Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso
Carrera de Biología Marina

ESTUDIO DE LOS PATRONES DE VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL EN HUEVOS Y LARVAS DE MERLUZA COMUN

TESIS

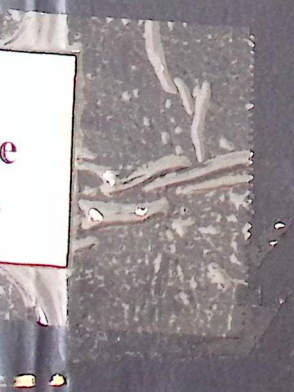
Presentada al
Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso

Para optar al grado de Licenciado en Biología Marina

por
ROLANDO IVAN BERNAL DERAMOND

Director de Tesis:
FERNANDO BALBONTIN CAVADA

Mayo, 1994



Nº MARC 35626

M
B517e
1994

Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso
Carrera de Biología Marina

ESTUDIO DE LOS PATRONES DE VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL EN HUEVOS Y LARVAS DE MERLUZA COMÚN

TESIS

Presentada al
Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso

INSTITUTO DE OCEANOLOGIA
BIBLIOTECA
T0003
Universidad de Valpso.

Para optar al grado de Licenciado en Biología Marina

por

ROLANDO IVÁN BERNAL DERAMOND

Director de Tesis:
FERNANDO BALBONTÍN CAVADA

Mayo, 1994

INSTITUTO DE OCEANOLOGIA
BIBLIOTECA
5447
U. DE VALPSO.

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE TABLAS.....iii

LISTA DE FIGURAS.....iv

RESUMEN.....viii

INTRODUCCIÓN.....2

HIPÓTESIS.....7

OBJETIVOS.....7

MATERIALES y MÉTODOS.....8

Muestras biológicas.....8
Factores ambientales.....15
Tratamiento de los datos.....16

RESULTADOS.....21

Relación diurno-nocturna en la abundancia de larvas.....21
Extensión del área de desove.....27
Época y centros de desove.....29
Relación entre las larvas y el ambiente.....44

DISCUSIÓN.....49

CONCLUSIONES.....57

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....58

AGRADECIMIENTOS.....64

LISTA DE TABLAS

1. Lista de las prospecciones de ictioplancton utilizadas en la presente tesis 9

LISTA DE FIGURAS

1. Diseño de las redes utilizadas para el muestreo planctónico. a) Hensen, b) CalCOFI, c)Bongo 11

2. Aspecto del huevo de merluza en sus distintos estados
   a) Huevo recién liberado
   b) Huevo poco antes del cierre del blastoporo
   c) Embrión próximo a la eclosión 13

3. Estadios de cría y prelarvas de merluza común.
   a) Cría de tres días (4,46 mm de longitud total).
   b) Prelarva de nueve días después de la eclosión del huevo (4,7 mm de longitud total) 14

4. Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Julio de 1979.
   a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.
   b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval 22

5. Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Diciembre de 1980.
   a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.
   b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval 23

6. Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Septiembre de 1980.
   a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.
   b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval 24

7. Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Marzo de 1980.
   a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.
   b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval 25

8. Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Septiembre de 1979.
a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval
b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval 26

9. Estaciones positivas para huevos y larvas de merluza común, 1964-1991.....28

10. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período enero - febrero. Zona norte 30

11. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período agosto-septiembre-octubre. Zona norte 31

12. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período abril, mayo y junio. Zona centro-sur.....32

13. Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Junio de 1991 33

14. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período julio, agosto y septiembre. Zona central.....34

15. Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Agosto de 1970.
a) Zona central, larvas y huevos.
b) Zona central, larvas (cambio de escala).
c) Zona sur, larvas y huevos.....36

16. Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Septiembre de 1980.
a) Zona central, larvas y huevos.
b) Zona sur, larvas y huevos 37

17. Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Agosto de 1981.
a) Zona central, larvas y huevos.
b) Zona central, sólo larvas (cambio de escala).
c) Zona sur, larvas y huevos.
d) Zona sur, sólo larvas (cambio de escala).....39

18. Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período noviembre diciembre, zona centro- sur 40

19. Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Diciembre de 1980.
a) Zona central, larvas.
b) Zona sur, larvas.....41

20. Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Diciembre de 1981.
a) Zona central, larvas y huevos.
b) Zona central, sólo larvas (cambio de escala).
c) Zona sur, larvas y huevos.
d) Zona sur, sólo larvas (cambio de escala).....43

21. Índices larvales y señal anual del índice de surgencia de Montemar.....45

22. Índice larval versus el índice de surgencia de Pta. Ángeles, medido en el mes en que se realizó el crucero 45

23. Distancia media fuera de la costa versus el índice de surgencia mensual de Pta. Ángeles.....46

24. Índice larval versus índice de turbulencia proveniente de datos de vientos mensuales desde Pta. Ángeles 48

25. Índice larval versus temperatura superficial del mar, medido en Montemar en el mes de cada crucero.....48

26. Gráfico de la "ventana ambiental óptima" (tomado de Cury y Roy 1989) 54

RESUMEN

Una forma de entender la alta variabilidad que presentan en su abundancia los stocks de peces en explotación es mediante el análisis de series históricas de datos. Los estudios basados en el ictioplancton entregan información significativa sobre aspectos reproductivos de la especie en estudio.

Se analizaron 28 cruceros de ictioplancton realizados entre 1964 y 1991, entre Arica y Chiloé. Se separaron y contaron huevos y larvas de la merluza común, midiéndose la longitud estándar de las últimas. Además se contó con series de datos ambientales provenientes de las estaciones meteorológicas de Montemar y Punta Ángeles.

Los huevos y larvas de esta especie se distribuyeron entre Antofagasta y Chiloé, y hasta las 150 millas fuera de la costa. Se encontraron dos zonas principales de desove, una situada entre Papudo e Iloca (32°30' y 35°00' LS respect.) y el otro entre Iloca y Corral (40°00' LS) en una época principal que ocurre entre agosto y septiembre. En el primer centro se produjo un desove principalmente costero evidenciado por la elevada aparición de larvas pequeñas y de huevos dentro de las primeras 10 millas fuera de la costa. Entre Iloca y Corral el máximo en la abundancia de huevos fluctuó en distancias fuera de las 15 y 25 millas, y para las larvas fuera de las 10 millas.

La abundancia larval en la época principal de desove alcanzó sus valores más altos en índices de surgencias bajos y moderados. La relación de la abundancia larval con la temperatura superficial del mar entregó una tendencia poco definida. Al relacionar la distancia media de las larvas fuera de la costa con el índice de surgencia se obtuvo un resultado que no es posible interpretar únicamente sobre la base de procesos advectivos.

Tesis financiada por el proyecto FONDECYT 92-0531

INTRODUCCIÓN

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 a uno de los sistemas de corrientes de margen oriental conocido como corriente de Humboldt.

Este ecosistema comparte con otras tres regiones subtropicales asociadas a las corrientes de California, Canarias y Benguela, rasgos comunes entre los que destacan la alta productividad, la dinámica ambiental intensa expresada en anomalías térmicas, fenómenos advectivos y de transporte y la presencia, tanto en la comunidad pelágica como demersal, de un conjunto casi idéntico de especies dominantes que exhiben un patrón semejante de crecimiento y colapso de las pesquerías a las que han dado origen (Bakun 1985).

Desde 1940 y hasta la década del setenta, la merluza común fue el recurso que sustentó la pesquería de arrastre más importante del país que operó sobre la plataforma continental y el talud de la zona central, entre Punta Gruesa (31°LS) y Corral (40°LS) (Yañez *et al.* 1985). Sus capturas oscilaron durante los últimos quince años de ese período de explotación intensa en alrededor de las 80 mil toneladas. A partir de 1971 se inicia una rápida disminución de las capturas, desde 1975 y hasta 1987 las capturas totales fluctúan entre las 25 y 37 mil toneladas. Luego, se aprecia un aumento que alcanza las 64 mil toneladas en 1991 (Sernap 1992). Desde 1983 su pesca está limitada en forma de cuotas de captura.

Para el caso de la merluza del Pacífico *Merluccius productus* en el hemisferio norte, es claro que la fuerza relativa de las clases anuales es determinada en las primeras etapas del ciclo vital, lo que implica que una gran abundancia de larvas y juveniles tempranos originan clases anuales fuertes después del reclutamiento (Hollowed 1992).

Las referencias a la época y zona de desove de la merluza común frente a Chile comienzan con Porter (1903) quien al analizar material gonádico concluyó que el desove se produce entre octubre-noviembre y abril-mayo. A una conclusión similar llegó Poulsen (1952), especificando que la época del desove se extendería entre octubre

y abril, pero con una máxima intensidad en noviembre-diciembre y con menor fuerza en mayo-abril. De Buen (1958, 1961) por medio del estudio de madurez gonádica fijó el inicio de la actividad reproductiva alrededor del mes de agosto. Fischer (1959) reportó el hallazgo de huevos y prelarvas de merluza común en muestras de zooplancton recolectadas en el litoral frente a Montemar en los meses de marzo, julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, puntualizando que la mayor abundancia se presentó durante el período septiembre- diciembre.

Por medio del material gonádico obtenido en el área de distribución de la pesquería (Los Vilos-Corral), y antecedentes de otros investigadores, se determinó que para la zona central el desove principal ocurriría entre septiembre y diciembre (Avilés *et al.* 1979, Balbontín y Fischer 1981).

El análisis de la presencia y abundancia de huevos y larvas de *Merluccius gayi peruanus* obtenidos de muestras planctónicas frente a la costa peruana, señalan que el desove se produce desde agosto a diciembre (Chirinos de Vildoso y Alegre 1968)

En relación a la distribución espacial del desove, Avilés *et al.* (1979) manifiestan que el análisis de las frecuencias de fases de madurez permitió identificar dos zonas principales de concentración genética, ubicadas entre Papudo (32°30'LS) y el norte de Valparaíso (33°00'LS), y entre Bahía Carnero (37°30'LS) y Punta Morguilla (37°42') respectivamente, señalando además la presencia de un foco secundario en Punta Sirena (35°00'LS).

Los estudios realizados sobre el ictioplancton de cruceros bioceanográficos ejecutados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) entre los años 1964 y 1981, concluyen que la merluza común desova frente a la costa de Chile en su franja costera desde los 18°40'LS hasta al menos los 42°00'LS, pero con una mayor intensidad en el área prospectada entre Papudo (32°30'LS) y San Antonio (33°35'LS) y entre Constitución (35°30'LS) y Bahía Carnero (36°30'LS). Determinan, a la vez que longitudinalmente la distribución de los huevos es típicamente costera, revelando un carácter principalmente nerítico del desove, y la mayor dispersión para las larvas con respecto a las áreas del desove que, en todo caso no exceden el límite oeste de las 90 millas. El período de máxima intensidad del desove se ubicaría a fines de invierno y comienzos de primavera (Rojas y Blanco 1981, Rojas *et al.* 1983 y Rojas *et al.* 1984).

Los esfuerzos han sido incipientes por relacionar la presencia y temporalidad de huevos de merluza común a las condiciones ambientales; éstos sólo se han referido a mediciones de temperatura y salinidad superficiales. En un primer intento, Rojas y Blanco (*op. cit.*) señalaron la presencia de huevos de *M.gayi* para temperaturas superficiales de 9° y 12°C. Rojas *et al.* (1983) señalan que la presencia de huevos se encuentra relacionada a rangos de temperatura relativamente estrechos (10,5° a 14,5°C), mientras que la salinidad, también superficial, estuvo comprendida entre $31*10^{-3}$ y $34,6*10^{-3}$, parámetros que se encuentran dentro de las características de las aguas subantárticas. Los resultados de estas investigaciones, que no consideraron a las larvas, son discutidas en Rojas *et al.* (1983) donde se manifiesta la poca validez de relacionar parámetros superficiales del agua de mar con los huevos de merluza, tomando en consideración que para esta especie y su similar del hemisferio norte, antecedentes relativos a su distribución batimétrica indican que éstos están presentes en mayor abundancia en, o bajo la termoclina (Ahlstrom 1959, Bailey *et al.* 1982, Gorbunova *et al.* 1986, Balbontín *et al.* 1991), y además sin considerar aspectos tan importantes como el transporte de Ekman.

Los trabajos dirigidos a relacionar a los factores ambientales con la abundancia larval, y por ende a la problemática del reclutamiento en el hemisferio norte comenzaron con Hjort (1914) quien centró su enfoque en la importancia de la componente ambiental en las fluctuaciones de las pesquerías del Atlántico Norte, señalando que las causas de mortalidad larval, tales como la falta de alimento en el plancton una vez consumido el vitelo y la deriva hacia áreas desfavorables para su desarrollo, eran determinantes de la fuerza de la clase anual a la que daban origen esas larvas.

Más tarde surgieron hipótesis más específicas, entre las que cabe mencionar las de "ajuste/desajuste" (Cushing 1975), de la "estabilidad de la capa superficial del océano" (Lasker 1975) y de la "divergencia de zonas de concentración de alimento", las que en conjunto reciben el nombre genérico de hipótesis de "hambruna" (Bakun 1985).

Otra hipótesis plantea que la alteración del patrón normal de corrientes al cual están sintonizadas las estrategias reproductivas, afecta la sobrevivencia de las primeras fases del desarrollo. Postulado que llevó a que Sinclair & Iles (1989) elaboraran la hipótesis "miembro/vagancia", de mayor alcance y profundidad teórica que las demás; la que en síntesis enfatiza que una población, debido a la ausencia de

barreras geográficas, requiere estar en el lugar apropiado durante las diferentes etapas de su ciclo de vida para que la población persista como tal. A diferencia de la variante previa, ahora el concepto de pérdida por mortalidad frente a condiciones adversas se sustituye por el concepto de vagancia. Se argumenta que las zonas de desove están asociadas a estructuras hidrográficas que generan áreas de retención larval que aseguran la integridad de la población. Esta hipótesis da más importancia a las presiones selectivas del ambiente en favor de la selección del ciclo vital que la selección producto de la cadena alimentaria, lo cual significa a su vez la prevalencia de los procesos de pérdida espacial por sobre los procesos energéticos tales como competencia, depredación y enfermedades.

Bernal (1981), al evaluar la importancia de la interacción del ambiente físico-oceanográfico sobre el zooplancton en la Corriente de California, concluyó que la variabilidad interanual en la fuerza de la corriente y los patrones de flujos determinan el comportamiento del componente biológico del ecosistema. Postula que este ecosistema no opera bajo condiciones de equilibrio, y que los clásicos procesos biológicos interactivos tales como competencia y depredación jugarían un rol secundario en determinar la abundancia de las especies si se comparan con el rol de las condiciones físicas.

Han sido numerosos los trabajos en el hemisferio norte que han intentado relacionar a los factores ambientales con la abundancia poblacional de larvas, siempre enfocados hacia el problema del reclutamiento y a la fuerza de las clases anuales, entre los que destacan Parrish & McCall (1978) quienes observan un efecto positivo de la surgencia costera producida justo antes del período de desove, en la sobrevivencia larval de *Scomber japonicus*. Bailey (1981), también considera a los fenómenos de deriva oceánica como importantes en la historia de vida de los peces, en su caso para la merluza del Pacífico *Merluccius productus* informa de un efecto negativo para las larvas producto de altos índices de surgencia y el consecuente transporte fuera de la costa; si bien encontró una relación positiva de la temperatura superficial del mar con la sobrevivencia larval la explicación causal no es muy clara.

Parrish *et al.* (1983), comparan las principales características ambientales de cuatro bordes orientales de continentes, los sistemas de corrientes de California, Humboldt, Canarias y Benguela. Para el caso de los clupeidos, sus períodos de desove se ajustan para minimizar los efectos de la mezcla turbulenta inducida por el viento y

el transporte fuera de la costa. En relación a la temperatura, estos autores encuentran que donde hay anomalías cálidas o bien donde las anomalías frías son menos intensas suelen corresponder a zonas de desove de peces pelágicos.

Al relacionar diversos parámetros ambientales con índices de mortalidad larval en la anchoveta del norte *Engraulis mordax*, Peterman & Bradford (1987) afirman que la velocidad del viento es significativa para determinar el nivel de sobrevivencia de las larvas de esta especie.

Bailey & Francis (1985), analizando la temperatura superficial del mar con la fuerza de las clases anuales de *M. productus* encontraron que años fríos regularmente producen clases anuales débiles, y que años cálidos , a su vez , producirían clases anuales fuertes, lo que explican al asociar los años fríos con períodos de intensas surgencias costeras y por ende a fuertes procesos advectivos y de transporte que llevarían a las larvas fuera de las mejores zonas para su sobrevivencia; otra explicación que no necesariamente excluye a la anterior es que la baja temperatura implicaría una baja tasa de crecimiento larval. Estudios posteriores en esta misma especie, y que tienden a afinar más el problema del transporte larval, indican que las clases anuales fuertes de la merluza del Pacífico ocurren después de períodos de baja intensidad de surgencia durante comienzos de invierno (inicio del período de máxima intensidad del desove), seguido por un período de fuertes surgencias en primavera, siendo importante el orden en la secuencia de eventos para que se produzca el resultado positivo en la sobrevivencia (Hollowed & Bailey 1989).

Debido a la amplia variedad de posibles relaciones de las fluctuaciones ambientales en las variaciones del reclutamiento y a la diversidad de series de tiempo meteorológicas, oceanográficas u otras que pudieran estar asociadas a esas relaciones, resulta aventurado sacar conclusiones o generalizaciones a partir de series de datos demasiado cortas y que por azar llegan a alcanzar una significancia estadística; ésto explica el poco éxito de los intentos empíricos en relacionar las variaciones en el reclutamiento con las variaciones ambientales (Bakun 1985). De aquí la importancia de disponer de series históricas de datos, para poder encontrar relaciones válidas en esta problemática.

HIPÓTESIS

Se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

- El desove de la merluza común está relacionado espacio- temporalmente por el ambiente oceánico, fluctuando su distribución y abundancia según los cambios periódicos de las variables abióticas.

OBJETIVOS

GENERAL:

Entregar antecedentes acerca del desove de la merluza común y la distribución de sus larvas, explicando sus relaciones con las principales variables ambientales.

ESPECÍFICOS:

- Definir el área y la época de desove de *Merluccius gayi gayi* en la costa de Chile.
- Definir la distribución y las fluctuaciones temporales de la abundancia larval de *M. gayi gayi*.
- Relacionar las principales fluctuaciones ambientales con la variabilidad espacio temporal de los huevos y larvas de la especie.

