

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA ANCHOITA (*Engraulis anchoita*) EN LA COSTA SUR DE BRASIL¹

Iván D. Lima y Jorge P. Castello

Universidad de Río Grande, Depto. de Oceanografía
C.P. 474, 96200 Río Grande RS, Brasil

RESUMEN: Las anchoítas del género *Engraulis* constituyen una parte importante de la producción pesquera mundial. En el Atlántico Sudoeste, el género es representado por *Engraulis anchoita* que habita la plataforma continental sudamericana entre las latitudes 23°S (Brasil) y 47°S (Argentina). Esta especie domina la asociación pelágica de la plataforma del sur de Brasil y es muy importante como recurso pesquero potencial y especie forrajera. Usando una ecosonda calibrada de 120 KHz y un ecointegrador analógico fue estudiada y calculada su distribución y biomasa. Para la identificación de los cardúmenes se usó una red de arrastre de media agua. Las campañas de reconocimiento ecoico fueron realizadas en: agosto de 1980, noviembre de 1980, noviembre de 1981, octubre-noviembre de 1982, octubre de 1987, setiembre de 1988 y enero de 1990. Las estimativas de abundancia de anchoíta fueron: 157.249 t en agosto de 1980, 381.578 t en noviembre de 1980, 47.531 t en noviembre de 1981, 115.975 t en octubre-noviembre de 1982, 392.851 t en octubre de 1987, 1.928.516 t en setiembre de 1988 y 35.435 t en enero de 1990. Estos resultados muestran una marcada estacionalidad en la distribución y abundancia de la especie. Invierno y primavera son los períodos en que la anchoíta se encuentra en sus mayores extensiones y densidades en la costa sur de Brasil. Existe una considerable variación interanual que es explicada como una consecuencia del reclutamiento variable y de condiciones oceanográficas cambiantes. El efectivo del sur de Brasil está relacionado con el de aguas uruguayas y argentinas. A pesar de las variaciones de biomasa, las abundancias calculadas reafirman la importancia de la especie como un recurso pesquero potencial.

Palabras clave: Anchoíta, abundancia, distribución, plataforma sur de Brasil.

SUMMARY: DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF THE ANCHOVY (*Engraulis anchoita*) ON THE SOUTHERN BRAZILIAN COAST. - Anchovies of the genus *Engraulis* comprise an important component of the fishery production of the world. In the Southwest Atlantic, this genus is represented by the species *Engraulis anchoita* which inhabits the South American continental shelf between 23°00'S (Brazil) and 47°00'S (Argentina). This species dominates the pelagic assemblage on the southern Brazilian shelf and is very important as a potential fishery resource and as a foraging species. The distribution and biomass of Southwest Atlantic anchovy spawners (*Engraulis anchoita*) in southern Brazil were estimated using a 120 KHz calibrated echo-sounder and an analog echointegrator. The fish schools were sampled by midwater trawling. The cruises were conducted in August 1980, November 1980, November 1981, October/November 1982, October 1987, September 1988 and January 1990. The anchovy biomass estimates were: 157,249 t in August 1980; 381,580 t in November 1980; 47,530 t in November 1981; 115,980 t in October/November 1982; 392,850 t in October 1987; 1,928,500 t in September 1988; and 35,430 t in January 1990. These results show a strong seasonality in the distribution and abundance of *Engraulis anchoita*, winter and spring being the period on which *Engraulis anchoita* occurs in greater extensions and densities in the southern Brazilian coast. There are also considerable interannual biomass fluctuations related to recruitment variability and changing oceanographical conditions. The southern Brazilian stock is part of the migrating uruguayan and argentinian stock. However, the magnitude of the biomass estimates indicate the potential of this species as a fishery resource.

Key words: Anchovy, abundance, distribution, southern Brazilian shelf.

INTRODUCCION

Los clupeidos del género *Engraulis* constituyen una fracción importante de la producción pesquera mundial. La anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), con un pico de captura de 10 millones de toneladas en 1970, actualmente rinde 1 millón de toneladas anuales. La anchoíta de África del Sur (*Engraulis capensis*) es el principal componente de la pesca de cerco de ese país, con capturas oscilando entre 200 y 350 mil toneladas anuales. La anchoíta de la costa oeste norteamericana (*Engraulis mordax*) sustenta una captura de aproximadamente 400 mil toneladas anuales. En el Mediterráneo los desembarques de *Engraulis encrasicolus* llegan a 800 mil toneladas anuales. En el Pacífico Occidental la captura de *Engraulis japonicus*, en 1965 llegó a 500 mil toneladas (Whitehead *et al.*, 1988).

En el Atlántico Sudoccidental este género es representado por *Engraulis anchoita* que se distribuye sobre la plataforma continental entre las latitudes de 23°S (Matsuura *et al.*, 1985) y 47°S (Ciechomski y Sánchez, 1986). Estimativas de abundancia de la anchoíta, para extensiones de área diferentes, en aguas argentinas y uruguayas se encuentran entre 1,7 y 3,3 millones de toneladas (Aasen y Castello, 1968; Castello y Gagliardi, 1969 a; Castello y Gagliardi, 1969 b; Brandhorst *et al.*, 1971 a; Brandhorst *et al.*, 1971 b; Brandhorst y Castello, 1972). Más recientemente, Ciechomski y Sánchez (1988), analizando cálculos de abundancia realizados en diferentes años y por medio de diferentes metodologías, sugirieron un valor en torno de 4 millones de toneladas para el área comprendida entre 34° y 47°S lo que indica el gran potencial económico del recurso.

Informaciones sobre distribución de huevos y larvas (Ciechomski, 1969; 1970), eco-abundancia y de pesca experimental (Angelescu y Cousseau, 1967;

¹ Este trabajo fue presentado en el Séptimo Simposio Científico de la CTMFM, diciembre de 1990.

Aasen y Castello, 1968; Castello y Gagliardi, 1969 a), para aguas argentinas y uruguayas, indicaban la existencia de anchoíta en concentraciones significativas bien al norte del área externa del Río de la Plata, en aguas brasileñas.

Weiss *et al.* (1976), Weiss y Souza (1977), Phonlor (1977) y Hubold (1982), estudiando la distribución de los huevos y larvas en el plancton, demostraron la existencia de una importante área de desove en la costa sur de Brasil, entre Río Grande (32°S) y Chuy (34°S) durante el invierno y la primavera. Campañas de pesca exploratoria realizadas por la SUDEPE (Melo, 1976; 1978) durante los años de 1976 y 1977, localizaron importantes concentraciones de engraulídidos que fueron estimados por el método de área barrida entre 280 y 500 mil toneladas en la misma región en el invierno.

Considerando la acentuada disminución en la producción pesquera comercial del sur de Brasil, basada en la pesca de arrastre de fondo (Haimovici *et al.*, 1989), la anchoíta se torna un recurso alternativo promisorio. Por otro lado, por ser una especie dominante en la asociación del necton pelágico de la región (Melo *et al.*, 1992) y ocupar una posición baja en la cadena trófica (Schwingel, 1990), tiene una función importante en la transferencia de energía del ecosistema.

En este trabajo se revisan y discuten las informaciones acústicas sobre distribución y abundancia de la anchoíta obtenidas desde 1980 por medio de campañas de prospección.

MATERIAL Y METODOS

Fueron realizadas siete campañas de reconocimiento acústico e investigación ambiental utilizando el N/O *Atlántico Sul*. Para efectos de identificación de ecos y obtención de muestras se usó una red de arrastre de media agua cuyas medidas están registradas en Habiaga y Castello (1986). El área de trabajo fue la plataforma continental, hasta los 200 m de profundidad entre las latitudes de Chuy (34°S) y el faro del Cabo de Santa Marta Grande (29°S) para las campañas de la serie AREPE y entre Chuy (34°S) y el faro de Conceição (31°S), en las campañas de la serie ECOPEL. Las campañas fueron: AREPE-II en agosto de 1980, AREPE-III en noviembre de 1980, AREPE-IV en noviembre de 1981, AREPE-V en octubre-noviembre de 1982, ECOPEL-I en octubre de 1987, ECOPEL-II en setiembre de 1988 y ECOPEL-III en enero de 1990.

El instrumental acústico estuvo formado por una ecosonda científica SIMRAD EK-S 120 KHz (excepto en la campaña de octubre-noviembre de 1982 en que se empleó la EK-S 38 KHz) conectada a un ecoinTEGRADOR SIMRAD QM MK II dotado de un

registrator analógico Hewlett Packard de dos canales.

