huevos y larvas de anchoíta y perfil térmico y de salinidad durante la campaña H-01/83 (enero). Estaciones de Motoda 1 a 6.

la característica de desove parcial de la especie, arrojó la cifra de 2.514.970 t, con límites de confianza para la estimación de $(P = 0,95) - 28 \% y + 40 \%$.

El análisis de los valores de los relevamientos totales y mensuales permite llegar a la conclusión que, a los efectos de evaluación de la biomasa de esta especie en la primavera, es suficiente obtener datos de un solo mes, aconsejándose el mes de noviembre, ya que aún con un monitoreo de rutina de cualquiera de las sub-regiones por separado, se obtiene un estimador suficientemente eficiente como para inferirlo a la abundancia total en el área.

Las observaciones preliminares sobre la distribución vertical de huevos de anchoíta, aunque se requieren en el futuro estudios más completos sobre el tema, sugieren que para fines evaluativos de anchoíta resulta suficiente muestrear la capa de agua entre 50 m y la superficie.

BIBLIOGRAFIA

- AHLSTROM, E. H. 1958. Sardine eggs and larvae and other fish larvae, Pacific coast, 1956. U.S. Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rep., Fish. 251, 84 pp.
- 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. Fish. Bull., Fish and Wildlife Service, 60, Fish Bull. 161: 105-146.
- ANON. 1981. The western mackerel spawning stock estimate for 1980. ICES, CM 1981/H: 13 (mimeo.).
- AITCHISON, J. 1955. On the distribution of a positive random variable having a discrete probability mass at the origin. J. Am. Statist. Assoc., 50: 901-908.
- AITCHISON, J. y BROWN, J. A. C. 1957. The log-normal distribution. Cambridge Univ. Press, London, 176 pp.
- BERRIEN, P. L.; NAPLIN, N. A. y PENNINGTON, M. R. 1981. Egg production and spawning population estimates for 1977 in the Gulf of Maine, Georges Bank and Middle Atlantic Bight. Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer., 178: 279-288.
- BRANDHORST, W., CASTELLO, J. P.; PÉREZ HABIAGA, R. y ROA, B. H. 1971a. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. III. Abundancia relativa entre las latitudes 34°40'S y 42°10'S en relación a las condiciones ambientales en mayo-junio de 1970. Prov. Des. Pesq., Serv. Inf. Téc., Publ. N° 34, 39 pp.
- BRANDHORST, W.; CASTELLO, J. P.; PÉREZ HABIAGA, R. y ROA, B. H. 1971b. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. IV. Abundancia relativa entre las latitudes 34°30' y 44°10'S en relación a las condiciones ambientales. Proy. Des. Pesq., Serv. Inf. Téc., Publ. N° 36, 35 pp.