MATERIALES y MÉTODOS

Muestras biológicas.

1.- Muestreo

Las muestras fueron recolectadas en 28 prospecciones de ictioplancton realizada entre 1964 y 1991; en una grilla de muestreo acumulada que abarcó desde Arica (18°30'LS) hasta Chiloé (44°00'LS) y desde la costa hasta los 79°00'LW (Tabla 1).

Los sistemas de muestreo involucrados en cada crucero bioceanográfico variaron según los objetivos y la infraestructura disponible, sus principales características se explican a continuación.

a) Red Hensen (Fig. 1a)

Con una abertura de boca de 0,42 m^2, esta red presenta un cono de reducción que logra darle una eficiencia de filtración inicial de prácticamente el 100%. Su tamaño de abertura de poro es de 0,30 mm y fue diseñada para cortos arrastres verticales debido a que el reducido tamaño de abertura de poro hacen que sea muy fácil el taponamiento de la malla (UNESCO 1968). Por lo demás, su pequeña área de abertura de boca sumado a la presencia de bridas frente a ésta, facilita el evitamiento de ejemplares larvales de tamaño medio y grande.

Esta red se usó para arrastres verticales que no superaron los 50 m de profundidad. Las muestras así conseguidas se consideraron en el análisis de la distribución horizontal de la presencia de huevos y larvas de merluza.

Tabla 1.- Prospecciones de ictioplancton realizadas entre 1964 y 1991.

Crucero	Red	Período		Extensión (Lat.S.)	
		Inicio	Término	Inicio	Término
07(4)64ye[1]	Hensen	23/10/64	28/11/64	33°03,0'	40°00,0'
10(1)65cd[1]	Hensen	07/01/65	26/02/65	36°12,1'	40°00,0'
12(4)65cd[1]	Hensen	05/06/65	29/06/65	33°05,9'	39°59,1'
17(4)65cd[1]	Hensen	19/11/65	30/11/65	33°06,0'	37°08,7'
38(4)67cd[1]	Hensen	03/10/67	24/10/67	32°34,5'	37°32,0'
44(2)68cd[1]	Calcofi	21/04/68	10/06/68	32°28,5'	29°50,9'
46(3)68cd[1]	Hensen	14/08/68	26/08/68	32°50,5'	37°30,3'
51(4)68cd[1]	Hensen	15/12/68	20/12/68	33°06,2'	37°07,8'
71(4)69cd[1]	Hensen	06/12/69	17/12/69	32°37,0'	38°00,0'
78(1)70cd[1]	Hensen	22/02/70	02/03/70	35°30,0'	40°00,0'
84(3)70cp[1]	Calcofi	24/08/70	14/10/70	32°28,5'	39°50,9'
202(3)79cp[1]	Calcofi	11/07/79	21/07/79	35°59,0'	37°07,0'
204(3)79cp[1]	Calcofi	26/09/79	03/10/79	35°58,5'	37°21,5'
207(3)79cp[1]	Calcofi	29/11/79	07/12/79	35°58,0'	37°22,6'
208(1)80it[1]	Calcofi	20/01/80	10/2/80	18°25,0'	30°20,0'
212(1)80it[1]	Calcofi	23/03/80	02/04/80	35°19,9'	37°40,0'
223(3)80it[1]	Calcofi	22/09/80	03/10/80	32°00,5'	43°00,0'
228(4)80tr[1]	Calcofi	11/10/80	22/10/80	18°26,0'	25°20,0'
232(4)80it[3]	Calcofi	01/12/80	13/12/80	32°20,0'	40°20,0'
246(3)81it[1]	Bongo	07/08/81	29/08/81	32°10,1'	41°59,9'
247(3)81it[1]	Bongo	18/08/81	04/10/81	18°30,0'	30°29,9'
250(4)81it[1]	Bongo	25/11/81	15/12/81	32°08,1'	40°30,6'
251(1)82it[1]	Bongo	04/02/82	22/02/82	18°30,2'	30°30,3'
279(4)83cp[1]	Calcofi	08/11/83	17/11/83	33°00,0'	35°40,0'
Papu Sep89[2]	Bongo	08/09/89	13/09/89	32°00,0'	33°00,0'
Papu Ene90[2]	Bongo	04/01/91	09/01/91	32°00,0'	33°00,0'
337(2)91am[1]	Bongo	04/06/91	29/06/91	35°00,0'	39°40,0'
340(4)91am[1]	Bongo	10/11/91	18/12/91	33°57,0'	40°15,2'

NAVES:

ye = Yelcho — it = Itzumi

cd = Carlos Darwin — am = Abate Molina

cp = Carlos Porter — tr = Tiberíades

1 Cruceros realizados por el IFOP.

2 Cruceros realizados por el Instituto de Oceanología, proyecto FONDECYT 89-0311.

3 Muestras de huevos extraviadas.

b) Red CalCOFI[4] (Fig. 1b)

De forma cilindro - cónica con una abertura de 100 centímetros de diámetro (0,79 m^2 de área de boca) y una longitud total de 410 centímetros.

La sección anterior cilíndrica de 100 cm de diámetro y 100 cm de longitud está confeccionada con malla sintética monofilamento de 0,30 mm de abertura y la posterior cónica de 100 cm de diámetro anterior, 11 cm de diámetro posterior y 267 cm de largo confeccionada con malla similar a la descrita para la sección cilíndrica. El área efectiva de filtración corresponde a 7,110 m^2 y la relación área filtrante/área de la boca es de 3,98. Se usó en arrastres oblicuos que alcanzaron una profundidad máxima de 220 m. Los datos así obtenidos se ocuparon en el estudio cuantitativo de huevos y larvas.

c) Red Bongo (Fig. 1c)

Consiste en un sistema de dos redes cónicas con una abertura de 60 cm de diámetro (0,28 m^2 de área de boca) y una longitud total de 249 cm, confeccionada con malla sintética monofilamento de 0,30 de abertura.

El área efectiva de filtración es de 2,788 m^2 y la relación área filtrante/área de la boca es de 4,6.

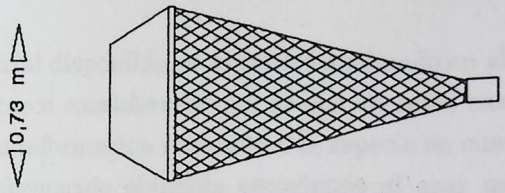
La red termina en una sección separable, consistente en un cilindro colector rígido destinado a concentrar el plancton retenido por la sección filtrante de la red a la cual se une mediante una abrazadera metálica.

Este sistema de redes de difundido uso en la actualidad, exhibe como sus principales ventajas el carecer de bridas por delante de la boca y reducir el evitamiento de las larvas; así como también, debido a que son dos redes actuando simultáneamente se obtienen muestras replicadas.

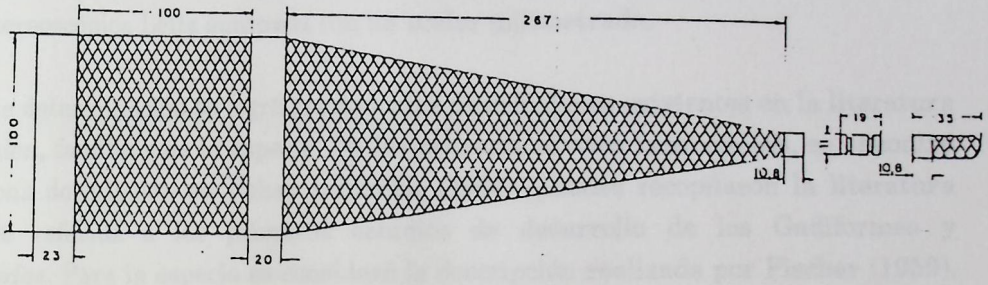
Esta red se usó en arrastres oblicuos cuyas máximas profundidades no superaron los 220 m. Los datos así obtenidos se ocuparon para el análisis cuantitativo de huevos y larvas de merluza frente a nuestras costas.

---

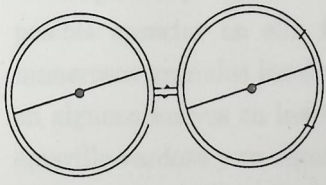
[4] California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations.



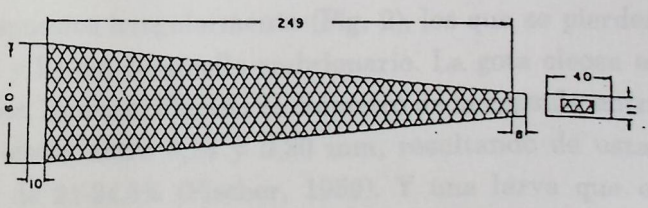
a)



b)



Vista frontal



c)

Figura 1.- Diseño de las redes utilizadas para el muestreo planctónico.

a) Hensen

b) CalCOFI

c) Bongo

(b y c tomadas de Rojas *et al.*,1983)

2.- Análisis de las muestras planctónicas

Del material disponible, se encontró analizado en algún grado de procesamiento a 20 de los cruceros considerados por lo que en estos casos se revisaron los archivos que contenían la información referente a la especie en cuestión. En algunos de ellos se comprobó la información obtenida escogiendo al azar muestras de huevos y larvas correspondientes a una o varias estaciones y sometiéndolas a una revisión completa.

En el resto del material fue necesaria la determinación, separación y conteo de huevos y larvas de merluza desde las muestras zooplanctónicas. Se realizó bajo una lupa estereoscópica Leitz equipada con un ocular milimetrado.

La determinación se logró gracias a las descripciones existentes en la literatura de el orden, familia y de la especie. De los primeros niveles taxonómicos, se encontró una buena descripción en Fahay y Markle (1984) quienes recopilaron la literatura existente referida a los primeros estadios de desarrollo de los Gadiformes y *Merluciidae*. Para la especie se consideró la descripción realizada por Fischer (1959). Este autor, al caracterizar el huevo de *Merluccius gayi gayi* puso de relevancia a la forma esférica, con vitelo no segmentado, espacio perivitelino muy pequeño y gota oleosa grande y única. La cápsula aparentemente es lisa, pero con mayor aumento es posible apreciar en ella finos surcos y estrías. La superficie del vitelo presenta numerosos gránulos incoloros, dispuestos irregularmente (Fig. 2), los que se pierden en algunos huevos en las fases II y III del desarrollo embrionario. La gota oleosa es amarillo-verdosa y en algunos casos, incolora. Fluctúa el diámetro de la cápsula entre 1,12 y 1,27 mm y el de la gota oleosa entre 0,24 y 0,30 mm, resultando de estas medidas un índice óleo-capsular de 21-24,5% (Fischer, 1959). Y una larva que es separable para fines descriptivos según su tamaño:

- Larvas de hasta 5 mm de longitud estándar aproximadamente; tamaño que alcanza en un lapso de 4 a 5 días a una temperatura de 13,1°C (Fischer 1959) (Fig. 3a). En este estado, el pez puede caracterizarse principalmente por la disposición de sus melanóforos.

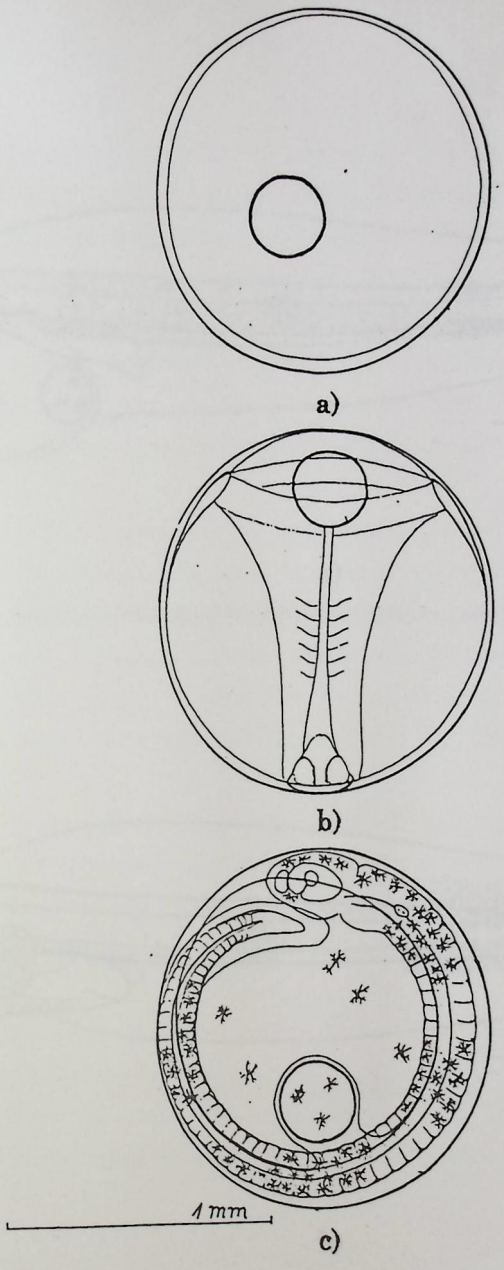


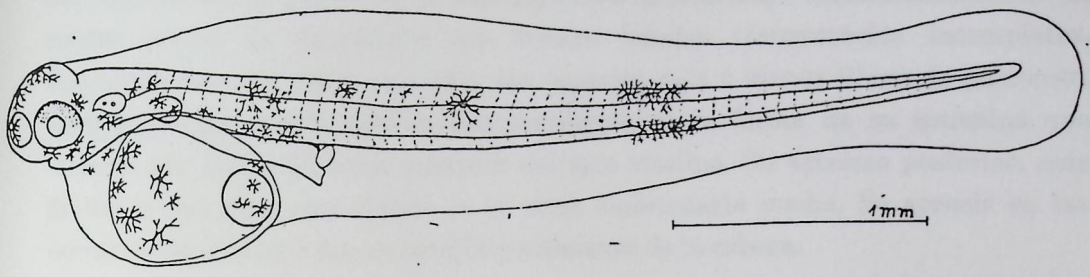
Figura 2.- Aspecto del huevo de merluza en sus distintos estados

a) Huevo recién liberado

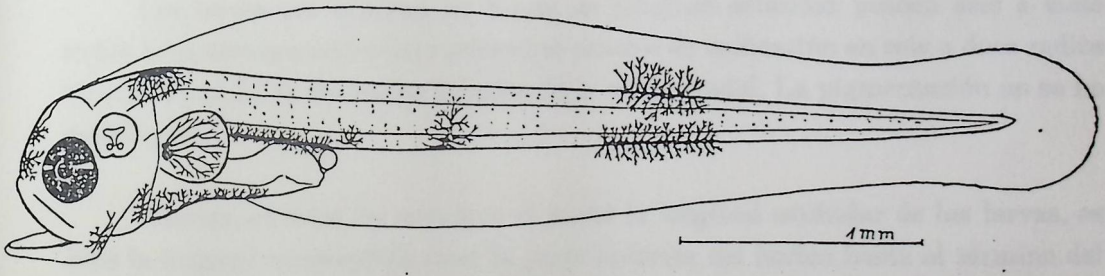
b) Huevo poco antes del cierre del blastoporo.

c) Embrión próximo a la eclosión.

(Tomado de Fischer, 1959).



a)



b)

Figura 3.- Estadios de cría y prelarvas de merluza común.

a) Cría de tres días (4,46 mm de longitud total).

b) Prelarva de nueve días después de la eclosión del huevo (4,7 mm de longitud total).

(Tomado de Fischer 1959)

En la cabeza se distribuyen delante, encima y detrás de los ojos, extendiéndose hasta las cápsulas óticas; y en el cuerpo este pigmento se distribuye fundamentalmente en cuatro grupos de melanóforos que forman bandas transversales incompletas, dispuestas lateralmente y separadas por espacios más o menos libres de pigmento. Otro factor importante para su reconocimiento es la forma de su intestino que termina por detrás del borde posterior del saco vitelino. Su extremo posterior, más grueso y casi recto, está alejado de la aleta embrionaria media. Se aprecia en las larvas cercanas a los 5 mm un notable crecimiento de la cabeza.

- Larvas que sobrepasan ya los cuatro y medio días de edad y un tamaño aproximado de 5 mm, hasta los 8 mm de longitud estándar; a una temperatura de 13,5°C. El pigmento se distribuye en forma similar al estadio recién descrito, intensificándose el pigmento de la cabeza, especialmente en el plano anterior de las regiones nasal y frontal. El saco vitelino ya se encuentra bastante reducido, siendo apenas más largo que la cabeza (Fischer 1959)(Fig. 3b).

- Las larvas que alcanzan los 8 mm de longitud estándar poseen seis a siete radios braquióstegos osificados y presentan centros de osificación en seis a doce radios ventrales y en hasta dos radios dorsales de la aleta caudal. La pigmentación no se ha modificado.

Además, en todas las muestras se midió la longitud estándar de las larvas, es decir la longitud comprendida entre la parte anterior del hocico hasta el término del urostilo o hasta la parte posterior de la placa hipural en el caso de aquellos ejemplares en los cuales se había completado el desarrollo del complejo hipural.

Factores ambientales.

Se tuvo acceso a la base de datos construida en el Laboratorio de Peces del Instituto de Oceanología que recopila información de vientos y de temperatura superficial del mar desde estaciones meteorológicas ubicadas en Montemar, y Punta Ángeles. También se tuvo acceso al índice de surgencia y al índice de turbulencia

calculados a partir de los datos de vientos según la metodología descrita en Bakun (1973) y Elsberry y Gargwood (1978, citado en Mendo *et al.* 1987) respectivamente. La información aportada desde estos centros se puede resumir como datos de vientos, tres mediciones diarias entre 1985 y 1989 para Montemar, y de 1966 a 1991 en Punta Ángeles; además se consideró las tres mediciones diarias de temperatura superficial obtenidas en Montemar entre los años de 1961 y 1991.

Tratamiento de los datos.

Todos los datos relevantes para los posteriores análisis se guardaron en archivos computacionales construidos en la forma de planillas de cálculo.

1.- Estandarización de abundancias de huevos y larvas de merluza.

Para comparar las abundancias fue necesario llevar los datos de huevos y larvas a una unidad de área de mar comparable (10 m^2); para este efecto se acogió el método descrito por Smith y Richardson (1979), que es detallado a continuación.

La expresión que logra estimar este valor relativo es:

$$C = 10 \cdot \frac{d}{w} \cdot c$$

donde:

C = Número de huevos o larvas en una unidad de área de mar (10 m^2)

d = Profundidad máxima del lance (metros).

w = Volumen de agua filtrada por la red de plancton (m^3).

c = Número de huevos o larvas en la muestra.