Debido al pequeño tamaño de la especie se usó una resolución vertical nominal de aproximadamente 11 cm proporcionada por un pulso de 0,1 ms de duración. La estimación de la abundancia fue obtenida según el procedimiento de Bodholt (1969) en que se determina el vigor medio de reverberación de volumen (\bar{S}_v) de acuerdo con:

$$\bar{S}_v = \bar{V}_0 - A + C \quad (1)$$

donde \bar{V}_0 es el valor medio de las señales responsables por la deflección obtenida en el registrador del ecoinTEGRADOR por cada milla náutica navegada; A es la amplificación del ecoinTEGRADOR en dB y C es la constante que engloba los valores obtenidos en la calibración acústica de la ecosonda. \bar{V}_0 fue determinado a partir de la deflección en el ecoinTEGRADOR por la expresión:

$$\bar{V}_0 = 4.365 \ln d - 4.343 \ln \Delta R \quad (2)$$

donde d es la deflección del ecoinTEGRADOR analógico en milímetros y ΔR es el intervalo de profundidad escogido para la ecoinTEGRACIÓN en metros.

La constante C es calculada a partir de los parámetros obtenidos en la calibración del sistema por la expresión:

$$C = -SL - VR + 20 \log r + 2\alpha r - 10 \log \frac{c\tau}{2} - \log \psi \quad (3)$$

donde SL es el nivel de la fuente; VR es la respuesta medida en voltaje; r es el alcance máximo de la función de amplificación crono-variable (TVG); α es el coeficiente de absorción del sonido por el agua de mar; c es la velocidad del sonido en el agua; τ es la duración del pulso de sonido en milisegundos y ψ es el ancho ideal equivalente del haz de sonido emitido por el transductor.

La biomasa de anchoíta, en cada milla náutica navegada, fue calculada por la expresión:

$$B = 10^{\frac{(\bar{S}_v - TS)}{10}} \Delta R W_i \%A \quad (4)$$

donde TS (en dB) es el vigor de blanco de la anchoíta; ΔR es el espesor (en metros) de la camada de ecoinTEGRACIÓN; W_i y %A son, respectivamente, el peso medio individual (en gramos) y el porcentaje en peso de la anchoíta en la muestra atribuida al intervalo integrado.

Como instrumental auxiliar, durante las operaciones de pesca, fueron utilizados una ecosonda de red SIMRAD EK 50 (Trawl Eye), un sonar SIMRAD

CL de 49,5 KHz y la ecosonda SIMRAD Super Sounder de 38 KHz.

Antes de cada campaña, la ecosonda científica y el ecoinTEGRADOR fueron calibrados electrónicamente y acústicamente. Los valores obtenidos para el nivel de la fuente (SL), respuesta medida en voltaje (VR) y duración del pulso sonoro (τ) están en la Tabla 1.

Para el cálculo del TS de la anchoíta se utilizó la relación para clupeidos propuesta por Foote (1987) y corregida en 4 dB para 120 KHz de acuerdo con Sætersdal *et al.* (1984):

$$TS = 20 \log L_t - 75.9 \quad (5)$$

donde L_t (cm) es el tamaño medio de la anchoíta en la captura con la red de arrastre de media agua. Una relación anterior calculada por Castello y Habiaga (1982) fue desconsiderada por haberse verificado una subestimación en las mediciones del TS de los ejemplares de tamaño pequeño.

Las campañas siguieron un esquema sistemático de barrido con transectas perpendiculares a la costa, variando su separación en 10 millas náuticas en el sur, donde la anchoíta es más concentrada y en 30 millas náuticas en el norte, donde es menos densa. Las transversales se extendieron desde la costa, en 20 m de profundidad, hasta la isobata de 500 m.

En todas las campañas fueron realizadas estaciones oceanográficas cada 20 millas náuticas, utilizando batitermógrafo y botellas de Nansen con termómetros de inversión para la obtención de temperatura y salinidad.

Análisis de las Informaciones

Los registros de la ecosonda y el integrador fueron revisados y comparados procurando eliminar los ecos debidos a ruidos, camadas de plancton y otros peces. La biomasa de anchoíta fue estimada según el método indicado por Johannesson y Mitsun (1983). Los valores de densidad de biomasa de anchoíta fueron graficados en una carta náutica. De acuerdo con su distribución de frecuencia fueron escogidos los estratos de densidad de biomasa, calculando las medias y desviaciones estándar respectivas. La abundancia total de anchoíta en cada campaña fue calculada haciéndose la integración planimétrica de las áreas correspondientes a los distintos estratos de densidad, multiplicándose el área calculada para cada estrato por la respectiva densidad media y sumándose las estimativas de biomasa por estrato obtenidas. Para calcular el coeficiente de variación (CV) del estimado de la abundancia total, primero fue determinada la varianza de la densidad media de anchoíta en cada crucero de

acuerdo con:

$$\text{Var}(\bar{D}) = \sum_{A=1}^H \left(\frac{A_h}{A} \right) \frac{\bar{D}_h^2}{N_h} \quad (6)$$

donde \bar{D} es la densidad media total, A es el área total ocupada por la anchoíta; H es el número de estratos y \bar{D}_h , A_h y N_h son respectivamente la densidad, el área y el número de observaciones en el estrato h (Simmonds *et al.*, 1991), y después aplicada la expresión:

$$\text{Var}(B) = A^2 \text{Var}(\bar{D}) \quad (7)$$

RESULTADOS OBTENIDOS

Los estimados de biomasa total, y la distribución espacial se presentan en las Tablas 2 a 9 y en las Figuras 1 a 8, respectivamente.

Las campañas de agosto y noviembre de 1980, noviembre de 1981 y octubre-noviembre de 1982 (Fig. 1 a 5) que cubrieron una región mayor de la plataforma continental del sur de Brasil, mostraron que la anchoíta estaba presente en concentraciones significativas, principalmente al sur de Río Grande (32°S).

En agosto de 1980 la especie ocupaba un área continua a lo largo de la costa hasta aproximadamente los 33°30'S, donde la distribución se amplió alcanzando la isobata de los 100 m (Fig. 1). Las mayores densidades (>50 t/km²), principalmente formadas por adultos ($L_t > 120$ mm), fueron encontradas en esta área. Al norte, entre 29°S y 30°S, fue localizado un grupo aislado, de baja concentración y formado exclusivamente por juveniles ($L_t < 60$ mm). La distribución geográfica de los tamaños (Fig. 9) mostró un esquema compuesto por los juveniles en el norte y próximos a la costa, mientras los adultos se localizaban más al sur ocupando la plataforma media y externa. La biomasa total fue estimada en 157.250 t (Tabla 2). Las regiones con densidades entre 5 y 20 t/km² contribuyeron con 58% de esa biomasa.

En noviembre de 1980, la anchoíta estaba restringida al sur de Río Grande (32°S), con distribución continua sobre la plataforma entre las isobatas de 20 y 100 m (Fig. 2). Las mayores concentraciones (>50 t/km²), exclusivamente compuestas por adultos ($L_t > 125$ mm) (Fig. 10), se localizaron sobre la parte externa de la plataforma (isobata de 100 m) y entre las latitudes de 33°20'S y 34°S. En las áreas más próximas a la costa, predominaron los juveniles ($L_t < 75$ mm). La biomasa fue estimada en 381.578 t (Tabla 3), con predominio de las densidades de 5 a 20 t/km² que respondieron por 43% del total de biomasa.

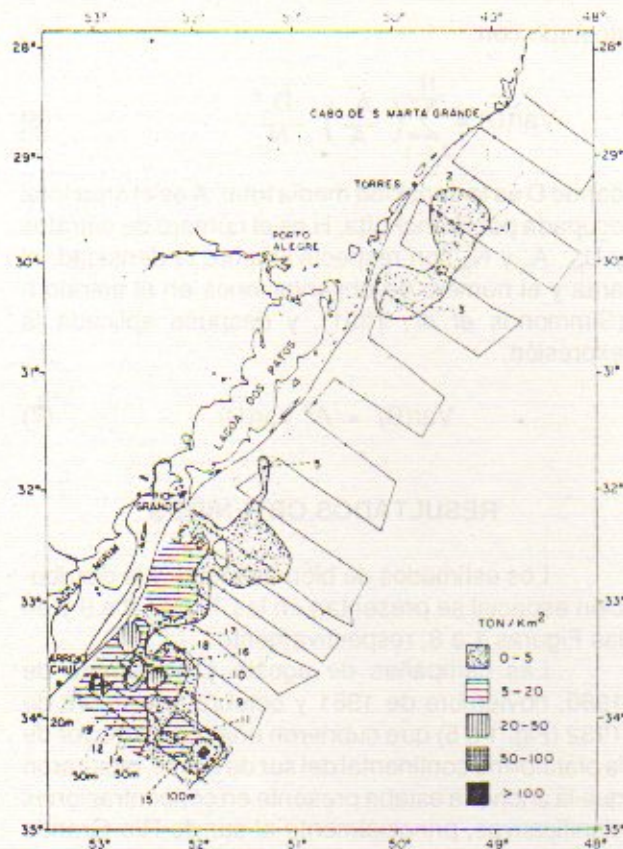


Fig. 1. Distribución de la biomasa de anchoíta en agosto de 1980. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