- BRANDHORST, W.; CASTELLO, J. P.; PÉREZ HABIAGA, R. y ROA, B. H. 1971c. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. V. Abundancia relativa entre las latitudes 35°30' S y 42° S en relación a las condiciones ambientales en octubre-noviembre de 1970. Proy. Des. Pesq., Serv. Inf. Téc., Publ. N° 37, 39 pp.
- BREWER, G. D.; LAVENBERG, R. S.; MCGOWEN, G. E. 1981. Abundance and vertical distribution of fish eggs and larvae in the Southern California Bight: June and October 1978. Rapp. P. V. Réunion. Cons. int. Explor. Mer., 178: 165-167.
- BURD, A. C. y HOLFORD, B. H. 1971. The decline in the abundance of Downs herring larvae. Rapp. P.-v. Réunion. Cons. int. Explor. Mer., 160: 99-100.
- CASSIA, C. C. y BOOMAN, C. I. 1985. Distribución del ictioplancton en el Mar Argentino en los años 1981/1982. Physis, Vol. 43, N° 105: 91-111.
- CIECHOMSKI, J. D. DE. 1967. Influence of some environmental factors on the embryonic development of the Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*). CalCOFI Rep. 11: 67-71.
- CIECHOMSKI, J. D. DE. 1968. Distribución y abundancia de los huevos y larvas de la anchoíta en la región bonaerense y norte patagónico. Proy. Des. Pesq. Serv. Inf. Téc., Publ. N° 4, 7 pp.
- 1969. Investigaciones sobre la distribución de huevos de anchoíta, frente a las costas argentinas, uruguayas y sur de Brasil. Resultados de nueve campañas oceanográficas. Agosto 1967 - julio 1968. Proy. Des. Pesq. Serv. Inf. Téc., Publ. N° 14, 10 pp.
- 1970. Distribución y abundancia de huevos de anchoíta en el plancton, frente a la Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Resultados de 10 campañas oceanográficas, agosto 1968 - agosto 1969. Proy. Des. Pesq. Serv. Inf. Téc., Publ. N° 25, 10 pp.
- 1971. Estudios sobre abundancia y distribución de huevos de anchoíta en el mar, frente a la Argentina y Uruguay. Resultados de doce campañas oceanográficas. Septiembre 1969 - diciembre 1970. Proy. Des. Pesq. Serv. Inf. Téc., Publ. N° 33, 20 pp.
- CIECHOMSKI, J. D. DE y BOOMAN, C. I. 1983. Distribución cuantitativa de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) en la plataforma continental, frente a las costas de la Argentina y Uruguay en el ciclo anual 1981/1982. Contrib. INIDEP, Mar del Plata N° 431, 14 pp.
- CIECHOMSKI, J. D. DE; LASTA, C. A.; SÁNCHEZ, R. P. y EHRLICH, M. D. 1979a. Distribución de huevos y larvas de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el Mar Argentino en diferentes épocas del año y evaluación de sus efectivos de adultos desovantes. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 380, 12 pp.
- CIECHOMSKI, J. D. DE y SÁNCHEZ, R. P. 1984. Embryonic mortality of the Southwestern Atlantic anchovy (*Engraulis anchoita*). Meeresf. 30: 172-187.