El valor "d" se obtiene de los datos del lance por medio de la ecuación:

$$d = W \cdot \cos\left(\arctan \overline{T}\right)$$

donde:

W = Cantidad de cable arriado (metros)

$\overline{T}$ = Tangente promedio del ángulo del cable, registrado a intervalos de 10 metros durante el izado de la red:

$$\overline{T} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} \tan\theta$$

A su vez el volumen de agua filtrada (w) se obtiene de:

$$w = a \cdot b$$

donde:

a = Área de la boca de la red.

b = Largo de la trayectoria del arrastre. Proveniente de la multiplicación de las revoluciones del flujómetro y el factor de calibración del mismo.

Para el caso de los cruceros de los años 1981 y 1982. El IFOP ocupó la siguiente variación de la fórmula original para obtener el volumen de agua filtrada (w):

$$w = Q \cdot t$$

donde:

Q = Volumen de agua filtrada por unidad de tiempo (m^3/s).

t = Tiempo empleado en el arrastre de la red.

El valor Q se extrae de:

$$Q = V \cdot A$$

donde:

V = Velocidad de arrastre de la red expresada en metros/segundo.

A = Arrea (m^2) de la boca de la red.

La velocidad (V) se obtiene a partir de un ajuste de la curva de calibración del flujómetro:

$$V = a \cdot N + b$$

donde:

N = Número de revoluciones del flujómetro.

a, b = Constantes.

2.- Estimaciones de valores perdidos o erróneos:

En algunos casos, debido a la antigüedad de las muestras con que se trabajó, los archivos de los cruceros conteniendo información necesaria para los cálculos recién descritos se encontraron incompletos; por lo que fue necesario realizar estimaciones utilizando los mismos datos del crucero para obtener el valor faltante, éstos son detallados a continuación:

i) Cruceros 44(2)68 y 84(3)70:

Debido a la ausencia de los factores de calibración de los flujómetros, el volumen de agua filtrada se calculó sobre la base de la velocidad del buque que correspondió a 2 nudos (Hernán Miles, IFOP, comm. pers.).

ii) Crucero 204(3)79:

En este caso resultaron ausentes las mediciones de los ángulos del cable al ser arriado, información necesaria para determinar la profundidad real del lance; se optó por tomar los valores de la longitud del cable arriado (α) y de la profundidad real alcanzada por éste (β) obtenidos del crucero inmediatamente anterior, y que utilizó la misma embarcación, el mismo personal y los mismos materiales de muestreo. De la regresión se obtuvo la ecuación:

$$\beta = 0{,}549522 \cdot \alpha - 8{,}99358$$
$$r^2 = 0{,}71$$

iii) Crucero 208(1)80:

En la estación 3,4 faltó el número de revoluciones del flujómetro por lo que se estimó a partir de la regresión tangente promedio (δ) v/s revoluciones del flujómetro (θ), que resultó en la ecuación:

$$\theta = 4631{,}27 + 1302{,}57\,\delta$$
$$r^2 = 0{,}71$$

iv) Crucero 223(3)80:

En la estación 46 faltó el dato del número de revoluciones del flujómetro, se estimó desde la regresión longitud del cable arriado (μ) v/s rev. flujómetro (ω):

$$\omega = 14{,}5781 - 159{,}0780 \cdot \mu$$
$$r^2 = 0{,}75$$

En la estación 18 faltó el valor del cable arriado, por lo que se estimó desde la regresión longitud del cable arriado (π) v/s tiempo del arrastre (Y), suponiendo que existió una relación lineal entre estas dos variables.

$$Y = 62,50004 + 3,6216 \cdot \pi$$
$$r^2 = 0,97$$

v) Crucero 232(4)80:

En la estación 14 no se anotó el valor de revoluciones del flujómetro, por lo que se estimó a partir de la regresión n° de revoluciones (A) v/s tangente promedio (B).

$$B = 1762,60 \cdot A + 2475,99$$
$$r^2 = 0,73$$

Para graficar los valores estandarizados de abundancia de huevos y larvas de merluza se agruparon los valores en cuatro períodos separados según la fecha de ejecución de los cruceros. No corresponden exactamente con las estaciones del año ya que se evitó separar un crucero en dos partes. A su vez, se agruparon geográficamente todos los valores corespondientes en 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 un número de abundancia que fue graficado en el mapa con circunferencias (para huevos y larvas en la misma escala) 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.

Con el fin de hacer más claro el análisis posterior de los mapas se resolvió dibujar la isóbata de los 200 m. Separando además, la zona norte con la de la zona centro-sur.

En cada sección, se separaron las estaciones según su distancia fuera de la costa y se ordenaron con el fin de obtener un valor promedio de abundancia

estandarizada por 10 m^2; esta abundancia a su vez se separó en intervalos de longitud larval.

El índice larval se calculó gracias a la ecuación obtenida de Smith & Richardson (1979):

$$L = A \cdot P \cdot \overline{C}$$

Donde:

A = Número de áreas de 10 m^2 dentro de la región unificada (120 x 60 millas).

P = Proporción de estaciones positivas para larvas de merluza.

$\overline{C}$ = Número promedio de larvas por estación positiva (N_L).

y donde $\overline{C}$ se calcula por:

$$\overline{C} = \frac{\sum C}{N_L}$$

En este punto es necesario acotar que para los cruceros obtenidos del Instituto de Oceanología y que en la Tabla 1 figuran como cruceros Papudo se calculó el índice larval en una región que se extendió desde los 32°LS hasta los 33°LS, es decir de 60 millas cuadradas. Para incluirlos en el análisis con otros cruceros se tomó el supuesto de que son comparables en función de que el área principal de desove y de presencia de larvas se encuentra justamente en esa región.

Otro parámetro calculado correspondió a la distancia media en que se encuentran las larvas con respecto a la costa (Bailey 1980), según la relación:

$$\overline{D} = \frac{\sum (N_i \cdot D_i)}{\sum N}$$

Donde:

N_i = Número de larvas (/10m^2), en la estación i

D_i = Distancia a la costa de la estación i.

N = Número total de larvas (/10m^2).

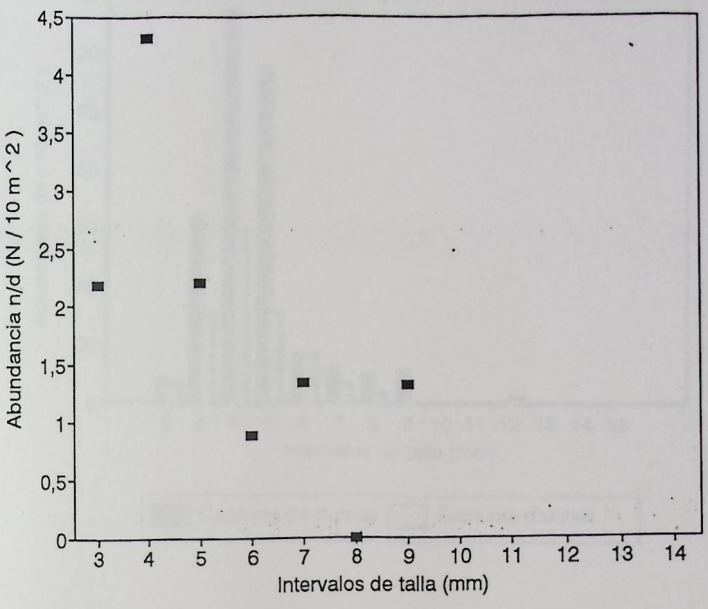
RESULTADOS

Relación diurno-nocturna en la abundancia de larvas.

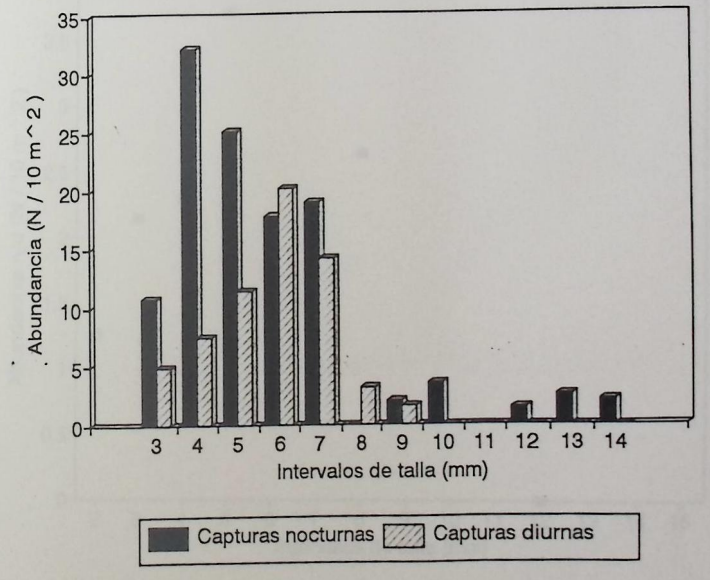
En primer lugar, y con el fin de explorar posibles errores o sesgos en el muestreo diurno con respecto al nocturno se comparó la distribución de frecuencias de las longitudes estándar de larvas capturadas en pescas diurnas con las capturadas en pescas nocturnas. Por otra parte, al graficar la relación de abundancias nocturnas dividido por las diurnas, v/s intervalos de talla, se debiera observar una tendencia a la relación lineal positiva, (Ahlstrom 1954); es decir en las capturas diurnas la evasión de las larvas grandes (> a 5 mm) sería mayor al que se produce en las capturas nocturnas; con este fin, se separaron las estaciones según la hora en que fueron realizadas, se tomó un período de 12 horas desde las 7:00 AM para el día y desde las 19:00 para la noche. Este análisis se consideró sólo para los muestreos realizados con red CalCOFI.

Según las abundancias relativas fue posible separar los cruceros de baja abundancia con los de alta. Dentro de los primeros se pudo ver que los cruceros de julio de 1979 y diciembre de 1980 (Figs. 4 y 5) mostraron la aparición de larvas grandes capturadas en la noche (> 10 mm); también se incluyó en este tipo de cruceros al de marzo de 1980 (Fig. 6), pero aquí la capturabilidad diurna superó ampliamente a la nocturna en casi todos los intervalos de tamaño. En relación ahora a los cruceros de altas abundancias, los cruceros de septiembre de 1979 y septiembre de 1980 (Figs. 7 y 8) mostraron en general una mayor capturabilidad de larvas de todo tamaño en la noche.

No existió ninguna tendencia definida en la relación de abundancias versus intervalos de talla (Figs. 4 a 8), por lo que, en vista de los resultados obtenidos, los datos se elaboraron en conjunto.

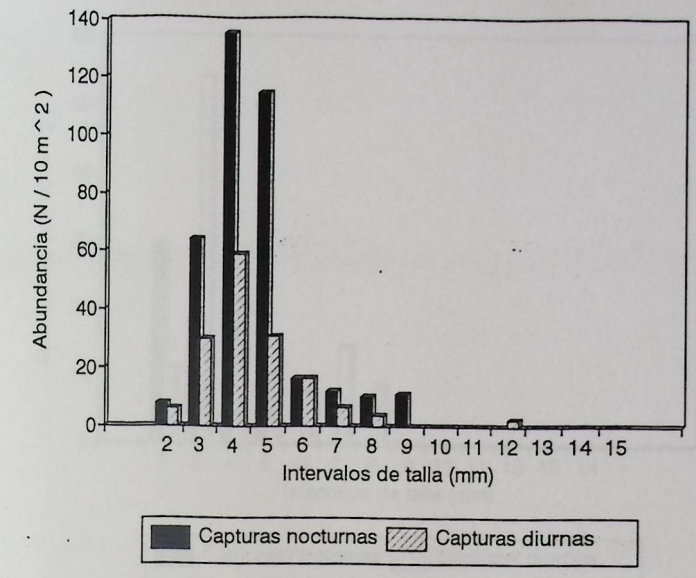


a)

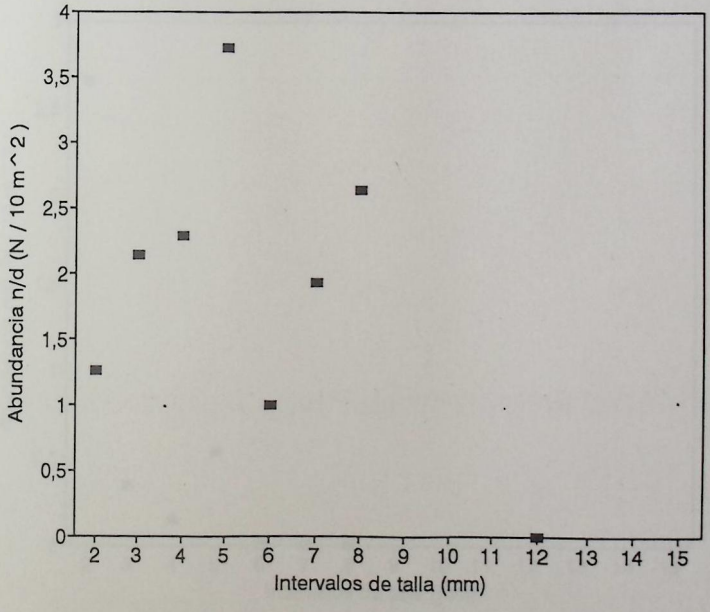


b)

Figura 4.- Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Diciembre de 1980.
a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.
b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval.

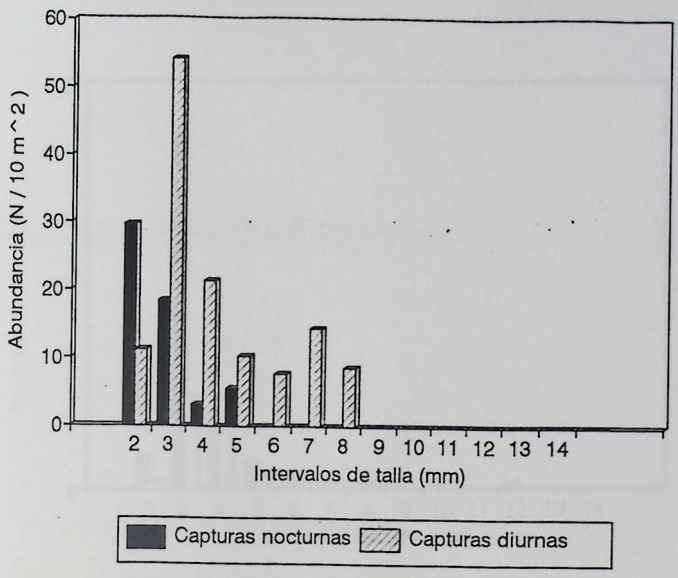


a)

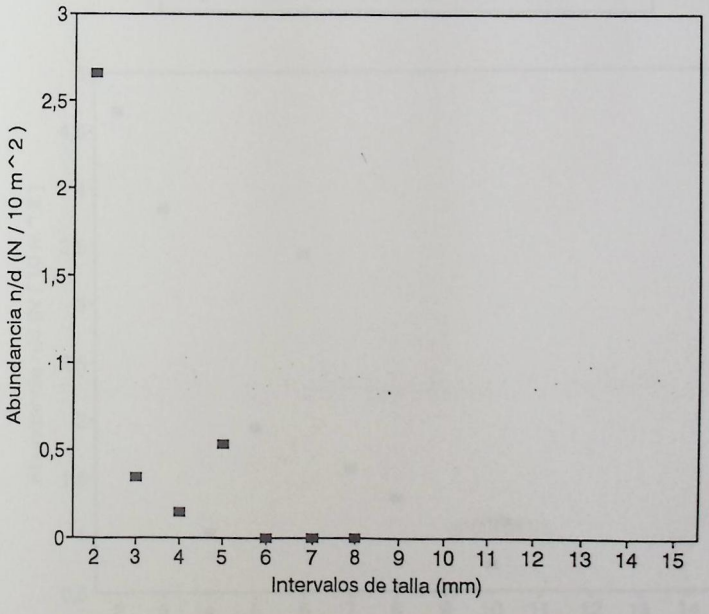


b)

Figura 5.- Comparación de capturas nocturnas y diurnas.
Septiembre de 1980.
a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.
b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval.



a)

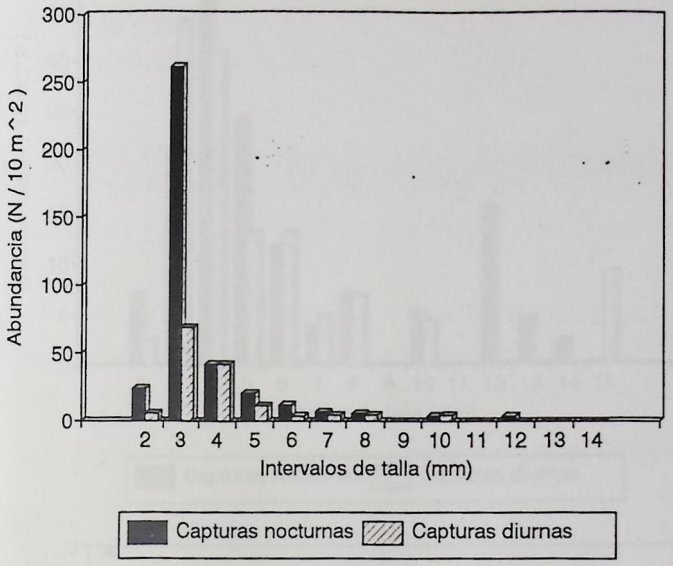


b)

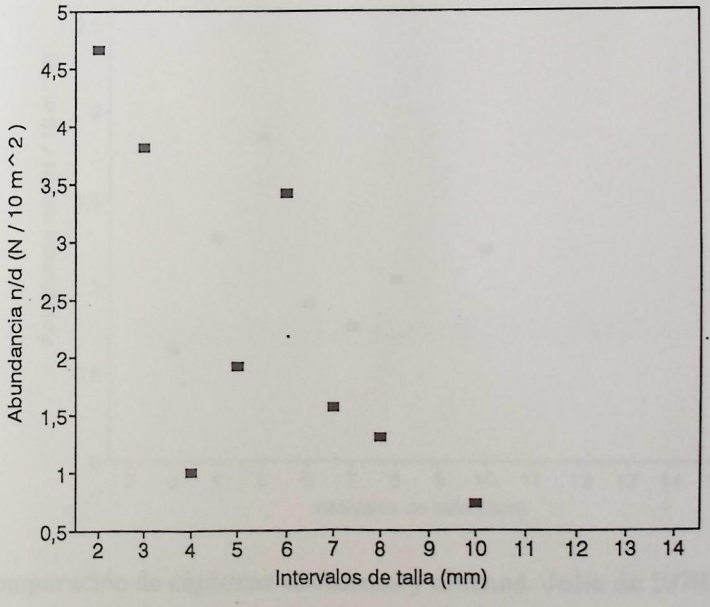
Figura 6.- Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Marzo de 1980.

a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.

b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval.

