

**CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA Y PATRONES DE
DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LA COMUNIDAD
ICTIOPLANCTÓNICA EN EL PERIODO PRINCIPAL
DE DESOVE DE *Merluccius gayi gayi* (GUICHENOT 1848)
FRENTE A CHILE CENTRAL**

TESIS

Para optar al título profesional de Biólogo Marino

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
Y DE RECURSOS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA MARINA

CRISTINA ANDREA TORRES TRUJILLO

2005

CRISTINA ANDREA TORRES TRUJILLO

Esta tesis ha sido aprobada por la Comisión de Tesis en diciembre de 2005

Profesor Dr. Ricardo Bravo Méndez

Director de Tesis

Profesor Fernando Balbontín Cavada

Profesor Sergio Avaria Placier

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	iv
Lista de tablas.....	v
Lista de figuras.....	vi
Resumen.....	ix
Introducción.....	1
Objetivos.....	6
Hipótesis.....	7
Materiales y métodos.....	8
Resultados.....	13
Caracterización taxonómica de la comunidad ictioplanctónica.....	13
Composición taxonómica.....	40
Distribución y abundancia.....	42
Riqueza, diversidad y uniformidad.....	46
Composición ictioplanctónica por campaña.....	49
Discusión.....	66
Conclusiones.....	74
Literatura citada.....	76

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo incondicional que me han otorgado durante todos estos años de carrera. Gracias a mi madre Alejandra, y a mis tías, Florentina, Graciela y Violeta, y a mi hermano, Felipe. Muchas gracias por su apoyo incondicional, su cariño y ánimo durante todo este tiempo. A mi hija, Leela, por ser mi motivación.

Igualmente quisiera agradecer al profesor Ricardo Bravo por ser mi profesor guía y por su predisposición durante el desarrollo de este trabajo. También le agradezco a toda la Comisión de tesis, por sus comentarios y ayuda en este trabajo.

A todos mis amigos y a todos los que han aportado al desarrollo de éste trabajo les agradezco mucho.

Gracias.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Número promedio y total de larvas por 1000 m ³ por campaña y total, y porcentaje de dominancia, durante las prospecciones de agosto hasta noviembre de 1999.....	41
---	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.....	12
FIGURA 2. Esquema de <i>Ethmidium maculatum</i>	14
FIGURA 3. Esquema de <i>Sardinops sagax</i> (<i>sardina española</i>).....	15
FIGURA 4. Esquema de <i>Strangomera bentincki</i> (<i>sardina común</i>).....	17
FIGURA 5. Esquema de <i>Engraulis ringens</i> (<i>sardina común</i>).....	19
FIGURA 6. Esquema de <i>Merluccius gayi gayi</i> (<i>merluza común</i>).....	21
FIGURA 7. Esquema de <i>Hygophum bruuni</i>	23
FIGURA 8. Esquema de <i>Electrona rissoi</i>	24
FIGURA 9. Esquema de <i>Diaphus theta</i>	25
FIGURA 10. Esquema de <i>Diogenichthys atlanticus</i>	27
FIGURA 11. Esquema de <i>Diogenichthys laternatus</i>	29
FIGURA 12. Esquema de <i>Protomyctophum crockeri</i>	30
FIGURA 13. Esquema de <i>Sebastes capensis</i>	31
FIGURA 14. Esquema de <i>Normanichthys crockeri</i>	32
FIGURA 15. Esquema de <i>Helcogrammoides chilensis</i>	33
FIGURA 16. Esquema de <i>Hypsoblennius sordidus</i>	35
FIGURA 17. Esquema de <i>Scomber japonicus</i>	36

FIGURA 18. Esquema de <i>Bathylagus pacificus</i>	37
FIGURA 19. Esquema de <i>Agonopsis chiloensis</i>	38
FIGURA 20. Abundancia total de larvas de peces por campañas desde Caleta Maitencillo hasta Punta Ligua.....	42
FIGURA 21. Abundancia total de larvas de peces por estaciones desde Caleta Maitencillo hasta Punta Ligua.....	43
FIGURA 22. Abundancia temporal de larvas de <i>Merluccius gayi gayi</i> y grupo prelarvas S. I. desde agosto a noviembre de 1999, expresada como número/1000 m ³	44
FIGURA 23. Abundancia temporal de larvas de especies con mayor abundancia (>150/1000m ³) durante agosto-noviembre de 1999.....	45
FIGURA 24. Número total de taxa de larvas de peces desde agosto hasta noviembre, incluyendo el error específico.....	47
FIGURA 25. Diversidad (H') del ictioplancton en el área de estudio desde agosto hasta noviembre, incluyendo el error específico	47
FIGURA 26. Uniformidad (J') del ictioplancton en el área de estudio desde agosto hasta noviembre, incluyendo el error específico.....	48
FIGURA 27. Distribución de larvas con mayor densidad (>150/1000 m ³), en rangos en logaritmo base 10, durante la primera campaña oceanográfica en agosto de 1999.....	50
FIGURA 28. Distribución de larvas con mayor abundancia (>150/1000 m ³) en rangos en logaritmo base 10, durante la segunda campaña oceanográfica en septiembre de 1999.....	53

FIGURA 29. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$) en rangos en logaritmo base 10, durante la tercera campaña oceanográfica en octubre de 1999.....	56
FIGURA 30. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$) en rangos en logaritmo base 10, durante la cuarta campaña oceanográfica en octubre de 1999.....	59
FIGURA 31. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$) en rangos en logaritmo base 10, durante la quinta campaña oceanográfica en octubre de 1999.....	62
FIGURA 32. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$) en rangos en logaritmo base 10, durante la sexta campaña oceanográfica en noviembre de 1999.....	65

RESUMEN

Frente a Chile central se hizo un estudio que cubrió todo el período de desove principal de *Merluccius gayi gayi* (septiembre a noviembre), considerando además un período anterior y posterior, para realizar un seguimiento a la abundancia larval de esta especie y de otras que debieran teóricamente presentar sus máximas densidades en la misma época. Dados los antecedentes de alta concentración ictioplanctónica de especies tales como anchoveta, sardina española y merluza común frente a Papudo a inicios de primavera, se debieran también presentar patrones similares de abundancia y distribución para el área y período, de otras especies ictioplanctónicas hasta ahora no determinadas.

El muestreo se realizó en tres transectas con nueve estaciones entre Punta Ligua y Caleta Maitencillo, durante la principal época reproductiva de *Merluccius gayi gayi*, con el objetivo de estimar la composición, abundancia relativa y distribución larval temporal en la zona de desove de *Merluccius gayi gayi*.

Las abundancias relativas más altas de ictioplancton ocurrieron entre las campañas oceanográficas tercera y quinta, sin embargo en la cuarta campaña se concentraron las mayores densidades larvales. En general, el aumento en la abundancia larval se inició en la tercera campaña oceanográfica, teniendo una fuerte declinación hacia la sexta.

En total fueron determinados 34 morfotipos diferentes, de los cuales 18 fueron identificados a nivel de especie, 5 a nivel de género, un grupo de prelarvas (probablemente mictófidós) fue definido como prelarvas. La especie más abundante correspondió a *Merluccius gayi gayi*, con cerca del 80% del total de larvas capturadas, la mayoría de ellas

aún con saco vitelino además de prelarvas. Otras abundancias relativas importantes las presentaron el grupo prelarvas S.I. mientras que las especies *Hygophum bruuni*, *Electrona risoi*, *Protomyctophum crockeri*, *Engraulis ringens*, *Sardinops sagax* y *Strangomera bentincki*.

En relación a la distribución espacial, las mayores abundancias totales de larvas se observaron frente a la Caleta Maitencillo, seguido del sector Punta Ligua, con las más altas concentraciones en las estaciones más cercanas a la costa (2 y 4 mn). Se concluye que la zona de estudio es una importante área de desove y desarrollo larval para varias especies de peces.

La co-ocurrencia ictioplanctónica con altas abundancias sugiere que esta área geográfica presentaría características de zona segura para el desarrollo larval, para la cual las especies estudiadas se habrían adaptado en el tiempo, en respuesta a presiones selectivas tendientes a maximizar la sobrevivencia larval.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones sobre la comunidad ictioplanctónica son un aporte al conocimiento de la ecología y evolución de las poblaciones pesqueras (Moser & Smith 1993). Asimismo, las investigaciones enfocadas a la distribución y abundancia del ictioplancton son un aporte al conocimiento de las primeras fases de desarrollo, los patrones de desove en peces adultos, además de las condiciones ambientales que controlan estos patrones (Koutrakis *et al.* 2004).

De acuerdo a los estudios realizados por Doyle *et al.* (1993), cambios en los patrones de distribución y abundancia de larvas reflejan cambios en el rango de distribución de los peces adultos y las características de sus estrategias reproductivas tales como el tiempo, duración y ubicación del desove.

El éxito reproductivo de los peces es regulado por diversos factores, dentro de los cuales destacan el viento por su incidencia sobre la surgencia y el transporte mar afuera de huevos y larvas (Bakun & Parrish 1982).

De acuerdo a Sinclair (1988 citado en Somarakis *et al.* 2000), la época de desove estaría más bien adaptada a las características de la productividad primaria. Estas áreas se definen como “áreas de retención larval”. Este término hace referencia a cualquier rasgo oceanográfico consistente en el tiempo que mejore la cohesión larval. Sin embargo, Cury y Roy (1989) plantean que igualmente es necesaria una ventana ambiental óptima para explicar el éxito del reclutamiento de peces pelágicos en zonas de surgencia, debido a que un determinado rango en la intensidad de ésta, controlaría la abundancia de la presa para las larvas del ictioplancton, al estimular la producción primaria.

Se cree que la sincronización y la intensidad del desove en peces es adaptativa, es decir, se habría seleccionado para favorecer la sobrevivencia larval (Somarakis *et al.* 2000). Existen diversas hipótesis propuestas para explicar la necesidad de una sincronización en la reproducción, las cuales han enfatizado la importancia de la variabilidad temporal en los procesos de la cadena trófica (Cushing 1990), la presión por depredación (Heath 1992), los patrones de dispersión de un área (Sinclair 1988), o la interacción entre las fuerzas físicas y las condiciones favorables para el crecimiento larval (Cury & Roy 1989).

Norcross y Shaw (1984) han postulado que el desove de muchas especies ocurre generalmente cerca de giros, zonas de surgencia, u otras circulaciones direccionales que frecuentemente están asociados con sistemas de corrientes mayores. Estas asociaciones por una parte fijan la dirección de la deriva larval, y además fijan también el área de crianza. Así, tanto la dirección de la deriva larval como el área de crianza quedan determinadas por un sistema de corrientes regular.

Estas características son importantes puesto que para que la dispersión larval sea efectiva, es esencial que los huevos y larvas estén situados en estas áreas de crianza, las cuales, debido a su gran abundancia de alimento y baja abundancia de depredadores, les aumente las probabilidades de sobrevivencia. Estos hábitats son definidos como "hábitats seguros" (Frank & Leggett 1983).

Los hábitats seguros, son definidos por sus características biológicas: abundancia de alimento, escasez de depredadores (Leggett 1985) y fisicoquímicas: condiciones de salinidad-temperatura adecuadas (Laprise & Dodson 1993); patrones de circulación que promueven la retención o transporte a áreas de crianza (Harden-Jones 1969, Sinclair 1988).

Por lo tanto, es esencial que los huevos y larvas de peces se desarrollen en hábitats favorables que maximicen la probabilidad de sobrevivencia durante la fase planctónica, periodo del ciclo de vida en que las larvas están vulnerables a depredación, hambruna y transporte mar afuera, lejos de las áreas adecuadas para su alimentación (Norcross & Shaw 1984, Balbontín & Bravo 1999).

Ciertas áreas costeras tales como bahías, canales y fiordos pueden constituir hábitats favorables para la sobrevivencia larval temprana (Frank & Leggett 1983). Asimismo, de acuerdo a Laprise y Pepin (1995), estas áreas costeras son comúnmente utilizadas como áreas de desove o áreas de crianza por una variedad de especies que son “ecológicamente diferentes” porque viven en diversos hábitats como adultos o bien exhiben distintos comportamientos de desove.

En Chile, los estudios sobre la comunidad ictioplanctónica están enfocados principalmente hacia aquellas especies de importancia comercial, tales como la anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina española (*Sardinops sagax*) y la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) (Bernal *et al.* 1997, Vargas *et al.* 1997). Es escasa la información que se tiene sobre larvas de peces sin importancia comercial, siendo exiguu el conocimiento relativo a sus patrones de distribución y abundancia en periodos de alta productividad biológica.

Estudios realizados por el Instituto de Fomento Pesquero sobre el ictioplancton durante las últimas décadas establecen que la merluza común desova frente a la costa de Chile desde los 18° 40' LS hasta al menos los 42° 00' LS. Sin embargo, es en el área entre Papudo (32° 30' LS) y San Antonio (33° 35' LS) y entre Constitución (35° 30' LS) y bahía Carnero (36° 30' LS) donde la merluza desova con mayor intensidad. La distribución de los

huevos es típicamente costera y la mayor dispersión larval dentro del área de desove no excede el límite oeste de las 90 millas (Bernal 1994). Según las investigaciones de Rojas y colaboradores (1983 y 1984), el período de máxima intensidad del desove se ubicaría a fines de invierno y comienzos de primavera.

La importancia de la zona costera frente a Papudo (32° 30' S) como también sus áreas aledañas de Punta Ligua y Caleta Maitencillo, radica en ser una área significativa de desove no sólo de la merluza común sino también de otras especies de peces de importancia comercial como la anchoveta y la sardina española (Bravo & Balbontín ms). Estudios sobre la zona muestreada (Avaria *et al.* 1989, Montecinos & Balbontín 1993) han establecido que las condiciones oceanográficas además de los patrones de circulación podrían favorecer la retención larval en la costa, evitando el transporte mar afuera por procesos de advección.

La investigación de Montecinos y Balbontín (1993) en la zona determinó que la dirección del transporte neto y las zonas de convergencias podrían ser indicativos de una celda de recirculación, que resultan en el flujo hacia la costa en la capa subsuperficial. De acuerdo a esta investigación, este mecanismo de recirculación podría ser utilizado por las larvas para mantenerse en la zona costera. Estos autores concluyen que para obtener un *“reclutamiento exitoso, el desove debiera darse cuando el transporte mar afuera no fuera el máximo, ni tampoco durante los meses en que no hay surgencia”* (Montecinos & Balbontín op. cit). El estudio indicó que se darían las condiciones favorables para el desarrollo de una surgencia moderada desde enero a junio y de agosto a septiembre.

Otro estudio realizado entre Los Vilos y Valparaíso en septiembre de 1989 y enero de 1990 (Balbontín & Bravo 1999), confirmó a la zona costera de Papudo como un centro

importante de desove de merluza común. El periodo de mayor actividad reproductiva de la merluza común es entre agosto y noviembre, periodo que corresponde al desove principal (Balbontín & Bravo op. cit.). Además otro estudio paralelo al anterior (Bravo & Balbontín ms), reveló que las mayores concentraciones de huevos y larvas de merluza se encontraron entre los 25 y 75 m de profundidad y entre las primeras 10 millas de la costa.

En la zona central también se ha detectado altas concentraciones de huevos y larvas pertenecientes a otras especies de peces (Rojas *et al.* 1983, Balbontín & Orellana 1983). Dada la marcada similitud encontrada en la distribución espacial de especies en el inicio de la época primaveral frente a Papudo, tanto en la fase huevo como en las de larva, en especies tales como merluza común, anchoveta y sardina española, Bravo y Balbontín (ms) concluyen que estas especies utilizarían los mismos sitios de desove y eventualmente determinados procesos físicos similares estarían influyendo en la posterior distribución de sus huevos y larvas.

Esta co-distribución de especies de peces en su fase planctónica, cuyas mayores abundancias se encontraron en sectores costeros de Papudo, sería concordante con la hipótesis de retención larval (Frank & Legget 1983). Con estos antecedentes, Bravo & Balbontín ms., propusieron la existencia para esta zona de condiciones ambientales que favorecerían la retención larval en la zona de desove sobre la plataforma continental frente a Papudo.

OBJETIVO GENERAL

- ❑ Conocer las agrupaciones ictioplanctónicas durante todo el periodo principal de desove de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot 1848), entre fines de invierno e inicios de primavera de 1999, en la plataforma continental comprendida entre los 32° 23' L.S. y 32° 36' L.S., frente a Chile Central.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❑ Determinar la composición taxonómica, describiendo los caracteres morfológicos claves que permitan la determinación al nivel específico más bajo de las especies ictioplanctónicas estudiadas.
- ❑ Determinar la distribución temporal de las agrupaciones ictioplanctónicas asociadas al desove principal de *Merluccius gayi gayi* en el periodo de estudio.
- ❑ Estimar la abundancia y distribución espacial de las distintas especies ictioplanctónicas en el área de estudio.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Dados los antecedentes de alta concentración ictioplanctónica de especies tales como anchoveta, sardina española y merluza común frente a Papudo a inicios de primavera, se debieran también presentar patrones similares de abundancia y distribución para el área y periodo, de otras especies ictioplanctónicas hasta ahora no determinadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedimiento de Muestreo

El material del presente trabajo procede del proyecto de investigación DIPUV 3199, “Dinámica de desove y reclutamiento de la merluza común en una zona de reproducción de peces de importancia pesquera”.

En este proyecto se realizó una campaña oceanográfica por semana (seis en total), con una frecuencia de 10 días aproximadamente entre la segunda semana de agosto y la primera semana de noviembre de 1999 sobre la plataforma continental frente a Papudo. El área de estudio comprendió la zona costera sobre la plataforma continental ubicada entre Punta Ligua y Caleta Maitencillo frente a Chile central ($32^{\circ} 23' 30,8''$ a $32^{\circ} 36' 39,6''$).

El muestreo comprendió tres transectas perpendiculares a la costa distanciadas a seis millas entre sí. En total se establecieron nueve estaciones de muestreo (tres por transecto), situadas a 2, 4 y 6 millas de la costa (Fig.1). El número de muestras analizadas fue de 104.

Las muestras de plancton se obtuvieron con una red Bongo de 67 cm de diámetro con malla de $330 \mu\text{m}$, mediante arrastres oblicuos desde los 100 m de profundidad hasta la superficie, o desde cerca del fondo en las estaciones costeras, de acuerdo a la metodología propuesta por Smith & Richardson (1977). Las bocas de las redes estaban provistas de flujómetros, para cuantificar la cantidad de agua filtrada por arrastre. Las muestras obtenidas por cada estación fueron fijadas a bordo con formalina neutra al 5%.

En el laboratorio, el ictioplancton obtenido por cada estación fue estandarizado a número por 1000 m³. De cada muestra de zooplancton fueron separados la totalidad de las larvas de peces, cuantificadas e identificadas al taxón más bajo posible. Para la identificación sistemática se utilizó las descripciones de especies en las publicaciones de Ahlstrom (1943), Balbontín y Garretón (1977), Moser y Ahlstrom (1970; 1974), Balbontín y Orellana (1983) y Pérez (1978). Los esquemas incluidos en esta tesis de grado, cuentan con la debida autorización de sus autores.

Las especies cuya ocurrencia fue ocasional, fueron consideradas en el análisis de composición taxonómica, pero no fueron representadas en la gráfica de las campañas. Se realizó un filtro para dejar afuera aquellas taxa de escasa ocurrencia, utilizando para ello el criterio de presencia en al menos tres campañas oceanográficas y que presentasen una abundancia igual o superior a 150 larvas/1000 m³. Considerando las fuertes diferencias en los niveles de abundancia, se transformaron los datos en logaritmo en base 10, para tener una escala más homogénea y representativa.

Análisis de Datos

Para analizar los datos se siguió la metodología usada en Frank y Leggett (1983) debido a la similitud del muestreo y del tipo de datos analizados. Para ello se utilizó el programa estadístico PRIMER versión 7, con el cual se aplicaron los siguientes índices:

Para conocer la diversidad específica de las muestras, se les aplicó el índice de diversidad específica de H' de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_i p_i (\log p_i)$$

donde:

p_i = es la proporción de la especie i en la muestra total

$$p_i = n_i / N$$

Este índice toma valores desde 0 hasta un máximo del $\log p$ para un valor dado de i , número de especies.

Como complemento a este índice, se analizó la riqueza de especie (S), para la cual se utilizó el índice de Margalef (d):

$$d = (S-1) / \log N$$

Donde:

N = el número total de individuos

S = número total de especies presentes en una agrupación.

El índice de Margalef es una medida del número de especies presentes en un número dado de individuos.

Además se analizó la uniformidad mediante el índice de uniformidad de Pielou:

$$J' = H' (\text{observada}) / H' \text{ max}$$

donde:

$H' \text{ max}$ = la máxima posibilidad de diversidad, la cual podría ser lograda si todas las especies fuesen igualmente abundantes (= $\log S$).

La comparación de la abundancia por estaciones y por campañas para larvas, fue evaluada con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (Conover 1971). La hipótesis a contrastar fue que todas las poblaciones tenían la misma función de distribución, que k

muestras habían sido obtenidas de la misma población, frente a la alternativa de que al menos dos difieren de este criterio. Debido a que su finalidad fue contrastar la igualdad de las medianas, M , de k poblaciones, la hipótesis a contrastar se estableció de la siguiente forma:

$$H_1 : \text{no todas son iguales}$$

$$H_0 : M_1 = M_2 = \dots = M_k$$

De ser aceptada la hipótesis nula, podría afirmarse que las distintas muestras provienen de una misma población. Por lo tanto, se consideran $N = \sum_{i=1}^k n_i$ observaciones como elementos de una muestra única que se ordena de mayor a menor. Se asigna el correspondiente rango a cada observación desde rango 1 hasta rango N . Se calcula para cada muestra la suma de los rangos, R_i , de las observaciones que les corresponden.

El test se calcula con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Para tamaños grandes, $n_i > 5$, si la hipótesis nula es aceptada, puede aproximarse una distribución Chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad. La decisión para rechazar o no la hipótesis nula depende de la comparación del valor de H con el valor teórico de la distribución Chi-cuadrada (X^2_{k-1}). De acuerdo a lo anterior, se rechaza H_0 si el valor estadístico supera el valor teórico de $X^2_{k-1, 1-\alpha}$.

