

Patrones de distribución de huevos y larvas de *Merluccius gayi* en la costa de Chile y factores ambientales asociados

Patterns of eggs and larval distribution of *Merluccius gayi* of the coast of Chile, and associated environmental factors

Rolando Bernal¹, Fernando Balbontín¹, y Omar Rojas².

1) Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.
e-mail rbernal@uv.cl, fbalbon@uv.cl

2) Instituto de Fomento Pesquero, Casilla 8 V, Valparaíso, Chile

ABSTRACT

Time series of data can be used to understand the high variability in the abundance of exploited fish stocks. To determine in time and space the spawning of common hake *Merluccius gayi*, 19 ichthyoplankton surveys were analysed. Surveys took place from Arica to Chiloé, Chile, since 1968 to 1991. Eggs and larvae of common hake were counted, and the standard length of larvae was measured. Larval data obtained from four surveys were analysed in relation to environmental data (sea surface temperature and wind) obtained at the meteorological stations of Montemar and Punta Angeles, Valparaíso.

Eggs and larvae were distributed between Antofagasta and Chiloé, and as far as 150 miles offshore. Two main spawning areas were determined, one located between Papudo and Iloca (32° 30' and 35° 00' S, respectively) and the other between Iloca and Corral (40° 00' S). The maximum of abundance of eggs and larvae was found in August and September. In the first area, spawning took place preferently near the coast, as revealed by high quantities of small larvae and eggs in the first 15 miles from the coast. In the second area, the maximum abundance of eggs was found at 15 miles and beyond 15 miles offshore, and for larvae, beyond 10 miles offshore. A secondary spawning center was located off Coquimbo (29° 50' S).

The larval index between Papudo and Valparaíso reached its highest value at a low sea surface temperature (11.8°C) and at a moderated upwelling index (383 m³/s/1000 m). The maximum mean distance of larvae offshore (12 miles) was reached with the highest upwelling index (507 m³/s/1000 m). Other oceanographic processes, such as sea circulation, could be acting simultaneously defining the coastal distribution of larvae.

Key words: ichthyoplankton, spawning areas, sea temperature, upwelling index, common hake.

RESUMEN

Las series históricas de datos de huevos y larvas permiten entender la alta variabilidad en la abundancia de los stocks de peces en explotación. Con el fin de determinar en tiempo y espacio el desove de la merluza común *Merluccius gayi*, se analizaron 19 cruceros de ictioplancton realizados entre Arica y Chiloé, Chile, desde 1968 a 1991. Se contaron huevos y larvas de la merluza común, midiéndose la longitud estándar de las últimas. Los datos de larvas correspondientes a cuatro cruceros se analizaron en conjunto con datos ambientales (temperatura superficial del mar y viento) provenientes de las estaciones meteorológicas de Montemar y Punta Angeles, Valparaíso.

Los huevos y larvas se distribuyeron entre Antofagasta y Chiloé, y hasta 150 millas fuera de la costa. Se determinaron dos zonas principales de desove, una situada entre Papudo e Iloca (32° 30' y 35° 00' S, respectivamente) y la otra entre Iloca y Corral (40° 00' S) con un máximo de abundancia de huevos y larvas en agosto y septiembre. En la primera zona se produjo un desove preferentemente costero, evidenciado por la elevada cantidad de larvas pequeñas y de huevos dentro de las primeras 15 millas fuera de la costa. En la segunda zona el máximo en la abundancia de huevos se encontró a las 15 millas y más afuera de las 15 millas, y para las larvas fuera de las 10 millas. Un centro de desove secundario se localizó frente a Coquimbo (29° 45' S).

El índice larval entre Papudo y Valparaíso alcanzó su valor más alto a una temperatura superficial del mar baja (11,8°C) y con un índice de surgencia moderado (383 m³/s/1000 m). La distancia media más alta de las larvas fuera de la costa (12 millas) se alcanzó con el índice de surgencia más elevado (507 m³/s/1000 m). Otros procesos oceanográficos, tales como la circulación del mar, actuarían simultáneamente definiendo la distribución costera de las larvas.

Palabras clave: ictioplancton, áreas de desove, temperatura del mar, índice de surgencia, merluza común.

INTRODUCCION

La merluza común (*Merluccius gayi gayi* Guichenot, 1848) es una especie de hábitos demersales que, junto a otras especies pelágicas (anchoveta, sardina, jurel, caballa y bonito), es un habitante característico del ecosistema marino asociado al sistema de corrientes de margen oriental de la corriente de Humboldt (Bakun 1985).

Por medio del material gonádico obtenido en el área de distribución de la pesquería (Los Vilos-Corral), se ha determinado que para la zona central el desove principal ocurre entre agosto y noviembre (Avilés *et al.* 1979, Balbontín & Fischer 1981). Para la subespecie *Merluccius gayi peruanus*, la presencia y abundancia de huevos y larvas frente a la costa peruana, señalan que el desove se produce desde agosto a diciembre (Chirinos de Vildoso & Alegre 1968).

La distribución espacial del desove, analizada mediante las frecuencias de fases de madurez sexual, permitió identificar dos

zonas principales de concentración, ubicadas entre Papudo (32° 30' S) y el norte de Valparaíso (33° 00' S), y entre bahía Carnero (37° 30' S) y Punta Morguilla (37° 42' S) respectivamente, además de la presencia de un foco secundario en Punta Sirena (35° 00'S) (Avilés *et al.* 1979).

Los estudios realizados a partir de cruceros bioceanográficos ejecutados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) entre 1964 y 1981, concluyen que la merluza común desova frente a la costa de Chile en su franja costera desde los 18° 40' S hasta al menos los 42° 00' S, pero con una mayor intensidad en el área entre Papudo (32° 30' S) y San Antonio (33° 35' S), y entre Constitución (35° 30' S) y bahía Carnero (36° 30' S). Estos estudios determinaron también que longitudinalmente la distribución de los huevos es típicamente costera, revelando un desove principalmente nerítico. El período de máxima intensidad del desove ocurriría a fines de invierno y comienzos de primavera (Rojas & Blanco 1981, Rojas *et al.* 1983, Rojas *et al.* 1984).

Varios factores ambientales se han relacionado con la sobrevivencia larval. Algunos de éstos involucran procesos advectivos que transportan las larvas a áreas con condiciones desfavorables para su sobrevivencia y así como otros involucran anomalías de la temperatura del mar con zonas de desove de peces pelágicos (Parrish et al. 1983). Se ha determinado que años fríos, asociados además a fuertes procesos advectivos y de transporte, producen regularmente clases anuales débiles en *Merluccius productus* (Bailey & Francis 1985). En Chile, se han hecho intentos por asociar la presencia y temporalidad de huevos de merluza común con la temperatura superficial del mar y la salinidad, señalando que su presencia corresponde a rangos estrechos de estos parámetros (Rojas & Blanco 1981, Rojas et al. 1983).

Los objetivos del presente trabajo son determinar la época y área de desove de la merluza común y analizar la abundancia y distribución de sus larvas en relación a la temperatura superficial del mar y el índice de surgencia correspondientes al área principal de desove.

MATERIALES Y METODOS

MUESTRAS BIOLÓGICAS

Las muestras fueron recolectadas en 19 prospecciones de ictioplancton realizadas entre 1968 y 1991, que abarcaron desde Arica (18° 30' S) hasta Chiloé (44° 00' S) y desde la costa hasta los 79° 00' W (Tabla I).