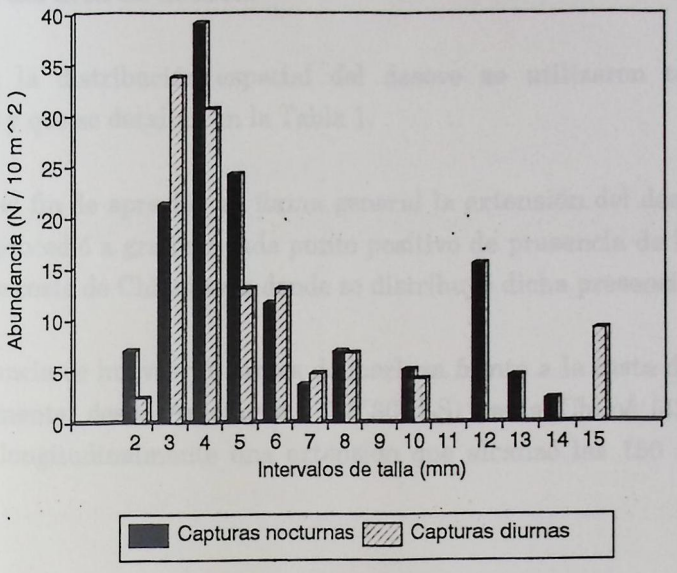


a)

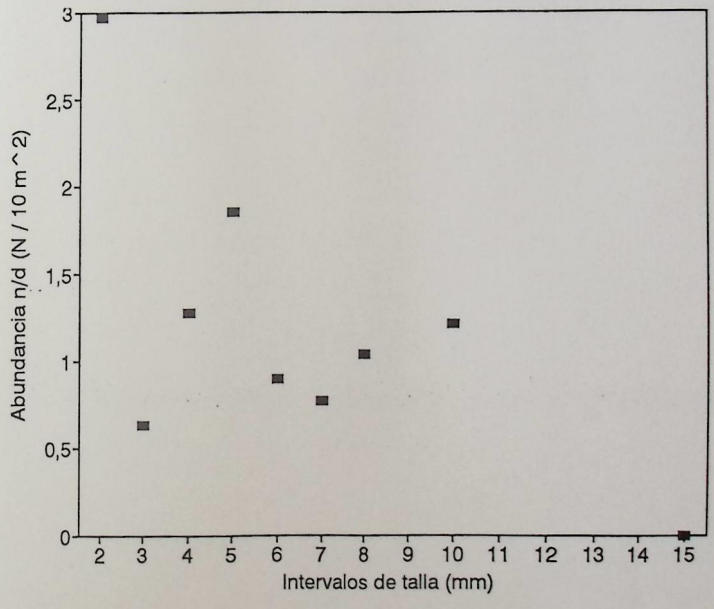


b)

Figura 7.- Comparación de capturas nocturnas y diurnas.
Septiembre de 1979.
a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.
b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval.



a)



b)

Figura 8.- Comparación de capturas nocturnas y diurnas. Julio de 1979.

a) Histograma de abundancia nocturna y diurna versus tamaño larval.

b) Relación de abundancias nocturnas/diurnas versus tamaño larval.

Extensión del área de desove.

Para la distribución espacial del desove se utilizaron todos los cruceros disponibles y que se detallan en la Tabla 1.

Con el fin de apreciar en forma general la extensión del desove de la merluza común, se procedió a graficar cada punto positivo de presencia de huevos y larvas en mapas de la costa de Chile hasta donde se distribuyó dicha presencia.

La presencia de huevos y/o larvas de merluza frente a la costa de Chile se observó latitudinalmente, desde Antofagasta (23°30' LS) hasta Chiloé (42°40' LS) (Fig. 9), abarcando longitudinalmente una extensión que alcanzó las 150 millas fuera de la costa.

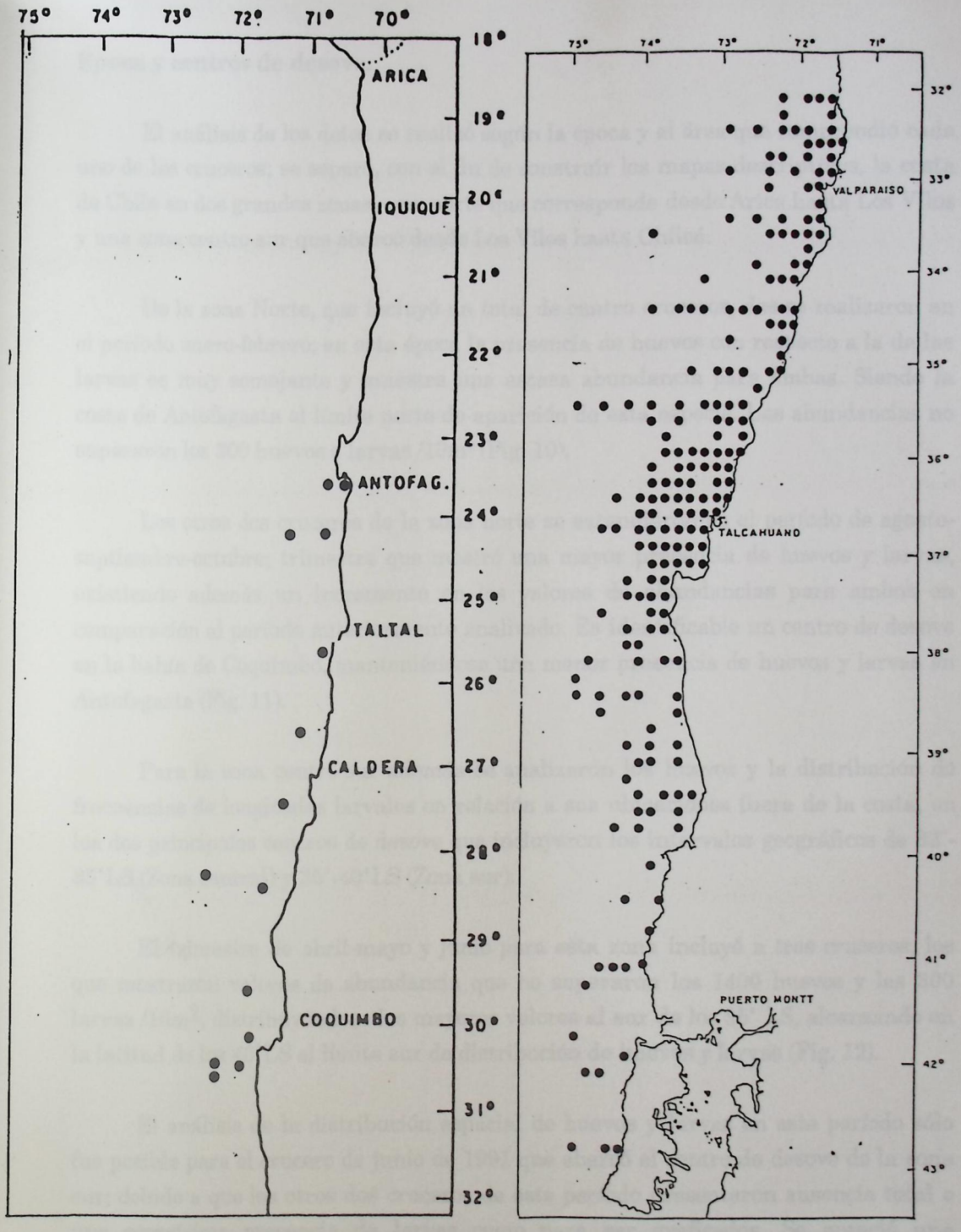


Figura 9.- Estaciones positivas para huevos y larvas de merluza común, 1964-1991.

Época y centros de desove.

El análisis de los datos se realizó según la época y el área que comprendió cada uno de los cruceros; se separó, con el fin de construir los mapas descriptivos, la costa de Chile en dos grandes zonas, una norte que corresponde desde Arica hasta Los Vilos y una zona centro-sur que abarcó desde Los Vilos hasta Chiloé.

De la zona Norte, que incluyó un total de cuatro cruceros, dos se realizaron en el período enero-febrero; en esta época la presencia de huevos con respecto a la de las larvas es muy semejante y muestra una escasa abundancia para ambas. Siendo la costa de Antofagasta el límite norte de aparición de esta especie. Las abundancias no superaron los 300 huevos o larvas /10m^2 (Fig. 10).

Los otros dos cruceros de la zona norte se extendieron en el período de agosto-septiembre-octubre; trimestre que mostró una mayor presencia de huevos y larvas, existiendo además un incremento en los valores de abundancias para ambos en comparación al período anteriormente analizado. Es identificable un centro de desove en la bahía de Coquimbo, manteniéndose una menor presencia de huevos y larvas en Antofagasta (Fig. 11).

Para la zona centro-sur además se analizaron los huevos y la distribución de frecuencias de longitudes larvales en relación a sus ubicaciones fuera de la costa, en los dos principales centros de desove que incluyeron los intervalos geográficos de 32°-35°LS (Zona central) y 35°-40°LS (Zona sur).

El trimestre de abril-mayo y junio para esta zona incluyó a tres cruceros, los que mostraron valores de abundancia que no superaron los 1400 huevos y las 300 larvas /10m^2, distribuyéndose los mayores valores al sur de los 35° LS, alcanzando en la latitud de los 40°LS el límite sur de distribución de huevos y larvas (Fig. 12).

El análisis de la distribución espacial de huevos y larvas en este período sólo fue posible para el crucero de junio de 1991 que abarcó el centro de desove de la zona sur; debido a que los otros dos cruceros de este período presentaron ausencia total o una escasísima presencia de larvas como para ser graficados. Se apreció una distribución de huevos que tuvo su mayor abundancia en las 15 millas de distancia;

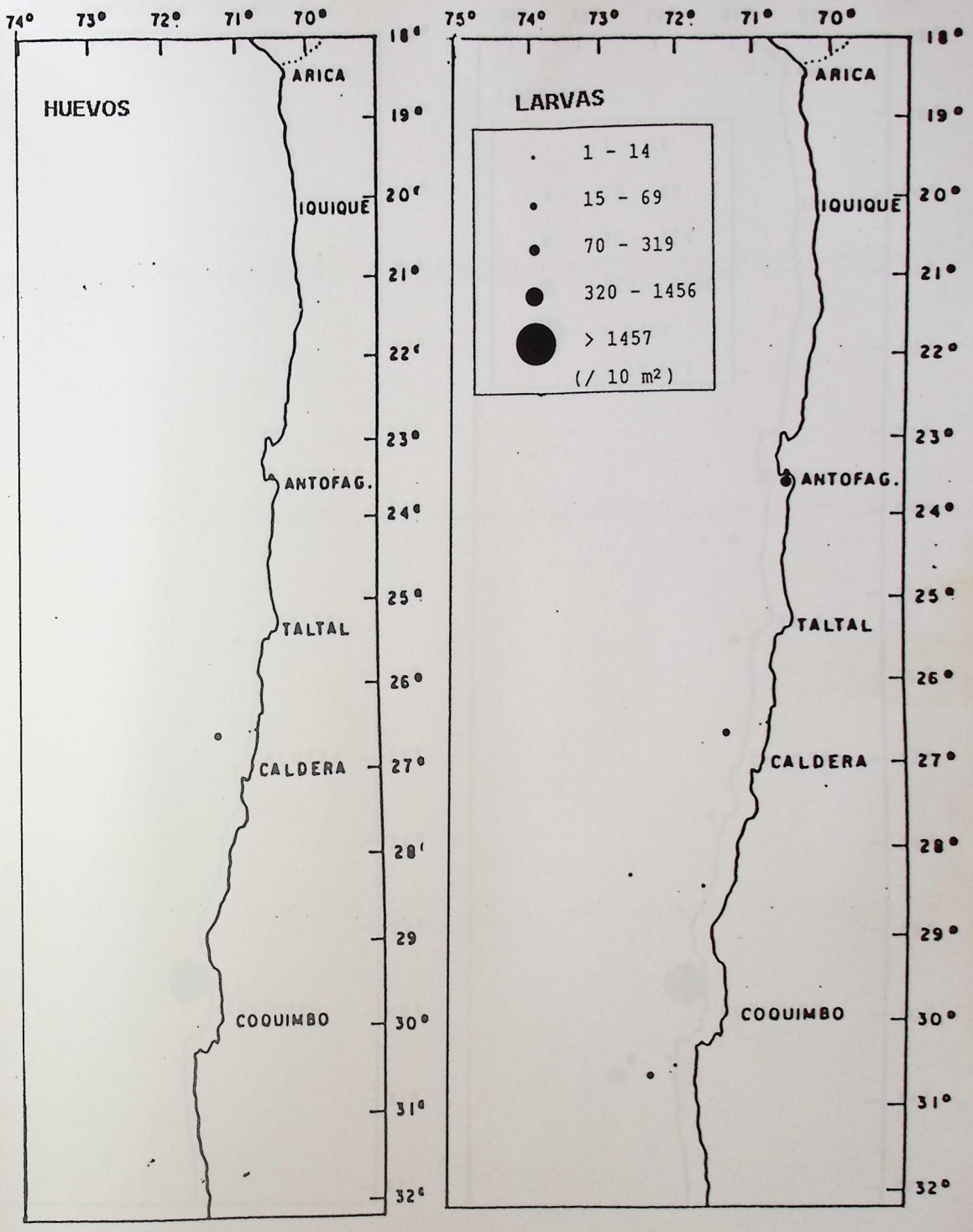


Figura 10.- Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período enero - febrero. Zona norte.

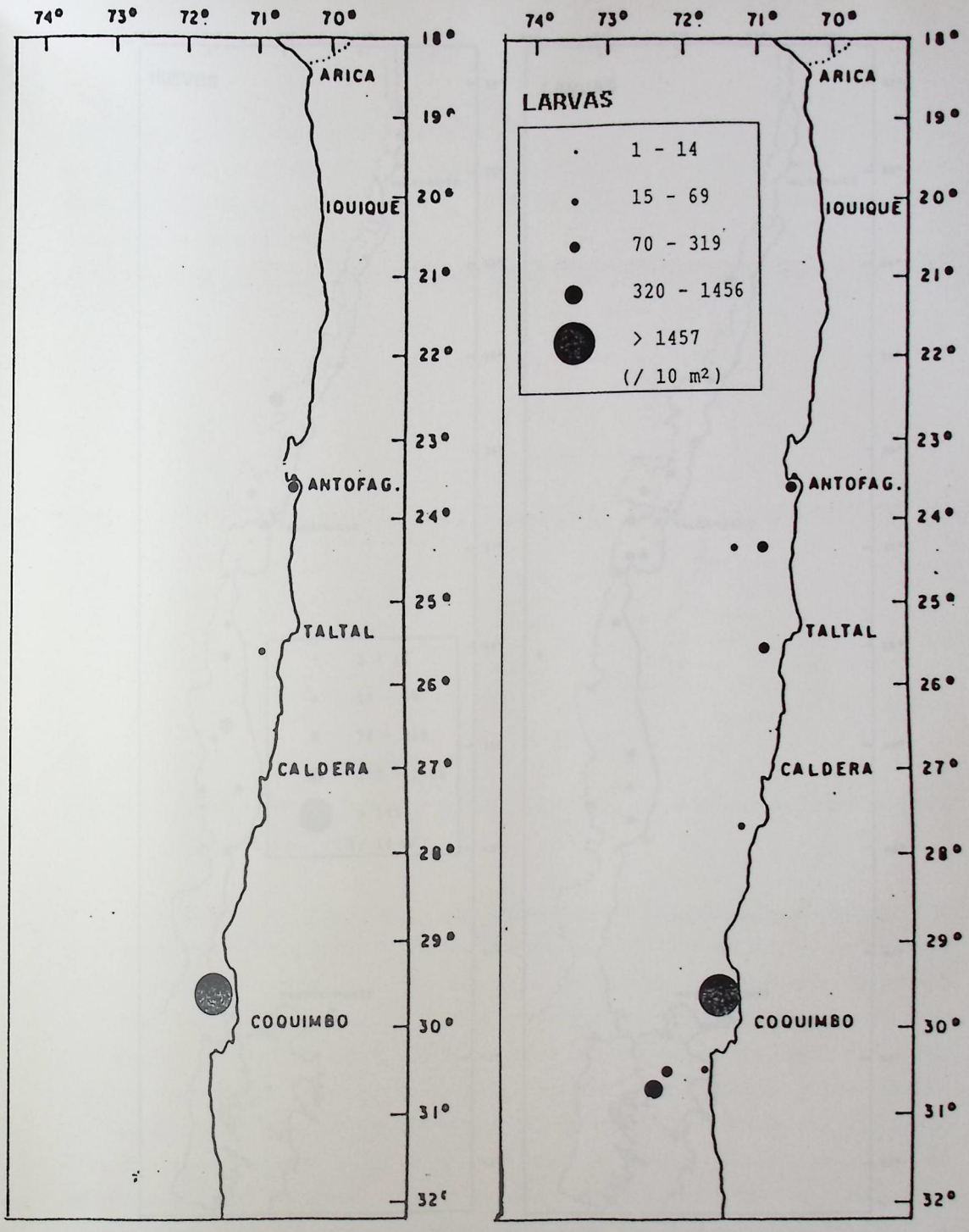


Figura 11.- Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período agosto- septiembre-octubre. Zona norte.