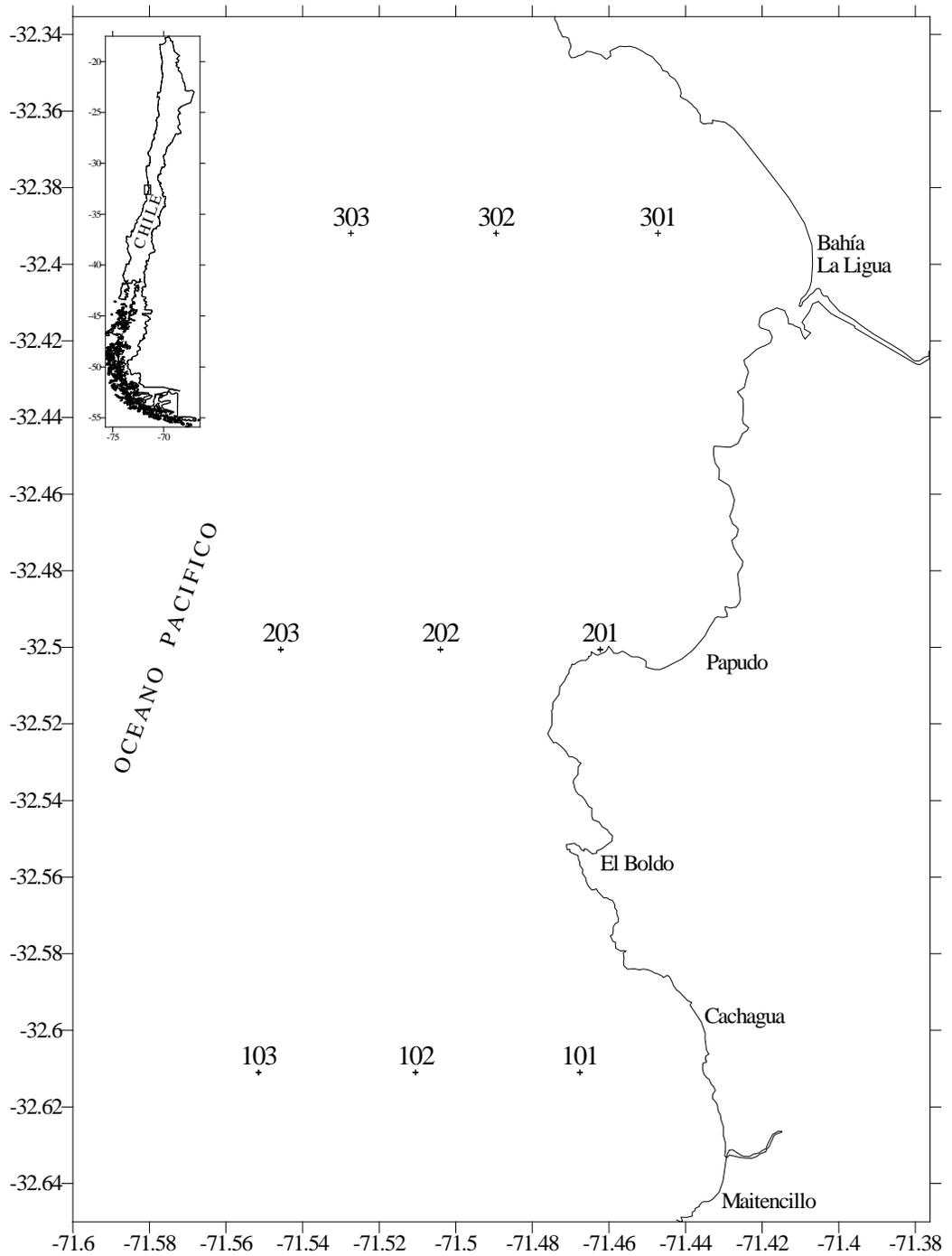


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo.

RESULTADOS

Caracterización taxonómica de la comunidad ictioplanctónica

La identificación y descripción de las larvas de especies recolectadas se obtuvo a partir de la observación del material, utilizando como pauta bibliografía especializada.

La descripción de las larvas se realizó en base a caracteres morfológicos, merísticos y de pigmentación, con los cuales se elaboró una pauta de trabajo. Los caracteres morfológicos se centraron en aspectos de morfología general: forma de aletas, longitud y forma de intestino, forma de ojo etc.). En algunos casos se debió utilizar caracteres merísticos, tales como el número de miómeros y el número de rayos para diferenciar entre especies. Los criterios de definición taxonómica en base a la pigmentación, fueron los definidos en Moser (1984).

Clupeidae

Ethmidium maculatum (Valenciennes 1847). **Machuelo:** Las larvas son de cuerpo delgado y fino (Fig. 2). Su aspecto es semejante a larvas de *Sardinops sagax*, pero se diferencia de éstas, por poseer pigmento dorsal y ventral en la región caudal, el que es evidente durante todo el desarrollo. En la región cefálica presenta pigmento, generalmente 2 a 3 manchas. Además, presenta una serie de pigmentos en forma de líneas y puntos en la región ventral. El pigmento intestinal es lineal con distribución regular. El intestino es muy largo y fino, presentando una región anterior delgada, lisa y una posterior gruesa y tabicada externamente. La aleta dorsal está separada de la anal por 7 a 9 miómeros, contando con 40 a 41 miómeros preanales. El número de miómeros totales varía entre 48 y 50. Todas las larvas analizadas se ajustan en su morfología y pigmentación a los patrones descritos.

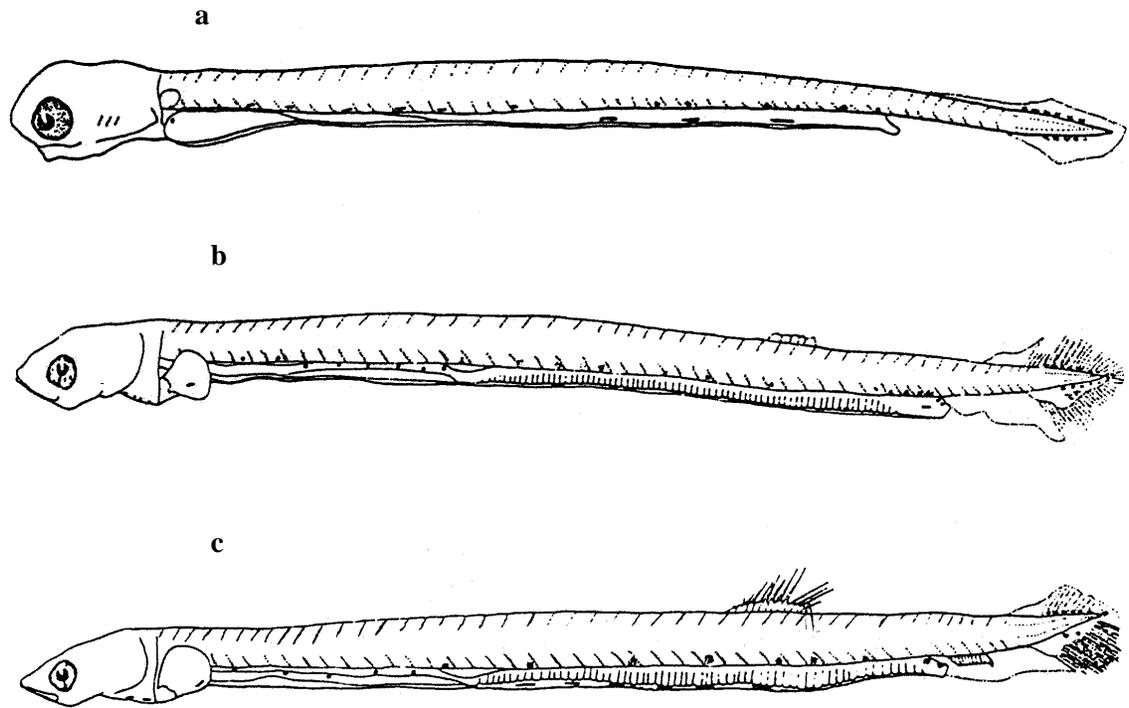


Figura 2. Larvas de *Ethmidium maculatum* **a)** de 3,0 mm; **b)** 6,1 mm; **c)** 9,1 mm (Tomado de Balbontín & Orellana 1983)

Sardinops sagax (Girard 1854) **Sardina española:** La larva es de cuerpo alargado, con intestino muy largo y fino (Fig.3). La forma de la cabeza es corta y redondeada. Los ojos son relativamente pequeños. El intestino es largo y se separa en dos regiones; la región anterior es fina y lisa y la posterior es más gruesa y estriada. La aleta dorsal y anal no se superponen, existiendo una separación de 5 a 6 miómeros; presentando 40 a 41 miómeros preanales. El número de miómeros totales fluctúa entre 50 a 51. Según la descripción de Balbontín y Orellana (1983), se diferencia de *E. maculatum* porque sólo presenta pigmento ventral en la región caudal durante su desarrollo, situación corroborada en el presente

trabajo. Presenta melanóforos en la región cefálica ventral en forma de líneas y en el resto del cuerpo se presenta en doble fila. El patrón de pigmentación puede aparecer en forma estrellada o en forma de rayas finas. De acuerdo a Balbontín y Garretón (1977), el patrón estrellado se observa en la región occipital, opercular, anal y post anal, precaudal, caudal, en la aleta dorsal, y además en la línea media lateral. El patrón de pigmentación en forma de rayas, se observa en la región cefálica ventral, intestinal, precaudal y caudal.

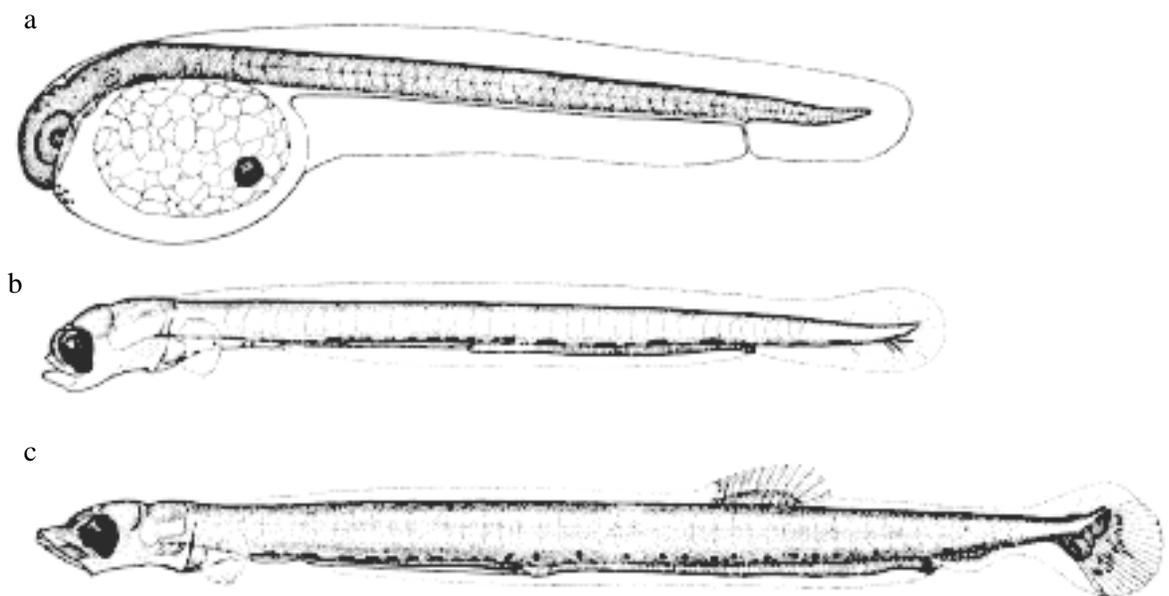


Figura 3. Larvas de *Sardinops sagax* a) de 3,0 mm; b) 6,1 mm.; c) 9,1 mm LE (Tomado de Matarese *et al.* 1989).

Strangomera bentincki (Norman 1936) **Sardina común**: Presenta un aspecto similar a las larvas de *Engraulis ringens* (Fig. 4), aunque se diferencia porque esta especie presenta pigmento dorsal y ventral en la región caudal. Su forma corporal es fina y alongada, con intestino largo. Este se divide en dos regiones, la anterior es fina y lisa y la posterior es más gruesa y tabicada. El pigmento en la región cefálica ventral está representado por una única línea gruesa o segmentos; o por uno a tres puntos (Balbontín & Orellana 1983). El pigmento en la región cardíaca siempre está presente en forma de líneas o puntos. El pigmento en la región intestinal es escaso, y cuando está presente, es en forma de líneas cortas. La pigmentación en la región postanal y precaudal, cuando se presenta, es en forma de melanóforos ramificados. El pigmento en la región dorsal se concentra cerca de la aleta dorsal. No existe sobreposición entre la aleta dorsal y anal, estando éstas separadas por 3 a 5 miómeros. Además, presenta de 34 a 35 miómeros preanales solamente. El número de miómeros totales varía entre 44 y 47.

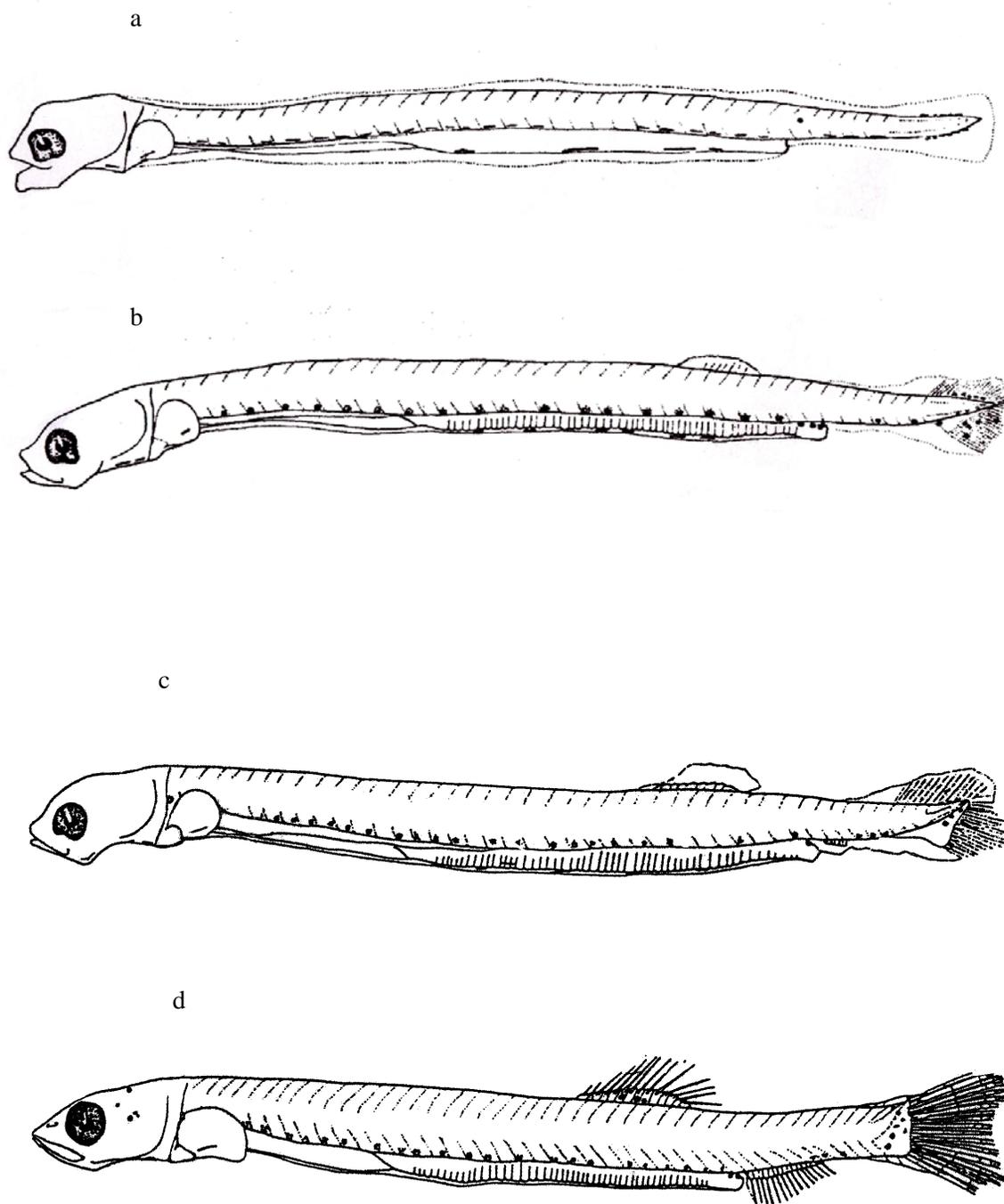


Figura 4. Larvas de *Strangomera bentincki* a) de 5,1 mm, LN; b) 8,8 mm LS; c) 10,1 mm L.S; d) 18,0 mm L.S (Tomado de Balbontín & Orellana 1983).

Engraulidae

Engraulis ringens Jenyns 1842. **Anchoveta:** La forma corporal de la larva es fina y alargada. En general la talla de eclosión es inferior a los clupeidos (Fig. 5). Presenta un intestino más corto que los clupeiformes y se divide en dos secciones. La sección anterior es delgada y lisa mientras que la sección posterior se caracteriza por ser gruesa y festoneada. Presenta pigmentación en forma de rayas en la región cefálica ventral, ventral y entre los rayos de la aleta caudal. La pigmentación ventral se presenta como una línea continua o una a dos líneas segmentadas. La región cardíaca siempre presenta pigmentación en forma de línea o mancha. El pigmento presente en la región intestinal es escaso, y se presenta en forma de una línea continua o estrellada. La zona de formación de la vejiga natatoria es también pigmentada. La región caudal está pigmentada en la parte ventral. Se diferencia de la sardina común por presentar sólo 30 a 31 miómeros preanales. Las aletas se superponen en 3 a 4 miómeros. El número de miómeros totales varía entre 44 y 48.

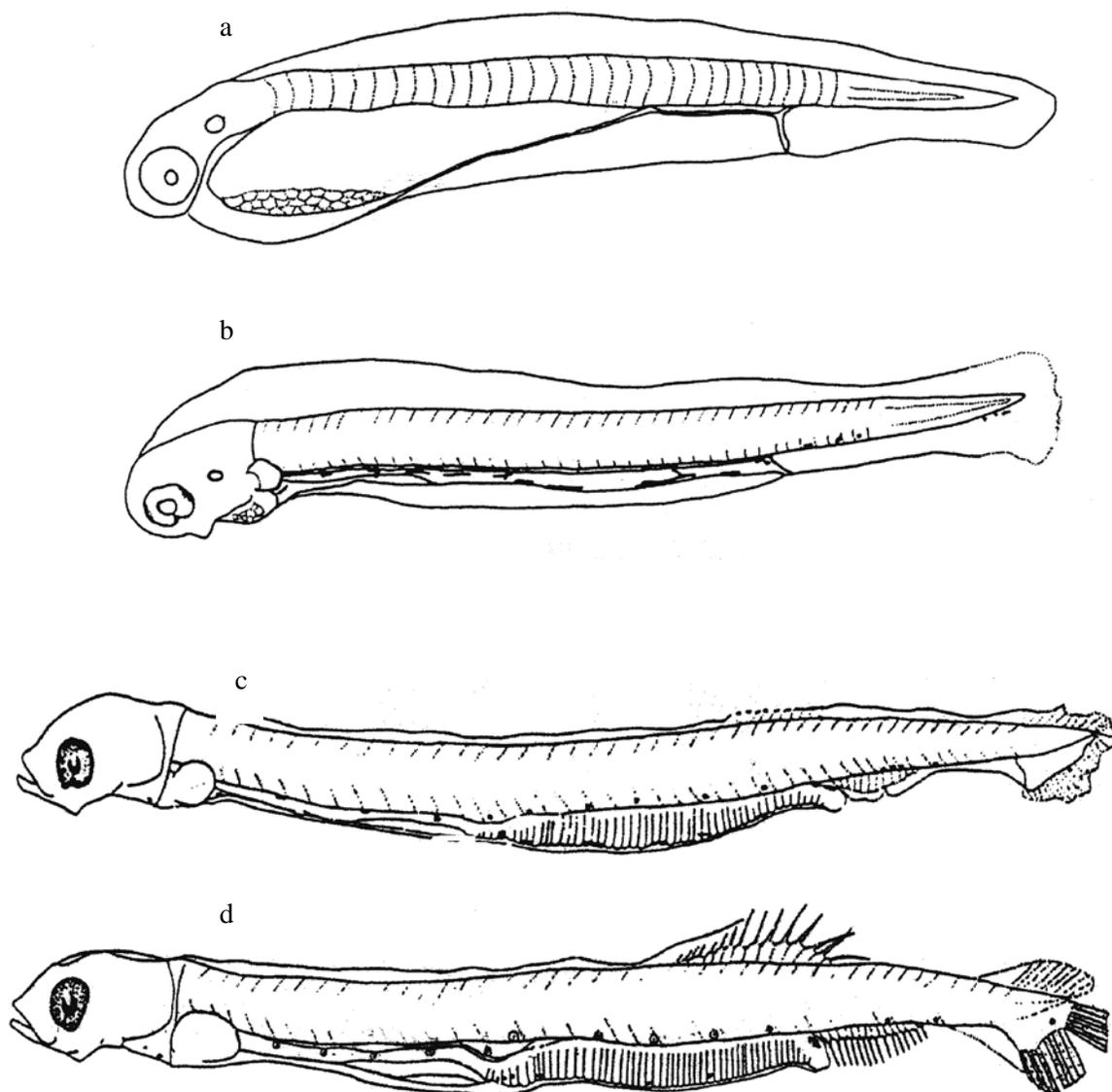


Figura 5. Larvas de *Engraulis ringens* a) 2,9 mm LN; b) 3,5 mm LN; c) 7,9 mm LN; d) 9,8 mm LN (Tomado de Balbontín & Orellana 1983).

Merluccidae

Merluccius gayi gayi (Guichenot 1848) **Merluza común**. La forma de la cabeza es grande y ancha (Fig. 6). La pigmentación cefálica se distribuye delante, sobre y detrás de los ojos. En el cuerpo, el patrón de pigmentación 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. En larvas mayores a 4 mm (LT) se observa una línea continua de melanóforos en el margen dorsal del intestino. De acuerdo a la descripción de Pérez (1978), las aletas pectorales tienen un pigmento característico representado por un gran melanóforo ubicado en la base de la aleta y numerosos xantóforos (pigmento difuso) sobre la porción libre restante de la aleta. Esto último pudo ser corroborado en este trabajo. El extremo de la cola carece de pigmento. Presenta ojos con forma esférica y de tamaño pequeño, los que ocupan más o menos un tercio de la longitud de la cabeza. Presenta intestino corto y muy grueso.