- CIECHOMSKI, J. D. DE; SÁNCHEZ, R. P.; EHRLICH, M. D. y LASTA, C. A. 1979b. Distribución de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el Mar Argentino en diferentes épocas del año y evaluación de sus efectivos de adultos desovantes. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 379, 14 pp.
- CIECHOMSKI, J. D. DE; SÁNCHEZ, R. P.; LASTA, C. A. y EHRLICH, M. D. 1983. Distribución de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) y de merluza (*Merluccius hubbsi*), evaluación de sus efectivos desovantes y análisis de los métodos empleados. Contrib. INIDEP, Mar del Plata, N° 432.
- COOMBS, S. H.; PIPE, R. K. y MITCHELL, C. E. 1981. The vertical distribution of eggs and larvae of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) and mackerel (*Scomber scombrus*) in the Eastern North Atlantic and North Sea. Rapp. P.-v. Réun. Const. int. Explor. Mer, 178: 188-195.
- COUSSEAU, M. B.; GRU, D. L. y HANSEN, J. E. 1981. Resultados de dos campañas pelágicas llevadas a cabo por el B/I "Shinkai Maru" en la primavera del año 1978. En: V. Angelescu (ed.) Campañas de investigación pesquera realizadas en el mar Argentino por los B/I "Shinkai Maru" y "Walther Herwig" y el B/P "Marburg", años 1978 y 1979. Resultados de la parte argentina. Contrib. INIDEP, Mar del Plata: 59-79.
- CUSHING, D. H. y BRIDGER, J. P. 1966. The stock of herring in the North Sea and changes due to fishing. Fish. Invest. London, 2 (25): 123 pp.
- CHRISTIANSEN, H. E. y COUSSEAU, M. B. 1985. Aportes a la determinación de la frecuencia reproductiva de la anchoíta. Physis, Vol. 43, N° 104: 7-17.
- ENGLISH, S. T. 1964. A theoretical model for estimating the abundance of planktonic fish eggs. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer., 155: 174-184.
- GUDMUNDSSON, T. y GAMBERALE, A. 1972. Observaciones sobre existencias aprovechables de anchoíta frente a la costa bonaerense, 1969-1970-1971. Proy. Des. Pesq., Serv. Inf. Téc., Publ. N° 40, 36 pp.
- HUBOLD, G. 1982. Eggs and larvae of *Engraulis anchoita* Hubbs and Marini, 1935, in the southwest Atlantic between 25°S and 40°S. Meeresf., 29 (4): 208-219.
- HUNTER, J. R. (ed). 1976. Report of a colloquium on larval fish mortality studies and their relation to fishery research, January 1975. NOAA Tech. Rep. NMFS CIRC-395: 5 pp.
- KAUFFMAN, T. A.; LINDSAY, J. y LEITHISER, R. 1978. Vertical distribution and food selection of larval atherinids. ICES, Early Life History Symposium, Woods Hole, DA: poster 23 (mimeo.).
- LOCKWOOD, S. J.; NICHOLS, J. H. y DAWSON, W. A. 1981. The mackerel (*Scomber scombrus*) spawning in the bay of Biscay, Celtic sea and west of Ireland. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Merc, 178: 171-173.
- MILLER, E.; COLTON, J. B. y MARAK, R. R. 1963. A study of the vertical distribution of larval haddock. J. Cons. 28: 37-49.
- MOTODA, S. 1959. Devices of simple plankton apparatus. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 7 (½): 73-94.
- MOTODA, S. 1967. Devices of simple plankton apparatus III. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., 18 (1): 3-8.
- PARKER, K. 1980. A direct method for estimating northern anchovy, *Engraulis mordax*, spawning biomass. Fish. Bull., U. S., 78 (2): 541-544.
- PENNINGTON, M. 1983. Efficient estimators of abundance for fish and plankton surveys. Biometrics, 39 (1): 281-286.
- SAMEOTO, D. 1981. Distribution and abundance of six species of fish larvae in Peruvian waters and their relationship with the physical and biological environment. Bol. Inst. Mar Perú, vol. extraord.: 171-179.
- 1982. Vertical distribution and abundance of the Peruvian anchovy, *Engraulis ringens* and sardine *Sardinops sagax* larvae during november 1977. J. Fish. Biol., 21: 171-185.
- SÁNCHEZ, R. P. MS. Estudios sobre la microdistribución de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) aplicados a modelos de evaluación.
- SÁNCHEZ, R. P. y CIECHOMSKI, J. D. DE. 1983. Estimación de la biomasa de adultos desovantes de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el área costera bonaerense durante la primavera de 1981 y análisis comparativo de los recuentos de ictioplancton con redes de diferentes mallas. Rev. Invest. Des. Pesq., INIDEP, Mar del Plata, N° 4: 49-62.
- SAVILLE, A. 1964. Estimation of the abundance of a fish stock from egg and larval surveys. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 153: 164-170.
- SAVILLE, A. 1981. The estimation of spawning stock size from fish egg and larval surveys. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 178: 268-278.
- SAVILLE, A. y SCHNACK, D. 1981. Some thoughts on the current status of studies of fish eggs and larval distribution and abundance. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 178: 153-117.
- SELIVERSTOV, A. S. 1974. Vertical migrations of larvae of the Atlanto-Scandian herring (*Clupea harengus*). In J. H. S. Blaxter (ed.). The early life history of fish, Springer-Verlag, N. Y., pp. 253-262.
- SETTE, O. E.; AHLSTROM, E. H. 1948. Estimations of abundance of eggs of the Pacific pilchard (*Sardinops caerulea*) off southern California during 1940 and 1941. J. Mar. Res., 7: 511-542.