Se ocuparon dos tipos de redes. Una del tipo CalCOFI, de forma cilindro - cónica con una abertura de 100 cm de diámetro y una longitud total de 410 cm, confeccionada con malla sintética monofilamento de 0,30 mm de abertura. La otra, del tipo Bongo consistente en un sistema de dos redes cónicas con una abertura de 60 cm de diámetro y una

longitud total de 249 cm, confeccionada con malla sintética monofilamento de 0,30 mm de abertura. Ambas redes se usaron en arrastres oblicuos cuyas máximas profundidades no superaron los 220 m.

Se realizó la determinación, separación y conteo de huevos y larvas de merluza desde las muestras zooplanctónicas bajo una lupa estereoscópica equipada con un ocular milimetrado. En las larvas se midió la longitud estándar la que correspondió a la longitud notocordal en las larvas en estado de flexión notocordal.

DATOS AMBIENTALES

En el presente trabajo se utilizó los datos meteorológicos diarios de la temperatura superficial del mar obtenidos por el Instituto de Oceanología, Montemar y de la dirección e intensidad del viento registrados por el Servicio Meteorológico de la Armada, en Punta Angeles, Valparaíso. Con estos datos se calculó los promedios mensuales de la temperatura superficial del mar y del índice de surgencia (Bakun 1973).

TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Con el fin de determinar diferencias en el muestreo diurno con respecto al nocturno en las capturas con red CalCOFI, se comparó la relación de abundancias nocturnas y las diurnas con los intervalos de talla de las larvas. Se separaron las estaciones según la hora en que fueron realizadas, considerándose diurnas desde las 07:00 hasta las 19:00. Se usó el test de Kolmogorov-Smirnov de una cola para muestras pequeñas (Siegel 1972).

La abundancia de huevos y larvas se estandarizó a una unidad de área de mar (10 m²) según metodología de Smith & Richardson (1979). Debido a la antigüedad

de las muestras con que se trabajó, algunos archivos de los cruceros contenían información incompleta para obtener datos estandarizados de abundancia, por lo que fue necesario realizar estimaciones de los valores faltantes,

usando regresiones lineales de parámetros relacionados. Los cruceros que se encontraron en esta situación fueron: 44(2)68; 84(3)70; 204(3)79; 208(1)80; 223(3)80; 232(4)80 (Tabla 1)

Tabla 1. Prospecciones de ictioplancton (1968 a 1991) analizadas para determinar la distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi*.

Crucero	Red	Período		Extensión (Lat. S.)	
		Inicio	Término	Inicio	Término
44(2)68cd	CalCOFI	21/04/68	10/06/68	32° 08'	29° 51'
84(3)70cp	CalCOFI	24/08/70	14/10/70	32° 28'	39° 51'
202(3)79cp	CalCOFI	11/07/79	21/07/79	35° 59'	37° 07'
204(3)79cp	CalCOFI	26/09/79	03/10/79	35° 58'	37° 21'
207(3)79cp	CalCOFI	29/11/79	07/12/79	35° 58'	37° 22'
208(1)80it	CalCOFI	20/01/80	10/02/80	18° 25'	30° 20'
212(1)80it	CalCOFI	23/03/80	02/04/80	35° 20'	37° 40'
223(3)80it	CalCOFI	22/09/80	03/10/80	32° 00'	43° 00'
228(4)80tr	CalCOFI	11/10/80	22/10/80	18° 26'	25° 20'
232(4)80it	CalCOFI	01/12/80	13/12/80	32° 20'	40° 20'
246(3)81it	Bongo	07/08/81	29/08/81	32° 10'	41° 60'
247(3)81it	Bongo	18/08/81	04/10/81	18° 30'	30° 30'
250(4)81it	Bongo	25/11/81	15/12/81	32° 08'	40° 31'
251(1)82it	Bongo	04/02/82	22/02/82	18° 30'	30° 30'
279(4)83cp	CalCOFI	08/11/83	17/11/83	33° 00'	35° 40'
PapuSep89 ¹	Bongo	08/09/89	13/09/89	32° 00'	33° 00'
337(2)91am	Bongo	04/06/91	29/06/91	35° 00'	39° 40'
340(4)91am	Bongo	10/11/91	18/12/91	33° 57'	40° 15'

Naves:

it = Itzumi

cd = Carlos Darwin

cp = Carlos Porter

am = Abate Molina

tr = Tiberiades

El análisis de los datos se realizó según el área y la época que comprendió cada uno de los cruceros; con el fin de construir los mapas descriptivos, la costa de Chile se separó en dos grandes zonas, una norte que

correspondió desde Arica hasta Los Vilos y una zona centro-sur que abarcó desde Los Vilos hasta Chiloé. Los valores estandarizados de abundancia de huevos y larvas se agruparon en períodos separados según la

¹ Crucero realizado por el Instituto de Oceanología, proyecto FONDECYT 89-0311

fecha y la zona de ejecución de los cruceros. Zona norte: enero-febrero y agosto-septiembre-octubre. Zona centro-sur: abril-mayo-junio, julio-agosto-septiembre y noviembre-diciembre. A su vez, se agruparon geográficamente todos los valores correspondientes a un período en unidades de 10 millas náuticas cuadradas, promediándose los valores que coincidieron en una unidad geográfica. De esta manera, cada unidad de la grilla tuvo un valor correspondiente a una abundancia graficada en el mapa con circunferencias cuyas áreas representaron intervalos logarítmicos de base 10 que se ajustaron a la siguiente relación:

$$\Delta = \log \frac{x_2}{x_1}$$

Donde:

Delta = 0,6518, cte.

x_1 y x_2 = Límites inferior y superior de cada intervalo.

Para analizar la distribución de huevos y larvas en el sentido longitudinal, en cada período se separaron las estaciones según su distancia de la costa en intervalos de 5 millas y se ordenaron para obtener un valor promedio de abundancia estandarizada por 10 m^2 ; en el caso de las larvas esta abundancia se expresó en intervalos de longitud estándar de 1 mm. A la distribución fuera de la costa de huevos y larvas en dos zonas importantes de desove, se le aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para poner a prueba la existencia de una distribución homogénea de huevos y larvas (Sokal & Rolf 1979). Para este fin, se agruparon los datos correspondientes a los tres cruceros oceanográficos correspondientes a la época principal de desove, en intervalos iguales de distancia de la costa (hasta 10 millas, de 10 a 20 y más afuera de las 20 millas).

Con el fin de relacionar la abundancia de larvas con los factores ambientales, se

calculó el índice larval de acuerdo a la ecuación de Smith & Richardson (1979). El área escogida comprendió el intervalo latitudinal de los 32° a los 34° S, con una extensión fuera de la costa de 60 millas. Para los cruceros denominados Papudo (Tabla 1) se calculó el índice larval en una región que se extendió desde los 32° S hasta los 33° S. Otro parámetro calculado correspondió a la distancia media en que se encuentran las larvas con respecto a la costa (Bailey 1980).

Estos datos se compararon con los promedios mensuales de la temperatura superficial del mar y del índice de surgencia.

RESULTADOS

DISTRIBUCION DE TALLAS DE LAS LARVAS EN PESCAS NOCTURNAS Y DIURNAS

La prueba de Kolmogorov-Smirnov indicó que no existieron diferencias en las tallas capturadas en la noche y en el día ($\alpha = 0,01$). Considerando estos resultados, los datos se elaboraron en conjunto.

EPOCA Y CENTROS DE DESOVE

La zona norte incluyó cuatro cruceros, dos de los cuales se realizaron en el período enero-febrero. En esta época la presencia de huevos y larvas es muy semejante y de una escasa abundancia, siendo Antofagasta el límite norte de desove. Las abundancias no superaron los 300 huevos o larvas / 10 m^2 (Fig. 1). Los otros dos cruceros correspondieron al período agosto-septiembre-octubre; este trimestre mostró una distribución geográfica más amplia de huevos y larvas, existiendo además un incremento en los valores de sus abundancias. Es identificable un centro de desove en la bahía de Coquimbo y una menor presencia de huevos y larvas en Antofagasta (Fig. 2).