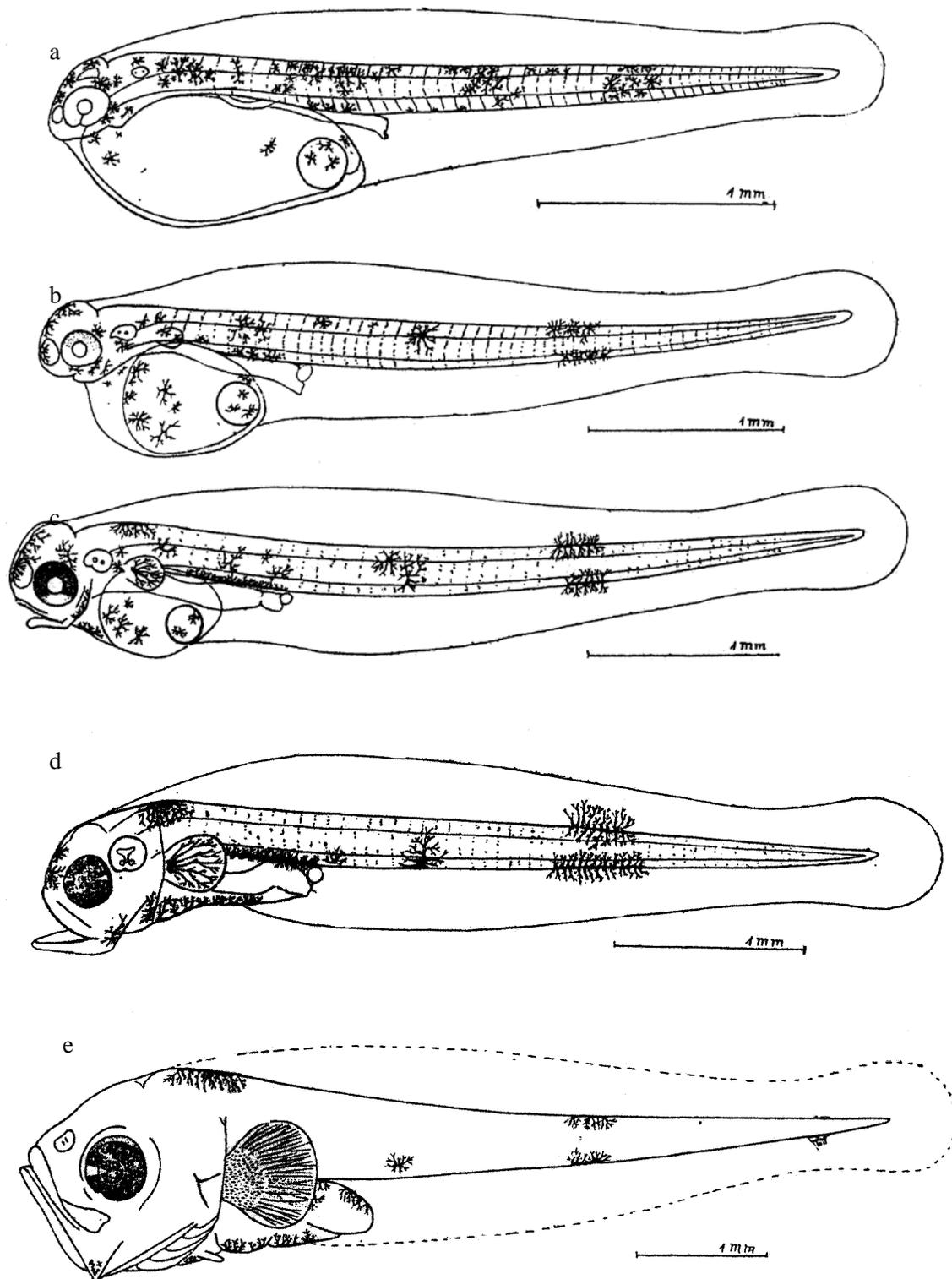


Figura 6. Larvas de *Merluccius gayi gayi* a) 3,75 mm LT; b) 4,46 mm LT; c) 4,7 mm LT; d) 4,7 mm LT, 9 días después de eclosión; e) 6,5 mm LE (Tomado de Fischer 1959).

Myctophidae:

***Hygophum bruuni* Wisner, 1971.** Las larvas de esta especie presentan la cabeza en forma aguzada. Ojos elipsoidales, con una masa de tejido corioide en posición ventral. Pigmentación en la región caudal (y en zona media en larvas > a 5 mm). El intestino llega hasta la mitad del cuerpo aproximadamente. De acuerdo a la descripción de Pérez (1978), el pigmento en la zona cefálica ventral es en forma de rayas, mientras que en los costados del intestino, el pigmento es estrellado o ramificado. El intestino es algo festoneado en larvas mayores de 6 mm y pigmentado al final en forma de guión. En la región posterior del cuerpo se presentan varios melanóforos en forma estrellada y su ubicación es típicamente intermiomérica. No se presenta pigmento en el extremo de la cola. En general con poca pigmentación (Fig. 7). Tanto la cabeza como la parte anterior del cuerpo y extremo de la cola carecen de pigmento.

***Hygophum* sp.:** Similar a larva de *H. bruuni*, pero el patrón de pigmento varía. Presenta una serie de puntos no estrellados sobre el intestino. La forma del cuerpo e intestino son similares a *H. bruuni*.

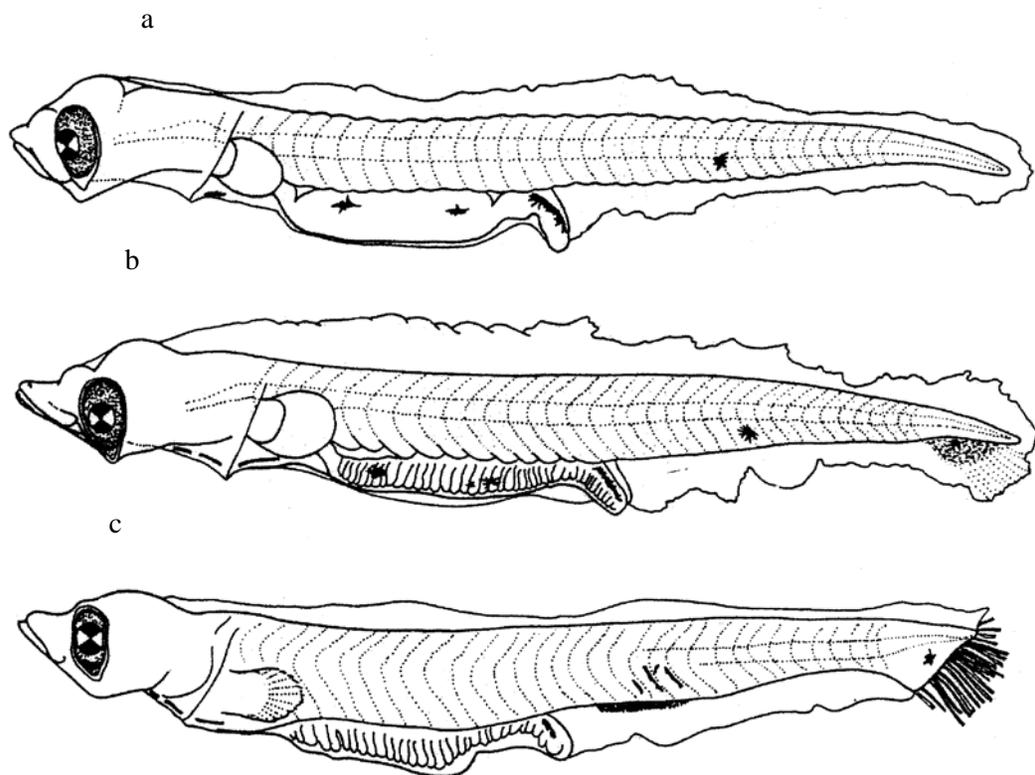


Figura 7. Larvas de *Hygophum bruuni* a) 3,8 mm LS; b) 6,4 mm LS; c) 7,5 mm LS (Tomado de Balbontín & Orellana 1983).

Electrona rissoi: (Cocco, 1829). Las larvas presentan forma corporal moderadamente estilizada, con una cabeza de tamaño grande y ancha (Fig. 8). La mandíbula inferior sobrepasa a la mandíbula superior. La forma del ojo es más larga que ancha, con un pequeño apéndice en la región caudal. Tiene un intestino corto, en forma de S, el cual se divide en dos secciones: la sección anterior es relativamente gruesa, con forma de saco, y la sección posterior es más fina. El espacio entre el ano y la aleta anal es menor que en *Protomyctophum*. Presenta escasa pigmentación, la que se observa a partir de los 6 mm LE, sólo con unos pocos puntos en la mandíbula inferior y en el inicio de la aleta pectoral.

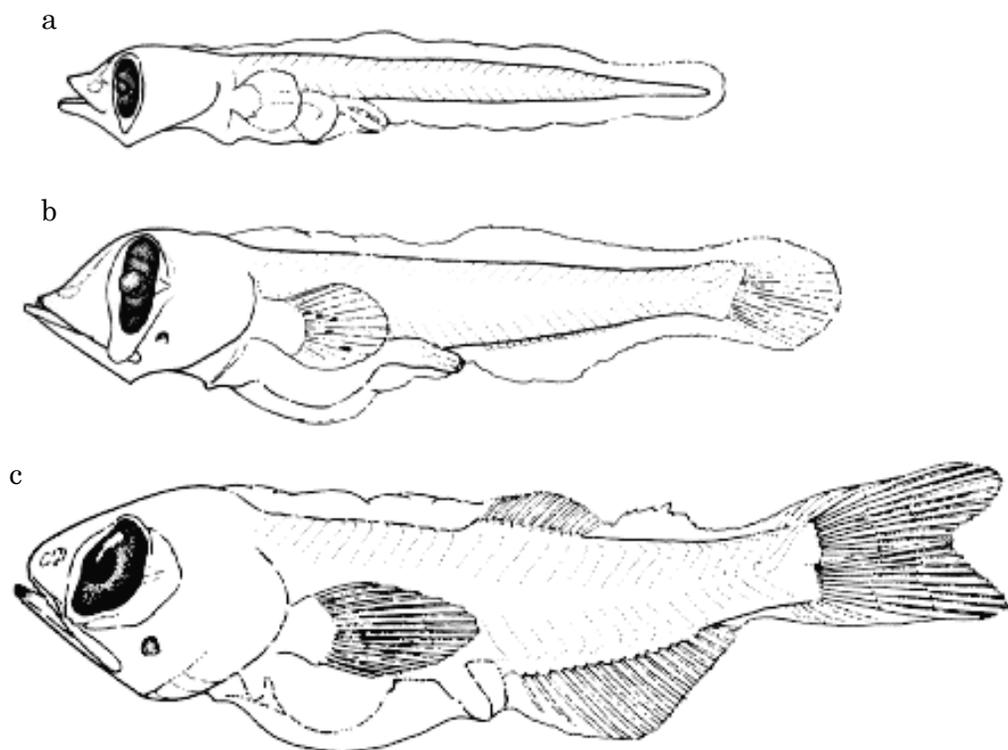


Figura 8. Larvas de *Electrona rissoi* a) de 3,9 mm LE; b) 6,3 mm LE; c) 7,9 mm LE (Tomado de Moser & Ahlstrom 1970).

Diaphus theta Eigenmann & Eigenmann, 1890. La larva es de forma estilizada, con una cabeza relativamente pequeña y sin pigmento (Fig. 9). Presenta ojos con leve forma elíptica y tejido corioide. El intestino es medianamente corto y con leve forma de S, presentando melanóforos al final del intestino y pigmentación post anal en forma de puntos, además de dos puntos en la aleta caudal, los que pueden aumentar en etapas más desarrolladas de la larva.

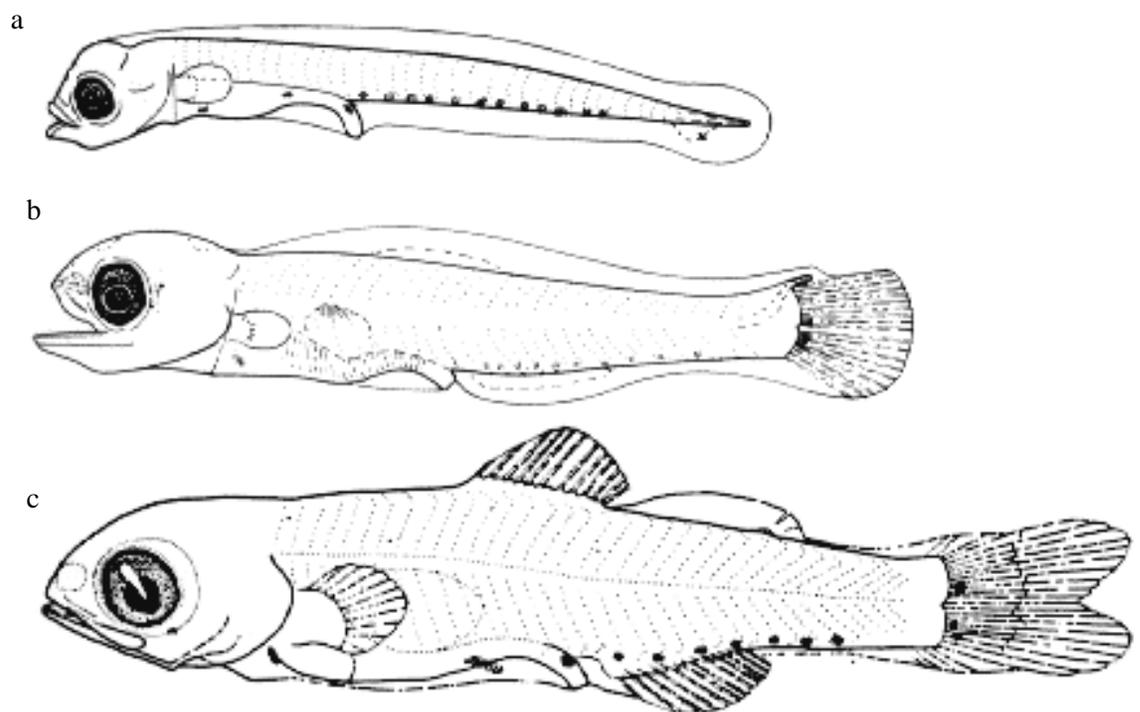


Figura 9. Larvas de *Diaphus theta* a) de 4,6 mm LE; b) 6,3 ml LE; c) 6,9 mm LE (Tomado de Moser & Ahlstrom 1996).

Diogenichthys atlanticus. (Tåning, 1928). Larva con forma estilizada y ojos alargados verticalmente (Fig. 10). La cabeza es pequeña y levemente alargada, con un barbillón en la mandíbula. El patrón de pigmentación del intestino comienza desde la base hasta la región postanal. Presenta uno o dos puntos de pigmento grandes sobre el arco del intestino y hasta cuatro en la región post-anal, aunque no en la región caudal como *H. bruuni*. El intestino no festoneado alcanza la mitad del cuerpo aproximadamente, y pigmentado con un manchón al final. En larvas mayores de 5 mm LE se observa una barbilla.

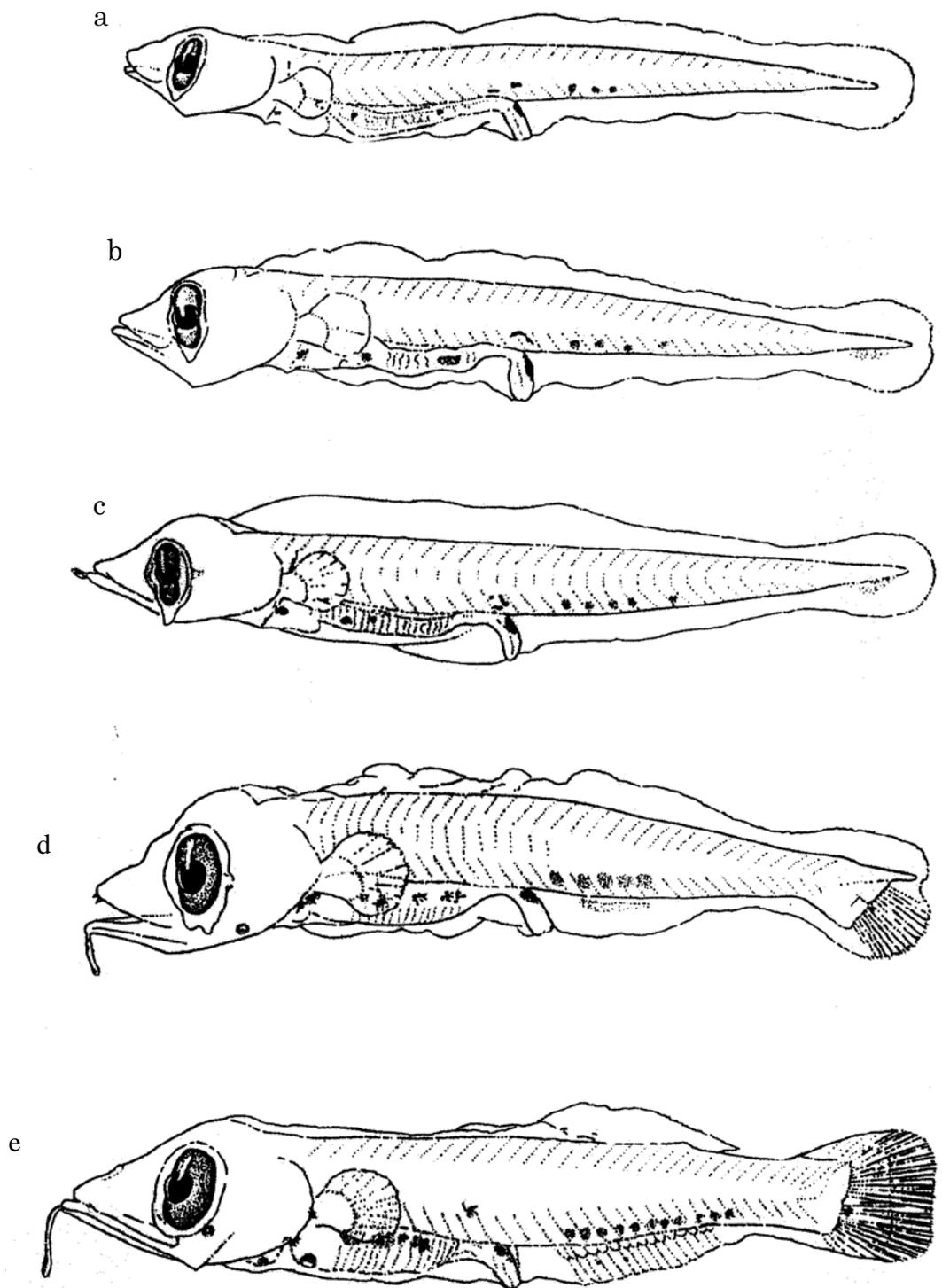


Figura 10. Larvas de *Diogenichthys atlanticus* a) de 3,6 mm LE; b) 4,3 mm LE; c) 5,1 mm LE; d) 6,0 mm LE; e) 7,2 mm LE (Tomado de Moser & Ahlstrom 1970).

Diogenichthys laternatus. (Garman, 1899). Morfología similar a *D. atlanticus*. La larva presenta pigmentación en mandíbula inferior y algunas manchas en puntos en el intestino. Tanto la forma de S del intestino como la pigmentación, no son tan evidente como en larvas de *D. atlanticus*. Además *D. laternatus* presenta una serie de puntos en línea en la zona dorsal (Fig. 11).

Lampanyctus sp. Las larvas son de talla corta, con una cabeza grande y con prolongación del hocico en forma aguzada; en larvas mayores la dentición es notoria. En general la pigmentación es escasa, remitida a la aleta pectoral y a la mandíbula.

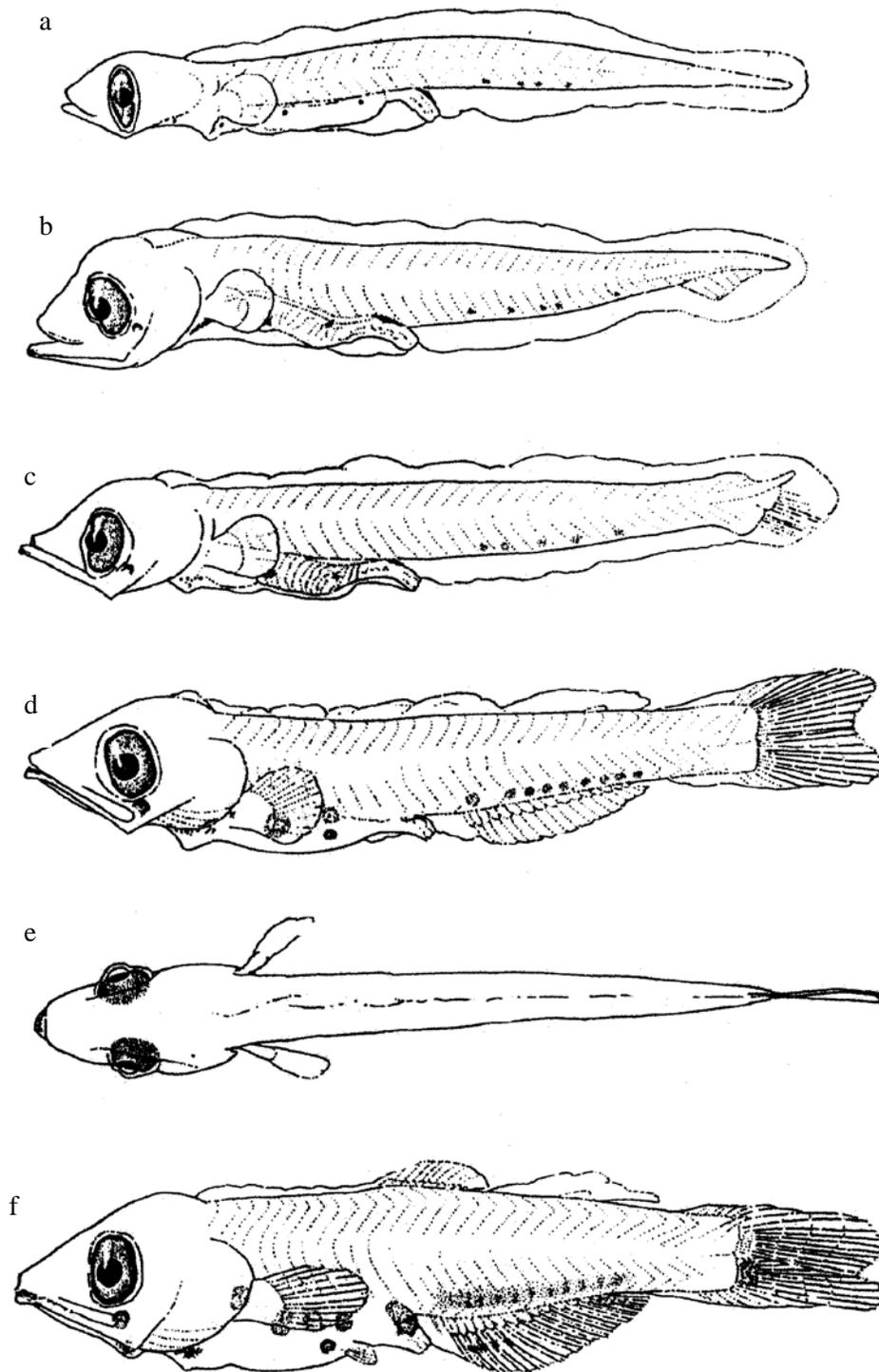


Figura 11. Larvas de *Diogenichthys laternatus* a) de 3,6 mm LE; b) 4,6 mm LE; c) 5,8 mm LE; d) 6,6 mm LE; e) 6,6 mm, vista dorsal; f) 7,7 mm LE (Tomado de Moser & Ahlstrom 1970).