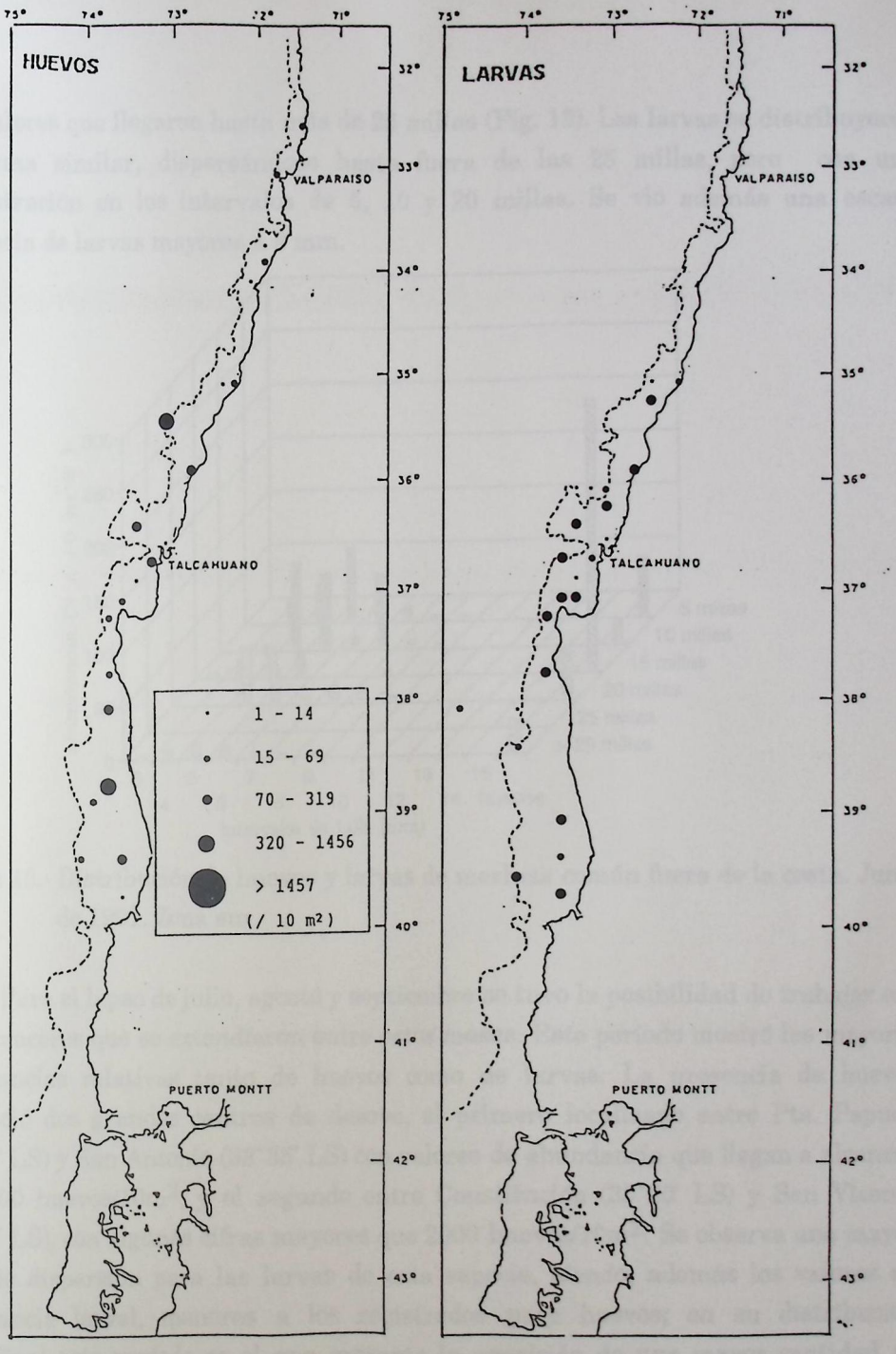


Figura 12.- Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período abril, mayo y junio. Zona centro-sur.

con valores que llegaron hasta más de 25 millas (Fig. 13). Las larvas se distribuyeron en forma similar, dispersándose hasta fuera de las 25 millas, pero con una concentración en los intervalos de 5, 10 y 20 millas. Se vio además una escasa presencia de larvas mayores a 8 mm.

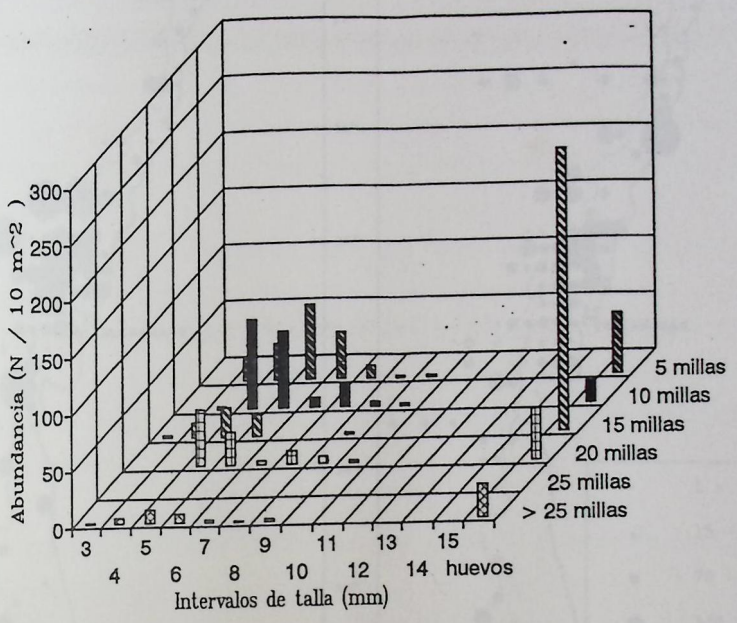


Figura 13.- Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Junio de 1991. Zona sur.

Para el lapso de julio, agosto y septiembre se tuvo la posibilidad de trabajar con cinco cruceros que se extendieron entre estos meses. 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 Pta. Papudo (32°30' LS) y San Antonio (33°35' LS) con valores de abundancia que llegan a alcanzar los 9000 huevos/10m^2; y el segundo entre Constitución (35°20' LS) y San Vicente (37°00' LS), con algunas cifras mayores que 2000 huevos/10m^2. Se observa una mayor área de dispersión para las larvas de esta especie, siendo, además los valores de abundancia larval, menores a los registrados para huevos; en su distribución latitudinal este período es el que presenta la aparición de una mayor cantidad de huevos y larvas hacia el sur del paralelo 38, llegando hasta la altura de la isla Chiloé (42°05'LS) (Fig. 14).

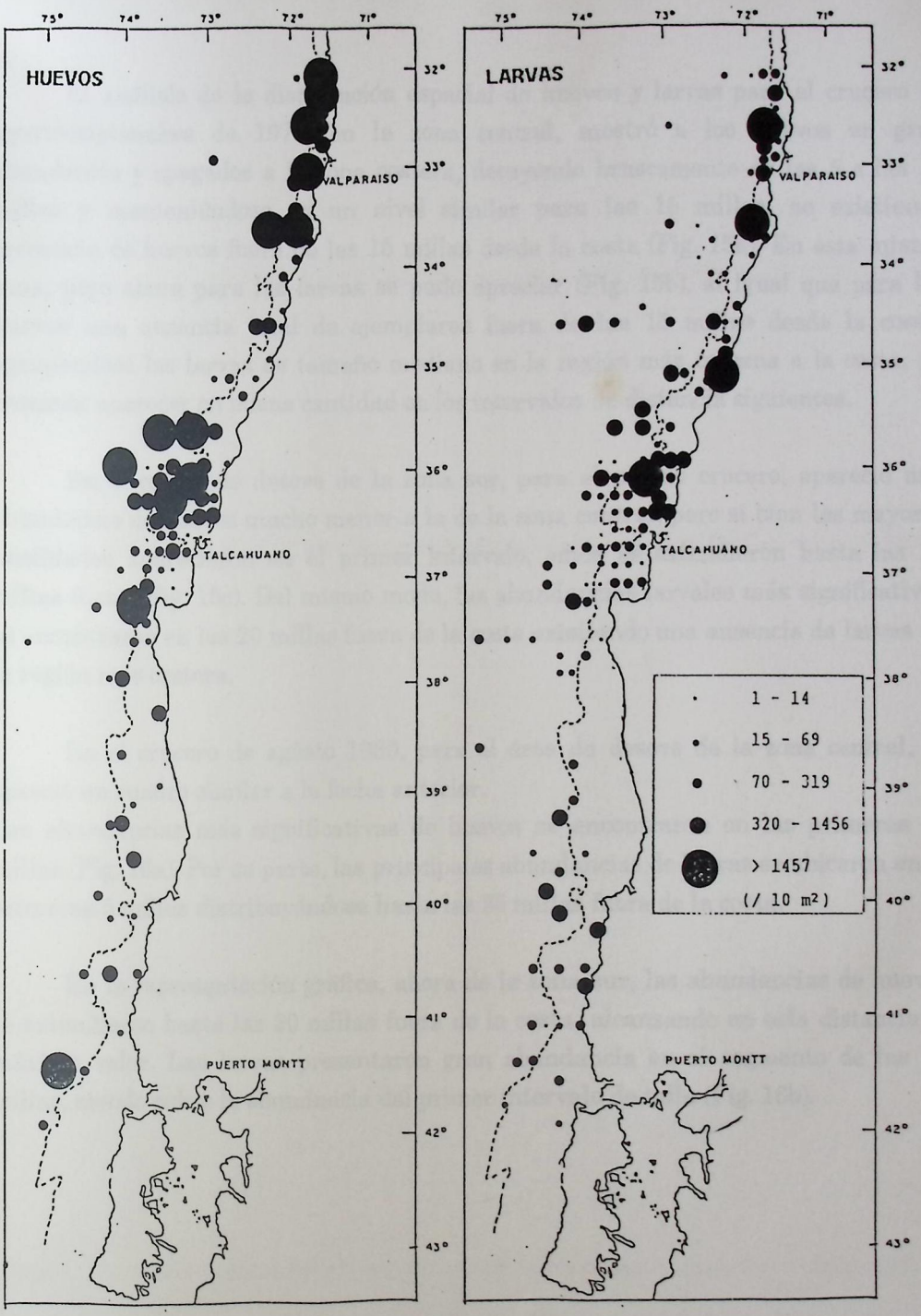


Figura 14.- Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período julio, agosto y septiembre. Zona centro-sur.

El análisis de la distribución espacial de huevos y larvas para el crucero de agosto-septiembre de 1970, en la zona central, mostró a los huevos en gran abundancia y apegados a la zona costera, decayendo bruscamente de las 5 a las 10 millas y manteniéndose en un nivel similar para las 15 millas; no existiendo presencia de huevos fuera de las 15 millas desde la costa (Fig. 15a). En esta misma zona, pero ahora para las larvas se pudo apreciar (Fig. 15b), al igual que para los huevos una ausencia total de ejemplares fuera de las 15 millas desde la costa, agrupándose las larvas de tamaño mediano en la región más cercana a la costa, no obstante aparecer en buena cantidad en los intervalos de distancia siguientes.

En el centro de desove de la zona sur, para el mismo crucero, apareció una abundancia de huevos mucho menor a la de la zona central, pero si bien las mayores cantidades aparecieron en el primer intervalo, estos se extendieron hasta las 25 millas fuera (Fig. 15c). Del mismo modo, las abundancias larvales más significativas se encontraron en las 20 millas fuera de la costa existiendo una ausencia de larvas en la región más costera.

En el crucero de agosto 1980, para el área de desove de la zona central, se apreció un cuadro similar a la fecha anterior.
Las abundancias más significativas de huevos se encontraron en las primeras 10 millas (Fig. 16a). Por su parte, las principales abundancias de larvas se ubicaron en la primeras 5 millas distribuyéndose hasta las 25 millas fuera de la costa.

En la representación gráfica, ahora de la zona sur, las abundancias de huevos se extendieron hasta las 30 millas fuera de la costa, alcanzando en esta distancia el máximo valor. Las larvas presentaron gran abundancia en el segmento de las 20 millas, siendo pobre la abundancia del primer intervalo de talla (Fig. 16b).

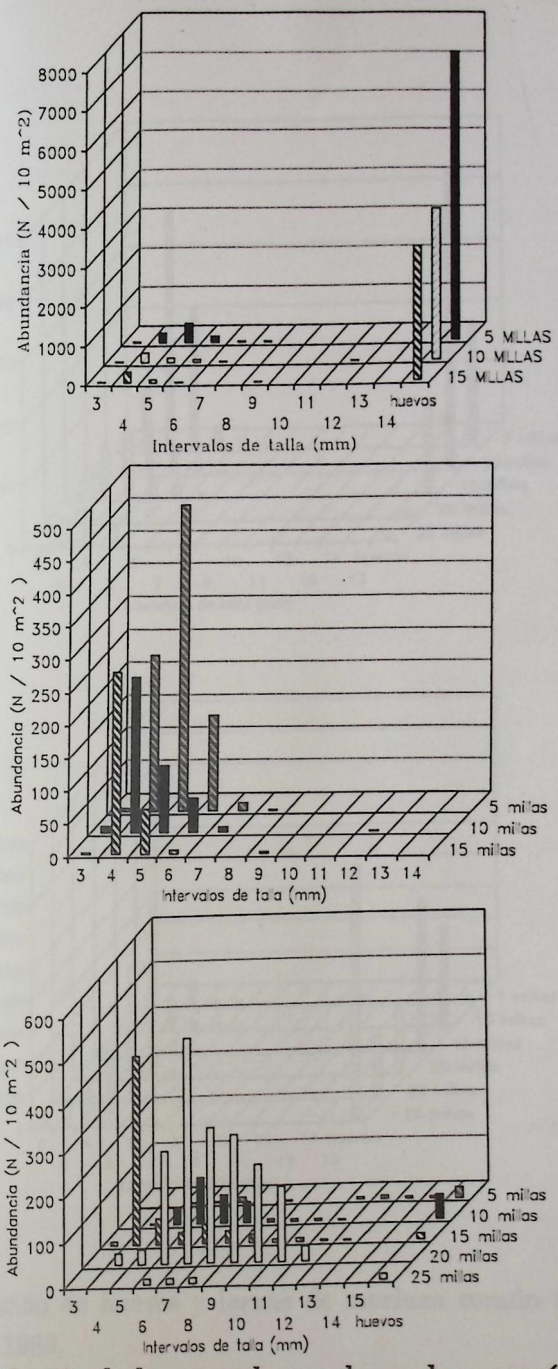
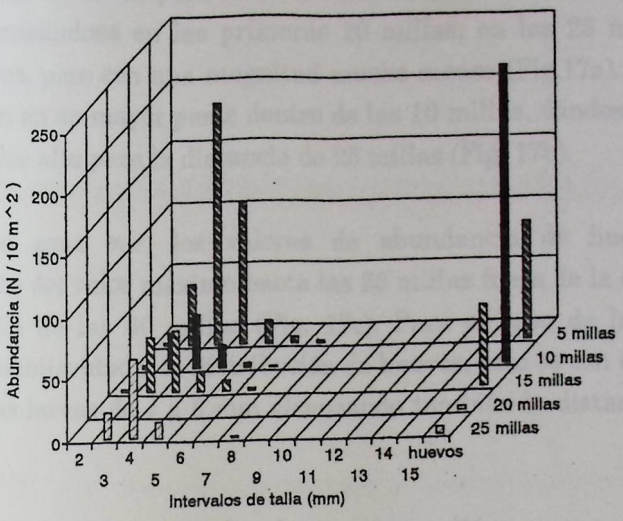


Figura 15.- Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Agosto de 1970.

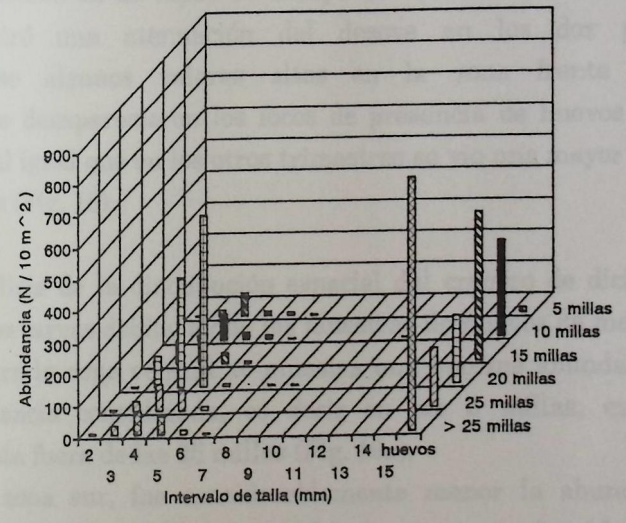
a) Zona central, larvas y huevos.

b) Zona central, sólo larvas (cambio de escala).

c) Zona sur, larvas y huevos.



a)



b)

Figura 16.- Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Septiembre de 1980.

a) Zona central, larvas y huevos.

b) Zona sur, larvas y huevos.

En agosto de 1981, para la zona central, se observó una gran abundancia de huevos, concentrándose en las primeras 10 millas; en las 25 millas se observaron también huevos, pero con una magnitud mucho menor (Fig.17a). Las larvas también se presentaron en su mayor parte dentro de las 10 millas, dándose al igual que en los huevos, un valor alto para la distancia de 25 millas (Fig. 17b).

Para la zona sur, los valores de abundancia de huevos mostraron un desplazamiento del valor máximo hasta las 25 millas fuera de la costa, extendiéndose hasta más allá de las 30 millas (Fig. 17c). Para el caso de las larvas es posible apreciar una similaridad a la distribución de huevos, esto es con un máximo en las 25 millas para las larvas de 4 a 6 mm alcanzando también la distancia de las 30 millas (Fig. 17d).

Las siguientes fechas analizadas, correspondió a un grupo de cuatro cruceros que se extendieron en un lapso de tiempo de dos meses, noviembre y diciembre. El período mostró una atenuación del desove en los dos principales centros, manteniéndose algunos valores altos en la zona frente Papudo, asimismo prácticamente desaparecieron los focos de presencia de huevos y larvas al sur del paralelo 39. Al igual que en los otros trimestres se vio una mayor dispersión de larvas que de huevos (Fig. 18).

El análisis de la distribución espacial del crucero de diciembre de 1980 sólo consideró a las larvas debido a que las muestras de huevos de merluza se extraviaron (Tabla 1). Para la zona central se muestra una enorme abundancia de larvas en la primera distancia considerada, es decir en las 5 millas, existiendo una pobre presencia hasta fuera de las 25 millas (Fig. 19a).

En la zona sur, fue considerablemente menor la abundancia en todas las distancias, observándose las mayores abundancias entre las 10 y más allá de las 25 millas (Fig. 19b).