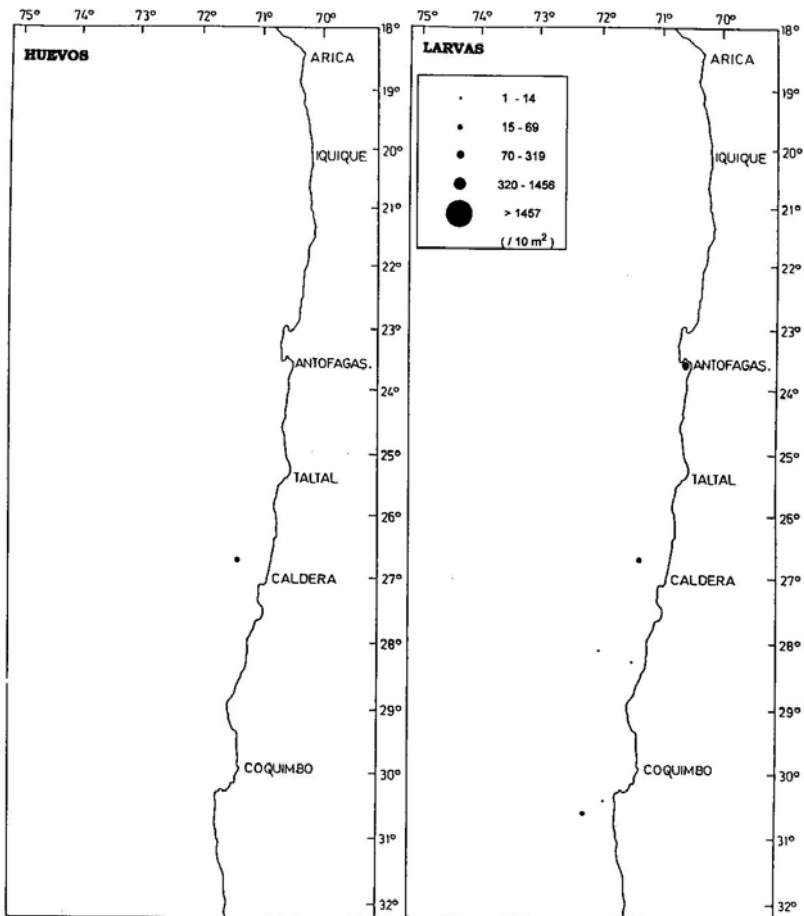


Figura 1. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi*, enero-febrero. Zona norte.

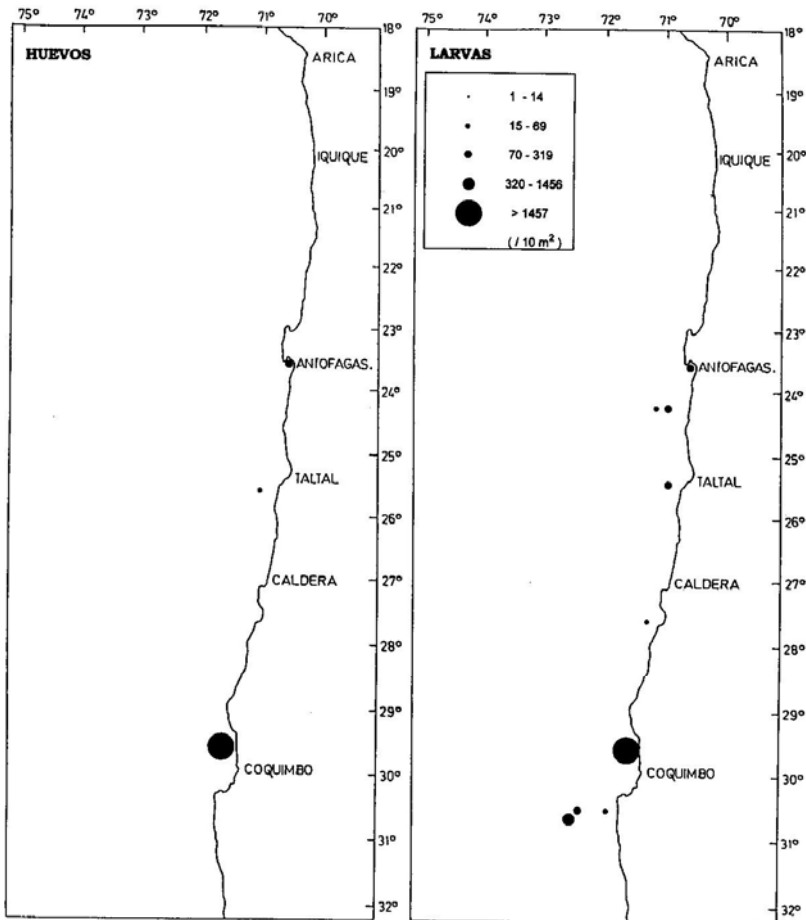


Figura 2. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi*, agosto-septiembre-octubre. Zona norte.

En la zona centro-sur se realizaron 13 cruceros, los que se agruparon en tres períodos del año. El trimestre de abril-mayo-junio incluyó a tres cruceros, los que mostraron valores de abundancia que no superaron los 1400 huevos y las 300 larvas /10 m², distribuyéndose los mayores valores al sur de los 35° S. La latitud de los 40° correspondió al límite sur de distribución de huevos y larvas (Fig. 3).

Julio-agosto-septiembre incluyó cinco cruceros. Este período mostró las mayores abundancias relativas tanto de huevos como de larvas. La presencia de huevos evidenció dos grandes centros de desove, el primero localizado entre Punta Papudo (32° 30' S) y San Antonio (33° 35' S) con valores de abundancia que llegaron a los 9000 huevos/10 m²; y el segundo entre Constitución (35° 20' S) y San Vicente (37° 00' S), con algunas cifras mayores que 2000 huevos/10 m². Se observó una mayor dispersión de las larvas que de los huevos. En este período la distribución latitudinal de huevos y larvas fue más extensa, llegando por el sur hasta la altura de la isla Chiloé (42° 05' S), donde se observó un importante foco de desove (Fig. 4).

Las siguientes fechas analizadas correspondieron a un grupo de cuatro cruceros que comprendieron noviembre-diciembre. El período mostró una atenuación del desove en los dos principales centros, manteniéndose algunos valores altos frente a Papudo. Prácticamente desaparecieron los focos de huevos y larvas al sur del paralelo 40 S. Al igual que en los otros trimestres, se observó una mayor dispersión de larvas que de huevos (Fig. 5).

DISTRIBUCION DE HUEVOS Y LARVAS FUERA DE LA COSTA

Para la zona centro-sur, se analizó la abundancia de huevos y la distribución de

frecuencias de longitudes larvales en relación a su distribución fuera de la costa. El análisis comprendió tres períodos del año, para dos zonas correspondientes a los intervalos geográficos de 32°-35° S (zona I) y 35°-40° S (zona II).

Para los cruceros del período abril-mayo-junio, sólo fue posible analizar el correspondiente a junio de 1991, que abarcó la zona II. Los otros dos cruceros de este período presentaron ausencia total o una escásima presencia de larvas. Se apreció una distribución de huevos que tuvo su mayor abundancia a las 15 millas desde la costa, extendiéndose el desove más allá de las 25 millas (Fig. 6a). Las larvas se distribuyeron hasta fuera de las 25 millas. Existió una escasa presencia de larvas mayores que 8 mm los cuales se ubicaron preferentemente entre la costa y las 15 millas (Fig. 6b).