Protomyctophum crockeri: (Bolin, 1939). El cuerpo es estilizado, con un tamaño de cabeza relativamente pequeño (Fig. 12). Los ojos son elipsoidales, sin tejido corioide ventral. Se caracteriza por presentar un corto intestino que alcanza sólo un tercio del cuerpo, o menos. Casi no presenta pigmentación hasta los 16 mm LE app. Si es que tiene pigmentación, sólo se remite a pequeñas manchas en la base de la aleta pectoral. Tiene además la mandíbula inferior algo más larga que la superior.

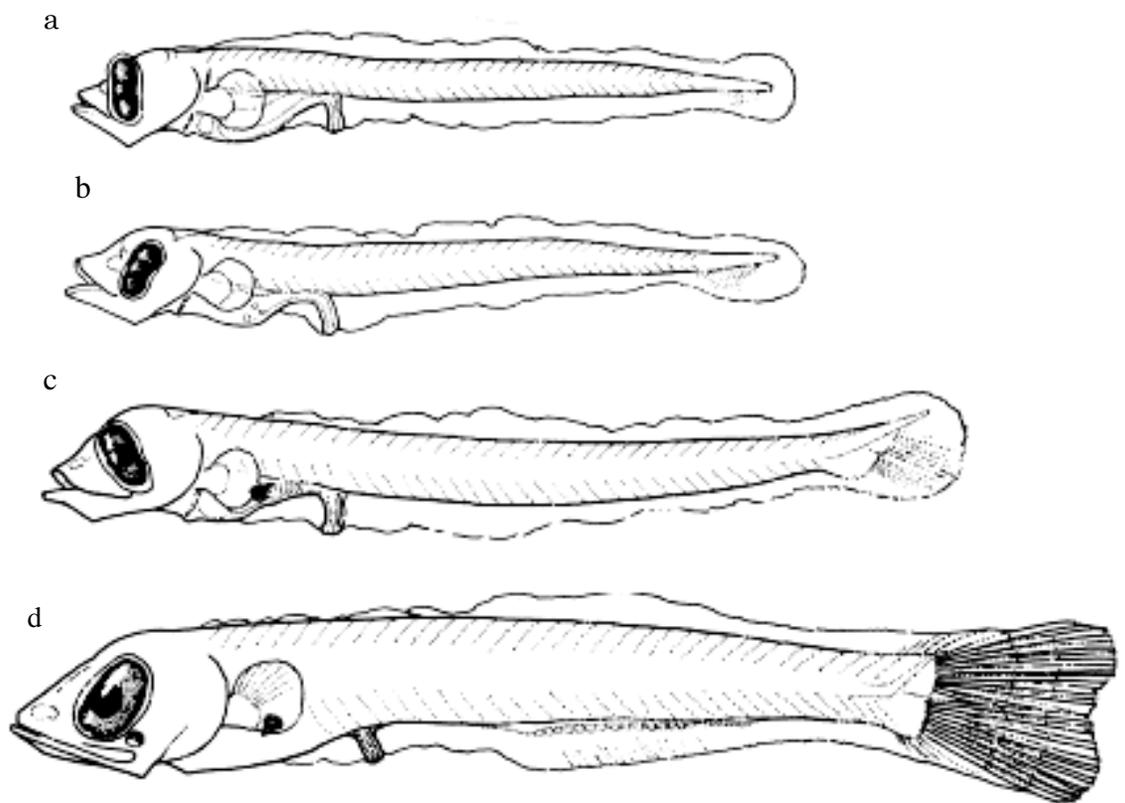


Figura 12. Larvas de *Protomyctophum crockeri* a) de 4,1 mm; LE b) 4,9 mm LE; c) 7,6 mm LE; d) 12,4 mm LE (Tomado de Moser & Ahlstrom 1970).

Scorpaenidae

Sebastes capensis: (Gmelin, 1789). La larva es de corta talla y con ornamentación cefálica en formas de espinas (Fig. 13). La aleta pectoral llega a ser muy pigmentada y la región cefálica y dorsal con pigmentación de tipo estrellado. La boca termina en punta con la mandíbula inferior más larga. El intestino es corto, con pigmentación ventral post anal.

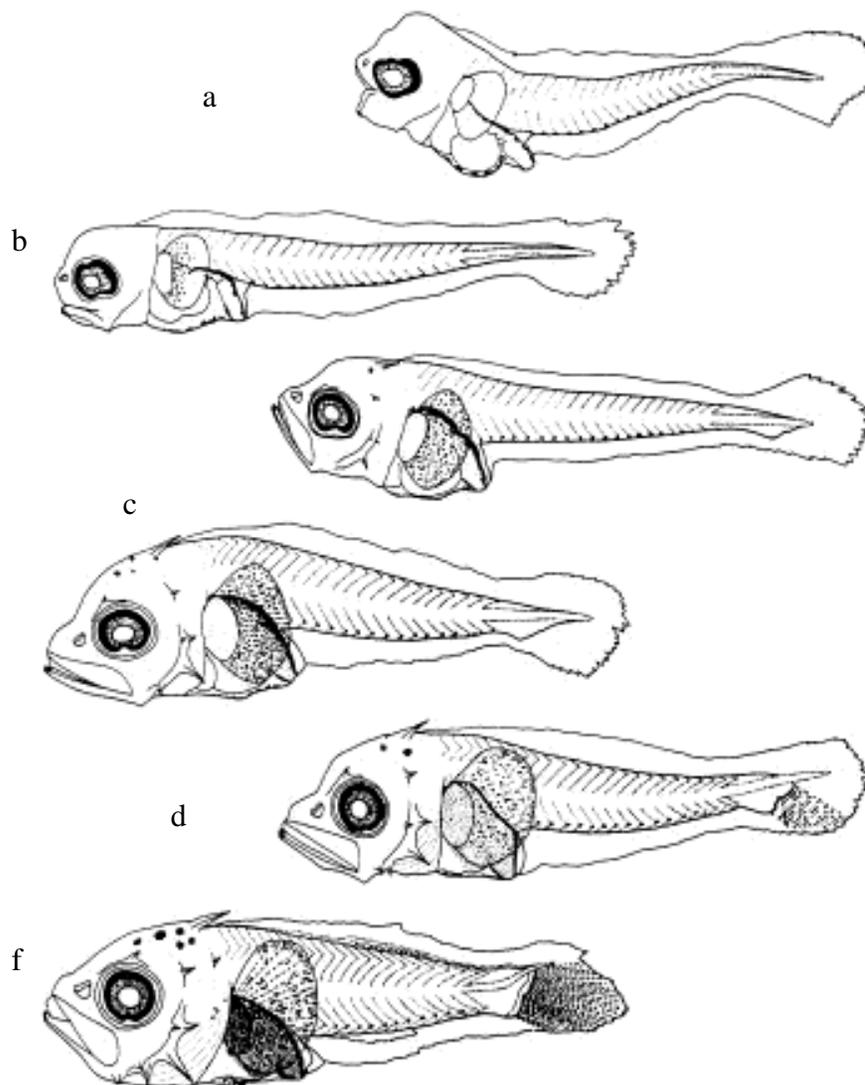


Figura 13. Larvas de *Sebastes capensis* de a) 2,7 mm LE; b) 3,6 mm LE; c) 5,1 mm LE; d) 5,8 mm LE; e) 6,8 mm LE; f) 7,2 mm LE (Tomado de Sabatés & Olivar 1990).

Normanichthyidae

Normanichthys crockeri: Clark, 1937. Larva con forma corporal alargada. Presenta pigmentación en la parte baja del opérculo y en el intestino que es muy corto. También tiene pigmento en manchas regulares en la zona dorsal, y en forma de punto en la región ventral. En ciertas tallas se observa bastante pigmentación en las aletas pectorales, las cuales tienen radios largos.

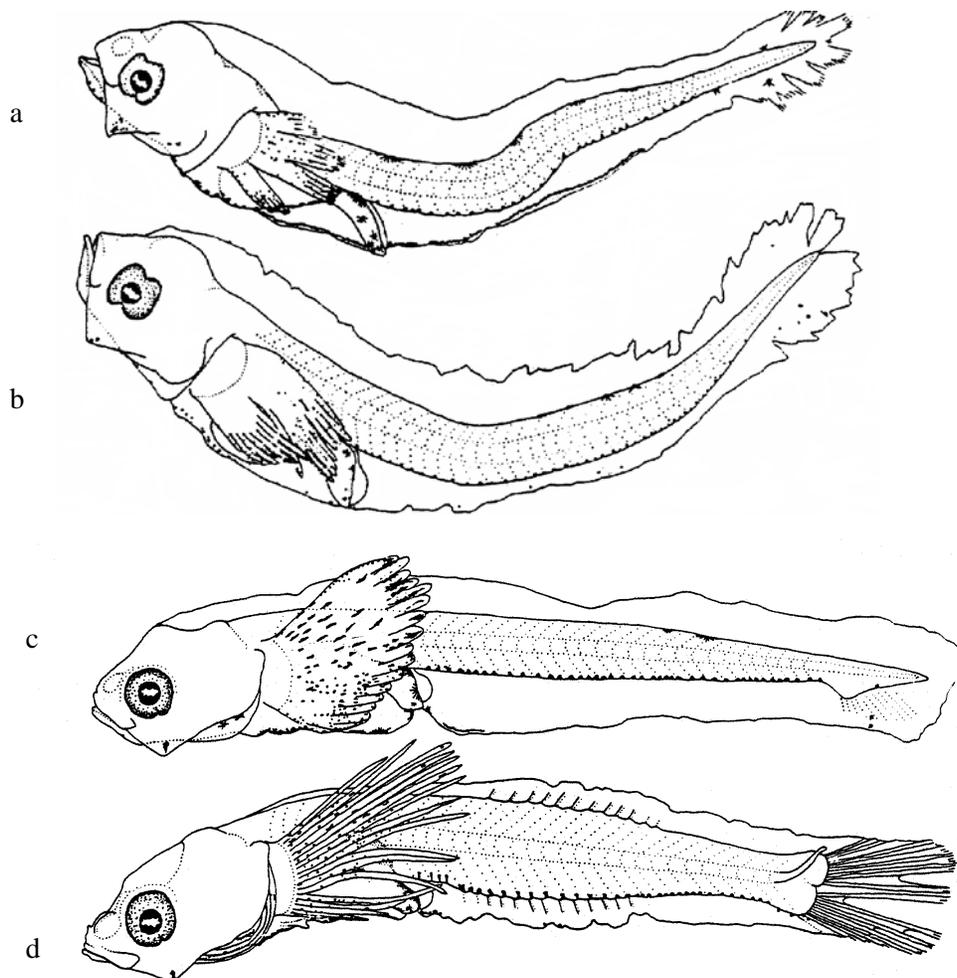


Figura 14. Larvas de *Normanichthys crockeri* a) 5,5 mm LT; b) 6,0 mm LT; c) 8,0 mm; d) 10,5 mm LT (Tomado de Balbontín y Pérez 1980).

Tripterygiidae

Helcogrammoides chilensis: (Cancino, 1960). El cuerpo es más grueso a nivel de las aletas pectorales y posteriormente se adelgaza. Tiene una línea latero caudal subcutánea pigmentada. Bajo el ojo presenta una estructura ósea que termina en punta hacia abajo. Además presenta pigmento en forma estrellada en la región cefálica, visto en larvas mayores a 4.5 mm (LT). El intestino es muy corto, no alcanza un tercio de la longitud corporal, y se presenta con pigmentación en forma de una línea gruesa y angosta que recorre toda su longitud. Las aletas pectorales se encuentran bien desarrolladas.

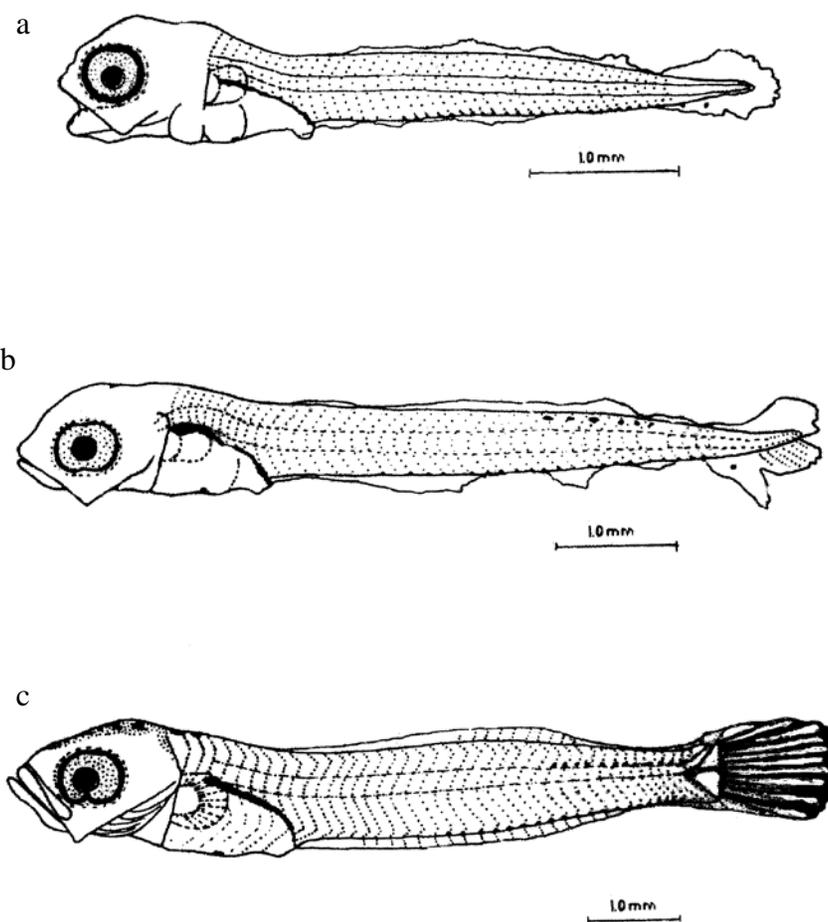


Figura 15. Larvas de *Helcogrammoides chilensis* a) 4,81 mm; b) 6,65 mm; c) 11,22 mm LT (Tomado de Pérez 1978).

Blenniidae

Hypsoblennius sordidus: (Bennett, 1828). La forma del cuerpo de la larva es gruesa anteriormente y se adelgaza posteriormente en una manera gradual. Presenta pigmento cefálico en puntos y el opérculo con pigmentación en estelas similar a la cabrilla (*Sebastes capensis*), pero con la cabeza redondeada (la cabrilla tiene el hocico más puntiagudo y la mandíbula inferior más larga que la superior). La mandíbula superior (extremo anterior) sobrepasa significativamente la mandíbula inferior (extremo anterior). Los ojos son proporcionalmente grandes. Presentan aletas pectorales desarrolladas y con abundante pigmentación en forma estrellada en la superficie interna y en forma de rayas entre los rayos. Destaca el intestino grueso abultado, muy corto y fuertemente pigmentado, contrastando con el resto del cuerpo. Presenta pigmentos en puntos, ordenados en la zona ventral. El pigmento caudal se distribuye a lo largo de la base de la aleta caudal (Fig. 16).

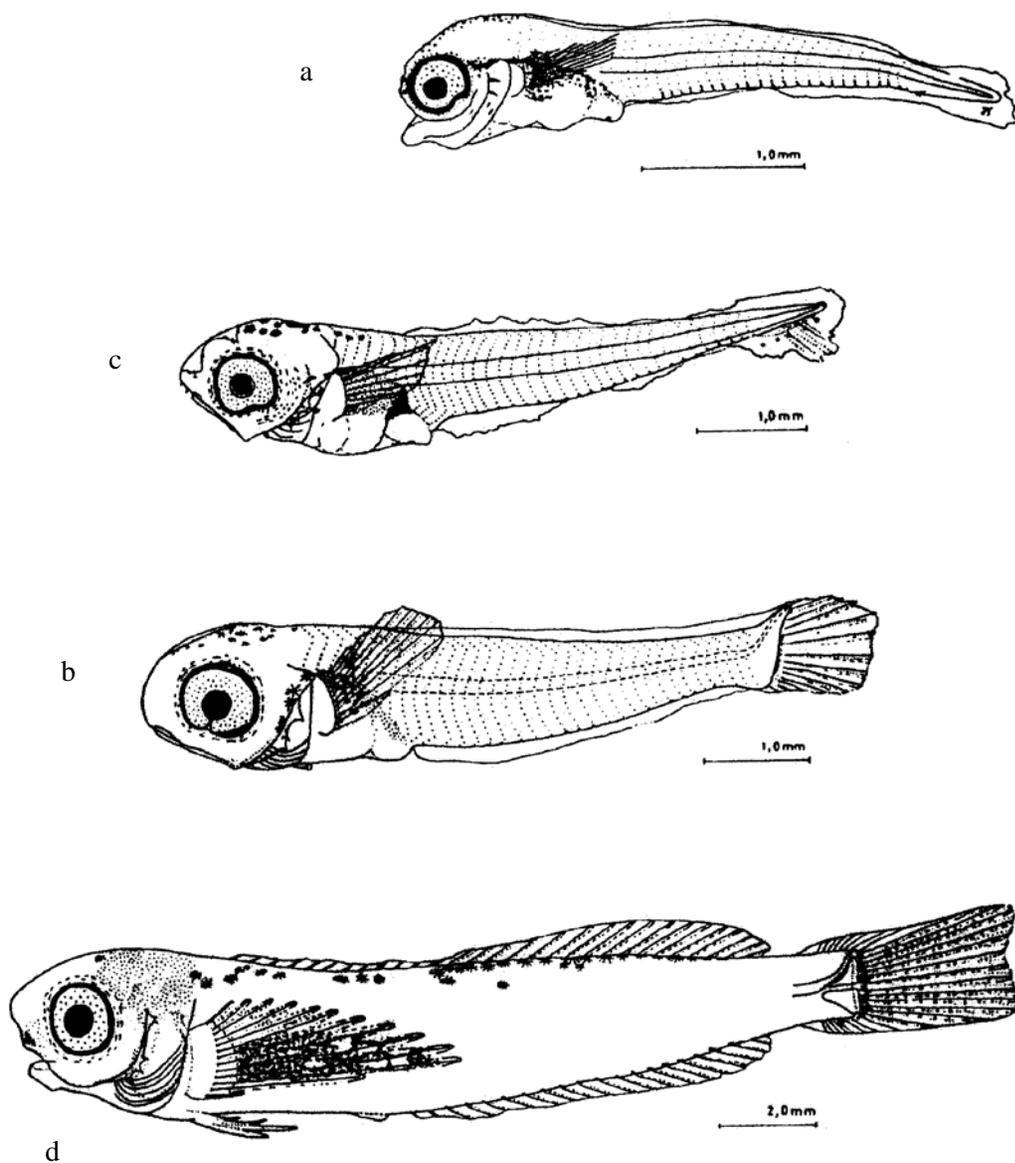


Figura 16. Larvas de *Hypsoblennius sordidus* a) 3,9 mm LT; b) 6,18 mm LT; c) 7,15 mm LT; d) 20, 93 mm LT (Tomado de Balbontín y Pérez 1979).

Scombridae

Scomber japonicus Houttuyn, 1782. **Caballa.** La larva presenta cabeza grande y redondeada, y con ojos grandes, también redondeados. La pigmentación va desde la región cefálica hasta la aleta caudal. El intestino es abultado, corto, con alrededor de un tercio de la longitud total, con pigmentación estrellada en área superior. Además presenta pigmentación en forma de puntos en las líneas dorsal y ventral, hasta aleta caudal.