SMITH, W. G.; SIBUNKA, J. D. y WELLS, A. 1978. Diel movements of larval yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*, determined from discrete depth sampling. Fishery Bulletin, U.S., 76 (1): 167-178.

WIEBE, P. H. S.; BURT, K. H.; BOYD, S. H. y MORTON, A. W. 1976. A multiple opening-closing net and environmental sensing system for sampling zooplankton. J. Mar. Res. 34 (3): 313-326.

ULLTANG, O. 1977. Methods of measuring stock abundance other than by the use of commercial catch and effort data. FAO Fish. Tech. Pap. 176: 23 pp.

VAN CLEVE, R. y SEYMOUR, A. H. 1953. The production of halibut eggs on the Cape St. James spawning bank off the coast of British Columbia 1935-1946. Rep. int. Fish Comm., Nº 19, 44 pp.

TABLA 1. Incidencia porcentual del número de huevos y larvas de anchoíta sobre el total de huevos y larvas de peces, recolectados en las tres sub-regiones estudiadas entre octubre 1982 y enero 1983.

	Norte (34°S - 37°S)		Centro (37°S - 39°S)		Sur (39°S - 41°S)	
	Huevos	Larvas	Huevos	Larvas	Huevos	Larvas
Octubre	96 %	51 %	80 %	85 %	82 %	55 %
Noviembre	85 %	39 %	88 %	86 %	60 %	69 %
Diciembre	87 %	98 %	89 %	98 %	97 %	70 %
Enero	48 %	96 %	10 %	66 %	54 %	77 %

TABLA 2. Estadísticas de la distribución Δ para el cálculo de la media poblacional de huevos de anchoíta. Datos transformados según $y = \ln x$.

Mes	y	s_y	N^*/N total	u
Octubre	7,184	2,353	0,63	11,397
Noviembre-Diciembre	7,351	2,054	0,78	9,291
Enero	5,255	1,794	0,55	440

TABLA 3. Cálculo de la variación de la producción de huevos de anchoíta y censo larval para las tres sub-regiones estudiadas.

Fecha media de la Campaña	Norte (34°S - 37°S) 68.687 km ²	Centro (37°S - 39°S) 35.314 km ²	Sur (39°S - 41°S) 47.756 km ²
15-10-1982	H = 16.462	H = 2.349	H = 3.056
	L = 311	L = 85	L = 49
	T ₁₀ = 11,76	T ₁₀ = 11,22	T ₁₀ = 11,47
	PH = 28,271	PH = 2,370	PM = 4,170
	CL = 0,214	CL = 0,030	CL = 0,023
01-12-1982	H = 9.280	H = 11.265	H = 9.122
	L = 1.450	L = 285	L = 2.404
	T ₁₀ = 15,19	T ₁₀ = 14,48	T ₁₀ = 13,97
	PH = 18,212	PH = 11,370	PH = 12,454
	CL = 0,996	CL = 0,100	CL = 1,148
20-01-1983	H = 287	H = 140	H = 972
	L = 6.497	L = 2.003	L = 2.692
	T ₁₀ = 21,34	T ₁₀ = 20,95	T ₁₀ = 19,86
	PH = 0,6571	PH = 0,1645	PH = 1,5475
	CL = 4,463	CL = 0,707	CL = 1,286

H = densidad promedio de huevos ($N \times 10 \text{ m}^{-2}$)L = densidad promedio de larvas ($N \times 10 \text{ m}^{-2}$)T₁₀ = temperatura promedio del agua de mar a 10 m de profundidad en estaciones positivas.PH = producción diaria de huevos ($N \times 10^{-12}$)CL = censo larval ($N \times 10^{-13}$)

TABLA 4. Estimaciones total, por períodos mensuales y por sub-región de la biomasa de adultos desovantes frente a la provincia de Buenos Aires y zona común de pesca Argentino - Uruguay, mediante el método de Parker (1980).

Período	Area	Toneladas de adultos desovantes	Diferencial porcentual con evaluación total
Octubre-Diciembre	34°S - 41°S	2.514.970 (— 28 %, + 40 %)	— — —
Octubre	34°S - 41°S	2.333.673	— 7 %
Noviembre-Diciembre	34°S - 41°S	2.535.925	+ 1 %
Noviembre-Diciembre	34°S - 37°S	2.620.379	+ 4 %
Noviembre-Diciembre	37°S - 39°S	2.972.357	+ 15 %
Noviembre-Diciembre	39°S - 41°S	2.409.587	— 4 %