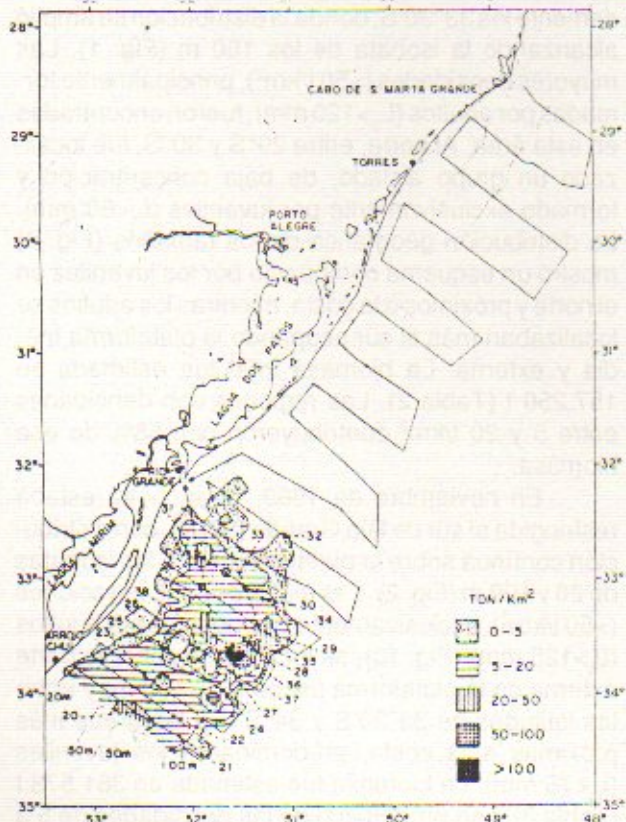


Fig. 2. Distribución de la biomasa de anchoíta en noviembre de 1980. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

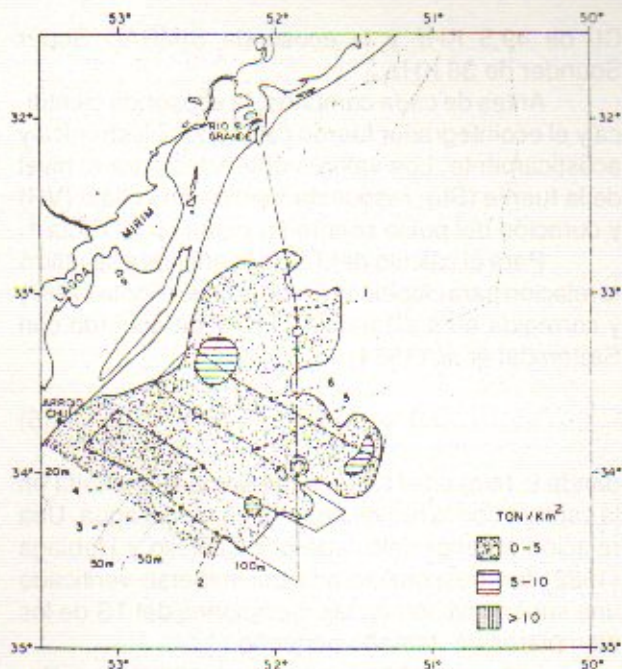


Fig. 3. Distribución de la biomasa de anchoíta en noviembre de 1981. 1ª Parte. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

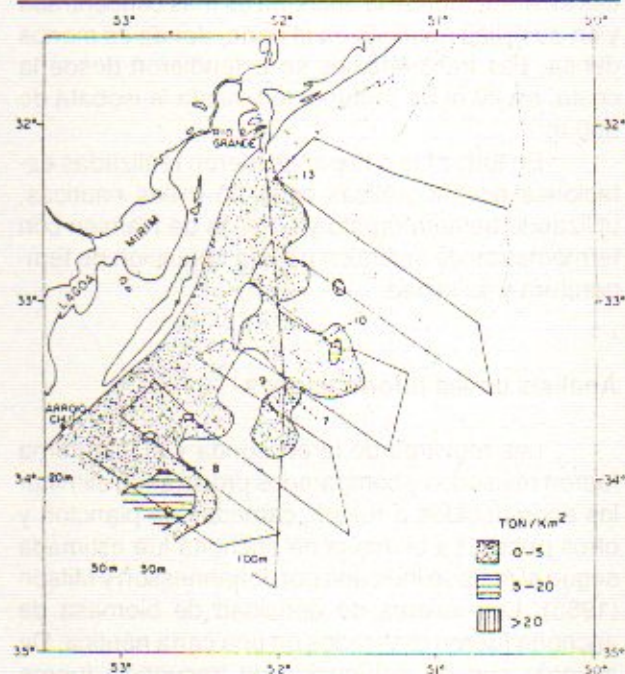


Fig. 4. Distribución de la biomasa de anchoíta en noviembre de 1981. 2ª Parte. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

La campaña de noviembre de 1981 fue dividida en dos etapas debido a problemas técnicos con la embarcación y condiciones meteorológicas adversas. En la primera etapa, la anchoíta se encontraba dispersa sobre la plataforma continental al sur de los 32°40'S (Fig. 3), entre las isobatas de 20 y 100 m, presentando concentraciones bajas, con una densidad media de 2,3 t/km². En un único lugar, próximo a la isobata de 100 m y en 34°S, se encontró la mayor

Tabla 1. Parámetros acústicos calibrados en cada campaña. La frecuencia está en KHz, SL en dB/ μ Pa/m, VR en dB/ μ Pa, τ en milisegundos y C en dB.

	Ago 1980	Nov 1980	Nov 1981	Oct - Nov 1982	Oct 1987	Set 1988	Ene 1980
Frec.	120	120	120	120	120	120	120
SL _{1/1}	215,68	221,92	223,66	219,70	216,33	217,58	221,22
SL _{1/10}	219,75	216,72	218,39	209,02	213,89	210,73	212,17
VR	-104,08	-101,09	-100,54	-101,53	-101,52	-101,52	-101,66
I	0,14	0,14	0,14	0,30	0,20	0,18	0,20
C _{1/1}	-34,35	-43,57	-45,87	-40,92	-37,56	-38,82	-42,32
C _{1/10}	-28,42	-38,37	-40,60	-30,24	-35,12	-31,97	-33,27

Tabla 2. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de agosto de 1980. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km ²)	\bar{D} (t/Km ²)	s	N	Area (Km ²)	Biomasa (t)
0 - 5	1,66	1,39	447	17720,62	29327
5 - 20	9,65	4,27	223	9570,70	92314
20 - 50	26,66	5,11	621	1198,66	31962
50 - 100	76,28	14,74	21	38,89	2966
> 100	542,59	858,87	7	1,25	681
Total			759	28530,11	157249

Tabla 3. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de noviembre de 1980. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km ²)	\bar{D} (t/Km ²)	s	N	Area (Km ²)	Biomasa (t)
0 - 5	2,21	1,42	326	10293,81	22744
5 - 20	10,39	4,02	356	15863,12	164797
20 - 50	28,26	6,66	109	2494,74	70506
50 - 100	66,33	11,19	25	646,52	42881
> 100	250,07	158,10	9	322,50	80650
Total			825	29620,69	381578

Tabla 4. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de noviembre de 1981. 1ª Parte. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km ²)	\bar{D} (t/Km ²)	s	N	Area (Km ²)	Biomasa (t)
0 - 5	2,27	1,21	323	18234,15	41323
5 - 10	6,51	1,19	39	945,62	6157
> 10	22,15	16,97	7	2,33	52
Total			369	19182,10	47531

densidad (>10 t/km²). El tamaño de los individuos varió entre 80 y 100 mm (longitud modal) sin presentar un patrón definido en la distribución (Fig. 11). En la segunda etapa, realizada 10 días más tarde y después de la entrada de un frente frío proveniente del sur, se verificó que la distribución se había alterado considerablemente. La anchoíta se encontraba a lo largo de la costa, en profundidades meno-

Tabla 5. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de noviembre de 1981. 2ª Parte. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km ²)	\bar{D} (t/Km ²)	s	N	Area (Km ²)	Biomasa (t)
0 - 5	1,43	1,12	439	13301,05	19033
5 - 20	7,34	2,59	15	1039,63	7627
> 20	64,37	20,75	3	3,40	219
Total			457	14344,09	26879