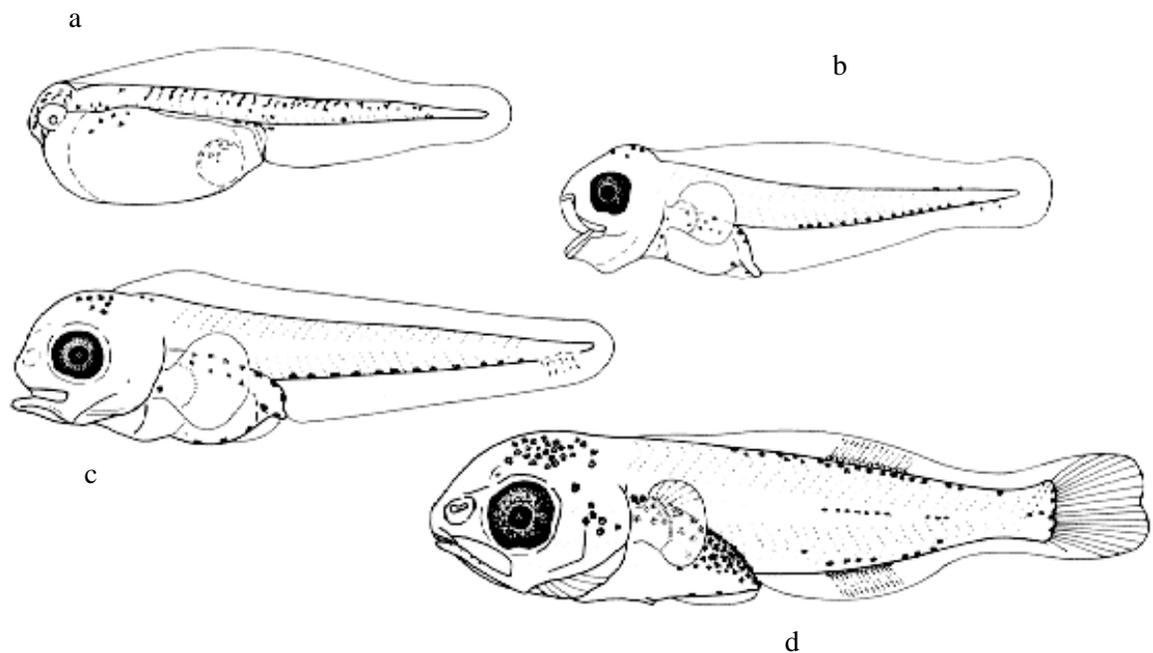


Figura 17. Larvas de *Scomber japonicus* de a) 3,3 mm; b) 4,0 mm; c) 5,0 mm; d) 7,8 mm LS (Tomado de Matarese *et al.* 1989).

Bathylagidae

Bathylagus pacificus: Gilbert, 1890. La forma corporal de la larva es estilizada, en donde una de las características destacables son los ojos pedunculados. Presenta hocico puntiagudo, intestino largo y con pigmentación, puede ser festoneado en larvas de tamaño mayor a 17.6 mm LE. Presenta grandes melanóforos aislados a mitad y final del cuerpo, además de una mancha pigmentaria en el área caudal.

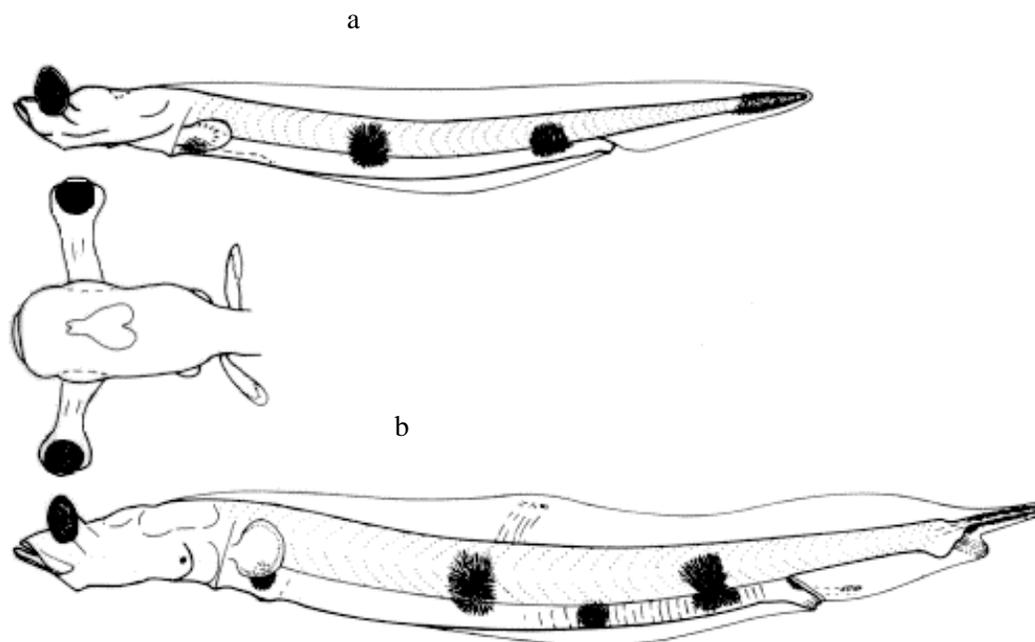


Figura 18. Larvas de *Bathylagus pacificus* de a) 11,6 mm LE; b) 17,6 mm LE, ojos pedunculados (Tomado de Matarese *et al.* 1989).

Agonidae

Agonopsis chiloensis (Jenyns 1840). La forma de la larva es gruesa en la zona anterior y se adelgaza hacia la región posterior de manera gradual (Fig. 19). Presenta pigmento cefálico en puntos, además de presencia de pigmento en todo el cuerpo. Se pueden distinguir cinco bandas transversales separadas por espacios con pigmentación más leve. Los ojos son medianamente grandes y esféricos. A partir de los 10 mm LE, las larvas presentan ornamentaciones en la región cefálica, opérculo y en el cuerpo en general, en forma de espinas. Presentan aletas pectorales desarrolladas y con abundante pigmentación en la superficie de los rayos. Destaca el intestino grueso abultado, corto y fuertemente pigmentado. El margen posterior de aleta caudal es algo redondeada.

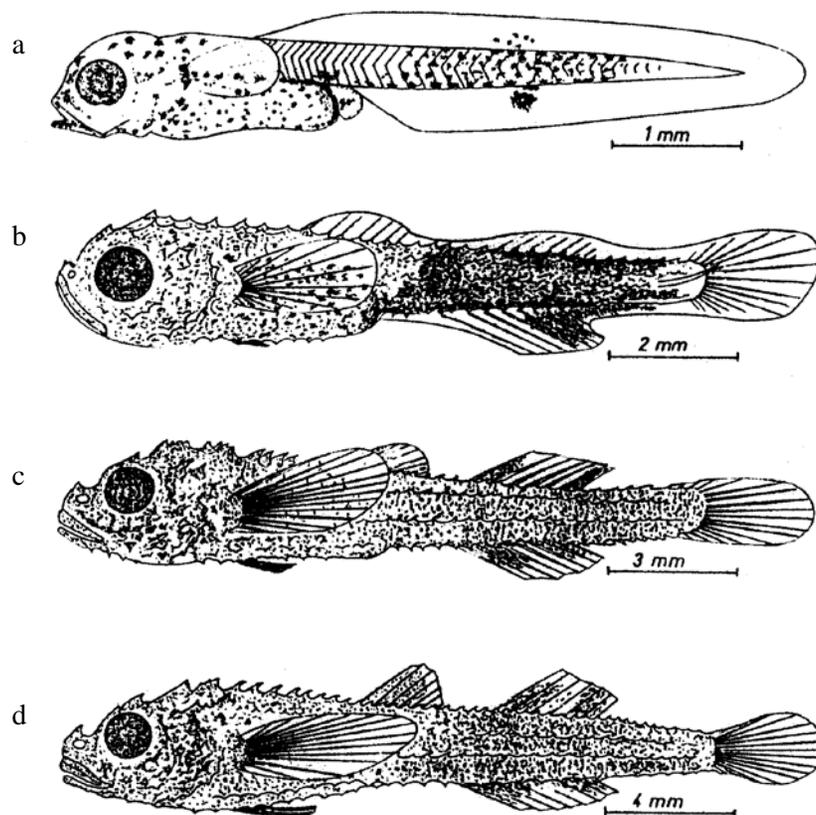


Figura 19. Larvas de *Agonopsis chiloensis*. a) 5 mm; b) 10 mm, c) 15 mm; d) 20 mm (Tomado de Ciechowski 1975).

Larvas no identificadas pero caracterizadas en su morfología y pigmentación:

Tipo a: Larva de talla corta. Intestino corto y abultado, con longitud igual a un tercio de la longitud total. Presenta abundante pigmentación desde la región cefálica hasta la zona de post-flexión. La cabeza más bien redondeada. Presenta ojos redondos.

Tipo b: Larva de talla corta. La cabeza es redondeada con aletas pectorales poco desarrolladas. Presenta pigmentación estrellada dorsal y ventral, la cual va desde la región cefálica hasta la zona de post flexión, pero no tiene pigmentación en la región caudal. Posee un intestino corto, de un tercio de longitud total.

Tipo c: Larva con forma alargada y delgada; ojos sésiles redondos, sin tejido corioide; la longitud del intestino es variable, con una longitud aproximada de un tercio de la longitud total; generalmente no existe un espacio entre el ano y el origen de la aleta anal. No presenta pigmentos. Posee dientes sobre la maxila y premaxila.

Tipo d: Larva con forma estilizada; el largo del intestino corresponde a la mitad de la longitud del cuerpo. Presenta pigmentación estrellada por toda la línea ventral y también en el intestino, el cual no es festoneado.

Tipo e: Larva con forma estilizada, con abundante pigmentación en todo el cuerpo. La pigmentación es de tipo estrellada y se presenta desde la región cefálica hasta la pre-caudal. La mandíbula inferior también presentan pigmentación estrellada. El intestino es casi la mitad de la longitud corporal total, con pigmentación estrellada en el inicio, así como también bajo éste. Presentan pigmento estrellado a lo largo del margen ventral del tronco.

Tipo f: Larva con características similares a *Protomyctophum*; presenta un intestino abultado y corto, inferior a la mitad de la longitud total. La cabeza es de gran tamaño, casi

un tercio de longitud total. No presentan pigmentación, tal vez por que son de pequeño tamaño.

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA

En total fueron determinados 31 morfotipos diferentes, de los cuales 19 fueron identificados a nivel de especie, 5 a nivel de género, un grupo de prelarvas (probablemente mictófidis) fue definido como prelarvas SI (Tabla 1) y 6 morfotipos caracterizados por aspectos morfológicos y de pigmentación. Los datos fueron obtenidos a partir de 104 muestras.

Todos los taxa determinados en este estudio, independientemente de su abundancia y ocurrencia se presentan en la Tabla 1

Tabla 1. Número promedio de larvas/1000 m³ por campaña y total del periodo de estudio, entre agosto y noviembre de 1999. (% Dom. porcentaje de dominancia).

Taxa	Campañas						Total	% Dom
	1°	2°	3°	4°	5°	6°		
<i>Sardinops sagax</i>		46		393	96		536	0,27
<i>Ethmidium maculatum</i>				94			94	0,05
<i>Strangomera bentincki</i>		16		294	47		357	0,18
<i>Engraulis ringens</i>		131	383	164	495	216	1389	0,7
<i>Bathylagus pacificus</i>				13			13	0,01
<i>Agonopsis chiloensis</i>			24				24	0,01
<i>Protomyctophum crockeri</i>	82	94	169	152	90	24	612	0,31
<i>Protomyctophum</i> sp.		22	44				65	0,03
<i>Electrona rissoi</i>	60	108	148	1421	189		1895	0,95
<i>Diogenichthys atlanticus</i>		53	75		23		151	0,08
<i>Diogenichthys laternatus</i>			50			30	80	0,04
<i>Diogenichthys</i> sp.				383			383	0,19
<i>Hygophum bruuni</i>	868	568	2290	1659	726	107	6117	3,07
<i>Hygophum</i> sp.			33	21	44		98	0,05
<i>Lampanyctus</i> sp.					25		25	0,01
<i>Diaphus theta</i>		23	27				50	0,03
Myctophidae larvas	13	44	54	63	257	133	534	0,27
<i>Merluccius gayi gayi</i>		3366	3584	35833	102272	11686	156741	79,03
<i>Sebastes capensis</i>	155	94	142	314	139	121	965	0,49
<i>Normanichthys crockeri</i>			24	48		83	155	0,08
<i>Helcogrammoides chilensis</i>	34			13	79	47	173	0,09
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	33	18			23	67	141	0,07
<i>Scomber japonicus</i>				25			25	0,01
<i>Paralichthys</i> sp.					17		17	0,01
Prelarvas SI	12			4205	22678	97	26992	13,57
Especie a		21	22	33			76	0,04
Especie b		81	46	94	200	130	550	0,28
Especie c		22					22	0,01
Especie d						42	42	0,02
Especie e						51	51	0,03
Especie f		124		85			85	0,04

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

En una visión global del periodo de estudio, se pudo observar que las concentraciones larvales se separaron en dos grupos. El primero comprendió a las primeras campañas, desde agosto hasta la primera semana de octubre, y se caracterizó por tener abundancias larvales bajas. El segundo grupo, comprendido por la cuarta y quinta campaña entre la tercera semana de octubre y la primera de noviembre, se caracterizó por presentar altas abundancias de ictioplancton.

Estas diferencias en la abundancia larval fueron significativas durante la época de estudio (Kruskal-Wallis $p < 0,05$). En una visión más detallada, se observó que el aumento en la abundancia larval se inició en la tercera campaña oceanográfica (Fig. 20), teniendo una fuerte declinación hacia la sexta.

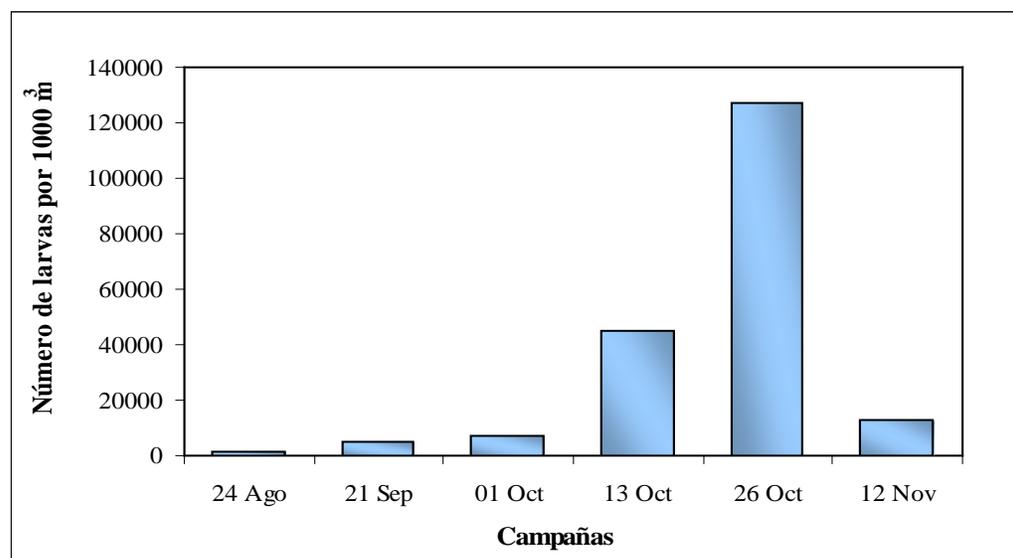


Figura 20. Abundancia total de larvas de peces por campañas obtenidas con red Bongo, desde Caleta Maitencillo hasta Punta Ligua, Quinta Región, entre agosto y noviembre de 1999.

En relación con la distribución espacial, las mayores abundancias totales de larvas se observaron en el transecto de Maitencillo (Fig. 21), donde se concentró la mayor abundancia en relación a toda el área estudiada.

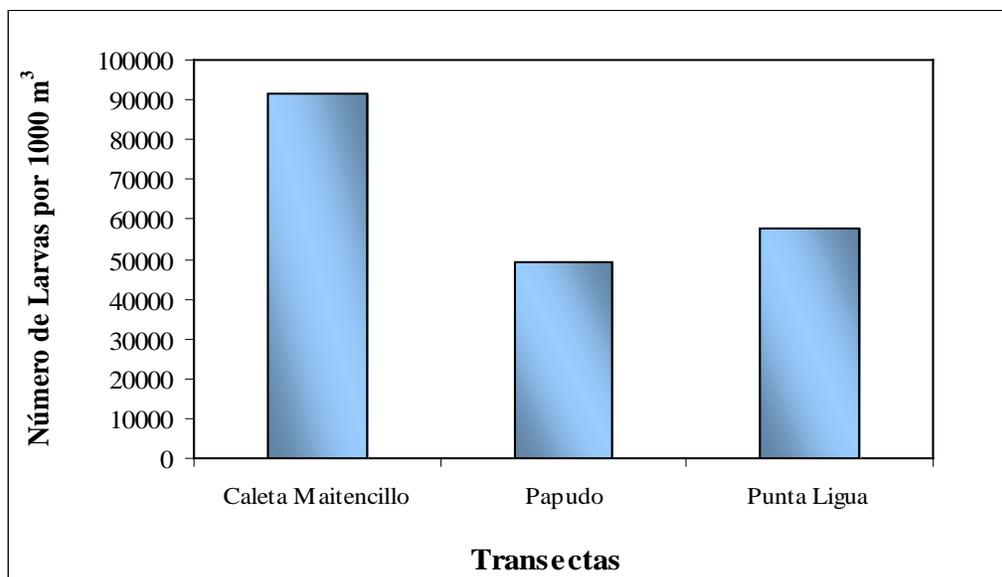


Figura 21. Abundancia total de larvas de peces por estaciones obtenidas con red Bongo, desde Caleta Maitencillo hasta Punta Ligua, Quinta Región, entre agosto y noviembre de 1999.

Independientemente del mes y transecto, las abundancias más altas se presentaron en la zona más cercana a la costa, dentro de las 4 millas.

Los resultados obtenidos por especies, mostraron que la mayor abundancia correspondió a las larvas de merluza común, *Merluccius gayi gayi*, con cerca del 80% del total de larvas capturadas, la mayoría de ellas con saco vitelino además de prelarvas (Fig. 22). Aún cuando no se recolectó ictioplancton de esta especie durante la primera campaña (agosto), las larvas de merluza común presentaron los valores máximos de abundancia en las demás campañas, desde septiembre hasta noviembre. El peak de abundancia coincidió

con el peak del grupo prelarvas S.I. (Fig. 22) y de *Engraulis ringens* (Fig. 23), aunque la abundancia de esta última especie fue un orden de magnitud inferior.

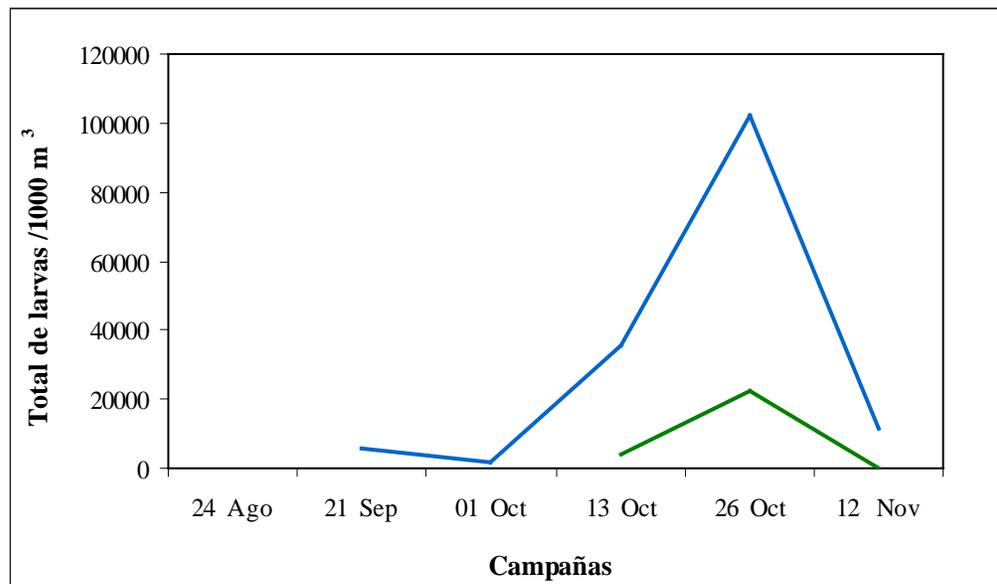


Figura 22. Abundancia temporal de larvas de *Merluccius gayi gayi* (línea azul) y del grupo prelarvas S.I. (línea verde), expresada como número/1000 m³, obtenidas con red Bongo, entre Caleta Maitencillo y Punta Ligua, Quinta Región, desde agosto a noviembre de 1999.

En la Figura 23 se presenta la distribución y abundancia larval durante el periodo de estudio, de aquellas especies ictioplanctónicas que tuvieron una densidad igual o mayor a 150 larvas/1000 m³.

Las larvas de mictófididos tuvieron la mayor ocurrencia a través de toda la época de estudio. Entre ellas destaca *Hygophum bruuni*, y *Protomyctophum crockeri*, las cuales estuvieron presente en las seis campañas. Sin embargo, la abundancia de esta última especie fue baja en comparación con otros mictófididos. *Electrona rissoi* no estuvo en todas las campañas pero presentó altas concentraciones larvales en la segunda campaña de octubre.

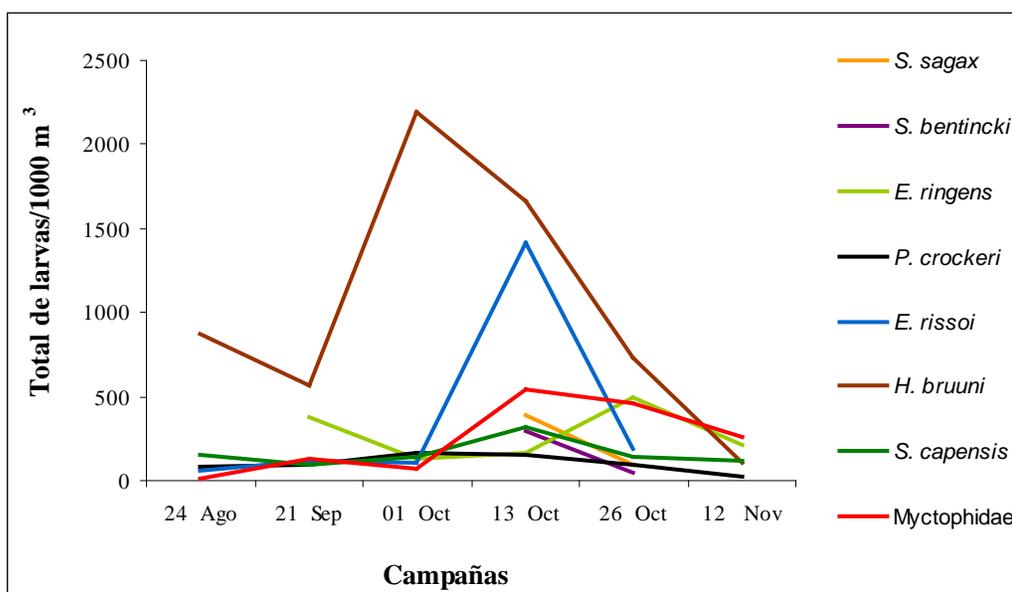


Figura 23. Abundancia temporal de larvas ictioplanctónicas con mayor abundancia (>150/1000 m³) obtenidas con red Bongo, entre Caleta Maitencillo y Punta Ligua, Quinta Región, desde agosto a noviembre de 1999.