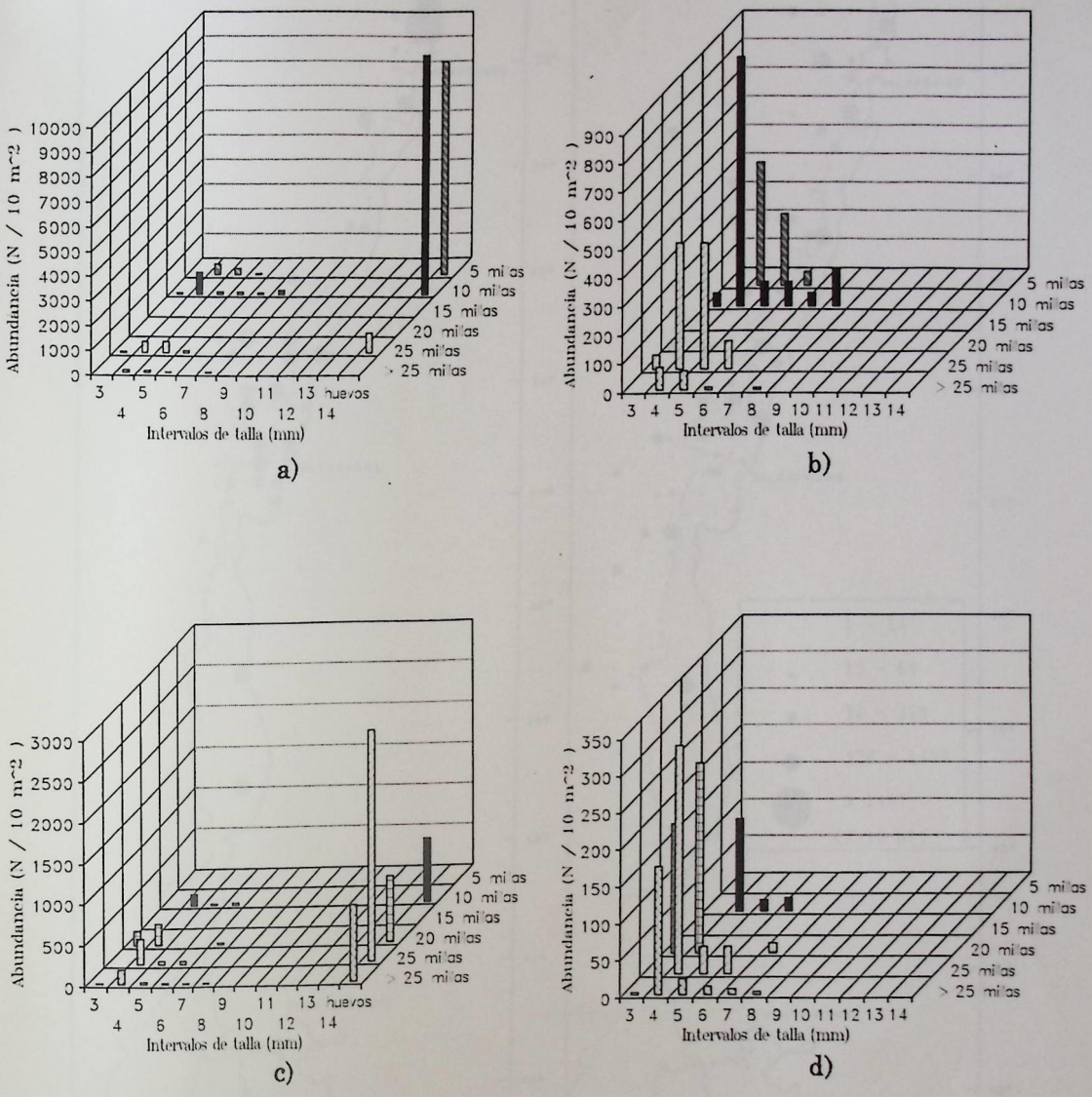


Figura 17.- Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa.Agosto de 1981.

a) Zona central, larvas y huevos.

b) Zona central, sólo larvas (cambio de escala).

c) Zona sur, larvas y huevos.

d) Zona sur, sólo larvas (cambio de escala).

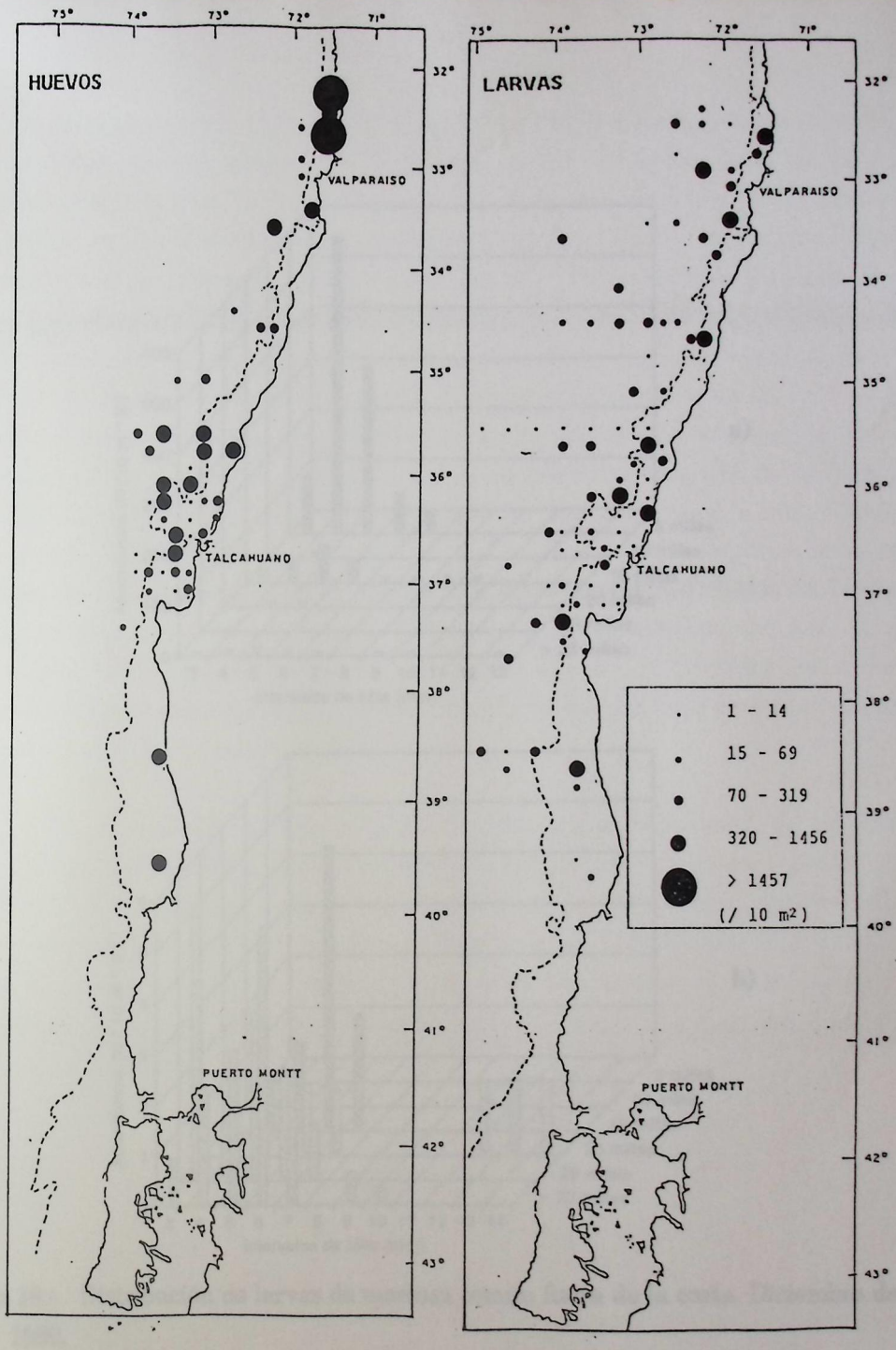


Figura 18.- Abundancias relativas de huevos y larvas de merluza común para el período noviembre - diciembre. Zona centro-sur

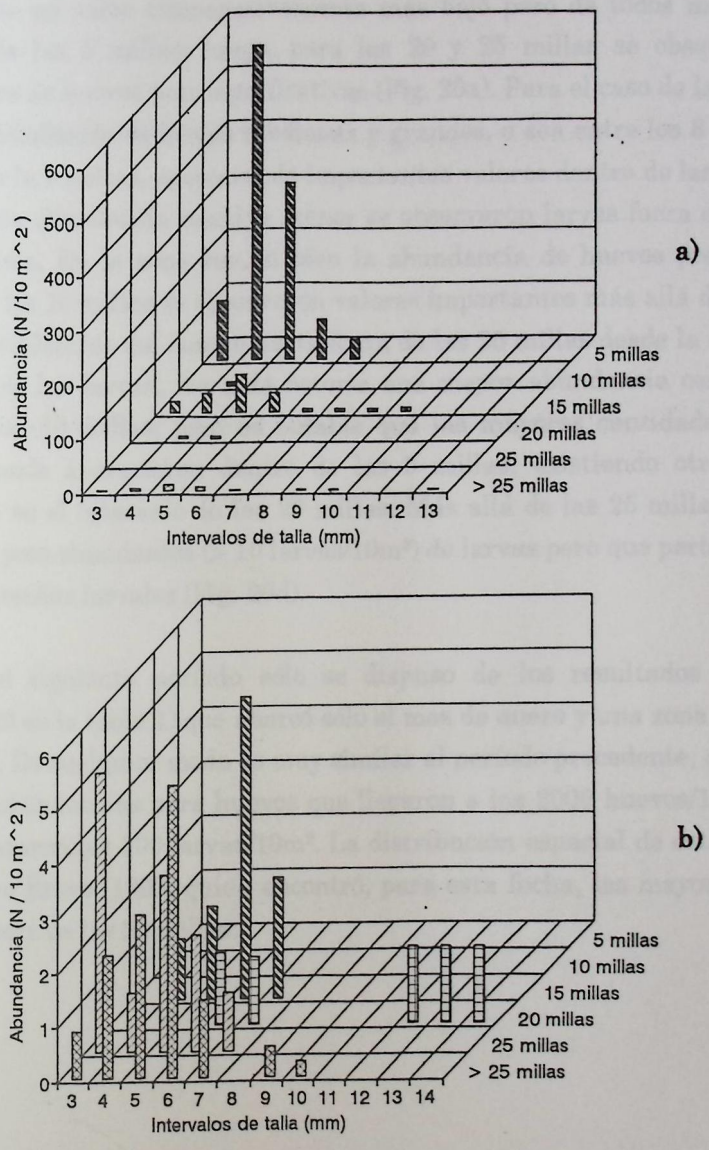


Figura 19.- Distribución de larvas de merluza común fuera de la costa. Diciembre de 1980.

a) Zona central, larvas.

b) Zona sur, larvas.

En el crucero de diciembre 1981, para el centro de desove de la zona central se observó una notable abundancia de huevos en las 10 millas fuera de la costa, apreciándose un valor comparativamente más bajo pero de todos modos alto en el segmento de las 5 millas; luego, para las 20 y 25 millas se observaron algunas agrupaciones de huevos poco significativas (Fig. 20a). Para el caso de las larvas existió una gran abundancia de larvas medianas y grandes, o sea entre los 8 y 15 mm, en el intervalo de la 5 millas, apareciendo importantes valores dentro de las 10 millas (Fig. 20b); con una abundancia relativa menor se observaron larvas fuera de las 20 millas desde la costa. En la zona sur, si bien la abundancia de huevos presenta un valor máximo en las 10 millas se observaron valores importantes más allá de las 15 millas, existiendo evidencias del desove hasta fuera de las 25 millas desde la costa (Fig. 20c); en el caso de las larvas, fue más notoria una mayor abundancia cerca de la costa, dentro de las 10 millas; pero es notable que las mayores cantidades de larvas de tamaño grande aparecieron dentro de las 5 millas, existiendo otro foco de gran abundancia en el intervalo de las 20 millas. Más allá de las 25 millas aún se vieron cantidades poco abundantes (> 10 larvas/10m^2) de larvas pero que pertenecieron a casi todos los tamaños larvales (Fig. 20d).

En el siguiente período sólo se dispuso de los resultados de un crucero (Papu.Ene93 en la tabla 1) que abarcó sólo el mes de enero y una zona entre los 32°LS y los 33°LS. De cualquier modo es muy similar al período precedente, donde existieron valores de abundancias para huevos que llegaron a los 2000 huevos/10m^2 y de larvas que no superaron las 300 larvas/10m^2. La distribución espacial de estas muestras fue analizada en Bravo (1993) quien encontró, para esta fecha, las mayores abundancias de larvas fuera de las 20 millas.

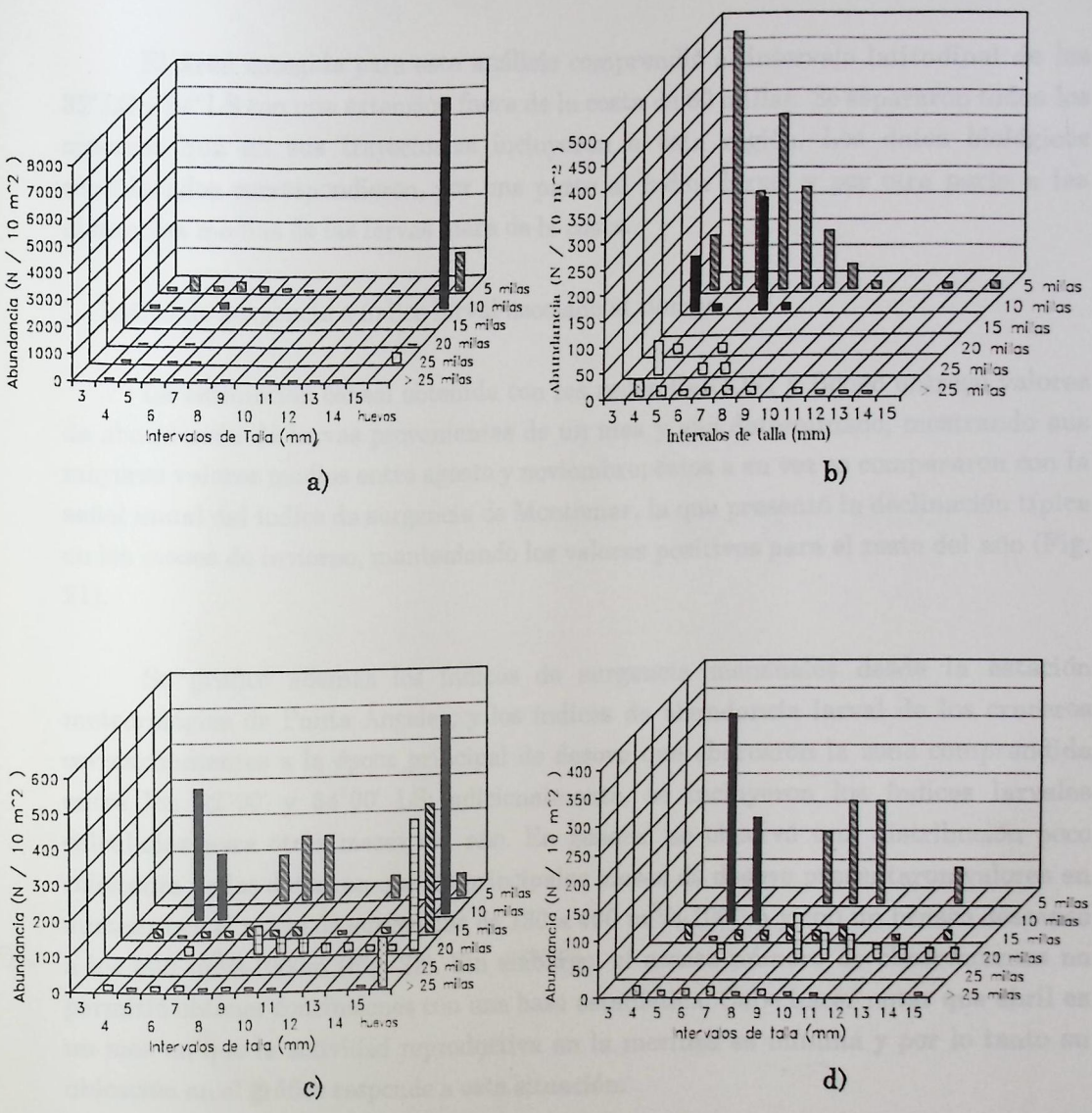


Figura 20.- Distribución de huevos y larvas de merluza común fuera de la costa. Diciembre de 1981.

a) Zona central, larvas y huevos.

b) Zona central, sólo larvas (cambio de escala).

c) Zona sur, larvas y huevos.

d) Zona sur, sólo larvas (cambio de escala).

Relación entre las larvas y el ambiente.

El área escogida para este análisis comprendió al intervalo latitudinal de los 32°LS y 34°LS con una extensión fuera de la costa de 60 millas. Se separaron todos los cruceros que en sus trayectorias incluyeron a esta región. Los datos biológicos considerados correspondieron, por una parte al índice larval y por otra parte a las distancias medias de las larvas fuera de la costa.

1.- Índice de surgencia e índice larval asociado al tiempo.

La estimación censal obtenida con las redes CalCOFI y Bongo entregó valores de abundancia de larvas provenientes de un mes y año determinado, mostrando sus mayores valores medios entre agosto y noviembre; éstos a su vez se compararon con la señal anual del índice de surgencia de Montemar, la que presentó la declinación típica en los meses de invierno, manteniendo los valores positivos para el resto del año (Fig. 21).

Se graficó además los índices de surgencia mensuales desde la estación meteorológica de Punta Ángeles, y los índices de abundancia larval de los cruceros correspondientes a la época principal de desove que abarcaron la zona comprendida entre los 32°00' y 34°00' LS; adicionalmente, se incluyeron los índices larvales calculados para otros meses del año. En general se observó una distribución poco coherente de los datos, en que los principales meses de desove presentaron valores en aumento en el rango de surgencias de 130 a 400 $m^3/s \cdot 1000m$ y con un brusco descenso a los 500 $m^3/s \cdot 1000m$ (Fig. 22). Sin embargo, el escaso número de observaciones no permitió obtener conclusiones con una base estadística. Cabe hacer notar que abril es un mes en que la actividad reproductiva en la merluza es mínima y por lo tanto su ubicación en el gráfico responde a esta situación.