Tabla 6. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de octubre/noviembre de 1982. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km ²)	\bar{D} (t/Km ²)	s	N	Area (Km ²)	Biomasa (t)
0 - 5	1,78	1,42	597	20821,66	37160
5 - 20	8,75	3,22	283	8248,32	72128
> 20	29,63	11,08	19	225,71	6687
Total			899	29295,70	115975

Tabla 7. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de octubre de 1987. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km ²)	\bar{D} (t/Km ²)	s	N	Area (Km ²)	Biomasa (t)
0 - 5	2,18	1,40	300	18773,70	40876
5 - 20	9,76	3,88	252	19153,31	186931
20 - 50	28,29	7,44	65	3635,45	102878
50 - 100	71,25	14,50	25	529,13	37699
> 100	178,51	92,87	13	137,06	24466
Total			655	42228,65	392851

res de 50 m, extendiéndose hasta la altura de Río Grande (32°S), con densidades relativamente bajas (1,8 t/km²) (Fig. 4). En un área restringida, en el extremo sur de la distribución y sobre la isobata de 50 m, fueron localizadas las mayores densidades (>20 t/km²). El tamaño modal de los ejemplares varió entre 85 y 110 mm sin observarse, nuevamente, un

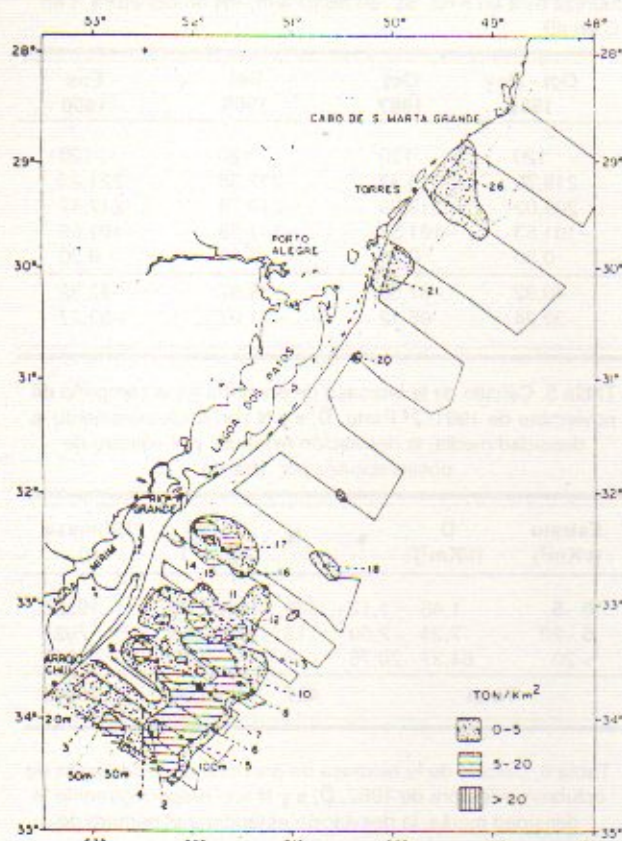


Fig. 5. Distribución de la biomasa de anchoíta en octubre/noviembre de 1982. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

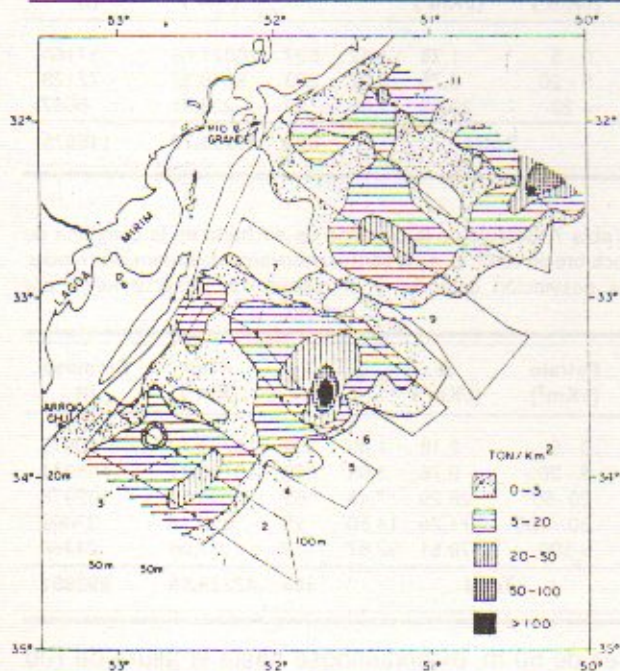


Fig. 6. Distribución de la biomasa de anchoíta en octubre de 1987. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

patrón definido en la distribución espacial de los tamaños (Fig. 12).

En las dos etapas las biomazas calculadas fueron relativamente bajas con 47.531 t y 26.879 t,

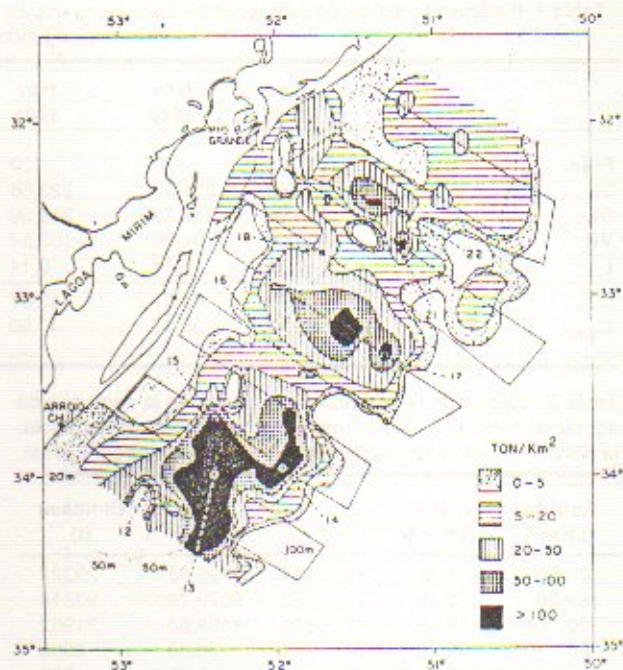


Fig. 7. Distribución de la biomasa de anchoíta en setiembre de 1988. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

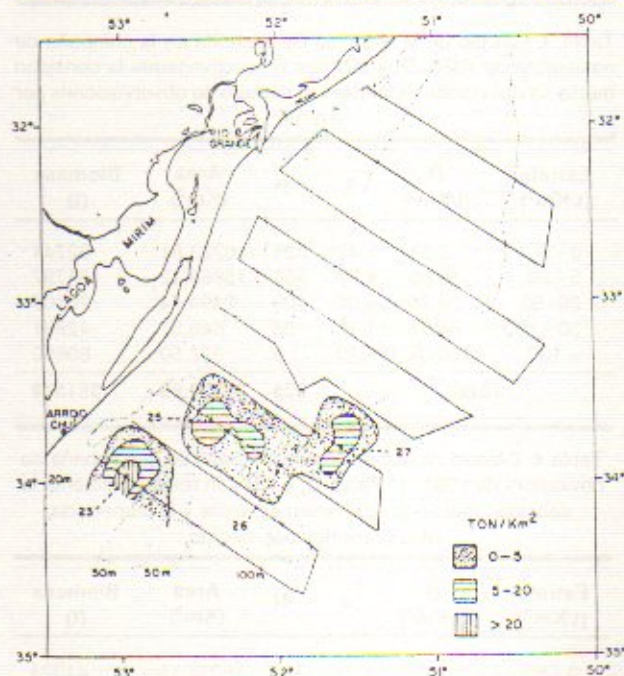


Fig. 8. Distribución de la biomasa de anchoíta en enero de 1990. Los números indican las posiciones de los lances de pesca.

respectivamente (Tablas 4 y 5). En la segunda etapa, a pesar de haberse cubierto un área mayor, la abundancia fue cerca de 40% menor que en la primera, lo que ciertamente se relaciona con la migración de retorno hacia el sur.