La sardina española *Sardinops sagax*, estuvo presente sólo en tres campañas, la segunda (sep), cuarta (13 oct) y quinta (26 oct). Aún así presentó concentraciones larvales significativas dentro del total capturado.

La anchoveta, *Engraulis ringens*, estuvo presente en cinco de las seis campañas. Al igual que *S. sagax*, la anchoveta presentó concentraciones larvales significativas (Kruskal-Wallis $p < 0,05$), aunque la mayor concentración de sus larvas se presentó con algo de desfase temporal a finales de octubre, comparándolo con lo que ocurrió con las otras especies, en que su máximo se produjo un par de semanas antes.

Larvas de *Ethmidium maculatum*, *Bathylagus pacificus* y *Scomber japonicus* sólo fueron recolectadas durante la cuarta campaña (13-Oct). Larvas de *Lampanyctus* sp. y *Paralichthys* sp., fueron recolectadas durante la quinta campaña (26-Oct), en baja densidad.

RIQUEZA, DIVERSIDAD Y UNIFORMIDAD

El análisis de los parámetros de la estructura comunitaria del ictioplancton por campaña oceanográfica mostró que la riqueza de especies varió entre ocho y veinte taxa, con los valores más bajos en la primera campaña, mientras que los más elevados se registraron en la cuarta campaña (Fig. 24).

En general, la riqueza de especie varió en un rango relativamente estrecho a lo largo del estudio (a excepción de la primera campaña), llegando a un máximo de veinte taxa (octubre), para luego ir disminuyendo en la sexta campaña (noviembre).

El índice de diversidad (H') varió entre las distintas campañas (Fig. 25); observándose en general una mayor diversidad en las primeras tres campañas, coincidiendo con valores de abundancia menores. Por el contrario, en las últimas tres campañas la diversidad específica fue menor, asociado esta vez a abundancias larvales mayores, sobre todo en la cuarta y quinta campañas.

La uniformidad (J) presentó un patrón similar al observado en el gráfico de diversidad específica, en donde las tres primeras campañas registraron valores más altos, mientras que en las tres últimas ocurrió lo opuesto (Fig. 26).

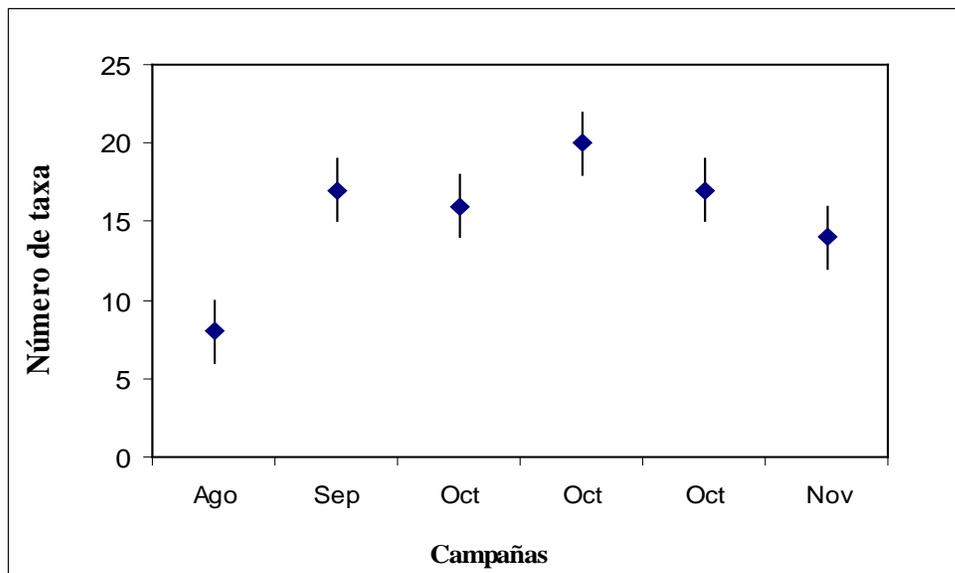


Figura 24. Número total de taxa de ictioplancton, incluyendo el error específico, entre agosto y noviembre de 1999.

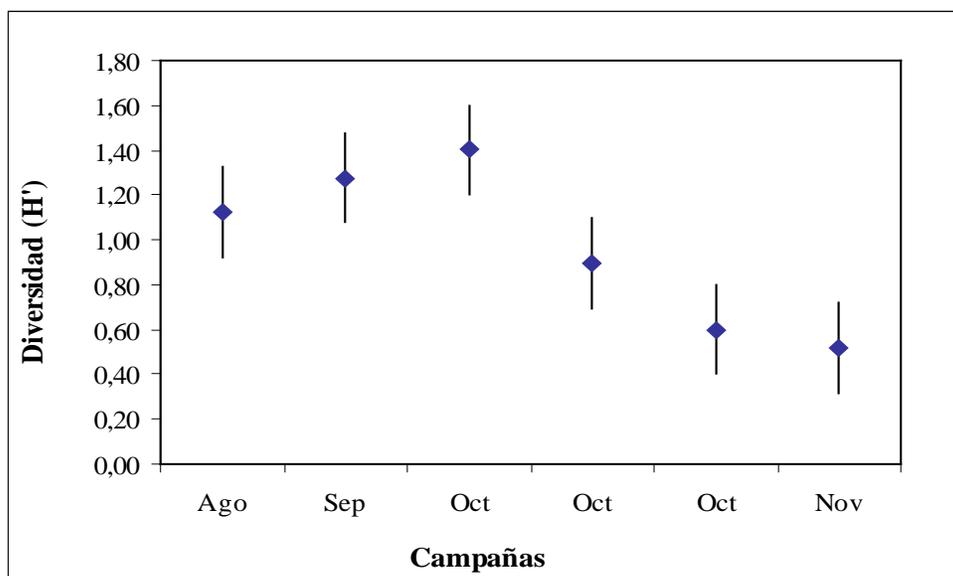


Figura 25. Diversidad (H') del ictioplancton en el área de estudio desde agosto hasta noviembre, incluyendo el error específico.

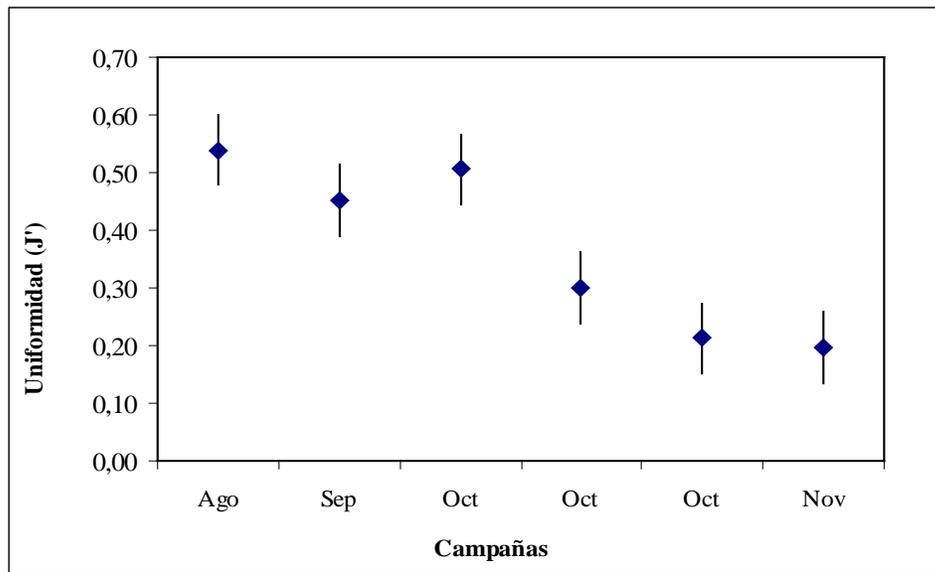


Figura 26. Uniformidad (J') del ictioplancton en el área de estudio desde agosto hasta noviembre, incluyendo el error específico.

Composición ictioplanctónica por campaña

En la primera campaña oceanográfica realizada el 24 de agosto de 1999, se recolectó un total de 1257 larvas/1000 m³. Las larvas con mayor abundancia (>150/1000 m³) y ocurrencia están representadas en la Figura 27.

Se observó una predominancia de larvas de *Hygophum bruuni*, aportando un 69 % del total de larvas capturadas. Cabe destacar otras abundancias importantes como la de *Sebastes capensis*, con un 12 % del total de larvas capturadas. En menor abundancia se encontraron larvas de *Protomyctophum crockeri* (7 %), *Electrona rissoi* (5 %), *Helcogrammoides chilensis* (3 %) e *Hypsoblennius sordidus* (3 %). No se recolectaron larvas de merluza común en ninguna de las 9 estaciones del área de estudio en esta primera campaña.

En cuanto a la distribución horizontal, *Hygophum bruuni* además de ser la especie más abundante, estuvo presente en siete de las nueve estaciones muestreadas (Fig. 27). La mayor concentración se encontró en las estaciones más alejadas de la costa en las transectas de Papudo y Maitencillo.

En general, las mayores concentraciones larvales se encontraron en las estaciones costeras, a 2 y 4 mn desde la costa en las tres transectas. Larvas de *S. capensis* y *P. crockeri* se concentraron en el transecto de Papudo y Punta Ligua, a diferencia de larvas de *E. rissoi*, las cuales se concentraron en Caleta Maitencillo. No obstante, el transecto de Papudo concentró las mayores abundancias, con un 52 % del total de larvas recolectadas.

La primera campaña fue la más baja en densidad larval, alcanzando

aproximadamente el 0,6 % de larvas, considerando todo el estudio (Kruskal-Wallis $p < 0,05$).

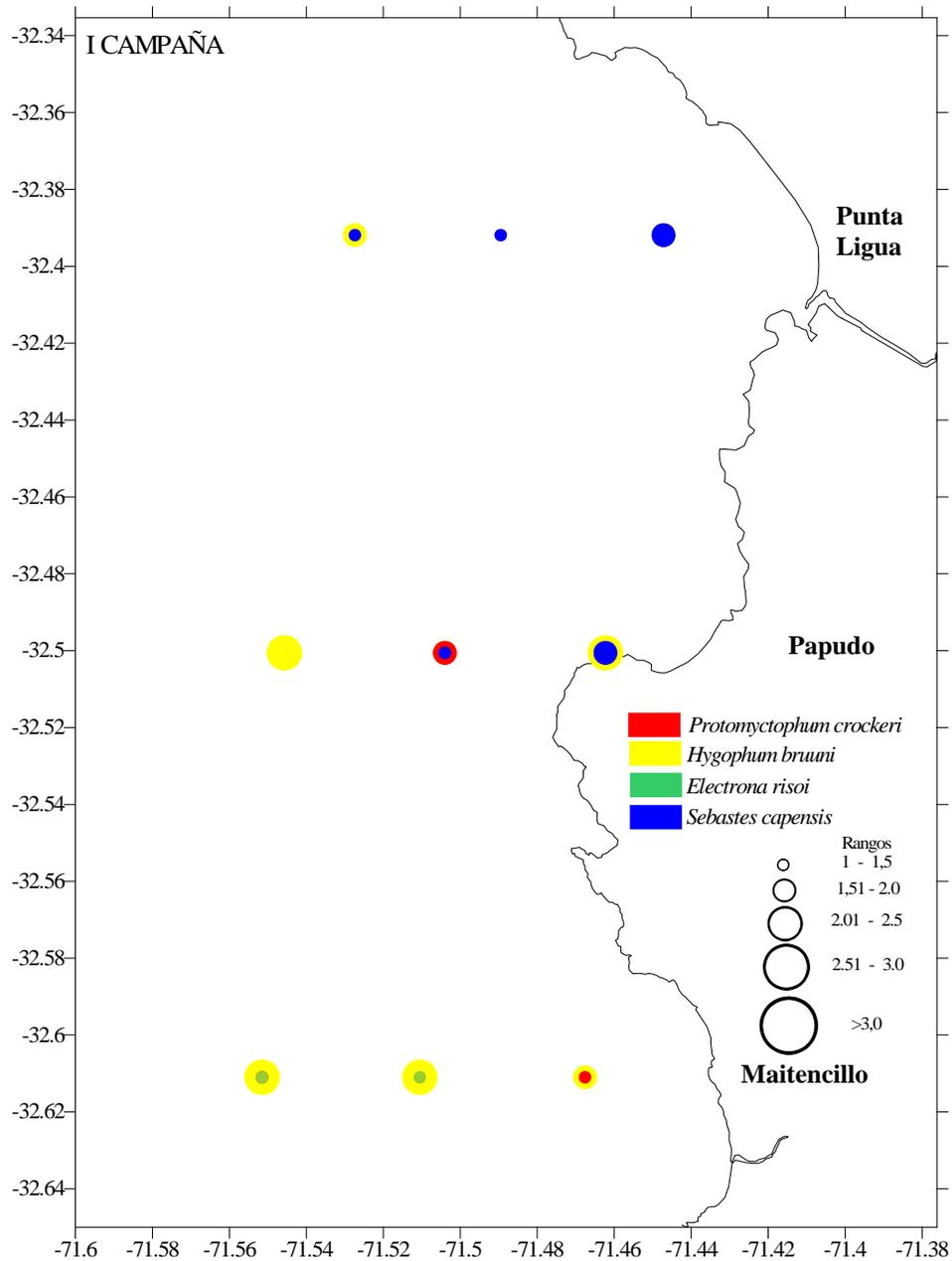


Figura 27. Distribución de larvas con mayor abundancia (>150/1000 m³), con rangos en logaritmo base 10, durante la primera campaña oceanográfica en agosto de 1999.

En la segunda campaña realizada el 21 de septiembre se registró una mayor presencia de larvas, recolectándose un total de 4707 larvas/1000 m³. Las larvas con mayor abundancia (>150/1000 m³) se grafican en la Figura 28.

En esta ocasión se observó una predominancia de larvas de *Merluccius gayi gayi*, aportando un 71 % del total de larvas capturadas. Otros valores importantes correspondieron a larvas de *Hygophum bruuni*, con un 12 % del total de larvas capturadas.

Las demás especies presentaron bajas abundancias relativas, como es el caso de *Engraulis ringens* (3 %), *Protomyctophum crockeri* (2 %), *Electrona rissoi* (2 %), y *Sebastes capensis* (2 %). Larvas de *Strangomera bentincki*, *Diaphus theta* e *Hypsoblennius sordidus* además de larvas que no fueron identificadas, aportaron menos del 1% del total recolectado.

Las larvas de *Merluccius gayi gayi* e *Hygophum bruuni*, tuvieron una amplia distribución. *M. gayi gayi* estuvo presente en los tres transectos, Maitencillo, Papudo y Punta Ligua, pero las mayores abundancias se encontraron en Maitencillo en las estaciones 101 y 102 (Fig. 28). *H. bruuni* se distribuyó en ocho de las nueve estaciones muestreadas pero con menor abundancia. Aún cuando presentó una amplia distribución en Maitencillo, Papudo y Punta Ligua, las mayores abundancias se concentraron en las estaciones más oceánicas 103, 203 y 303 (Fig. 28).

Larvas de *E. ringens* y *S. capensis* se distribuyeron preferentemente en las estaciones costeras del transecto de Maitencillo. Larvas de *E. rissoi* y *P. crockeri* tuvieron

una distribución más amplia, con mayor presencia en las estaciones más oceánicas (103, 203 y 303) en Maitencillo, Papudo y Punta Ligua.

Al igual que en la primera campaña, la mayor abundancia de larvas se concentró en las estaciones costeras, aunque en esta oportunidad se observó una alta concentración larval frente a Caleta Maitencillo, con un 78 % del total de larvas capturadas, encontrándose una diferencia significativa respecto a las transectas de Punta Ligua y Papudo (Kruskal-Wallis $p < 0,05$).

Aproximadamente el 2 % de larvas de todo el estudio fue recolectada durante la segunda campaña, encontrándose así una diferencia significativa respecto a la abundancia por campaña (Kruskal-Wallis $p < 0,05$).

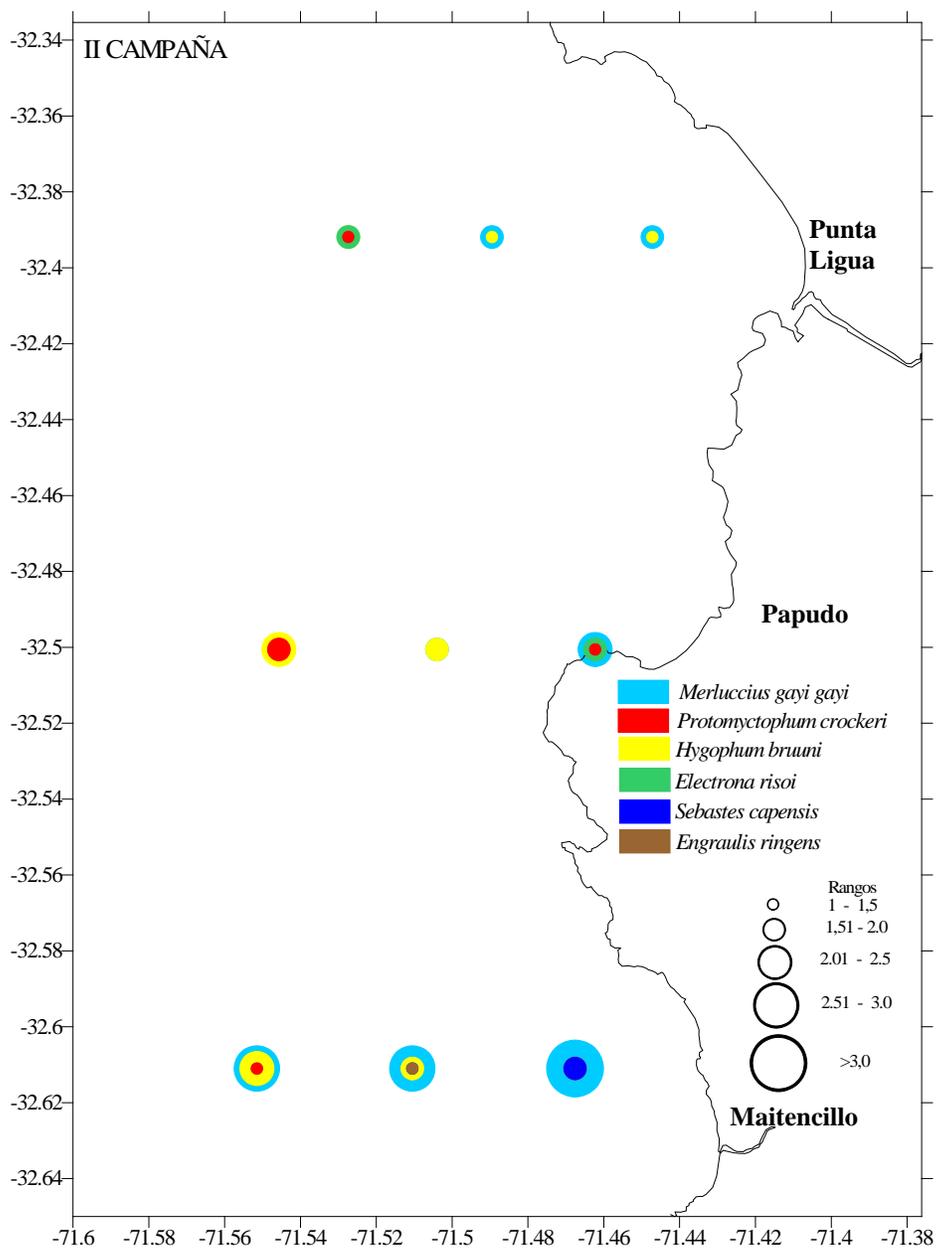


Figura 28. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$), con rangos en logaritmo base 10, durante la segunda campaña oceanográfica en septiembre de 1999.

En la tercera campaña realizada el 01 de octubre se recolectó un total de 7115 larvas/1000 m³, superando en abundancia a las dos campañas previas. Las larvas con mayor abundancia (>150/1000 m³) están representadas en la Figura 29.

Las mayores abundancias se encontraron en el transecto de Papudo a 2 y 4 millas de la costa, donde se concentró el 40 % del total recolectado (Fig. 29)

Al igual que en la segunda campaña, se observó una predominancia de larvas de *Merluccius gayi gayi*, con un 51% del total de larvas recolectadas. *Hygophum bruuni* también presentó alta abundancia con un 33% del total recolectado.

Engraulis ringens aportó el 5 % del total recolectado. Su distribución se concentró en el transecto de Caleta Maitencillo en las estaciones costeras 101 y 102 (Fig. 29).

Protomyctophum crockeri aportó el 2 % del total, al igual que *Sebastes capensis* y *Electrona rissoi*. *Diogenichthys atlanticus* y *Diogenichthys laternatus*, además de un grupo de mictófidios sin determinar aportaron cada uno cerca del 1% del total recolectado.

Merluccius gayi gayi presentó una amplia distribución. Se presentó en todos los transectos, sin embargo las mayores abundancias se concentraron en las estaciones costeras, 201 y 202 del sector de Papudo (Fig. 29).

La distribución de *Hygophum bruuni* abarcó todas las estaciones y al igual que *M. gayi gayi*, las mayores abundancias se concentraron en las estaciones costeras 101, 201 y 301. *Protomyctophum crockeri* también estuvo presente en los tres transectos, sin embargo presentó mayores abundancias en el sector de Punta Ligua.

La distribución de *E. rissoi*, se concentró en Punta Ligua en las estaciones 301 y 303; *Sebastes capensis* abarcó sólo los transectos de Maitencillo y Papudo.

Cabe destacar la presencia de *Agonopsis chiloensis*, la cual fue recolectada sólo durante esta campaña en el transecto de Papudo.

Aproximadamente el 4 % del total de larvas de todo el estudio fue recolectada durante la tercera campaña, encontrándose así una diferencia significativa con respecto a las otras campañas (Kruskal-Wallis $p < 0,05$).