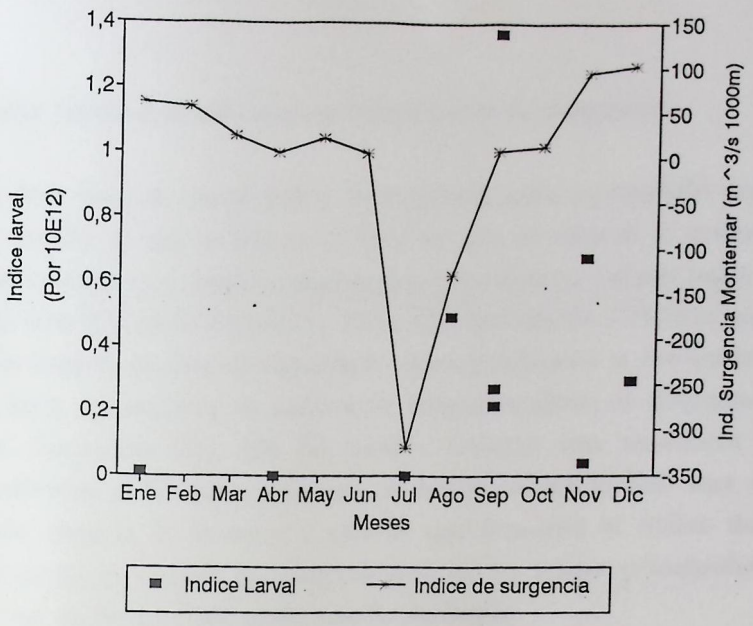


Figura 21.- Índices larvales y señal anual del índice de surgencia de Montemar.

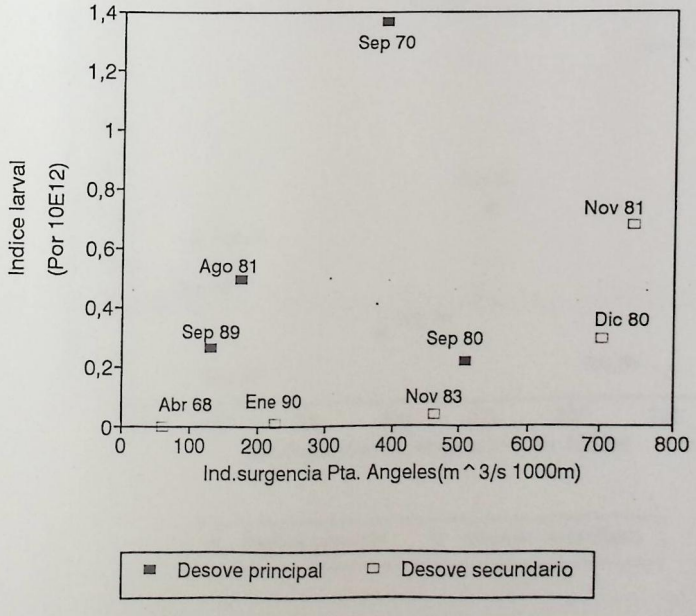


Figura 22.- Índice larval versus el índice de surgencia de Pta. Ángeles, medido en el mes en que se realizó el crucero.

2.- Distancia media fuera de la costa versus índice de surgencia.

En este caso se usó el índice de surgencia para compararlo con el valor de la distancia media de las larvas en el mes en que se efectuó el crucero. Los puntos graficados mostraron a agosto y septiembre colocados en valores bajos de surgencia y a la vez en una distancia fuera de la costa correspondiente a valores bajos y medios. A su vez, los meses de desove secundario correspondientes a noviembre, diciembre y enero, si bien aparecieron en índices de surgencia altos, se dispersaron en toda la escala de distancias (Fig. 23). Es posible detectar una tendencia en los puntos correspondientes a la época principal de desove, observándose una distribución de larvas más alejada de la costa a medida que aumenta el índice de surgencia; de cualquier modo el número de observaciones en los meses principales de desove no permiten ver en forma clara algún tipo de tendencia.

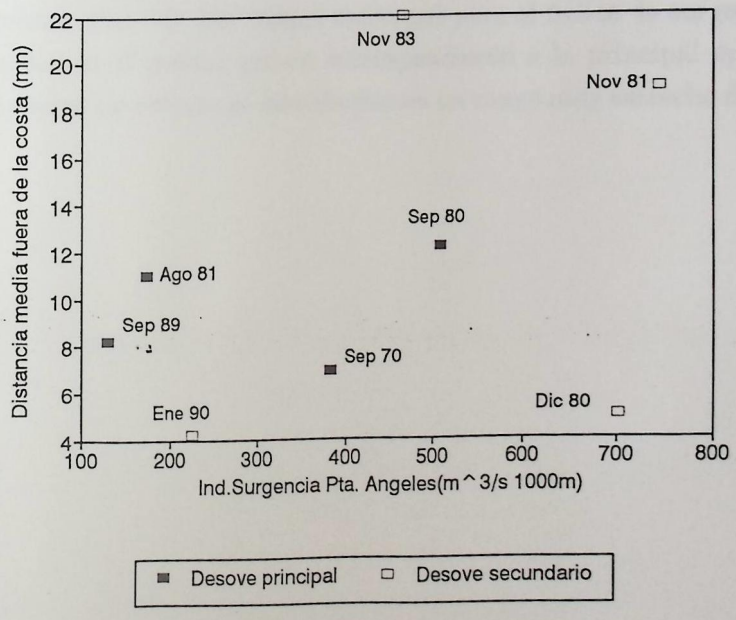


Figura 23.- Distancia media fuera de la costa versus el índice de surgencia medido en el mismo período en la localidad de Punta Ángeles.

3.- Índice larval versus índice de turbulencia de Punta Ángeles.

En el gráfico obtenido (Fig. 24) se aprecia que los meses principales de desove correspondieron a los valores de turbulencia más bajos. No es distinguible, en los cuatro puntos de los meses principales, algún tipo de relación clara entre estas variables. Sin embargo se aprecia una tendencia a declinar a medida que la turbulencia aumenta. Se incluyeron los meses de desove secundario, en los que se aprecia que tienden a agruparse en valores de alta turbulencia es decir sobre los 600 m^3/s^3, excepto en noviembre de 1983.

4.- Índice larval versus temperatura superficial del mar.

Al comparar la temperatura superficial del mar con la abundancia larval se observó que agosto y septiembre correspondieron a los valores más bajos de temperatura (Fig. 25). Del mismo modo que para el índice de surgencia se incluyeron otros meses en el gráfico que no correspondieron a la principal época de desove; en general, todos los valores se distribuyen en un rango muy estrecho de temperatura.

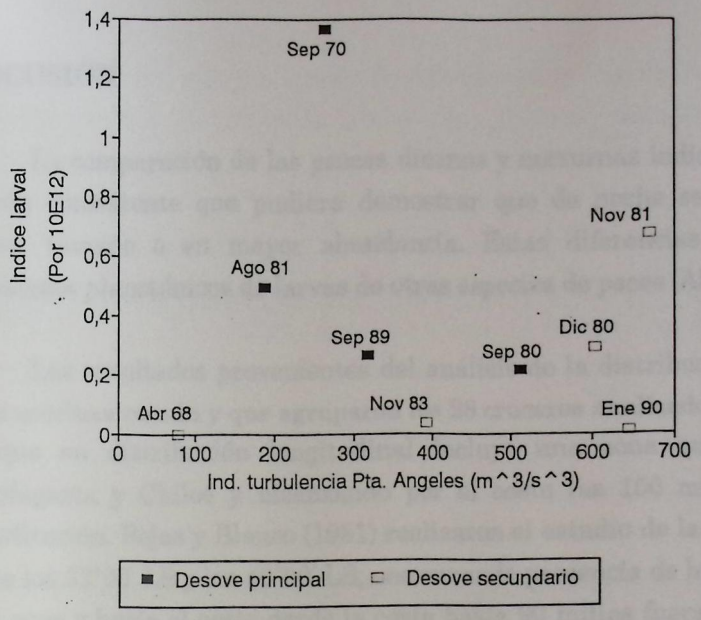


Figura 24.- Índice larval versus el índice de turbulencia obtenido desde datos de vientos provenientes de Punta Ángeles.

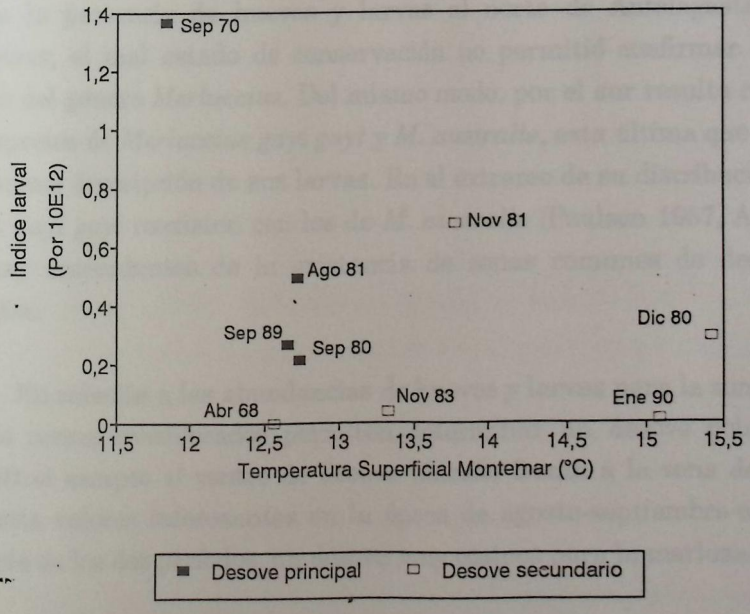


Figura 25.- Índice larval versus temperatura superficial del mar, medido en Montemar en el mes de cada crucero.

DISCUSIÓN

La comparación de las pescas diurnas y nocturnas indicó la inexistencia de un patrón consistente que pudiera demostrar que de noche se capturaran larvas de mayor tamaño o en mayor abundancia. Estas diferencias se han detectado en muestreos planctónicos de larvas de otras especies de peces (Ahlstrom 1954).

Los resultados provenientes del análisis de la distribución de huevos y larvas de la merluza común y que agruparon los 28 cruceros analizados llevan a la conclusión de que su distribución longitudinal incluye una zona que se encuentra entre Antofagasta y Chiloé y alcanzando por el oeste las 150 millas náuticas frente a Constitución. Rojas y Blanco (1981) realizaron el estudio de la distribución del desove entre los 32°00' LS y los 40°00' LS, encontrando presencia de huevos y/o larvas en toda esta zona y hacia el oeste desde la costa hasta 90 millas fuera. Rojas *et al.* (1983), en un análisis que incluyó cuatro cruceros que recorren desde los 18°00' LS hasta los 42°00' LS concluyeron que la merluza desova en todas las latitudes prospectadas y desde la costa hasta las 80 millas al oeste del continente; este último antecedente indica la presencia de huevos y larvas al norte de Antofagasta. Al revisar esas muestras, el mal estado de conservación no permitió confirmar que se tratara de larvas del género *Merluccius*. Del mismo modo, por el sur resulta complicado separar las especies de *Merluccius gayi gayi* y *M. australis*, esta última que aún no cuenta con una buena descripción de sus larvas. En el extremo de su distribución sur, 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.

En relación a las abundancias de huevos y larvas para la zona norte, el análisis de los meses considerados permiten determinar un desove pobre en extensión y magnitud excepto al centro de desove ubicado frente a la zona de Coquimbo que sí presenta valores interesantes en la época de agosto-septiembre-octubre. Se aprecia además en los dos períodos, un desove muy costero para la merluza en la zona norte.

Al igual que los datos aportados por Rojas *et al.* (1983), para la zona norte, la presencia de huevos aparece más localizada en pocos centros de aparición y la de las larvas sucede más dispersa, con mayores abundancias de larvas que de huevos en el período agosto- octubre, lo que también concuerda con lo señalado por Balbontín y

Fischer (1981) quienes por medio de estudios gonádicos concluyen que en la zona de Coquimbo existe un centro de desove cuya máxima intensidad ocurre entre julio y noviembre.

Para la zona centro-sur resultó notable la diferencia de abundancias de huevos y larvas en relación a las obtenidas en la zona norte; el área que abarcó la presencia de huevos y larvas, y sus abundancias relativas llevan a concluir que esta es la zona principal del desove de la merluza común.

La temporada principal de desove ocurre en el período de julio, agosto y septiembre, pudiendo identificar a los meses de agosto y septiembre como los principales. Estos datos concuerdan con los resultados entregados por Montecinos y Balbontín (1993) y por Rojas y Blanco (1981); estos últimos autores definen dos focos de desove, uno entre los 32°15'LS y 34°45'LS y otro entre los 35°15'LS y 37°15'LS reconociendo también que el situado más al norte es de mayor importancia relativa, pero también que el situado al sur, pese a ser de menor densidad es de mayor extensión. Rojas *et al.* (1983) en un estudio que incluyó para esta zona dos cruceros oceanográficos, uno en invierno y otro en primavera, coincide en general con las mismas zonas principales de desove y observa que en agosto se presentan las mayores abundancias de huevos de la especie, aún cuando no presenta valores relativos muy altos. En este trabajo se determina que el crucero de primavera al ser comparado con el de invierno presentó una distribución de huevos mucho más costera que para el segundo período, lo que en la presente tesis no resulta demostrado, sino que más bien gracias al mayor número de cruceros revisados es posible decir que la extensión longitudinal es similar, ya sea en huevos y larvas para los períodos invierno-primavera. No obstante se puede concluir que el período de otoño (abril-mayo-junio) es el que presenta las menores abundancias y además es el que se encuentra más restringido a la costa. Al igual que Balbontín y Fischer (1981) se identificó una época principal de desove en la zona central y frente a San Vicente que va desde agosto a noviembre, y también se observó para el centro de desove de la zona sur que la actividad de desove es menos definida en el tiempo que la de la zona central. Del mismo modo, 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).

Los resultados obtenidos permiten observar un patrón de desove muy similar a

otras especies de merluza en el mundo, por ejemplo un desove ubicado sobre la plataforma continental, semejante al exhibido por *Merluccius capensis* en el Atlántico sud-este (Olivar *et al.* 1988), además de un desove principal que tiene lugar en los meses de invierno y primavera tal como ocurre en la misma *M. capensis*, *M. merluccius* y *M. senegalensis* frente a las costas de África nororiental y para *M. productus* en la costa de California (Olivar *et al.* 1988, Hickling 1927 y Doutre 1960 citados en Olivar *et al.* 1988; Bailey 1982).

Al comparar los gráficos correspondientes a la distribución espacial de huevos y larvas es posible separar claramente dos patrones. El primero correspondiente a la zona comprendida entre Papudo e Iloca (32°30' y 35°00' LS respectivamente) y la otra ubicada entre Iloca y Corral. En la primera zona considerada se apreció para todos los cruceros un desove principalmente costero, reflejado en la elevada abundancia de larvas pequeñas y de huevos dentro de las primeras 10 millas frente a la costa. Fueron notablemente menores las abundancias de huevos y larvas a distancias mayores tanto en las muestras obtenidas con red CalCOFI y Bongo; este último tipo de red tiene una mayor capturabilidad de larvas de tamaño mayor, pero que a la vez presenta una mayor extrusión de larvas pequeñas (Hollowed 1992). Asimismo, se apreció un problema de submuestreo evidenciado por la pobre abundancia de larvas de pequeño tamaño, o menores a 4,5 mm, que logran extruirse a través de la trama en ambos tipos de redes; problema que ya fue mencionado para esta misma especie por Rojas y Blanco (1983), para la anchoveta del norte *Engraulis mordax* por Lo (1983) y para *Merluccius productus* por Hollowed (1992). Se observó que los huevos tienen su máximo de abundancia en las primeras 5 millas fuera de la costa.

En el segundo patrón distribucional de huevos y larvas, referido a la zona comprendida entre Iloca y Corral; resultó evidente la mayor extensión latitudinal del desove: el máximo en la abundancia de huevos fluctuó en distancias fuera de las 15 millas, llegando a estar en las 25 millas para muestras de agosto de 1981 y septiembre de 1980. Para el caso de las larvas sucede algo similar debido a que los máximos de abundancia aparecen sólo fuera de las 10 millas, siendo un caso extremo el de agosto de 1981 donde la máxima abundancia de larvas se presenta fuera de las 30 millas.

En relación al hallazgo de posibles áreas de crianza, es decir la concentración de larvas de gran tamaño en un sector determinado, resulta difícil sacar conclusiones

debido a que el muestreo con redes CalCoFI, tal como ya se ha mencionado, no permite una buena captura de larvas de gran tamaño, por lo que las abundancias de larvas mayores a 8 mm aparecen muy deprimidas. En la zona central se ven algunos valores interesantes en el crucero de diciembre de 1980 donde aparece cierta presencia de larvas grandes fuera de las 15 millas, e incluso fuera de las 25 millas. Luego para el crucero de Diciembre de 1981, en el que se utilizó una red Bongo, aparecen las larvas grandes dentro de las primeras 5 millas y fuera de las 25 millas, el crucero de agosto 1981, pese a ser Bongo no presentó abundancias relativas de larvas mayores a 10 mm, lo que se puede explicar con el hecho de que es recién el inicio del período de la mayor actividad de desove, siendo aún difícil encontrar larvas con un estado de crecimiento avanzado.

La aparición del desove como netamente costero en la zona central se explica con el análisis de la correntometría, debido a que para agosto - enero existe evidencia de que la dirección de la corriente superficial es hacia el nor-este en, al menos, las primeras 10 millas y se supone un transporte hacia el nor-weste en lugares alejados en 30 millas de la costa (Montecinos y Balbontín 1993). Lo anterior, sumado a la estrechez de la plataforma continental explica la aparición de huevos y larvas muy cercanos a la costa en comparación a los de la zona sur.

Para las estaciones ubicadas en el centro de desove de la zona sur (35°00' a 40°00' LS) se dan más casos donde aparecen larvas grandes, así en el crucero de agosto-septiembre de 1970 donde para la zona central aún no aparecen larvas grandes; aquí sí se aprecia una buena cantidad de larvas mayores a 8 mm, encontrándose las mayores longitudes larvales en el primer tramo de 5 millas; también aparecen grupos de larvas grandes a la distancia de las 15 millas en el crucero de diciembre de 1980. Del mismo modo en los muestreos Bongo, grupos de larvas de mayor tamaño aparecen en diciembre de 1981 donde se ubican en las distancias de 5, 20 y fuera de las 25 millas.