En octubre-noviembre de 1982, la anchoíta estaba distribuida más al norte (29°S), aunque en bajas concentraciones (<5 t/km²) y de forma aislada en la proximidad de la costa (Fig. 5), exclusivamente

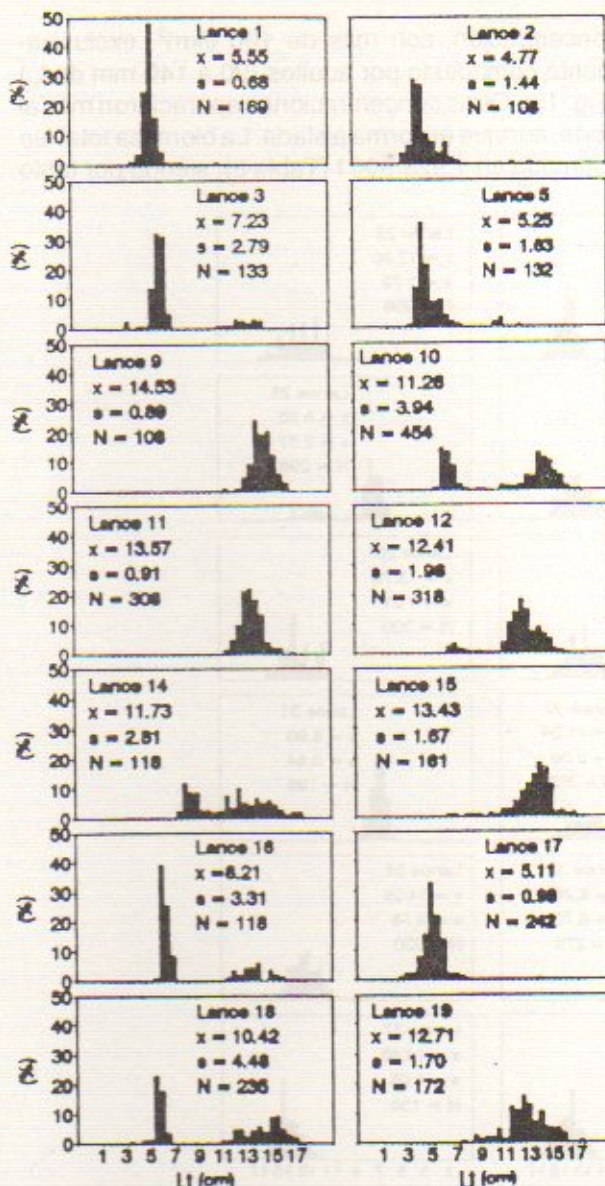


Fig. 9. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de agosto de 1980. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

formadas por juveniles (L_t entre 20 y 50 mm) (Fig. 13). El grueso del efectivo se encontraba al sur de Río Grande (32°S), sobre toda la plataforma entre las isobatas de 15 y 100 m de profundidad. La mayor concentración ($>20 \text{ t/km}^2$) fue localizada sobre la plataforma media y externa. En esta región, al sur de Río Grande (32°S), sólo se registraron individuos adultos, con tamaños modales entre 85 y 135 mm de L_t , estando los menores próximos a la costa y los mayores en las zonas más alejadas (Fig. 13). Este patrón de distribución resulta bastante parecido al registrado en agosto de 1980. La biomasa fue estimada en 115.975 t (Tabla 6).

Las campañas realizadas hasta 1982 mostraron que la anchoíta ocupa principalmente el área al sur de Río Grande (32°S). Por ese motivo, la segunda serie de cruceros iniciados en 1987 pasaron a

Tabla 8. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de setiembre de 1988. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km^2)	\bar{D} (t/Km^2)	s	N	Area (Km^2)	Biomasa (t)
0 - 5	2,89	0,85	90	10016,90	29036
5 - 20	10,56	4,17	223	16543,17	174779
20 - 50	31,22	8,61	144	9021,72	281613
50 - 100	70,54	14,71	70	4816,29	339776
> 100	337,88	333,18	53	365,36	1103311
Total			580	43663,45	1928516

Tabla 9. Cálculo de la biomasa de anchoíta en la campaña de enero de 1990. \bar{D} , s y N son respectivamente la densidad media, la desviación estándar y el número de observaciones por estrato.

Estrato (t/Km^2)	\bar{D} (t/Km^2)	s	N	Area (Km^2)	Biomasa (t)
0 - 5	0,39	0,77	163	5581,62	2217
5 - 20	10,01	3,70	29	2261,22	22629
> 20	46,69	43,11	11	226,80	10589
Total			203	8069,64	10589

cubrir con más detalle un área menor de la plataforma sur de Brasil, entre las latitudes de $31^\circ30'$ y $34^\circ30'\text{S}$.

En octubre de 1987, la anchoíta estaba presente en toda el área de estudio, desde la costa hasta los 100 m de profundidad (Fig. 6). Las densidades más significativas ($>5 \text{ t/km}^2$) fueron localizadas sobre la plataforma media (prof. $>40 \text{ m}$). Próximo a los 33°S de latitud se observó una casi separación de la distribución en dos grupos. Uno al norte, con densidades relativamente bajas y compuesto por juveniles ($L_t < 65 \text{ mm}$) y otro al sur, con las densidades más altas y formado por individuos adultos (L_t entre 70 y 140 mm). Las mayores concentraciones ($>100 \text{ t/km}^2$) fueron observadas en dos núcleos. El mayor, en el grupo sur, localizado en la parte externa del área de distribución, próximo a la isobata de 100 m y en los $33^\circ30'\text{S}$ de latitud, era formado por adultos con un tamaño medio de 141 mm (Fig. 14). El núcleo menor, en el grupo norte y en el extremo nordeste del área de distribución, era compuesto por juveniles con tamaño medio de 68 mm. Por consiguiente, se observó la misma tendencia general de distribución de los tamaños registrada en las campañas de agosto de 1980 y octubre-noviembre de 1982, con los juveniles al norte y los adultos al sur. La biomasa fue estimada en 392.851 t, siendo los estratos de 5 a 20 y de 20 a 50 t/km^2 los de biomasa más abundantes (Tabla 7).

En setiembre de 1988, la anchoíta se distribuía sobre casi toda la plataforma entre los 20 y 100 m de profundidad, con densidades significativamente

mayores que en las otras ocasiones (Fig. 7). Las mayores densidades (>50 t/km²) fueron localizadas en la plataforma media en aguas con profundidades entre 50 y 100 m y en áreas relativamente extensas. En el sur de la región, se localizó un núcleo de alta

concentración, con más de 100 t/km², exclusivamente compuesto por adultos (90 a 140 mm de L_T) (Fig. 15). Otras concentraciones aparecieron más al norte, aunque en forma aislada. La biomasa total fue estimada en 1.928.500 t (Tabla 8), siendo por tanto

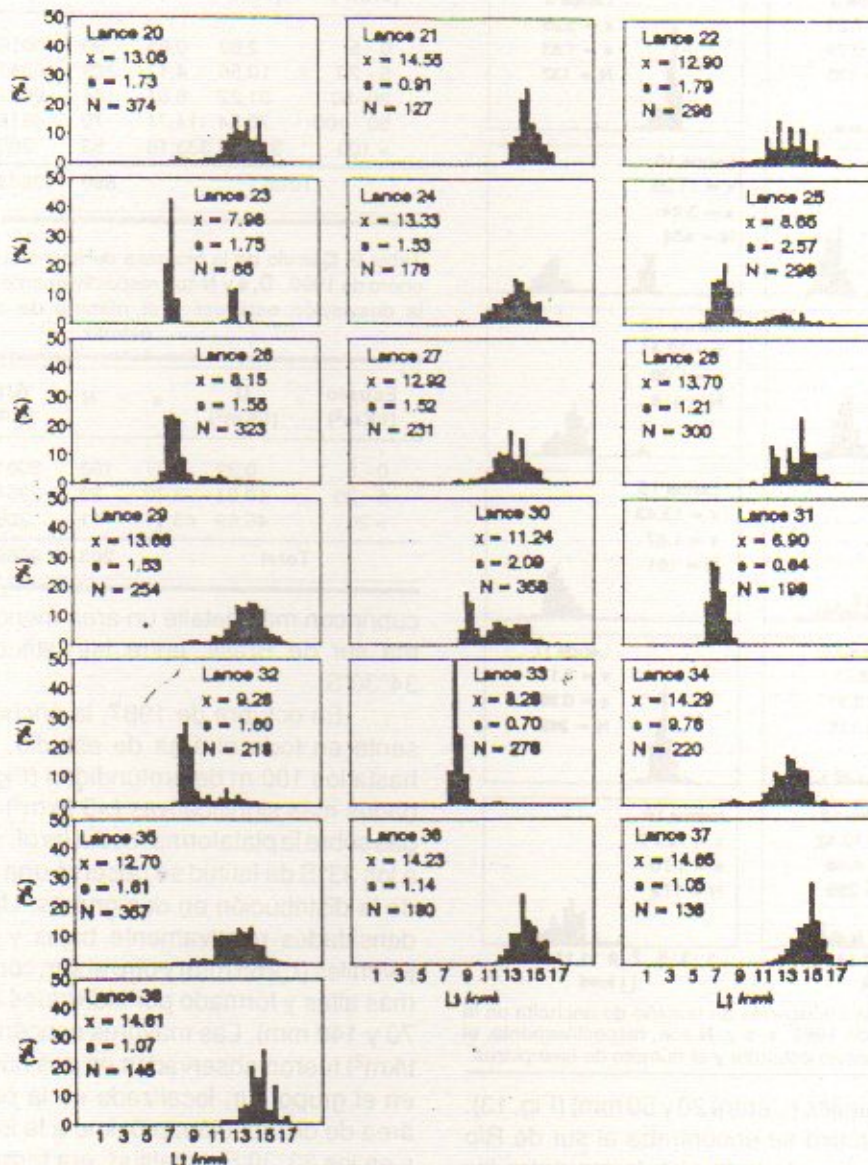


Fig. 10. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de noviembre de 1980. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

Tabla 10. Estimativas de la biomasa de anchoíta en cada campaña y sus respectivas varianzas (Var), desviaciones estándar (s), coeficientes de variación (CV), grado de cobertura muestral (GC) y densidad media general (\bar{D}).