En el período agosto-septiembre se agruparon los valores de tres cruceros realizados en agosto de 1970, septiembre de 1980 y agosto de 1981. En la zona I se observó una gran abundancia de huevos cercana a la costa, decayendo bruscamente fuera de las 15 millas (Fig. 7a). En esta misma zona, las larvas presentaron una gran abundancia en las primeras 10 millas, agrupándose las de tamaño superior a 8 mm entre la costa y las 15 millas (Fig. 7b). En la zona II, se observó una abundancia de huevos mucho menor a la de la zona I. Las mayores cantidades aparecieron desplazadas hacia las 25 millas fuera de la costa (Fig. 8a). Las abundancias larvales más significativas se encontraron en las 20 millas fuera de la costa. A diferencia de otros cruceros, valores altos de abundancia ocurrieron en tamaños de hasta 11 mm (Fig. 8b). Nuevamente los tamaños larvales más grandes (> 8 mm) ocurrieron dentro de las 20 millas cercanas a la costa, destacándose a 5 millas de la costa, larvas con tamaños de hasta 15 mm.

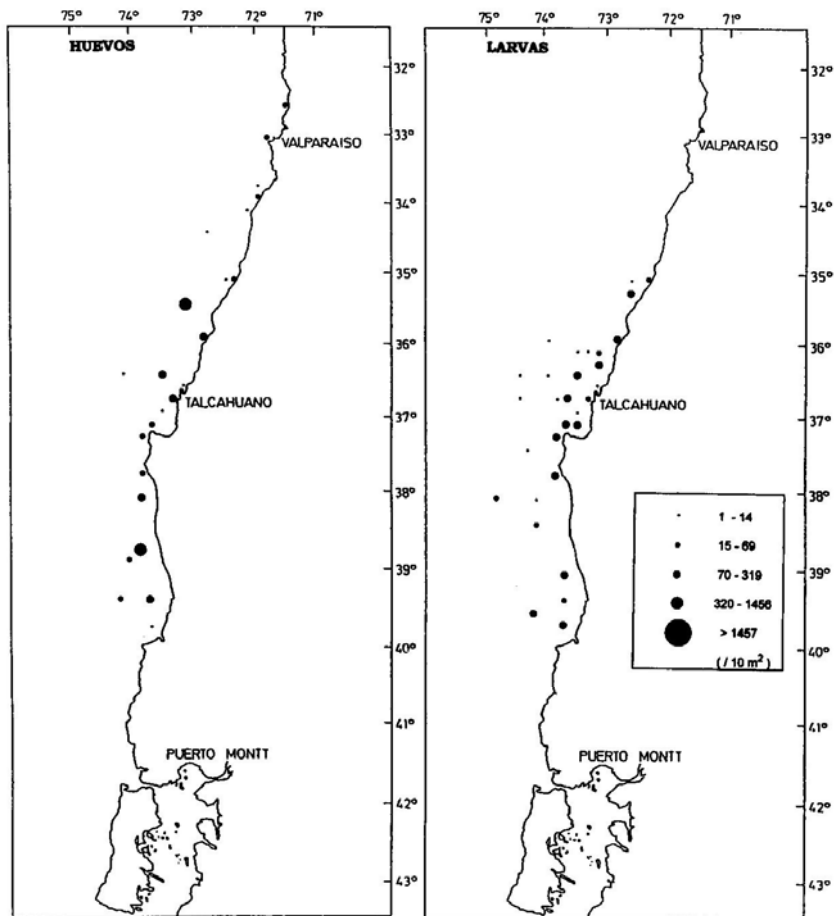


Figura 3. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi*, abril-mayo-junio. Zona centro-sur.

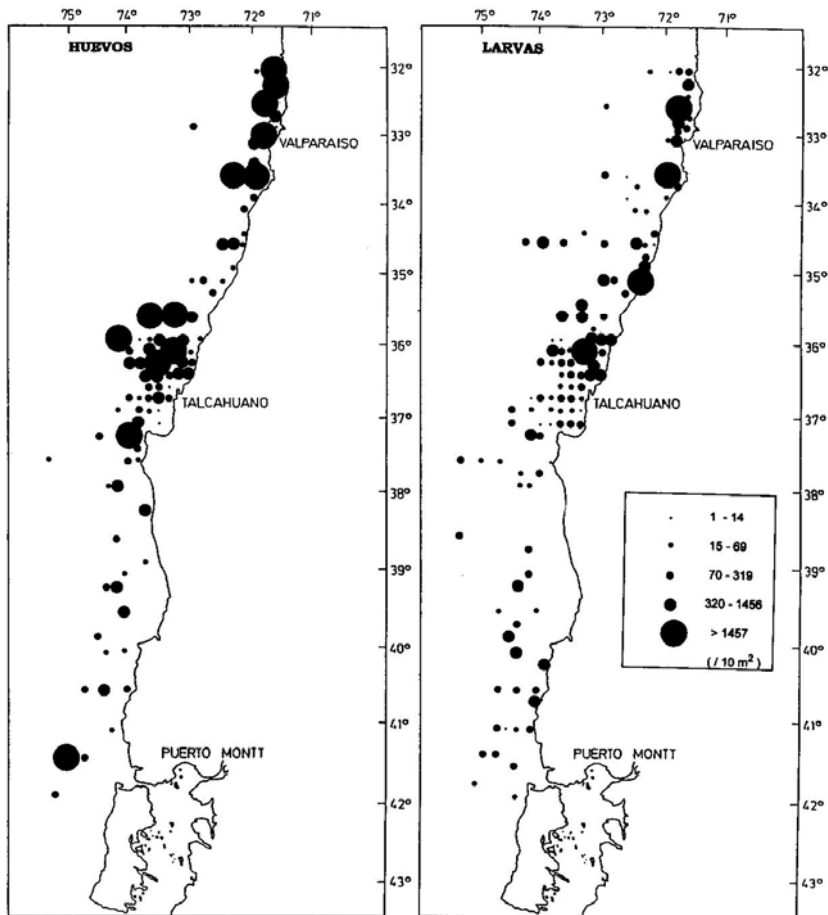


Figura 4. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi*, julio-agosto-septiembre. Zona centro-sur.

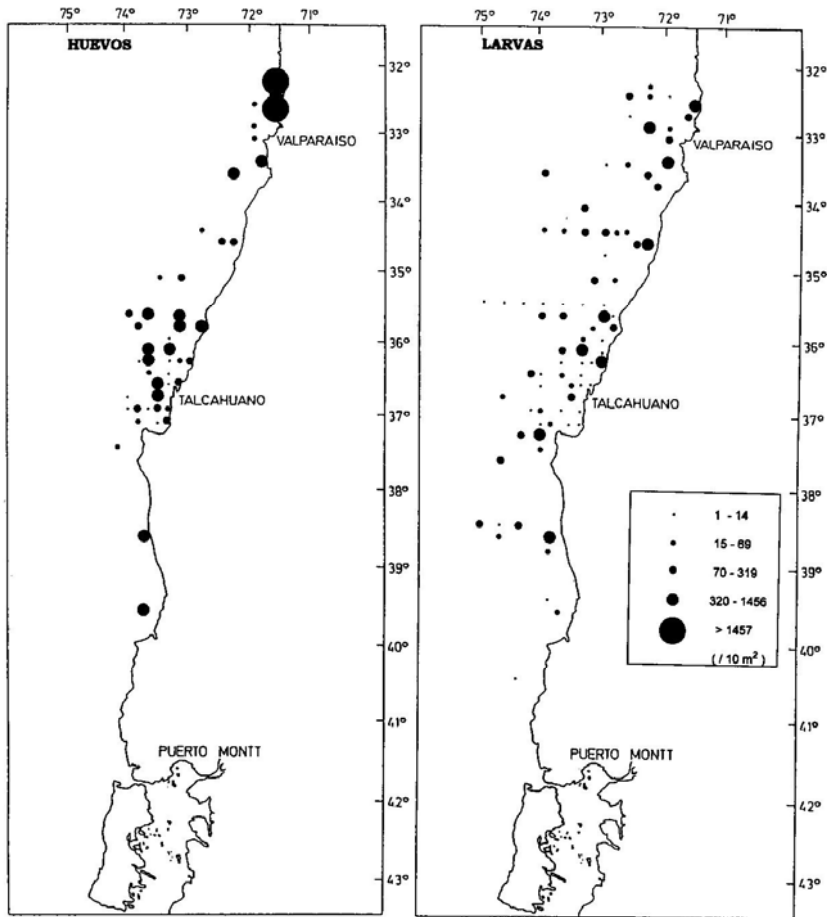


Figura 5. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi*, noviembre-diciembre. Zona centro-sur.