El único antecedente de distribución espacial de abundancias de larvas de merluza para la zona de Talcahuano (Nuñez *et al.* 1993) indica una coincidencia con los resultados recién entregados; estos autores encuentran para el período principal de desove que los principales núcleos de abundancias se encuentran a 16 y a 10 millas náuticas fuera de la costa, siendo en general baja la abundancia relativa en las primeras 5 millas. Este tipo de patrón distribucional sin duda se relaciona con el tipo

de circulación presente en este lugar, producto a su vez de la topografía submarina, del régimen de vientos, etc. En este aspecto existe evidencia de un patrón de circulación que favorece la formación de remolinos frente a Concepción y Punta Lavapié (Cáceres y Arcos 1991) que sumado a la aparición de una circulación costera hacia el norte y el noroeste que explicarían un alejamiento de las larvas y una concentración fuera de las 10 millas.

Sin duda que la característica más importante en la configuración de la oceanografía física, química y biológica del mar de la zona central de Chile corresponde a la surgencia costera. Definida como el transporte de agua superficial producto del efecto sobre ella de los vientos del S y SW, este movimiento de agua finalmente resulta en un ascenso de las aguas subsuperficiales frías y ricas en nutrientes, fertilizando las aguas de la capa fótica y por ende favoreciendo una gran producción de plancton (Brandhorst 1963, citado en Fonseca 1985). Una buena recopilación de los estudios realizados en surgencia para esta zona se analizan por Avaria *et al.* (1989).

En la caracterización reciente de los procesos de surgencia para los puntos considerados en esta tesis (Montecinos y Balbontín 1993) se señala que estos tienen un período de máxima intensidad entre los meses de octubre a diciembre. Si bien las magnitudes varían en los lugares de medición, se observa una tendencia de variación similar. Fonseca (1985), al describir la surgencia que se produce frente a Pta. Curaumilla (*ca.* 33°LS) concluyó que, producto del aumento en frecuencia e intensidad del arrastre de los vientos del SW, el máximo período ocurre entre septiembre y diciembre.

Notable resulta la disminución de la magnitud de los valores del índice de surgencia en Quintero y Montemar al compararlos con Los Vilos y Punta Ángeles (Montecinos y 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 y Balbontín 1993) podría tener un efecto de conservar una zona de surgencias moderadas y con el aporte nutritivo de esas zonas intensas de afloramiento que favorecería el desarrollo de larvas de peces (Bakun y Parrish 1982).

Al comparar los índices larvales presentes en la zona considerada con los

valores de surgencia promedio para Montemar, en el caso de la señal anual se encontró que en general los meses principales del desove de *Merluccius gayi gayi* se ubicaron en valores de surgencia bajos, situación que no fue tan clara en la comparación con el índice de surgencia de Pta. Ángeles en sus valores mensuales. Comparaciones similares han llevado a generar hipótesis generalistas acerca de la manera en que los parámetros ambientales que afectan la sobrevivencia larval y el reclutamiento, tales como la hipótesis de la "ventana ambiental óptima" (Cury y Roy 1989). Estos autores explican que existen dos factores limitantes que afectarían la sobrevivencia larval; por un lado, eventos de surgencia muy débiles provocarían una disminución de la concentración de alimento; por otro lado, una surgencia fuerte provocaría a su vez una turbulencia y un transporte mar afuera que también constituiría un factor limitante; así existiría una "ventana ambiental óptima" producida por surgencias moderadas donde estos dos efectos serían minimizados (Fig. 26).

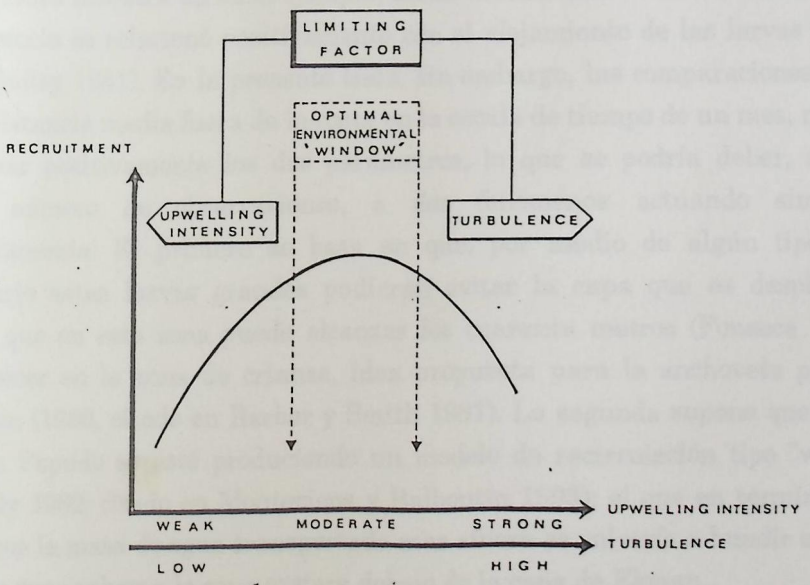


Figura 26.- "Ventana ambiental" óptima que favorecería la sobrevivencia larval y el reclutamiento. (tomado de Cury y Roy 1989)

En la presente tesis no es posible relacionar el valor de abundancia larval con el de el índice de turbulencia a un nivel de significancia estadística debido principalmente al escaso número de datos comparables, pero sí es posible especular una tendencia a la relación inversa a partir de la disminución de los valores de abundancia a medida que aumenta la turbulencia en Pta. Ángeles. Por otro lado, se muestra que los principales meses de presencia de larvas en la zona comprendida entre los 32° y 34° LS aparecieron inmediatamente después de la disminución de la intensidad de la surgencia, en un período de aumento gradual de los vientos del S y SW que alcanzan el máximo entre octubre y enero (Fonseca 1985; Montecinos y Balbontín 1993).

La teoría de Ekman indica que los vientos que circulan hacia el ecuador causan el transporte de la capa superficial del mar hacia zonas alejadas de la costa, por ende los índices de surgencia positivos indicarían un transporte mar afuera. Estas dos variables se pueden relacionar midiendo el alejamiento de las larvas fuera de la costa. La literatura muestra un buen ejemplo, donde un incremento en los valores del índice de surgencia se relacionó positivamente con el alejamiento de las larvas fuera de la costa (Bailey 1981). En la presente tesis, sin embargo, las comparaciones realizadas con la distancia media fuera de la costa en la escala de tiempo de un mes, no permiten relacionar positivamente los dos parámetros, lo que se podría deber, además del escaso número de observaciones, a dos fenómenos actuando simultánea o separadamente. El primero se basa en que, por medio de algún tipo de ritmo migratorio estas larvas grandes pudieran evitar la capa que es desplazada mar afuera, que en esta zona puede alcanzar los cuarenta metros (Fonseca 1985) y así permanecer en la zona de crianza, idea propuesta para la anchoveta peruana por Mathisen (1980, citado en Barber y Smith 1981). La segunda supone que en la zona frente a Papudo se esté produciendo un modelo de recirculación tipo "wind setup" (Csanady 1982; citado en Montecinos y Balbontín 1993); el que en términos simples indica 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.

En relación a la temperatura superficial del mar, ya Fonseca (1985) identifica que los valores más bajos para esta zona se ubican en los meses de agosto y septiembre y más altas en enero y febrero siguiendo la forma cosenoidal durante el año. Al parecer, y como se desprende de este análisis no aparece ninguna relación

causal entre la temperatura superficial y la abundancia larval para los meses trabajados; esto podría deberse a que los huevos y larvas de merluza común se distribuyen entre los 25 y 75 m de profundidad (Balbontín *et al.* 1991; Gorbunova *et al.* 1986) además que los valores correspondientes a los meses de desove principal se ubican en un rango de temperatura muy estrecho (11,7 a 12,7°C) lo que hace más difícil establecer algún tipo de relación. Al respecto se señala en la literatura que para *M. productus* la sobrevivencia larval estaría favorecida en forma directa al aumento de la temperatura superficial del mar y que este factor actuaría independientemente de los procesos de transporte costeros (Bailey 1981).

CONCLUSIONES

- El desove de la merluza común frente a la costa de Chile se extiende longitudinalmente entre Antofagasta y Chiloé, alcanzando por el oeste las 150 millas náuticas frente a Constitución.

- Existen dos grandes centros de desove, uno situado entre Papudo e Iloca (32°30' y 35°00' LS respectivamente) y el otro ubicado entre Iloca y Corral (40°0'LS), lugares donde se producen las principales abundancias de huevos y larvas en una temporada máxima de desove entre agosto y septiembre.

- La distribución espacial fuera de la costa de huevos y larvas muestra claramente dos patrones. El primero correspondiente a la zona comprendida entre Papudo e Iloca, y la otra ubicada entre Iloca y Corral. En la primera se apreció para todos los cruceros un desove principalmente costero, reflejado en la elevada abundancia de larvas pequeñas y de huevos dentro de las primeras 10 millas frente a la costa. Entre Iloca y Corral, resultó evidente la mayor extensión latitudinal del desove, donde el máximo en la abundancia de huevos fluctuó en distancias fuera de las 15 y 25 millas, y para las larvas los máximos de abundancia aparecen sólo fuera de las 10 millas.

- El desove en la zona central, se produjo en un rango de temperaturas que fluctuó entre los 11,7 y 15,4 °C.

- Los meses del desove principal se produjeron en índices de surgencia bajos y moderados.

- El número de observaciones de abundancia larval no permitió encontrar ningún tipo de relación estadísticamente significativa entre esta variable y los parámetros ambientales de índice de surgencia, índice de turbulencia y temperatura superficial del mar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguayo, M; I.Paya; R.Roa e I.Céspedes. 1992. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales, 1991. Estado de situación y perspectiva del recurso, pesquería demersales "Peces" zona sur austral, 89 p., SGI-IFOP 92/4.

Ahlstrom, E. 1954. Distribution and abundance of egg and larval population of the Pacific sardine. Fish. Bull. Fish. Wildl. Serv. US. 93(56): 83-140

Ahlstrom, E. 1959. Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. Fish.Bull. :106-146.

Avaria, S.; S.Palma, H.Sievers y N.Silva. 1989. Revisión sobre aspectos oceanográficos físicos, químicos y planctológicos de la bahía de Valparaíso y áreas adyacentes. Biol. Pesq. 18:67-96.

Avilés, S., M.Aguayo, F.Inostroza y J.Cañon. 1979. Meluza común, *Merluccius gayi* (Guichenot). Teleostemi. Gadiformes. Merluccidae. En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. CORFO. IFOP AP 79-18. Stgo. Chile.

Bailey, K. 1980. Recent changes in the distribution of hake larvae: Causes and consequences. CalCOFI Rep. 21:167- 171.

Bailey, K. 1981. Larval transport and recruitment of Pacific hake *Merluccius productus*. Mar.Ecol.Prog.Ser. 6:1-9.

Bailey, K. 1982. The early life history of Pacific hake, *Merluccius productus*, Fish. Bull.,Wash. 80(3):589-598.

Bailey, K. & R. Francis. 1985. Recruitment of Pacific withing, *Merluccius productus*, and the ocean environment. Mar.Fish.Rev., 47(2):8-15.

Bailey, K., C., Francis, K. Mais & P. Stevens. 1982. The life history and fishery of Pacific withing, *Merluccius productus*. CalCOFI Rep. 27 : 109-112.

Bakun, A. 1973. Coastal upwelling indices, West coast of North America, 1946-71. U.S. Dep. Commerce, NOAA Tech.Rep. NMFS-SSRS- 671, 103 p.

Bakun, A. 1985. Comparative studies and the recruitment problem: searching for generalizations. CalCOFI Rep, 26:30-40.

Bakun,A. y R.Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CalCOFI Rep. 23: 99-111.

Balbontín, F y W. Fischer. 1981 Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 17(3):285-334.

Balbontín,F., R. Bravo y V. Valenzuela. 1991. Distribución vertical del ictioplancton en un área de desove de *Merluccius gayi gayi*. XI Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, pág.9.

Barber, R. & R.Smith. 1981. Coastal upwelling ecosystems.In Longhurst, A.R.(ed.). Analysis of Marine Ecosystems, Pergamon Press, NY .

Bernal, P. 1981. A review of the low frequency response of the pelagic ecosystem in the California Current. CalCOFI Rep. 22: 49-64.

Bravo, R. 1993. Distribución espacial y abundancia del ictioplancton en relación a las condiciones ambientales en un área de desove frente a Chile central. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Biológicas con Mención en Ecología y Sistemática. Instituto de Biología. Universidad Católica de Valparaíso, 112 p.

Cáceres, M. y D. Arcos. 1991. Variabilidad en la estructura espacio-temporal de un área de surgencia frente a la costa d e Concepción, Chile. Invest. Pesq. (Chile) 36:27-38.

Cury,P. y C.Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment succes in upwelling areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46:670-680.

Cushing, D.H. 1975. Ecología marina y pesquerías, 256p. Editorial Acribia , España .

Chirinos de Vildoso, A. y B. Alegre. 1968. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, *Meluccius gayi* (Guichenot) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú-Callao. 2(3): 80-106.

De Buen, F. - 1958. Investigaciones sistemáticas y biológicas sobre la merluza. Bol. Soc. Biol. Concepción, 33: 107-120.
- 1961. Investigaciones biométricas de la merluza (*Merluccius gayi gayi*, G.) de la costa central de Chile. Biol. Pesq., 1: 32 p.

Fahay, M. y D. Markle. 1984. Gadiformes: Development and relationships. In H. G. Moser (ed.) Ontogeny and Systematics of Fishes. Special Publication 1: 265-282, Am.Soc. Icht. & Herpet. La Jolla, California.

Fischer,W. 1959. Huevos, crías y prelarvas de la merluza (*Merluccius gayi*, Guichenot). Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 9(2-4): 229-249.

Fonseca, T. 1985. Física de las aguas costeras de la zona central de Chile. Tralka 2(4): 337-354.

Gorbunova *et al.*. 1986. Distribution of ichthyoplancton in the frontal zones of the Peruvian waters. Voprosky Ikhtiologii, 5: 770-782.

Hjort, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of Northern Europa viewed in the light of biological research. Rapp. P.-V. Réun. Cons.Perm.int. Explor.Mer., 20:1-228.

Hollowed, A. & M. Bailey. 1989. New perspectives on the relationships between recruitment of Pacific hake (*Merluccius productus*) and the ocean environment. In: R.J.Beamish & G.A.MacFarlane (eds.) Effects of ocean variability on recruitment and an evaluation of parameters used in stocks assessment models. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 108:207-220.

Hollowed, A. 1992. Spatial and temporal distributions of Pacific hake, *Merluccius productus*, larvae and estimates of survival during early life stages. CalCOFI Rep. 33:100-118.

Lasker, R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and succesful first feeding. Fish. Bull., U.S., 73:453-46.

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 Tech. Memo., NMFS-SWFC-31, 33 pp.

Mendo, J., L. Pizarro y S. Castillo. 1987. Monthly turbulence and Ekman transport indexes, 1953-1985, based on local wind records from Trujillo and Callao, Perú . In D.Pauly & L. Tsukuyama (eds.), The Peruvian Anchoveta and its Upwelling Ecosystems: Three Decads of Change.15:75-88 ICLARM studies and reviews .

Montecinos, A. y F.Balbontín. 1993. Indices de surgencia y circulación superficial del mar: Implicancias biológicas en un área de desove de peces entre LosVilos y Valparaíso, Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 28(1):133-150.

Nuñez, S., J. Olea y D. Arcos. 1993. Distribución espacial de estados larvales de merluza común *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en el área de Talahuano, Chile. XIII Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, pág .122 .

Olivar, M-P., P.Rubiés & J.Salat. 1988. Early life history and spawning of *Merluccius capensis* Castelnau in the northern Benguela current. S. Afr. J. mar. Sci. 6:245-254.

Parrish, R. & A. McCall. 1978. Climatic variation and exploitation in the Pacific mackerel fishery. Calif. Dept. Fish. Game, Fish. Bull., 167, 109 p.

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 Fish. Rep. 291(3):731-777.

Peterman, R. y M.Bradford. 1987. Wind speed and mortality rate of a marine fish, the northern anchovy *Engraulis mordax*. Science (Wash.), 235:354-356.

Porter, C. 1903. Contribución a la Ictiología chilena, Fam. Merluccidae. Rev. Chilenade Hist. Nat. año VII :268-273 .

Poulsen, E.. 1952. Informe al gobierno de Chile sobre investigaciones biológicas acerca de los peces alimenticios de Chile, con referencia especial a la merluza. Informe FAO/Etap N°45. FAO/52/11/6870 Roma, noviembre de 1952.

Poulsen, E. 1957. The hake fisheries off the west coast of Chile. Proceedings of the eight Pacific Science Association, 3: 241-246., Oceanography National Research Council of Philippines, Univ. of Philippines (ed.).

Rojas, O. y J. Blanco. 1981. Determinación del área y época de desove de merluza común (*Merlucius gayi*) en el área de su pesquería. IFOP AP 84-37, 40 p.

Rojas, O., A. Mujica , M. Labra, G. Ledermann y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. IFOP AP 83-31, 97 p.

Rojas, O., A. Mujica, R. Kelly, J. Blanco y M. Díaz. 1984. Monitoreo de áreas de desove y su relación con parámetros abióticos. IFOP AP 84-37.

Sernap. 1992. Anuario Estadísico de Pesca 1991. Servicio Nacional de Pesca (ed.).

Sinclair, M. & T .Iles. 1989. Population regulation and speciation in the oceans. J.Cons.int.Explor.Mer., 45:165-175.

Smith, P. & L. Richardson. 1979. Técnicas estándar para prospección de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO, Doc. Téc. Pesca, 175:107 p.

UNESCO. 1968. Zooplankton sampling. UNESCO Monogr. Oceanogr. Methodol., (2):174 p

Yañez, E., L.Pizarro y M. Alberti. 1985. Dinámica del stock de merluza común *Merluccius gayi*, Guichenot 1848) explotado en la zona central de Chile (30°S-40°S) entre 1960 y 1982. :67-74 En: T.Melo (ed.). Estudios en Pesquerías Chilenas, Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso.

AGRADECIMIENTOS

Se agredece al Prof. Sr. Fernando Balbontín C., Director de Tesis, por el tiempo dedicado en comentar y corregir versiones preliminares de la misma.

Al Instituto de Fomento Pesquero, en las personas de Omar Rojas y Hernán Miles por las facilidades prestadas para acceder a las muestras planctónicas de esa institución.

A Alfonso Muena, alumno de Biología Marina por su cooperación en la impresión de los gráficos que aquí se muestran. Y en forma especial a la familia Contreras Abara por facilitarme los equipos usados en la impresión del texto.