Campaña	Biomasa (t)	Var	s	CV (%)	GC	\bar{D} (t/km ²)
Ago 1980	157249	2855382	1689,79	1,07	13,36	5,51
Nov. 1980	381578	5696651	2386,77	0,63	13,25	12,88
Nov. 1981 a	47531	1271232	1127,49	2,37	7,75	2,48
Nov. 1981 b	26879	637809	798,63	2,97	9,04	1,87
Oct - Nov 1982	115975	1836577	1355,20	1,17	12,92	3,96
Oct 1987	392851	9102849	3017,09	0,77	11,50	9,30
Set 1988	1928516	92846586	9102,01	0,47	12,58	44,17
Ene 1990	35435	1001492	1000,75	2,82	11,46	4,39

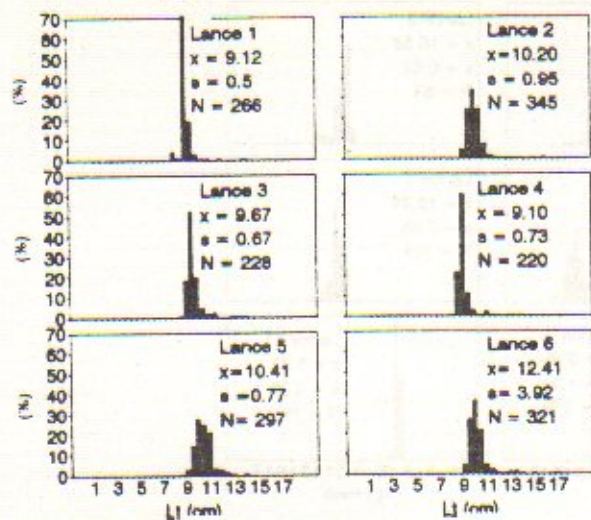


Fig. 11. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de noviembre de 1981. 1ª Parte. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

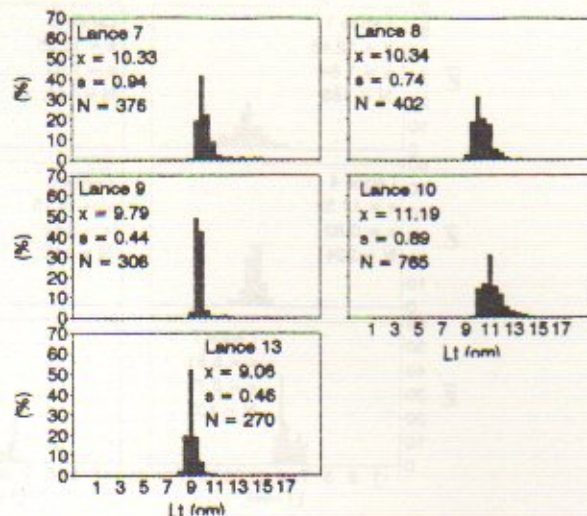


Fig. 12. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de noviembre de 1981. 2ª Parte. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

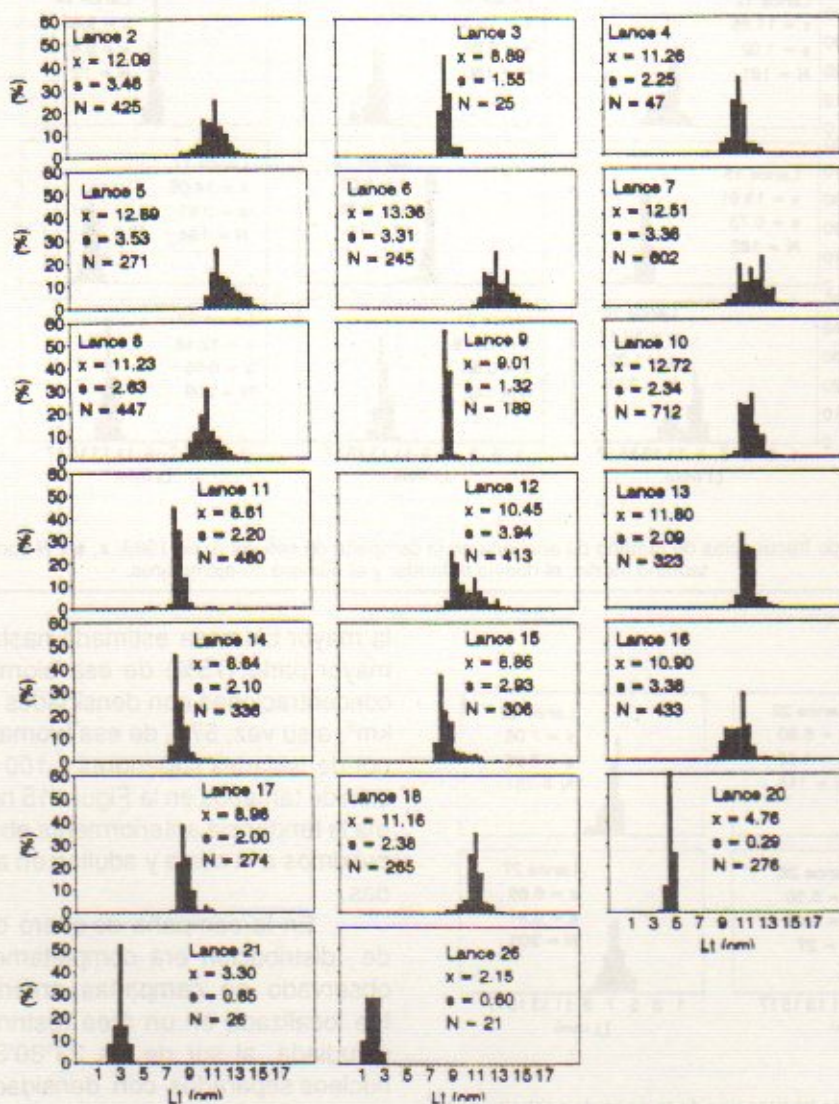


Fig. 13. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de octubre/ noviembre de 1982. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

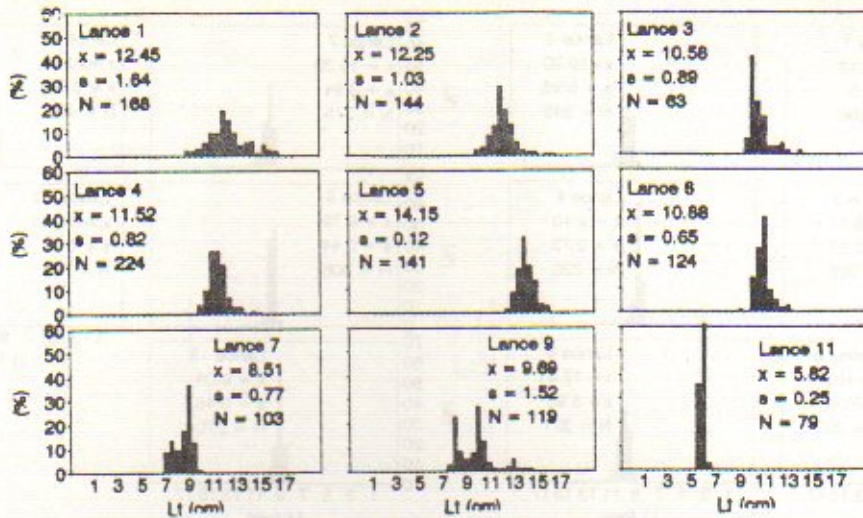


Fig. 14. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de octubre de 1987. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