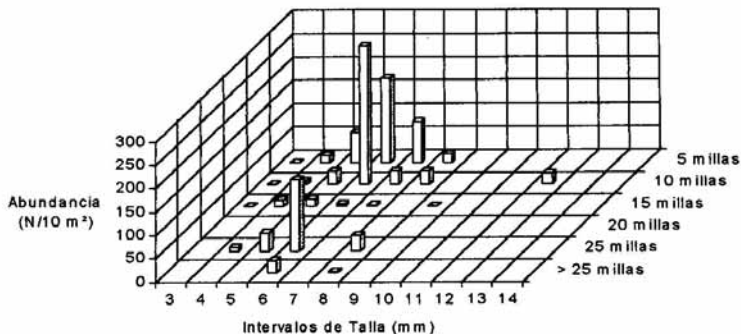
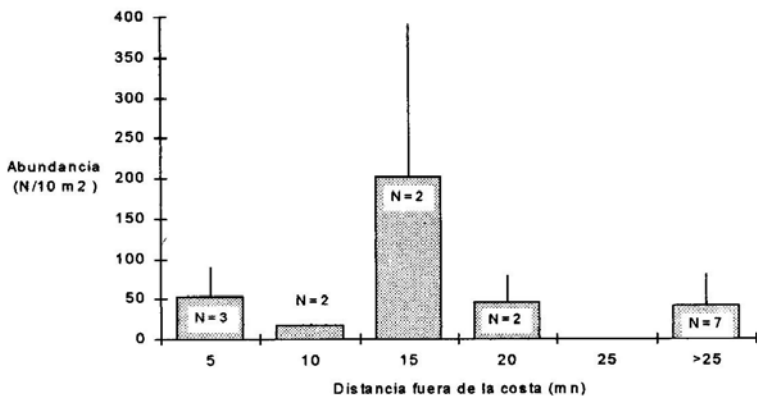


Figura 6. Distribución de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi* fuera de la costa. Junio de 1991. Zona II. a) Huevos; b) Larvas.

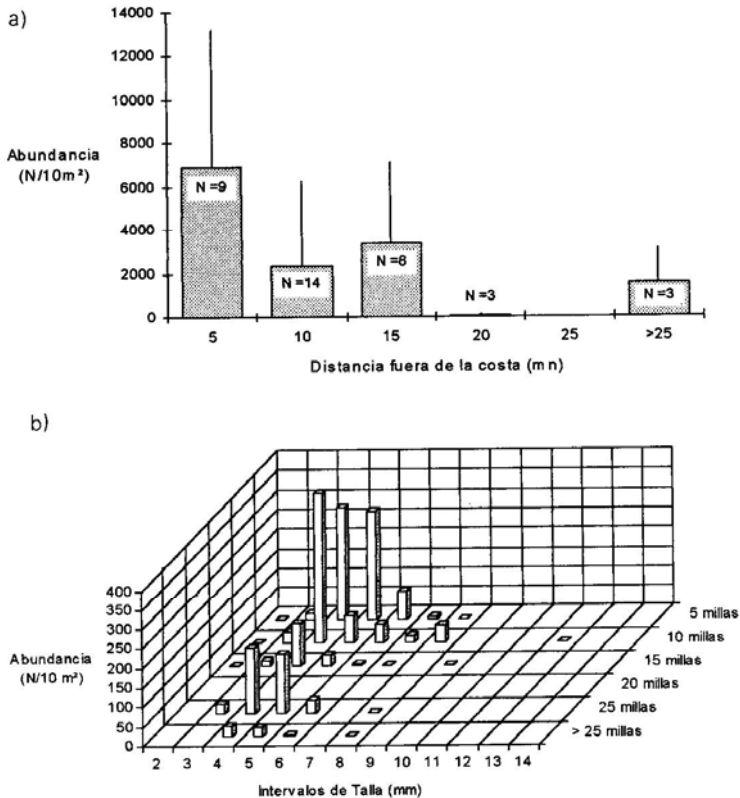


Figura 7. Distribución de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi* fuera de la costa. Agosto-septiembre. Zona I. a) Huevos; b) Larvas.

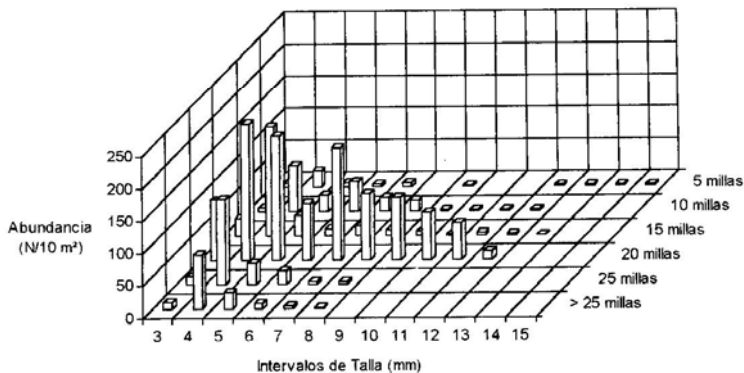
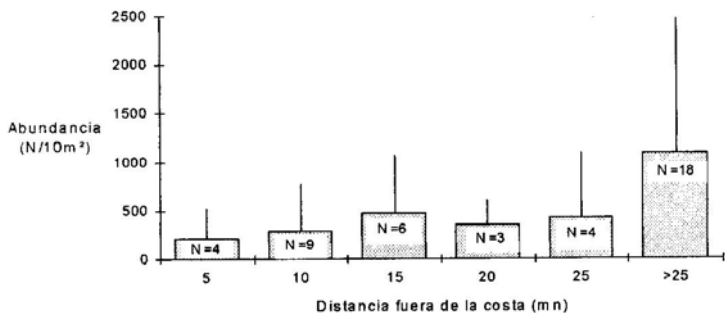


Figura 8. Distribución de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi* fuera de la costa. Agosto-septiembre. Zona II. a) Huevos; b) Larvas.

Los resultados del ANOVA de una vía para comparar la distribución de los totales de abundancia de huevos y larvas en cada estación, agrupados en los tres intervalos de distancia fuera de la costa, indicaron que no existió una diferencia significativa en la dis-

tribución de huevos y larvas en la zona II ($F_{0,05(2,58)}$) para las larvas de la zona I ($F_{0,05(2,56)}$). Sólo la distribución de los huevos en la zona I ($F_{0,05(2,56)}$) presentó diferencias significativas. Sin embargo, en la aplicación del ANOVA se constató que las varianzas de

los grupos en cada zona eran desiguales. Al no cumplirse este supuesto, los resultados del análisis deben estimarse como una aproximación exploratoria.