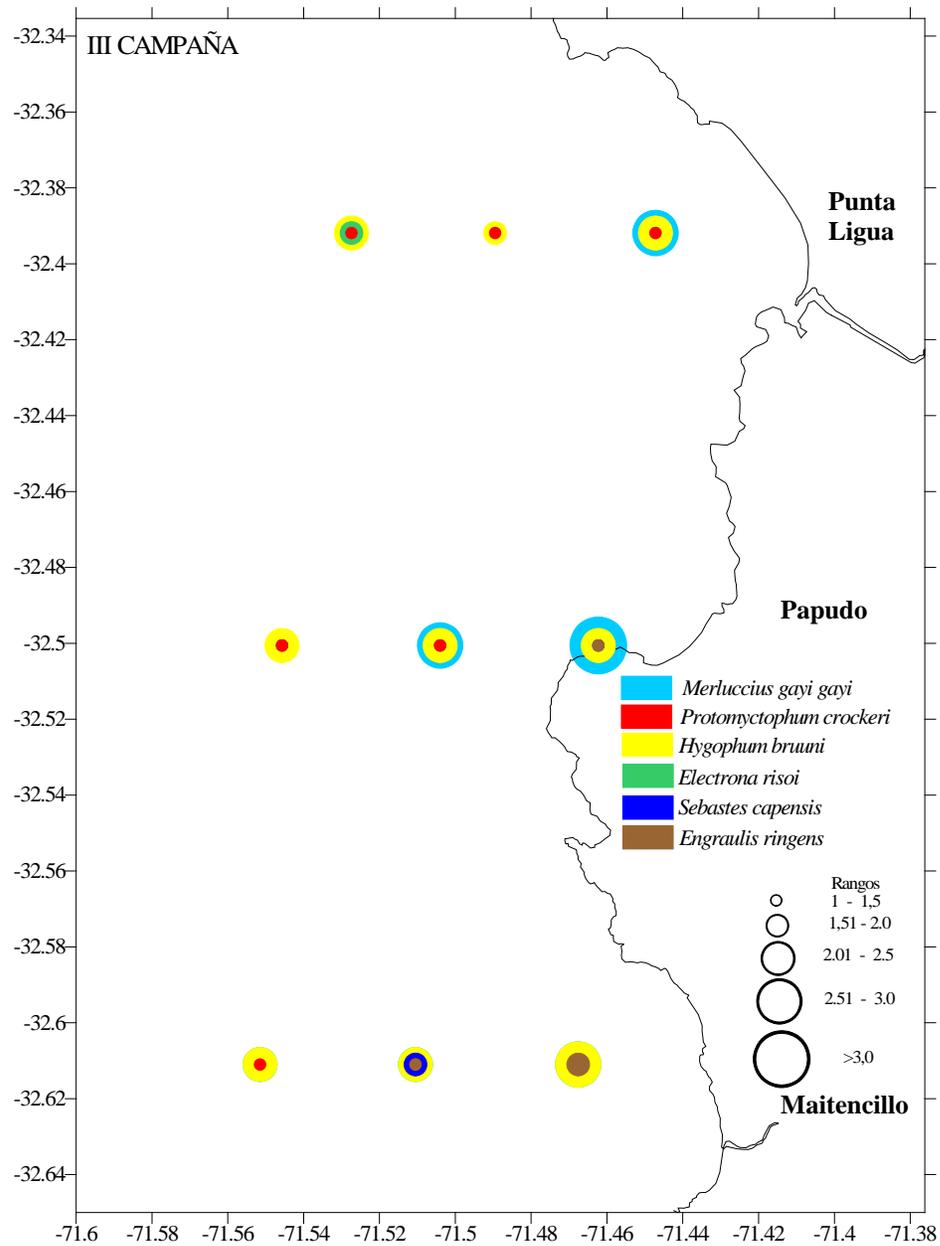


Figura 29. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$), con rangos en logaritmo base 10, durante la tercera campaña oceanográfica en octubre de 1999.

En la cuarta campaña realizada el 13 de octubre se capturaron un total de 45308 larvas/1000 m³, superando en un orden de magnitud a las abundancias determinadas en las campañas oceanográficas anteriores. Las larvas con mayor abundancia (>150/1000 m³) se presentan en la Figura 30.

Se observó un aumento en la diversidad específica con respecto a las primeras campañas, llegando a un valor de 20 taxa diferentes.

Hubo además en esta campaña una predominancia de larvas de *Merluccius gayi gayi*, aportando un 79% del total de larvas recolectadas. Otras abundancias importantes correspondieron al grupo denominado Prelarvas SI, con un 9 %, *Hygophum bruuni*, con un 4 % y *Electrona rissoi* con un 3 % del total de larvas capturadas.

Las larvas de *Sardinops sagax*, *Ethmidium maculatum* y *Strangomera bentincki*, como también *Engraulis ringens* aportaron con cerca del 1% cada una del total recolectado. Su distribución comprendió preferentemente las estaciones costeras 301 y 302 en el transecto de Punta Ligua (Fig. 30).

Protomyctophum crockeri aportó el 0,3 % y *Sebastes capensis* el 1 %. En esta campaña no se recolectaron larvas de *Diogenichthys atlanticus* ni de *Diogenichthys laternatus* pero sí de *Diogenichthys* sp., aunque con un bajo porcentaje (0,8 %).

Merluccius gayi gayi estuvo presente en todos los transectos, sin embargo los mayores valores se concentraron en las estaciones costeras, 101, 201 y 301 (Fig. 30). La mayor abundancia se presentó en el sector de Maitencillo, al igual que en la tercera campaña.

La distribución de *Hygophum bruuni* fue amplia y abarcó los tres transectos. A diferencia de la segunda y tercera campaña, las mayores abundancias larvales de esta especie se encontraron en la estación oceánica 203, en el transecto de Papudo (Fig.30).

Protomyctophum crockeri se distribuyó preferentemente en el transecto de Papudo, a diferencia de la tercera campaña en donde estuvo presente en los tres transectos.

La distribución de *S. capensis* se produjo en los tres transectos, pero las mayores abundancias se concentraron frente a punta Ligua. Al igual que *S. capensis*, la distribución de *E. rissoi* abarcó todos los transectos, sin embargo la mayor abundancia se encontró frente a Papudo y Punta Ligua.

La presencia de *Bathylagus pacificus*, *Normanichthys crockeri*, *Helcogrammoides chilensis* y *Scomber japonicus*, se observó sólo en una estación durante esta campaña.

Aproximadamente el 22 % de larvas fue recolectada durante la cuarta campaña, encontrándose así una diferencia significativa con respecto a las otras campañas (Kruskal-Wallis $p < 0,05$).

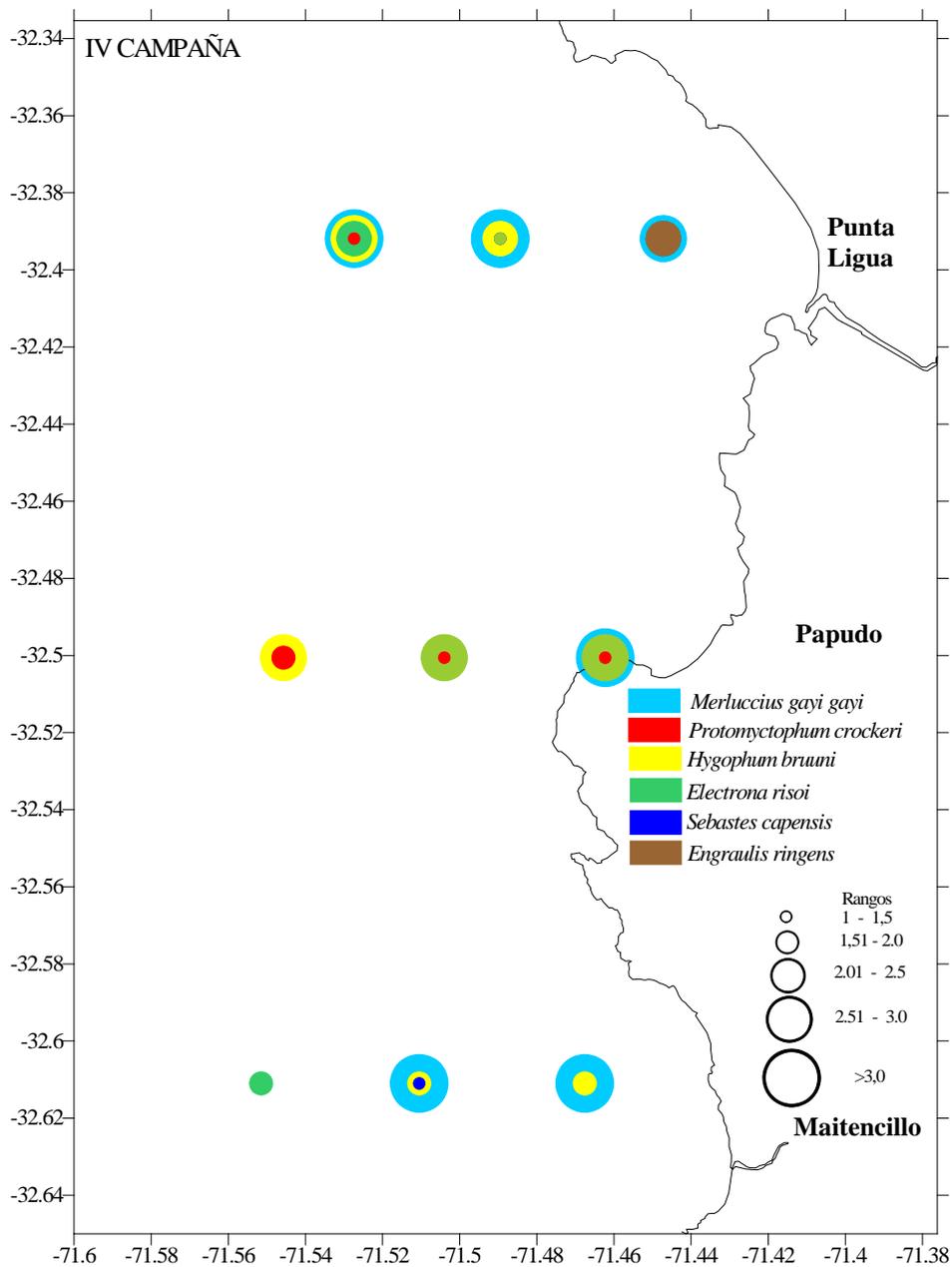


Figura 30. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$), con rangos en logaritmo base 10, durante la cuarta campaña oceanográfica en octubre de 1999.

En la quinta campaña realizada el 26 de octubre se recolectaron un total de 127400 larvas/1000 m³. El aumento de larvas recolectadas fue cerca de tres veces mayor a la abundancia determinada en la cuarta campaña. Las larvas con mayor abundancia (>150/1000 m³) están representadas en la Figura 31.

Si bien las abundancias larvales fueron mayores en esta campaña, cabe destacar que la riqueza específica disminuyó en comparación a la cuarta campaña.

Al igual que en las campañas previas, se observó una predominancia de larvas de *Merluccius gayi gayi*, aportando un 80 % del total de larvas recolectadas. Otras abundancias importantes correspondieron al grupo denominado Prelarvas SI con un 18 % y *Engraulis ringens* con el 0,39 % del total recolectado.

Los mictófididos que tuvieron abundancias relativas importantes y con alta ocurrencia en las campañas previas, en esta quinta campaña aportaron los valores más bajos de toda la época de estudio. *Hygophum bruuni* aportó el 0,6 %, *Protomyctophum crockeri* el 0,07 % y *Electrona rissoi* el 0,15 % del total de larvas capturadas.

Las larvas de *Sardinops sagax*, y *Strangomera bentincki*, aportaron menos del 1% al considerarlas por separado. Su distribución abarcó las tres estaciones del sector de Papudo, 201,202 y 203 (Fig. 31).

Protomyctophum crockeri se presentó con menor abundancia durante ésta campaña con un 0,07 % del total recolectado. Con una abundancia similar, *Sebastes capensis* aportó un 0,11 % del total recolectado. Las larvas de *Diogenichthys atlanticus* estuvieron pobremente representadas (0,02 %), de forma similar a lo observado en campañas previas.

Merluccius gayi gayi tuvo una amplia distribución en el área de estudio, con presencia en todos los transectos. Siguiendo el mismo patrón de distribución de las otras campañas, las mayores abundancias se concentraron en las estaciones costeras, 101, 201 y 301 (Fig. 31). La mayor abundancia se presentó en el sector de Maitencillo con un 79 % del total recolectado.

La distribución de *Hygophum bruuni* se mantuvo amplia y abarcó los tres transectos. Al igual que en la cuarta campaña, las mayores abundancias larvales se encontraron en el transecto de Papudo (Fig. 31) con una distribución más homogénea entre las estaciones.

La distribución de *S. capensis* también se mantuvo estable. Su distribución abarcó los tres transectos pero en bajas concentraciones larvales. La distribución de *E. rissoi* cambió en esta campaña, sólo abarcó los transectos de Papudo y Punta Ligua con concentraciones larvales muy bajas

Cabe destacar la presencia de *Helcogrammoides chilensis* cuya distribución y abundancia aumentó en esta campaña. *Hypsoblennius sordidus* y *Paralichthys* sp., fueron recolectados sólo en una estación durante esta campaña.

Aproximadamente el 64 % de larvas fue recolectada durante la quinta campaña, encontrándose así una diferencia significativa con respecto a las otras campañas (Kruskal-Wallis $p < 0,05$).

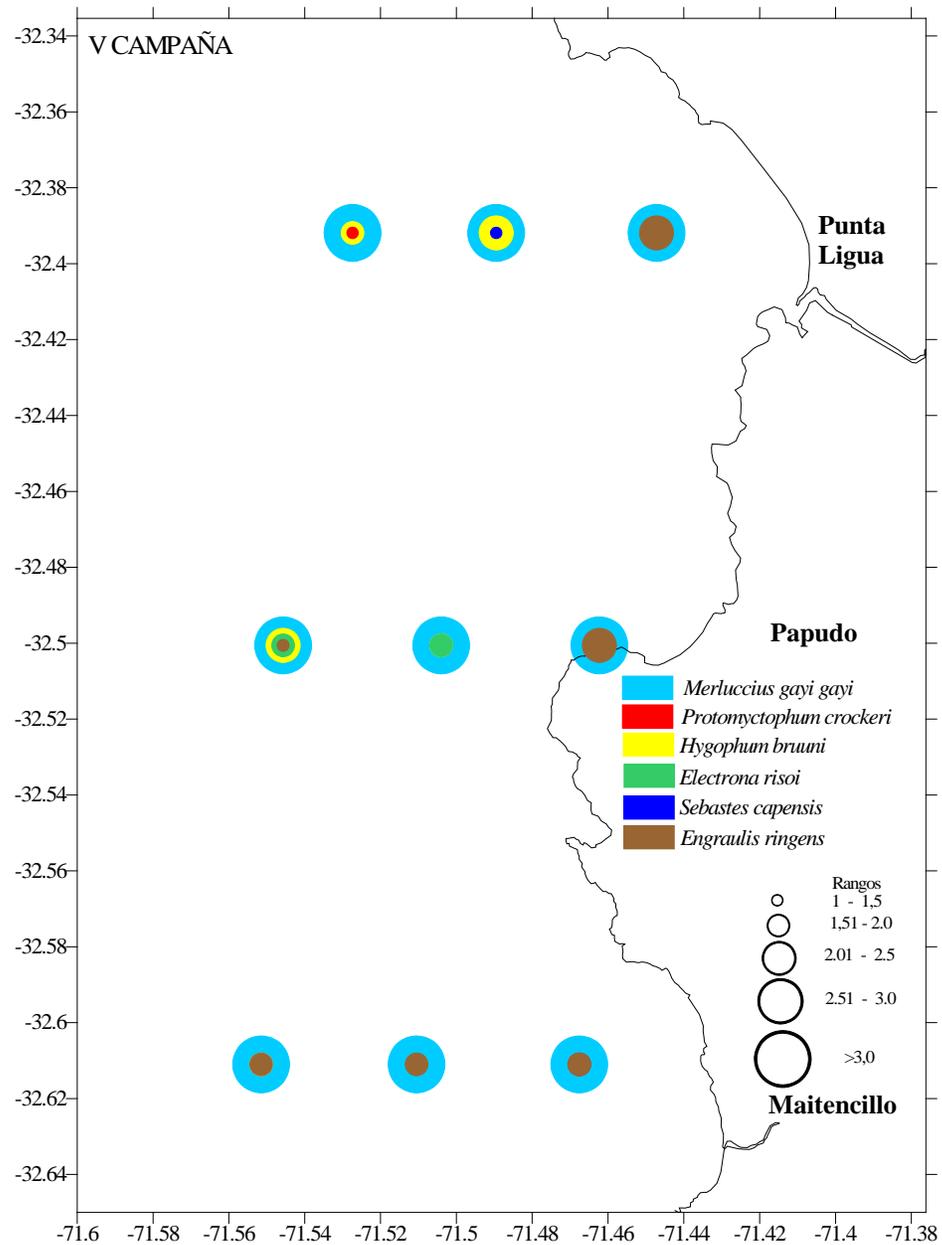


Figura 31. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$), con rangos en logaritmo base 10, durante la quinta campaña oceanográfica en octubre de 1999.

En la sexta campaña realizada el 12 de noviembre, se recolectó un total de 12835 larvas/1000 m³, siendo notoria la disminución de las abundancias larvales en comparación a la cuarta y quinta campaña. También se observó una disminución en la riqueza específica en comparación a las campañas previas. Las especies con mayor abundancia larval (>150/1000 m³) y ocurrencia están representadas en la Figura 32.

Las larvas de merluza, *Merluccius gayi gayi*, ocuparon toda el área muestreada, aportando el 91 % del total de larvas recolectadas. Otras abundancias larvales importantes correspondieron a *Engraulis ringens* con un 2 % y a un grupo de mictófididos sin determinar con un 2 % total recolectado.

La abundancia larval del grupo prelarvas disminuyó bruscamente, a menos del 1 % del total recolectado. Su distribución comprendió sólo el transecto de Papudo en la estación 202.

Los mictófididos estuvieron representados sólo por *Protomyctophum crockeri*, *Diogenichthys laternatus* e *Hygophum bruuni*. Estas especies aportaron menos del 1 % del total recolectado durante esta campaña.

En cuanto a la distribución horizontal, *Merluccius gayi gayi* se presentó en los tres transectos. A diferencia de las otras campañas, las mayores abundancias se concentraron en las estaciones oceánicas 203 y 303 (Fig. 32). La mayor abundancia se presentó en el sector de Punta Ligua.

Engraulis ringens estuvo presente en dos transectos; Maitencillo y Papudo. La abundancia mayor se encontró en la estación costera 101 (Fig. 32).

Hygophum bruuni, estuvo presente en tres de las nueve estaciones muestreadas (Fig 32), observándose la mayor concentración de larvas en la estación costera, a 2 millas de la costa en el transecto de Maitencillo, a diferencia de la distribución de *Protomyctophum crockeri* y *Diogenichthys laternatus*, cuyas larvas fueron recolectadas sólo en una estación.

En general, las mayores concentraciones se encontraron en las estaciones oceánicas 103, 203 y 303 en las tres transectas, aunque el transecto frente a Maitencillo concentró las mayores abundancias con un 45 % del total de larvas recolectadas, seguido por Punta Ligua con un 43 % del total.

Larvas de *Normanichthys crockeri*, *Helcogrammoides chilensis* e *Hypsoblennius sordidus* presentaron abundancias bajas, con una distribución que comprendió preferentemente los transectos de Maitencillo y Papudo.

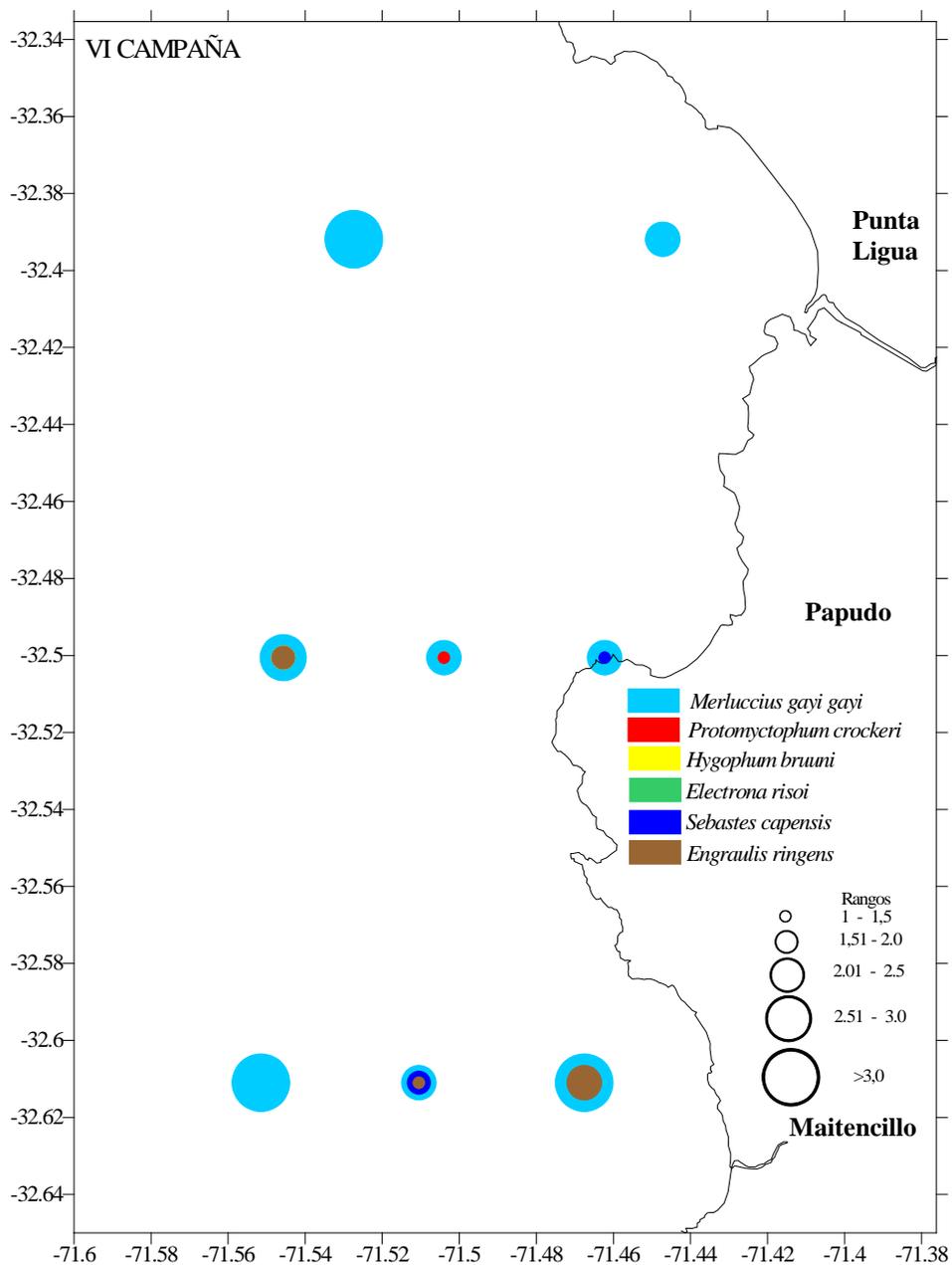


Figura 32. Distribución de larvas con mayor abundancia ($>150/1000 \text{ m}^3$), con rangos en logaritmo base 10, durante la sexta campaña oceanográfica en noviembre de 1999.