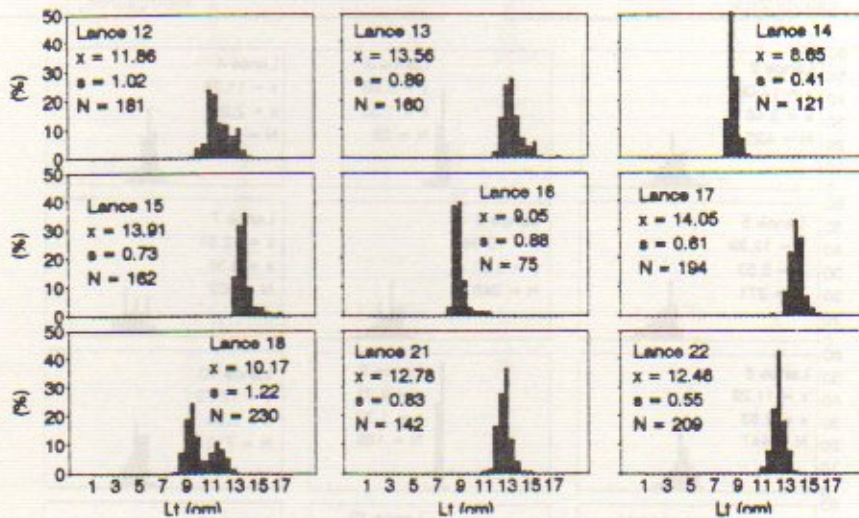


Fig. 15. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de setiembre de 1988. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

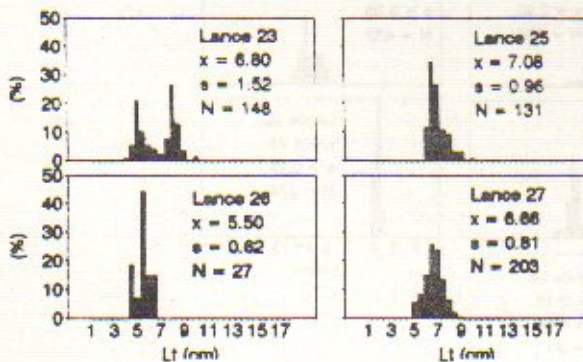


Fig. 16. Distribución de frecuencias de tamaño de anchoíta en la campaña de enero de 1990. \bar{x} , s y N son, respectivamente, el tamaño medio, el desvío estándar y el número de ejemplares.

la mayor biomasa estimada hasta el momento. La mayor parte (75%) de esa biomasa era debida a concentraciones con densidades superiores a 50 t/km²; a su vez, 57% de esa biomasa era constituida por densidades superiores a 100 t/km². La distribución de tamaños en la Figura 15 nuevamente confirma la tendencia anteriormente observada, juveniles próximos a la costa y adultos en aguas más profundas.

En la campaña de enero de 1990, el patrón de distribución era completamente diferente del observado en campañas anteriores. La anchoíta fue localizada en un área restringida de la región estudiada, al sur de los 33°30'S, formando dos núcleos separados con densidades relativamente bajas (Fig. 8) y compuestos predominantemente por juveniles ($L_t < 70$ mm) (Fig. 16). El núcleo más

extenso fue localizado en la parte media de la plataforma (20 a 50 m) y el de mayor densidad (>20 t/km²) más al sur, frente al Chuy (34°S). El total de biomasa estimada en esta campaña fue de 35.435 t (Tabla 9).

DISCUSION

Los resultados obtenidos muestran la existencia de importantes concentraciones de anchoíta en la costa sur de Brasil. La distribución y abundancia de esas concentraciones aunque bastante variables, presentan una marcada estacionalidad. En el fin del invierno y principios de la primavera es cuando se registraron las mayores abundancias y las distribuciones son más extensas (Fig. 7 y Tabla 8). A medida que avanza la primavera, la abundancia y la extensión del área ocupada por la especie en las aguas del sur de Brasil tiende a disminuir (Fig. 3 a 6 y Tablas 4 a 7), hasta que en el verano (Fig. 8 y Tabla 9), la anchoíta está prácticamente ausente en la plataforma sur brasileña, con la única excepción de las pequeñas concentraciones de juveniles en las aguas de frontera con Uruguay. Melo (1976; 1978) también encontró grandes concentraciones de engraulidos en la región durante los meses de invierno y primavera. Aunque todavía no existen datos disponibles de otoño, hay razones para pensar que la anchoíta ya estaría presente en esta época en aguas brasileñas, principalmente al sur de Río Grande (32°S).

La composición por sexo y el estadio de maduración sexual de las anchoítas capturadas en las campañas de 1980-1982, con una alta proporción de hembras en estado de maduración avanzada, indican que durante el invierno y la primavera la especie se encuentra en intensa actividad de desove (Acuña, 1984; Acuña y Castello, 1986). Estudios sobre la distribución espacio-temporal de huevos y larvas en el plancton (Weiss *et al.*, 1976; Weiss y Souza, 1977; Phonlor, 1977 y Hubold, 1982), confirman la ocurrencia de ese intenso desove de la anchoíta en el área para igual período.

Considerando que las variaciones espacio-temporales en la actividad reproductiva reflejan los desplazamientos efectuados por el efectivo desovante, el patrón de distribución estacional de la especie en el extremo sur de Brasil es consistente con la distribución geográfica y estacional de la actividad reproductiva de la especie en aguas uruguayas y argentinas. En ellas, durante el invierno y principio de la primavera, el desove de la anchoíta se desplaza sustancialmente para el norte, ocurriendo, en su mayor parte, al norte de los 36°S (Sánchez, 1989). La gran cantidad de juveniles encontrada en la parte norte, próxima a la costa, es probablemente

el resultado del transporte de las larvas nacidas en el otoño y principio del invierno en latitudes más altas (Sánchez, 1989). Ese transporte es particularmente intenso en los meses de invierno. La distribución de las longitudes larvales encontrada por Hubold (1982), sustenta esa hipótesis.

El patrón de distribución de tamaños encontrado, con los juveniles próximos a la costa y los adultos en aguas más profundas, muestra que el proceso de reclutamiento al efectivo adulto se realiza a través de una migración de las aguas costeras para las de plataforma media. Por otro lado, esta hipótesis es coherente con los resultados de los estudios sobre la alimentación de la anchoíta (Schwingel, 1991), que muestran que los juveniles tienen su hábitat trófico en las aguas costeras, pero los adultos ($L_t > 100$ mm) lo encuentran en regiones bajo la influencia del agua sub-antártica. En el verano, la región costera se encuentra bajo dominio del agua tropical (Schwingel, 1991), y sólo los juveniles, nacidos en la primavera anterior, están presentes en el área.

Los resultados sobre la biomasa de la anchoíta en las aguas brasileñas, muestran valores bastante variables entre los diversos años. Si bien no se pueden descartar categóricamente los errores de tipo instrumental, los procedimientos de calibración, aplicados rigurosamente antes de cada campaña, proporcionan un resguardo contra esa posibilidad y tornan comparables los valores de abundancia calculados para las diferentes campañas. Es significativo también el bajo valor del coeficiente de variación (CV), que para los cruceros examinados, osciló entre 2,97 y 0,47% (Tabla 10). Aquellos casos en que el CV fue superior a 2% estuvieron asociados a bajos valores de biomasa y, por tanto, a bajas densidades como en noviembre de 1981 y enero de 1990.

De acuerdo con Aglen (1983) en Simmonds *et al.* (1991), fue calculado el grado de cobertura (GC) según:

$$GC = \frac{N}{\sqrt{A}} \quad (8)$$

donde N es el número de millas náuticas navegadas en el reconocimiento ecoico y A es la superficie total explorada en (mn)², lo que proporciona una medida del esfuerzo de muestreo aplicado (Tabla 10). En los siete cruceros el GC varió entre 7,8 y 13,4 (Tabla 10). Simmonds *et al.* (1991) concluyen que cuando el GC es superior a 6, la distribución de los valores de densidad se aproxima a la de una distribución normal.

Debe tenerse en cuenta que el cálculo de coeficientes de variación o de intervalos de confianza para las estimativas de abundancia ecoica es un asunto polémico y no existe una posición definida al

respecto (Simmonds *et al.*, 1991). Las principales objeciones se relacionan con la participación de otras fuentes de variabilidad, de difícil estimación, que no son computadas en el cálculo. Entre ellas se encuentran la reacción diferenciada de los peces frente a la red de arrastre de acuerdo con la especie y su tamaño; el espaciamento de los lances de pesca; las diferencias de comportamiento entre el día y la noche; diferencias del TS según el aspecto dorsal del pez y autocorrelación de los valores de densidad a lo largo de las transectas (Ona, E; com. pers.)¹. No obstante las limitaciones reconocidas, se decidió presentar las estimaciones del CV como una base de comparación con otros trabajos.