En el siguiente período, la distribución espacial de huevos de la zona I se analizó sólo para el crucero de diciembre de 1981. Para las larvas se contó con datos de este crucero y con los de diciembre de 1980, los que fueron promediados. Los huevos en la zona I mostraron una notable abundancia dentro de las primeras 10 millas desde la costa y un valor comparativamente más bajo en el segmento de las 5 millas (Fig. 9a). Para el caso de las larvas existió una gran abundancia entre los 8 y 15 mm, en el intervalo de la costa hasta las 5 millas, y secundariamente en la zona fuera de las 25 millas (Fig. 9b). En la zona II la abundancia de huevos presentó un valor máximo a las 15 millas. Se observaron valores altos hasta más allá de las 25 millas desde la costa (Fig. 10a). Para las larvas, la abundancia fue considerablemente menor en comparación a las de la zona I. Se observó las mayores abundancias en las primeras 10 millas desde la costa. Las larvas mayores que 8 mm se encontraron en cantidades más elevadas a las 5 y entre las 15 y 20 millas (Fig. 10b).

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE LAS LARVAS Y FACTORES AMBIENTALES

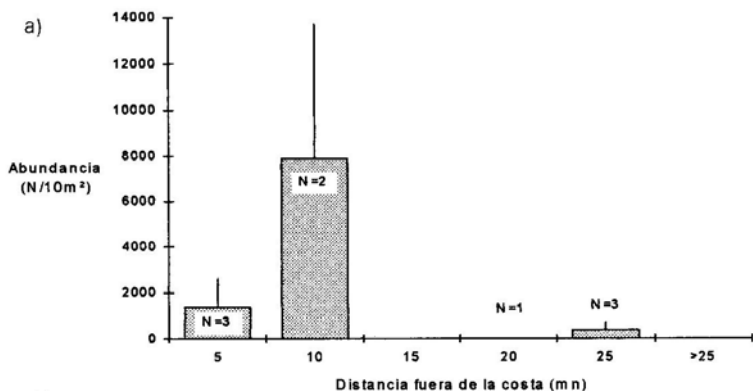
Los valores promedio de temperatura superficial del mar en los meses de desove principal de la merluza común se distribuyeron entre los 11,8 y 12,7°C. En este estrecho rango, el valor más alto del índice larval correspondió al de la temperatura más baja. En este mismo período, el índice de surgencia promedio varió entre 130 y 508 m³/s·1000 m. En este caso, el índice larval más alto se observó cuando el índice de surgencia alcanzó

un valor intermedio. La mayor distancia de las larvas fuera de la costa se alcanzó en el período con el índice de surgencia más elevado (Tabla 2).

DISCUSION

La distribución de huevos y larvas de la merluza común, de acuerdo al presente trabajo, incluyó la zona entre Antofagasta y Chiloé y abarcó por el oeste hasta las 150 millas frente a Constitución. En un estudio previo de la distribución del desove entre los 32° 00' S y los 40° 00' S, se encontró presencia de huevos y/o larvas en toda esta zona y hacia el oeste desde la costa hasta 90 millas mar afuera (Rojas & Blanco 1981). Otro estudio que incluyó el análisis de cuatro cruceros desde Arica hasta Chiloé, concluyó que la merluza desovaba en todas las latitudes prospectadas y desde la costa hasta las 80 millas al oeste del continente (Rojas *et al.* 1983). Este último antecedente indicaría la presencia de huevos y larvas al norte de Antofagasta. Sin embargo, al revisar estas mismas muestras se concluyó que pertenecían a larvas de otra especie. En el límite sur del desove resulta difícil separar los huevos y larvas de las especies *Merluccius gayi gayi* y *M. australis*, ya que de esta última aún no se cuenta con una buena descripción de sus larvas. En el extremo sur de su distribución, los adultos de *M. gayi gayi* coexisten con los de *M. australis* (Poulsen 1957, Aguayo *et al.* 1992). No hay antecedentes de la existencia de zonas comunes de desove de estas dos especies.

El análisis de la abundancia de huevos y larvas de la zona norte determinó un desove pobre en extensión y magnitud, excepto frente a Coquimbo que presentó valores relativamente elevados en la época de agosto-septiembre-octubre. Se apreció para esta zona, en los dos períodos (enero-febrero y agosto-septiembre-octubre), un desove muy



b)

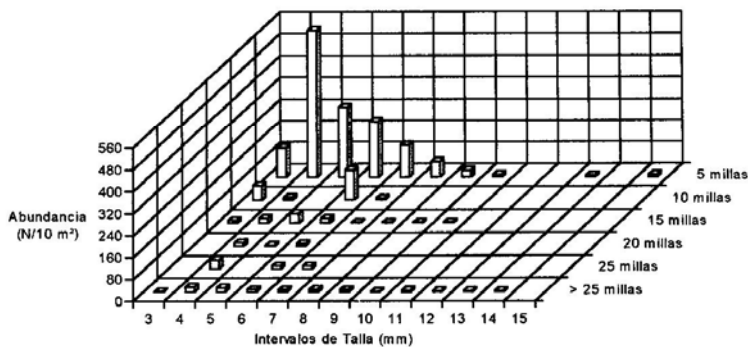


Figura 9. Distribución de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi* fuera de la costa. Diciembre. Zona I. a) Huevos; b) Larvas.

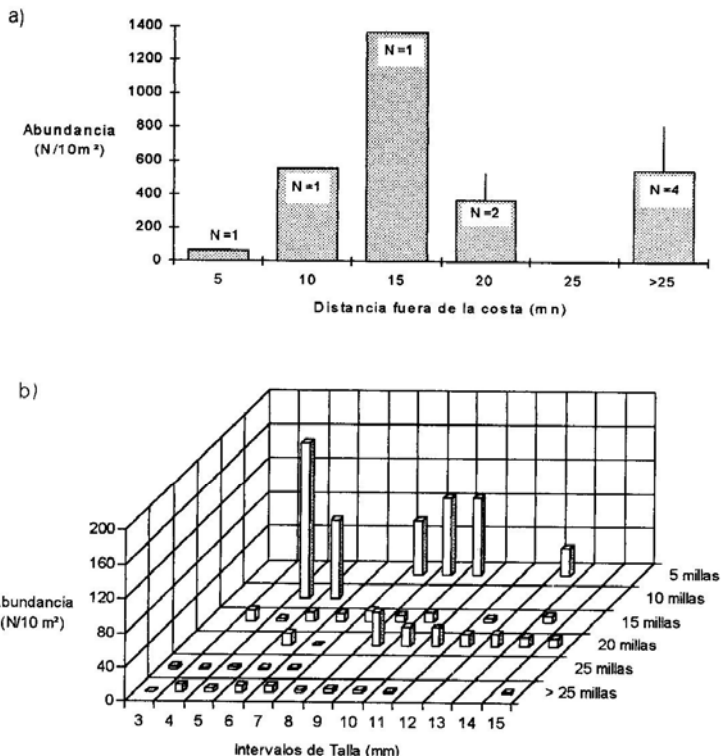


Figura 10. Distribución de huevos y larvas de merluza común *Merluccius gayi gayi* fuera de la costa. Diciembre. Zona II. a) Huevos; b) Larvas.

costero. De manera similar a datos analizados para esta zona (Rojas *et al.* 1983), la presencia de huevos se encontró localizada en pocos centros de desove comparada con una mayor dispersión y abundancia de las larvas. Estos resultados son concordantes con estudios del

desarrollo gonádico en que se evidenció en la zona de Coquimbo, un desove con una máxima intensidad entre julio y noviembre (Balbontín & Fischer 1981). Frente a la isla Chiloé también se apreció un desove importante en julio-agosto-septiembre.

Tabla 2. Índice larval, distancia media de las larvas fuera de la costa (millas náuticas), temperatura superficial del mar (°C), índice de surgencia ($m^3 / s \cdot 1000 m$), en el centro de desove de la merluza común *Merluccius gayi gayi* de la zona central, durante la época principal de desove.

Cruceros	Índice larval	Distancia media fuera de la costa	Índice de surgencia	Temperatura superficial del mar
Sep. 70	$1,37 \cdot 10^{12}$	7	383	11,8
Sep. 80	$2,15 \cdot 10^{11}$	12	507	12,7
Ago. 81	$4,90 \cdot 10^{11}$	11	173	12,7
Sep. 89	$2,67 \cdot 10^{11}$	8	130	12,6

La zona centro-sur presentó las mayores abundancias de huevos y larvas, con una temporada principal de desove entre julio y septiembre, destacando por su elevado número de huevos y larvas, agosto y septiembre, al igual que lo señalado en otros trabajos (Montecinos & Balbontín 1993, Rojas & Blanco 1981). La distribución longitudinal de huevos y larvas fue similar en invierno y primavera. Otoño (abril-mayo-junio) presentó las abundancias más bajas y un desove más restringido a la costa. Desde agosto a noviembre se identificó una época principal de desove en los centros de Papudo-San Antonio y Constitución-San Vicente; para este último centro de desove se observó una actividad de desove menos definida en el tiempo que el de la zona central. Lo mismo concluyeron Balbontín & Fischer (1981) del análisis de los estadios de madurez sexual. Las principales áreas de desove concuerdan con la zona que sustenta la actividad extractiva ejercida sobre esta especie por parte de la flota industrial (Avilés *et al.* 1979).

Al comparar la distribución espacial de huevos y larvas fue posible separar dos patrones. El primero, correspondiente a la zona I, comprendida entre Papudo e Iloca y el segundo, de la zona II, ubicado entre Iloca y Corral. En la zona I se apreció en todos los cruceros un desove principalmente costero,

reflejado en la elevada abundancia de larvas pequeñas y de huevos dentro de las primeras 15 millas frente a la costa. Fueron notablemente menores las abundancias de huevos y larvas a distancias mayores. En el segundo patrón distribucional, referido a la zona II, resultó evidente la mayor extensión longitudinal del desove: el máximo en la abundancia de huevos se situó fuera de las 10 millas. Para el caso de las larvas sucede algo similar con su distribución.

El análisis de la distribución de frecuencia de longitudes larvales ayuda a comprender los procesos de transporte y a la ubicación de áreas favorables para la sobrevivencia larval. En las estaciones ubicadas en el área de desove de la zona II se capturaron con mayor frecuencia larvas grandes. Se apreció una considerable cantidad de larvas mayores a 8 mm, encontrándose las mayores longitudes larvales en el primer tramo de 5 millas desde la costa; también se observaron grupos de larvas grandes a 15 millas en el crucero de diciembre de 1980. En los muestreos con la red Bongo, aparecieron grupos de larvas de mayor tamaño a 5, 20 y fuera de las 25 millas en diciembre de 1981. No se capturaron larvas grandes en la zona I durante el crucero de agosto-septiembre de 1970.

El problema de extrusión de larvas pequeñas se observó en los dos tipos de redes utilizadas para este trabajo, evidenciado por la baja abundancia de larvas de pequeño tamaño, menores a 4,5 mm, que aparecieron en las capturas. Lo mismo ha sido mencionado para esta misma especie (Rojas & Blanco 1983), para la anchoveta del norte *Engraulis mordax* (Lo 1983) y para *Merluccius productus* (Hollowed 1992). En los resultados no se aplicó ningún factor para corregir este problema.

En la zona II, la distribución de las larvas fuera de la costa en el período principal de desove mostró núcleos de abundancia a 20 y a 10 millas fuera de la costa, siendo en general baja la abundancia relativa en las primeras 5 millas, lo que coincide con otras observaciones en el área (*²). Este tipo de patrón distribucional se relaciona con la circulación del mar, atribuible en parte a la topografía submarina y al régimen de vientos. Se evidencia un patrón de circulación que favorece la formación de remolinos frente a Concepción y Punta Lavapié (Cáceres & Arcos 1991), que sumado a la existencia de una circulación costera hacia el norte y el noroeste explicarían la ubicación de las larvas fuera de las 10 millas. Por otra parte, el desove netamente costero en la zona I se asocia parcialmente con la correntometría. En agosto-enero existe evidencia que la dirección de la corriente superficial es hacia el noreste en al menos, las primeras 10 millas y se supone un transporte hacia el noroeste más allá de las 30 millas de la costa (Montecinos & Balbontín 1993). Lo anterior, sumado a la estrechez de la plataforma continental explica la aparición de huevos y larvas más cercanos a la costa.

La distribución de las larvas fuera de la costa puede verse condicionada a algunos mecanismos biológicos o físicos. Con la migración vertical, las larvas grandes podrían evitar el desplazamiento de la capa superficial mar afuera, que para la zona frente a Valparaíso puede alcanzar los 40 m de profundidad (Fonseca 1985); así podrían permanecer en la zona de crianza, mecanismo que se ha propuesto para la anchoveta peruana (Mathisen 1980, citado en Barber & Smith 1981). Otro fenómeno supone que en la zona frente a Papudo se esté produciendo un modelo de recirculación tipo "wind setup" (Csanady 1982, citado en Montecinos & Balbontín 1993), en el que la masa de agua transportada mar afuera se volvería a hundir en un frente oceánico para volver a la zona costera debajo de la capa de Ekman.

Los índices de surgencia entre Los Vilos (31° 56' S, 71° 30' W) y Punta Angeles (33° 03' S, 71° 38' W) tienen un período de máxima intensidad entre octubre y diciembre (Montecinos & Balbontín 1993). Si bien las magnitudes varían en los lugares de medición, la señal anual presenta una tendencia similar. Es notoria la disminución de la magnitud de los valores del índice de surgencia en Quintero (32° 47' S, 71° 32' W) y Montemar (32° 57' S, 71° 33' W) al compararlos con Los Vilos y Punta Angeles (Montecinos & Balbontín 1993). Este fenómeno, explicado por la mayor adición de vorticidad de las costas curvas en relación a las más parejas (Fonseca 1985) y por la influencia local de los vientos producto de la presencia de grandes valles en esas zonas (Montecinos & Balbontín 1993) podría tener un efecto de conservar una zona de surgencias moderadas y con aporte nutritivo de esas zonas intensas de afloramiento que favorecería el desarrollo de las larvas de peces (Bakun & Parrish 1982).

² Núñez, S.; J. Olea & D. Arcos. 1993. XIII Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, pag. 122 (Libro de Resúmenes).

Al comparar los índices larvales con la señal anual del índice de surgencia de Montemar, se encontró que en general los meses principales del desove de *Merluccius gayi gayi* se ubicaron en valores de surgencia bajos. Esta situación no fue tan clara en la comparación con el índice de surgencia mensual de Punta Angeles. La manera en que los parámetros ambientales afectan la sobrevivencia larval y el reclutamiento, se ha planteado en términos generales como la "ventana ambiental óptima" (Cury & Roy 1989). Eventos de surgencia muy débiles incidirían en una disminución de la concentración de alimento; por otro lado, una surgencia fuerte provocaría advección de las larvas; el ajuste del período de máximo desove con la existencia de índices de surgencia moderados minimizaría estos dos efectos extremos.

Las comparaciones realizadas con la distancia media fuera de la costa de las larvas con el índice de surgencia en la escala temporal mensual, no permitieron ajustar todas las observaciones a una relación directamente proporcional, lo que se podría deber a otros factores actuando simultánea o separadamente, como se menciona anteriormente al discutir la distribución longitudinal de las larvas.