La anchoíta presente en el sur de Brasil es, sin duda, parte del efectivo que se observa en las aguas de Uruguay y Argentina. Eso significa que conforme las condiciones físicas del medio y las variaciones en los niveles de reclutamiento, el efectivo que es registrado en el extremo sur de Brasil, durante las migraciones latitudinales, necesariamente se caracteriza por grandes oscilaciones en sus niveles de abundancia. Usando las informaciones de la Tabla 10 y para efectos de comparación, se calculó la densidad media general de primavera (6 determinaciones) en 5,25 t/km² (S = 4,76). Este valor es aproximadamente 21% de la densidad media de anchoíta para varias primaveras calculada en 24,5 t/km² a partir de datos de Ciechowski y Sánchez (1988) y de Brandhorst y Castello (1972) frente a la Provincia de Buenos Aires, Argentina (35°38'S).

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen la colaboración prestada por el Ing. Antonio C. Duvoisin durante los trabajos de calibración del instrumental acústico; las discusiones con A.O. Madirolas (INIDEP, Mar del Plata, Argentina) y sus comentarios; y la siempre eficiente y dedicada ayuda prestada por el Comando del N/Oc *Atlántico Sul* y su tripulación. La Comissao Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) financió los cruceros y el Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) proporcionó las becas de los autores.

BIBLIOGRAFIA

- AASEN, O. y J.P. CASTELLO. 1968. Nuevas observaciones sobre la anchoíta realizadas en las aguas costeras de la Provincia de Buenos Aires. *Proy.Des.Pesq., Ser.Inf.Téc.*, 7: 7 p.
- ACUÑA, A.A. 1984. Estructura, reprodução e crescimento de *Engraulis anchoita* da plataforma continental do sul do Brasil. Tese de Mestrado. Universidade do Rio Grande, RS, Brasil, 85 p.
- ACUÑA, A.A. y J.P. CASTELLO. 1986. Estructura de la población, crecimiento y reproducción de *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini, 1935) en el sur de Brasil. *Rev.Biol.Mar.*, 22(1): 31-60.
- AGLEN, A.A. 1983. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. *FAO Fish.Rep.*, 300: 293-298.
- ANGELESCU, V. y M.B. COUSSEAU. 1967. Distribución espacial y cronológica de la anchoíta en el Mar Epicontinental Argentino. *CARPAS Doc.Téc.*, 9: 48 p.
- BODHOLT, H. 1969. Quantitative measurements of scattering layers. *SIMRAD Bull.*, 3: 11 p.
- BRANDHORS, W., J.P. CASTELLO, R. PEREZ HABIAGA y B.H. ROA. 1971 a. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay - IV. Abundancia relativa entre las latitudes 34°30'S y 42°00'S en relación a las condiciones ambientales en octubre-noviembre de 1970. *Proy.Des.Pesq., Ser.Inf.Téc.*, 37: 39 p.
- BRANDHORST, W. y J.P. CASTELLO. 1972. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay - VII. Estimación del efectivo en 1970. *Proy.Des.Pesq., Ser.Inf.Téc.*, 39: 19 p.
- CASTELLO, J.P. y R. GAGLIARDI. 1969 a. Reconocimiento ecoico y pesca experimental de la anchoíta en el área de la plataforma comprendida entre las latitudes 34°30'S y 40°S; 11-30 julio, 1968. *Proy.Des.Pesq., Ser.Inf.Téc.*, 13: 4 p.
- CASTELLO, J.P. y R. GAGLIARDI. 1969 b. Reconocimiento ecoico e investigación ambiental de la anchoíta en el área de la plataforma comprendida entre las latitudes 36°30'S y 40°00'S; 15-19 octubre, 1968. *Proy.Des.Pesq., Ser.Inf.Téc.*, 19: 7 p.
- CASTELLO, J.P. y R.G.P. HABIAGA. 1982. Resultados preliminares de avaliação de pequenos peixes pelágicos usando técnicas hidro-acústicas na plataforma do Rio Grande do Sul. En: *Anais do I Simpósio Naval de Sonar, Vol.II. Instituto de Pesquisas da Marinha. Arraial do Cabo, RJ.*
- CIECHOMSKI, J.D. 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., Ser.Inf.Téc.*, 14: 20 p.
- CIECHOMSKI, J.D. 1970. Distribución y abundancia de huevos de anchoíta en el plancton frente a la Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Resultados de diez campañas oceanográficas, agosto 1968 - agosto 1969. *Proy.Des.Pesq., Ser.Inf.Téc.*, 25: 1-14.
- CIECHOMSKI, J.D. y R.P. SANCHEZ. 1986. Problemática del estudio de huevos y larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) en relación con la evolución de sus efectivos pesqueros. *Reseña de veinte años de investigación. Publ.Com.Téc.Mix.Fr.Mar.*, 1(1): 93-109.
- CIECHOMSKI, J.D. y R.P. SANCHEZ. 1988. Análisis comparativo de las estimaciones de biomasa de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el Atlántico Sudoccidental en diferentes años y con distintas metodologías. *Publ.Com.Téc.Mix.Fr.Mar.*, 4: 117-131.
- FOOTE, K.G. 1987. Fish target strength for use in echo integrator surveys. *J.Acoust.Soc.Am.*, 82(3): 981-987.
- HABIAGA, R.G.P. y J.P. CASTELLO. 1986. Experiencias de pesca com rede de arrasto de meia agua na plataforma continental do Rio Grande do Sul. En: *Anais do 4º Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 24 de julio al 2 de agosto de 1985, Curitiba PR.*
- HAIMOVICI, M., S. PEREIRA y P.C. VIEIRA. 1989. La pesca demersal en el sur de Brasil en el período 1975-1985. *Frente Marítimo*, 5: 151-163.
- HUBOLD, G. 1982. Fish spawning in the southwest atlantic in

1 Institute of Marine Research, Bergen, Norway.

- austral winter/spring 1977 and autumn 1978. *Atlantica*, 5(2): 59 p.
- JOHANNESSON, K.A. y R.B. MITSON. 1983. Fisheries acoustics. A practical manual for aquatic biomass estimation. FAO Fish.Tech.Pap., 240: 249 p.
- MATSUURA, Y., J.C. AMARAL, G. SÄTO y S.T.J. TAMASSIA. 1985. Ocorrência de peixes pelágicos e a estrutura oceanográfica da região entre Cabo de São Tomé (RJ) e Cananéia (SP), em Jan-Fev/1979. Ser.Doc.Téc., PDP/SUDEPE, 33: 3-70.
- MELLO, R.M., J.P. CASTELLO y K.M.F. FREIRE. 1992. Asociación de especies pelágicas marinas en el sur de Brasil. *Fronte Marítimo*, 11: 63 - 70
- MELO, M.J. 1976. Sumário das explorações com arrasto de meia água na costa sul do Brasil. *Rel.Sin. Cruz del Sur*, PDP/SUDEPE, 1: 18 p.
- MELO, M.J. 1978. Estimativa preliminar da biomassa e do potencial pesqueiro de engraulídeos na região sul do Brasil. Ser.Doc.Téc., PDP/SUDEPE, 29: 6-40.
- PHONLOR, G. 1977. Morfologia e biologia dos ovos de *Engraulidae* do sul do Brasil (Osteichthyes, Engraulidae). Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 102 p.
- SANCHEZ, R.P. 1989. Synopsis on the reproductive biology and early life history of *Engraulis anchoita* and related environmental conditions in argentine waters - early life history. En: Second IOC Workshop on Sardine/Anchovy recruitment project in the Southwest Atlantic. IOC Work Rep., 65: 8-49.
- SÆTERSDAL, G., T. STROMME, B. BAKKEN y L. PIEKUTOWSSKI. 1984. Some observations on frequency-dependent backscattering strength. FAO Fish.Rep., 300: 150-156.
- SCHWINGEL, P.R. 1991. Alimentação de *Engraulis anchoita* (Clupeiformes, Engraulidae) na plataforma continental do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Mestrado. Universidade do Rio Grande, Rio Grande, Brasil, 92 p.
- SIMMONDS, E.J., N.J. WILLIAMSON, F. GERLOTTO y A. AGLÉN. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES CM 1991/B: 54/133 p.
- WEISS, G., J.A.F. SOUZA y A. SANTOS. 1976. Contribuição ao conhecimento do icteoplâncton marinho da plataforma sul do Brasil. *Atlântica*, 1(1): 1-100.
- WEISS, G. y J.A.F. SOUZA. 1977. Desova invernal de *Engraulis anchoita* na costa sul do Brasil em 1970 e 1976. *Atlântica*, 2 (2): 5-24.
- WHITEHEAD, P.J.P., G.J. NELSON y T. WONGRATANA. 1988. FAO species catalogue Vol. 7. Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulidae. FAO Fish.Synop., 125(7), part 2: 305-579.