Trabajos previos sobre merlúcidos han señalado una relación entre la temperatura superficial del mar y la sobrevivencia larval. En *Merluccius productus* la sobrevivencia larval estaría favorecida en forma directa con el aumento de la temperatura superficial del mar y este factor actuaría independientemente de los procesos de transporte costeros (Bailey 1981). Al relacionar la temperatura superficial del mar en septiembre con el reclutamiento en *M. gayi gayi* entre 1967 y 1987, Zuleta *et al.* (en prensa) encontraron una relación directamente proporcional. En el presente estudio no se encontró alguna rela-

ción entre la temperatura superficial y la abundancia larval en los meses estudiados; ésto podría deberse a la distribución preferencial de los huevos y larvas de merluza común entre los 25 y 75 m de profundidad (Gorbunova *et al.* 1986,³); además, los valores correspondientes a los meses de desove principal se ubicaron en un rango de temperatura muy estrecho, lo que hace más difícil establecer algún tipo de relación.

Los resultados obtenidos permitieron observar un patrón de desove muy similar al de otras especies de merluza en el mundo, tales como la existencia de un desove principal ubicado sobre la plataforma continental, semejante al exhibido por *Merluccius capensis* en el Atlántico sud-este (Olivar *et al.* 1988). El máximo de abundancia del desove tiene lugar en invierno y primavera, como ocurre en *M. capensis* en el Atlántico sud-este, *M. merluccius* y *M. senegalensis* frente a las costas de Africa nororiental y en *M. productus* en la costa de California (Olivar *et al.* 1988, Hickling 1927, Ramos & Fernández 1995, Bailey 1982). El período máximo de desove se produce en meses con índices de surgencia moderados al igual que en *M. productus* (Bailey 1981).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Sr. Hernán Miles del Instituto de Fomento Pesquero por su cooperación en el acceso a las muestras y archivos de esa institución. A los dos revisores anónimos por las valiosas sugerencias que permitieron mejorar el manuscrito. Trabajo financiado parcialmente por el proyecto FONDECYT 92-0531.

³ Balbontín, F.; R. Bravo & V. Valenzuela. 1991. XI Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, pag. 9 (Libro de Resúmenes).

LITERATURA CITADA

- Aguayo, M.; I. Payá; R. Roa & I. Céspedes. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales, 1991. Pesquería demersales "Peces" zona sur austral. Estado de situación y perspectiva del recurso. Corporación de Fomento de la Producción (SGI-IFOP 92/4), Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 89 p.
- Avilés, S.; Aguayo, M.; Inostroza F. y J. Cañon. 1979. Merluza común, *Merluccius gayi* (Guichenot) Teleostomi, Gadiformes, Merluccidae. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. Vol.1 (peces). Corporación de Fomento de la Producción (AP-79-18). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 90 p.
- Bailey, K. 1980. Recent changes in the distribution of hake larvae: Causes and consequences. CalCOFI Reports 21:167-171.
- Bailey, K. 1981. Larval transport and recruitment of Pacific hake *Merluccius productus*. Marine Ecology Progress Series 6:1-9.
- Bailey, K. 1982. The early life history of Pacific hake, *Merluccius productus*. Fishery Bulletin, US, 80(3):589-598.
- Bailey, K. & R. Francis. 1985. Recruitment of Pacific withing, *Merluccius productus*, and the ocean environment. Marine Fisheries Review 47(2):8-15.
- Bakun, A. 1973. Coastal upwelling indices, West coast of North America, 1946-71. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report, NMFS-SSRS-671, 103 p.
- Bakun, A. 1985. Comparative studies and the recruitment problem: searching for generalizations. CalCOFI Reports 26:30-40.
- Bakun, A. & R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CalCOFI Reports 23:99-111.
- Balbontín, F. & W. Fischer. 1981 Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 17(3):285-334.
- Barber, R. & R. Smith. 1981. Coastal upwelling ecosystems. In Longhurst, A.R.(ed.). Analysis of Marine Ecosystems, Pergamon Press, New York.
- Cáceres, M. & D. Arcos. 1991. Variabilidad en la estructura espacio-temporal de un área de surgencia frente a la costa de Concepción, Chile. Investigación Pesquera (Chile) 36:27-38.
- Cury, P. & C. Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment succes in upwelling areas. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46:670-680.
- Chirinos de Vildoso, A. & B. Alegre. 1968. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, *Merluccius gayi* (Guichenot) en la costa peruana. Boletín del Instituto del Mar, Perú-Callao 2(3): 80-106.
- Fonseca, T. 1985. Física de las aguas costeras de la zona central de Chile. Tralka 2(4): 337-354.
- Gorbunova, N.; Evseenko S. & S. Garetovskiy. 1986. Distribution of ichthyoplankton in the frontal zones of the Peruvian waters. Journal of Ichthyology 25(6):67-79.
- Hollowed, A. 1992. Spatial and temporal distributions of Pacific hake, *Merluccius productus*, larvae and estimates of survival during early life stages. CalCOFI Reports 23:100-118.
- Lo, N. 1983. Re-estimation of three parameters associated with anchovy egg and larval abundance: temperature, dependent incubation time, yolk-sac growth rate and egg and larval retention in mesh nets. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SWFC-31, 33 p.

- Montecinos, A. & F. Balbontín. 1993. Índices de surgencia y circulación superficial del mar: Implicancias biológicas en un área de desove de peces entre Los Vilos y Valparaíso, Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 28(1):133-150.
- Olivar, M-P.; P. Rubiés & J. Salat. 1988. Early life history and spawning of *Merluccius capensis* Castelnau in the northern Benguela current. *South African Journal of Marine Science* 6:245-254.
- Parrish, R.; A. Bakun; D. Husby & C. Nelson. 1983. Comparative climatology of selected environmental factors in relation to eastern boundary pelagic fishery production. In: G. Sharp & J. Csirke (eds.). *Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fisheries resources*, San José, Costa Rica, April 1983. *FAO Fisheries Report* 291(3):731-777.
- Poulsen, E. 1957. The hake fisheries off the west coast of Chile. *Proceedings of the eighth Pacific Science Association*, 3: 241-246., *Oceanography National Research Council of Philippines*, University of Philippines.
- Ramos, A. & L. Fernández. 1995. Biology and fisheries of north-west African hakes (*Merluccius merluccius*, *M. senegalensis* and *M. polli*). In: Alheit, J. & T. Pitcher (eds.), *Hake: Biology, fisheries and markets*: 89-124. Chapman & Hall, London.
- Rojas, O. & J. Blanco. 1981. Determinación del área y época de desove de merluza común (*Merluccius gayi*) en el área de su pesquería. *Corporación de Fomento a la Producción*, AP 84-37, 40 p.
- Rojas, O.; Mujica, A.; Labra, M.; Ledermann G. & H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. *Corporación de Fomento a la Producción*, AP 83-31, 97 p.
- Rojas, O.; Mujica, A.; Kelly, R.; Blanco, J. & M. Díaz. 1984. Monitoreo de áreas de desove y su relación con parámetros abióticos. *Corporación de Fomento a la Producción*, AP 84-37.
- Siegel, S. 1972. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Editorial Trillas, México, 346 p.
- Smith, P. & L. Richardson. 1979. Técnicas modelos para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. *FAO, Documentos Técnicos para la Pesca* 175:107 p.
- Sokal, R. & J. Rohlf. 1979. *Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume Editociones, Madrid. 832 p.
- Zuleta, A.; Balbontín, F.; Rosales, S. & M. Aguayo. Factores dependientes e independientes de la densidad del stock que influyen en el reclutamiento de la merluza común *Merluccius gayi gayi* de la costa de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* (manuscrito en revisión).