DISCUSIÓN

El presente trabajo cubrió todo el período de desove principal establecido para la especie *Merluccius gayi gayi* (septiembre - octubre), considerando además un período anterior y posterior (agosto y noviembre), con el fin de realizar un seguimiento a la abundancia larval de esta especie, y de otras que debieran teóricamente presentar sus máximas densidades en la misma época, en el supuesto que si las condiciones ambientales son adecuadas para el mantenimiento de la cohesión espacial y posterior desarrollo larval de una especie dada (*M. gayi*), debieran también serlo para otras especies de peces que presentaran requerimientos ambientales similares.

Los patrones de distribución y abundancia larval determinados en este estudio son en general concordantes con otros trabajos anteriores que describen a la zona de Chile central como un importante centro de distribución de larvas de peces en estados tempranos de desarrollo (Avaria *et al.* 1989, Balbontín & Orellana 1983, Balbontín & Bravo 1999).

En la zona estudiada habría un conjunto de factores que favorecería el desarrollo de larvas de peces, como son las altas concentraciones de alimento apropiado para la época del año (Avaria *et al.* 1989), baja densidad de depredadores (Pizarro y Bravo *ms.*) y condiciones oceanográficas que evitarían el transporte mar afuera de la costa. (Montecinos & Balbontín 1993). Este conjunto de factores favorecería la mantención del ictioplancton durante los meses del principal período reproductivo (Balbontín & Bravo 1999). La mantención de las cohortes larvales por varias semanas en el área estudiada, además de la

fuerte presencia larval en las estaciones más costeras, corroboraría este último supuesto y por lo tanto esta área se podría considerar como “zona segura” o zona de retención larval.

En un estudio realizado en el Pacífico norte, Frank y Leggett (1982) sugieren que ciertas especies establecerían un patrón reproductivo que coincide con la ocurrencia de “zonas seguras”. Estos investigadores presentan un ejemplo de una estrategia reproductiva adaptada en el capelín (*Mallotus villosus*) de las aguas costeras de Newfoundland. Este estudio indica como resultado una sincronización y como consecuencia la co-ocurrencia de larvas de capelín y larvas de especies con desove demersal. Esto llevó a los autores a proponer que las asociaciones larvales multiespecíficas son adaptativas y el resultado de respuestas similares entre especies al ambiente pelágico. Una situación similar de co-ocurrencia larval se observó en el presente estudio, lo cual se discute en los párrafos siguientes.

El análisis de las muestras respecto a su composición de especies reveló que la especie más abundante (alrededor del 80%) y ampliamente distribuida en todas las campañas fue *Merluccius gayi gayi*. Estos resultados concuerdan con estudios previos realizados en la zona y con el criterio mayoritario de varios autores (Avilés 1979, Montecinos & Balbontín 1993, Bernal 1994, Balbontín y Bravo 1999), quienes señalan a los meses de agosto a noviembre como aquellos de mayor actividad reproductiva en Chile central.

El análisis de distribución por tamaño larvales de *Merluccius gayi gayi* realizado por Oñate (2000), sobre el mismo material de estudio del presente trabajo indicó la presencia

de 3 grupos de longitud dominantes]2,3 – 2,6[mm,]3,6 – 3,9[mm,]4,3 – 4,6[mm LT. De acuerdo a Fischer (1959), estas tallas son alcanzadas hasta alrededor de 9 días después de la eclosión del huevo. En concordancia con lo anterior, la máxima actividad reproductiva de la merluza durante los meses de septiembre-octubre permite que sus larvas estén en el plancton durante un período de productividad ascendente.

Otras especies como *Hygophum bruuni*, *Electrona rissoi*, *Protomyctophum crockeri*, *Engraulis ringens*, *Sardinops sagax* y *Strangomera bentincki* también presentaron altas abundancias y patrones de distribución similares a *M. gayi gayi*. De acuerdo a los resultados, parece ser que las estrategias de desove de las diferentes especies presentan una sobreposición espacial de las fases planctónicas, ya que coincidieron en espacio y tiempo en igual orden. En este trabajo se determina que las abundancias se concentran en dos campañas dentro del mismo mes (cuarta y quinta) y dentro del transecto de Maitencillo en las estaciones más costeras.

El mayor número de taxa correspondió a la cuarta campaña, mientras que los menores números se observaron en la primera y sexta campaña. El alto número de taxa puede ser atribuido a las especies que coinciden en un desove primaveral. A pesar de presentar un menor número de taxa, el índice de diversidad más alto se observó durante la tercera campaña debido a la asignación de igualdad de las taxa. Este patrón también se observó para el índice de uniformidad. El aumento de larvas de merluza común comparado con la abundancia de otras especies en octubre y noviembre resultaron en la disminución de ambos índices durante la cuarta y quinta campaña.

Bakun (1985) es un estudio comparativo sobre el problema de reclutamiento, analizó la comunidad ictioplanctónica de los cuatro sistemas de surgencia de las principales regiones de corrientes de margen oriental, *i.e.*, California, Perú, Canarias, y Benguela. Similitudes ambientales y biológicas sugieren que las comunidades de peces en los distintos sistemas pueden tener funciones similares respecto a sus ambientes, y pueden resolver problemas en sus estrategias reproductivas de manera similar. La sobrevivencia de la descendencia a la edad reproductiva (edad que se aproxima el reclutamiento) es el factor principal en el proceso selectivo, selección natural que demanda una respuesta en el momento más crucial durante el reclutamiento. De acuerdo a estos autores, patrones de reproducción relacionados a características ambientales pueden indicar el actual mecanismo ambiental regulador de los procesos del reclutamiento.

Parrish *et al.* (1983 citado en Bakun 1985) encontraron un patrón general en la estrategia de desove de la anchoveta (*Engraulis mordax*, *Engraulis ringens* y *Engraulis capensis*) y sardina (*Sardinops sagax*) que pareciera apuntar a que la época de desove estaría sincronizada con la minimización simultánea de la mezcla turbulenta inducida por el viento y el transporte directo fuera de la costa.

Por otra parte, Avaria *et al.* (1989) hacen una revisión sobre los estudios destinados a conocer los principales aspectos oceanográficos que influirían en la distribución planctónica de la zona, el cual comienza con el trabajo de Palma (1976), quien analizó el meroplancton recolectado entre diciembre 1969 y noviembre 1970, y cuyos resultados indican que la mayor abundancia larval se encontró entre julio y septiembre. Otros antecedentes son los aportados por el estudio de Balbontín y Orellana (1984 citado en

Avaria *et al.* op.cit) sobre el ictioplancton recolectado entre julio 1982 y enero 1984, en donde identifican la presencia de 36 especies de larvas de peces frente a Valparaíso. Al igual que en el presente trabajo, la mayor abundancia de larvas determinadas en el estudio recopilativo de Avaria *et al.* (op.cit.), se encontró en las estaciones más costeras, en donde además se encontró un predominio de larvas de *Sardinops sagax*, *Engraulis ringens* y *Merluccius gayi gayi*.

En relación a las abundancias larvales determinadas en el presente estudio, se observó que éstas variaron significativamente (Kruskal-Wallis $p < 0,05$), concentrándose entre la cuarta y quinta campaña con 22 % y 94 % del total recolectado, respectivamente. El análisis de los meses considerados permite determinar que octubre se mostró como el mes más importante dentro de la época de estudio. El mayor valor de abundancia se observó en la quinta campaña, realizada el 26 de octubre, en la cual se recolectó 127400 larvas /1000 m³, cerca de 30 veces superior a lo encontrado en la primera campaña de septiembre. Estos resultados difieren con lo planteado por Balbontín y Bravo (1999), quienes señalan al mes de septiembre como el mes de mayor actividad de desove en la bahía de Valparaíso. Además, los resultados indican que el mayor desove se concentró preferentemente en Papudo. Cabe destacar que las más altas concentraciones larvales correspondieron a *Engraulis ringens*, *Sardinops sagax* y *Merluccius gayi gayi* con un total de 82 994 larvas /1000 m³.

Al estudiar la dinámica de desove de la merluza común, Oñate (2000) plantea una posible explicación a la diferencia de resultados, la cual se debería a las bajas temperaturas predominantes durante la época de muestreo además de la alta salinidad. Estas condiciones

serían características de un proceso de surgencia que podrían haber influido en la estrategia de desove de la merluza.

Estudios realizados anteriormente en la zona (Silva & Sievers 1991) señalan a la surgencia costera como uno de los eventos más importantes que se produce en la zona central de Chile. En el mismo sentido, Montecinos y Balbontín (1993) señalan que los procesos de surgencia en la zona central tienen un período de máxima intensidad entre los meses de octubre a diciembre.

El patrón de distribución entre especies costeras y oceánicas investigado en este trabajo no siempre resultó ser claro. Esto podría explicarse teniendo en cuenta que la comunidad ictioplanctónica de Chile central está compuesta por una mezcla de especies de origen tanto costero como oceánico. En este sentido, Rodríguez y Castro (2003) explican la presencia de esta mezcla de especies costeras y oceánicas a través de factores como i) la estrechez de la plataforma continental que facilita la mezcla de especies de ambos hábitat; ii) el transporte ictioplanctónico en áreas de surgencia tipo Ekman; iii) la ocurrencia de procesos oceanográficos a mesoescala capaces de un transporte rápido.

En relación a la distribución horizontal de las larvas en el presente estudio, varias especies presentaron una amplia distribución a través de casi toda la zona estudiada (*M. gayi gayi*, *H. bruuni*, *P. crockeri*). A pesar de esta distribución, la tendencia general fue que las mayores abundancias se concentraron en las estaciones costeras (2 y 4 mn) sobre la plataforma continental. En las campañas con mayores abundancias larvales, campañas

cuarta y quinta, las abundancias más altas se concentraron dentro del transecto de Maitencillo en las estaciones más cercanas a la costa, situadas a 2 y 4 mn de la costa.

Estos resultados son concordantes con la distribución de huevos y larvas señalada por Balbontín y Bravo (1999), quienes indicaron que las mayores abundancias de huevos y larvas se concentraron en las primeras 5 mn de la costa. Esta distribución horizontal es explicada por Montecinos y Balbontín (1993) a través de un análisis de correntometría, que indica que para agosto-enero existe evidencia de que la dirección de la corriente superficial es hacia el nor-este en las primeras 10 millas de la costa y un transporte hacia el nor-oeste en lugares alejados en 30 millas de la costa. Al mismo tiempo, posibles mecanismos de recirculación, en donde 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 favorecerían la retención larval en al zona costera.

En la zona estudiada habría un conjunto de factores que favorecería el desarrollo de larvas de peces, como son las altas concentraciones de alimento apropiado para la época del año (Avaria *et al.* 1989), baja densidad de depredadores (Pizarro y Bravo ms.) y condiciones oceanográficas que evitarían el transporte mar afuera de la costa. (Montecinos & Balbontín. 1993). Este conjunto de factores favorecería la mantención del ictioplancton durante los meses del principal periodo reproductivo (Balbontín & Bravo 1999). En el Pacífico norte Frank y Leggett (1983), han sugerido que ciertas especies establecerían un patrón reproductivo que coincide con la ocurrencia de estas “zonas seguras”, lo cual pudiera corresponder al área de estudio. Los resultados de este trabajo sugieren que las larvas de varias especies de peces, en coexistencia con las larvas de merluza común,

seguirían este mismo patrón con el fin de maximizar la probabilidad de sobrevivencia en la fase planctónica. Estos autores sugieren que la fuerte asociación entre la abundancia y distribución de larvas y las “zonas seguras” sería selectiva y por tanto parte de una respuesta adaptiva a las condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

- ❑ La comunidad ictioplanctónica de Chile central presentó una mezcla de especies tanto de origen costero como oceánico, epipelágicos, mesopelágicos y epi-mesopelágicos.
- ❑ Durante las seis campañas realizadas se obtuvo un total de 104 muestras, identificándose 34 morfotipos diferentes, de los cuales 18 fueron identificados a nivel de especie, 5 a nivel de género y un grupo de prelarvas fue definido como prelarvas SI.
- ❑ La distribución temporal de larvas entre transectos señaló una mayor concentración en la zona de Maitencillo, seguido por la zona de Papudo. La alta abundancia de pre-larvas corrobora la zona de estudio como una importante área de desove.
- ❑ Respecto a la distribución espacial de larvas, las larvas se concentraron preferentemente dentro de las 4 mn de la costa, en donde se observó una concentración significativamente mayor (Kruskal-Wallis $p < 0,05$).
- ❑ El análisis de la distribución temporal de la comunidad ictioplanctónica varió significativamente (Kruskal-Wallis $p < 0,05$) en cuanto a la abundancia larval. Los valores fluctuaron entre un mínimo de 1257 larvas/1000 m³ en la primera campaña realizada el 24 de agosto hasta un máximo de 127400 larvas/1000 m³ en la quinta

campana realizada el 26 de octubre con un total, concentrándose un 64% del total recolectado en esta última.

- ❑ El seguimiento de las densidades ictioplanctónicas durante los cuatro meses de estudio, permiten inferir que la mayoría de las especies descritas presentan un desove delimitado en el tiempo.

- ❑ La zona de estudio es una importante área de desove y desarrollo larval para varias especies de peces. La co-ocurrencia de distintas especies ictioplanctónicas, incluida *M. gayi gayi*, las cuales presentaron altas abundancias relativas en un corto período de tiempo, sugiere que esta área geográfica presenta características de zona segura para el desarrollo larval, en la estación reproductiva, para la cual las especies estudiadas se habrían adaptado en el tiempo, en respuesta a presiones selectivas tendientes a maximizar la sobrevivencia larval.

- ❑ La co-distribución larval de varias especies de peces en el área estudiada, con altas densidades en el mes de octubre, sugieren que las condiciones ambientales para el área y época del año serían adecuadas para la sobrevivencia larval temprana.

- ❑ De acuerdo a lo planteado, se propone realizar estudios que consideren seguimientos de los patrones de distribución y abundancia de la comunidad ictioplanctónica con una serie de tiempo más extensa con el fin de comprender los factores reguladores asociados al proceso de reclutamiento.

LITERATURA CITADA

- Ahlstrom, E. 1943.** Studies on the Pacific pilchard (*Sardinops caerulea*): Influence of temperature on the rate of developmet of pilcahrd eggs in nature. U.S. Department of Interior, Fish And Wildlife Service, Special Science Report No. 23. 26 pp.
- Avaria S, S Palma, H Sievers & N Silva. 1989.** Revisión sobre aspectos oceanográficos físicos, químicos y planctológicos de la bahía de Valparaíso y áreas adyacentes. *Biología Pesquera* 18: 67-96.
- Bakun A. 1985.** Comparative studies and recruitment problem: Searching for generalizations. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports* 26: 29-40
- Balbontín F & M Garretón 1977.** Desove y primeras fases de desarrollo de la sardina española, *Sardinops sagax musica*, en Valparaíso. *Revista de Biología Marina* 16: 171-181.
- Balbontín F & A Orellana. 1983.** Descripción de las larvas del pez linterna *Hygophum bruuni* (Pisces, Myctophidae) del área de Valparaíso, Chile. *Rev. Biol. Mar., Valparaíso* 19(2):205-216.
- Balbontín F & R Bravo. 1999.** Distribución, abundancia y agrupaciones ictioplanctónicas en un área de desove de merluza común entre Papudo y Valparaíso. *Revista de Biología Marina* 34(2): 233-260.

- Bernal R. 1994.** Estudio de los patrones de variabilidad temporal y espacial en huevos y larvas de merluza común. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad de Valparaíso, 64 pp.
- Bernal R, F Balbontín & O Rojas. 1997.** Patrones de distribución de huevos y larvas de *Merluccius gayi gayi* en la costa de Chile y factores ambientales asociados. Revista de Biología Marina y Oceanografía 32: 45 – 6.
- Bravo R & F Balbontín.** Distribución vertical del ictioplancton y su relación con las condiciones ambientales en un área de desove de la zona central de Chile. (Manuscrito)
- Ciechowski J. 1975.** Características y distribución de post-larvas del acorazado *Agonopsis chiloensis* (Jenyns 1842) y de *Trypterigion cunninghami* (Smitt 1899) en agua del Atlántico frente a la Argentina (Pisces). Physis 34 (89):309-317.
- Conover W. 1971.** Practical nonparametric statistics, 462 pp. Wiley & Sons Inc., New York.
- Cury P & C Roy. 1989.** Optimal environmental window recruitment success, in upwelling areas. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46: 670-680.
- Cushing D. 1972.** The population cycle and the numbers of marine fish. Symposium Zoological Society of London 29:213-232.
- Cushing D. 1990.** Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. Advances in Marine Biology 26: 249-293.

- Doyle M, W Morse & A Kendall. 1993.** A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of northeast Pacific and northwest Atlantic Oceans. *Bulletin of Marine Science* 53:588-644.
- Fischer W. 1959.** Huevos, crías y prelarvas de la merluza (*Merluccius gayi gayi* Guichenot). *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 9 (1-4): 229-249.
- Fonseca, T R. 1981.** Variabilidad de las corrientes en la bahía de Valparaíso. *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 9: 39-60.
- Frank K T & W C Leggett. 1982.** Coastal water mass replacement: its effect on zooplankton dynamics and the predator-prey complex associated with larval capelin (*Mallotus villosus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39: 991-1003.
- Frank K T & W C Leggett. 1983.** Multispecies larval fish associations: Accident or adaptation? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 754-762.
- Heath M. 1992.** Field investigations of the early life stages of marine fish. *Advances in Marine Biology* 28: 1-174
- Harden-Jones F. 1968.** Fish migration, 325 pp. Edward Arnold Ltd., Londres.
- Koutrakis E, A Kallianiotis & A Tsikliras. 2004.** Temporal patterns of larval fish distribution and abundance in a coastal area of northern Greece. *Scientia Marina* 68 (4): 585-595.

- Laprise R & Dodson. 1993.** Nature of environmental variability experienced by benthic and pelagic animals in the St. Lawrence estuary, Canada. *Marine Ecology Progress Series* 94:129-139.
- Laprise R & P Pepin. 1995.** Factors influencing the spatio-temporal occurrence of fish eggs and larvae in a northern, physically dynamic coastal environment. *Marine Ecology Progress Series* 122:73-92.
- Leggett W. 1985.** The role of migrations in the life history evolution of fish. *Contribution to Marine Science* 27:277-295.
- Matarese A C, A W Kendall, D M Blood & M V Vinter. 1989.** Laboratory guide to early life history stages of Northeast Pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80:1-652.
- Montecinos A & F Balbontín. 1993.** Índices de surgencia y circulación superficial del mar: implicancias biológicas en un área de desove de peces entre Los Vilos y Valparaíso, Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 28: 133-150.
- Moser H G & E H Ahlstrom. 1970.** Development of lanternfishes (Family Myctophidae) in the California Current. Part I. Species with narrow-eyed larvae. *Bulletin of Natural History Museum of Science L. A. City.* 7:145 pp.
- Moser H G & E H Ahlstrom. 1974.** Role of larval stages in systematic investigations of marine teleosts: the Myctophidae, a case of study. *Fisheries Bulletin US.* 72:391-413.

- Moser, H G (Ed). 1984.** Ontogeny and Systematics of Fishes. Based on An International Symposium Dedicated to the memory of Elbert Halvor Ahlstrom. Special Publication No. 1, American Society of Ichthyologists and Herptologists. 760 pp.
- Moser H G & P Smith. 1993.** Larval fish assemblages and oceanic boundaries. Bulletin of Marine Science 53(2) 283-289.
- H G Moser (ed.) 1996.** The early stages of fishes in the California Current region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CalCOFI) Atlas No. 33, p. 387-475.
- Norcross B L & R F Shaw. 1984.** Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. Transactions of the American Fisheries Society 113:153-165.
- Oñate M. 2000.** Dinámica de desove de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*, Guichenot 1848) frente a Papudo, Chile, durante su periodo reproductivo principal. Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología Marina. Universidad de Valparaíso, 74 pp.
- Palma S. 1976.** Meroplancton de la región de Valparaíso. Ciencia y tecnología del Mar, CONA 2: 99- 116.
- Pérez R. 1978.** Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces en la Bahía de Valparaíso. Informe de práctica para optar al título de Técnico Marino. Departamento de Biología y Tecnología del Mar, Universidad Católica de Chile (Talcahuano), 238 pp.
- Pizarro G & R Bravo.** Manuscrito.

- Rodríguez L & L Castro. 2000.** Estudios en ecología de larvas de mictófidios (Pisces, Myctophidae): una propuesta para nuevas líneas de investigación en la corriente de Humboldt. *Gayana (Concepc.)*. [Online]. Vol.64, No.2 [Citado 28 julio 2004], P.219-233. Disponible en la World Wide Web: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382000000200011&lng=es&nrm=iso. ISSN 0717-6538.
- Rojas O, A Mujica, M Labra, G Lederman & H Miles. 1983.** Estimación de la abundancia relativa de huevos de peces. Corporación de Fomento de la Producción, AP 83/31. IFOP Chile, 98 pp.
- Sabates A & M Olivar. 1990.** Early development and spawning of *Sebastes capensis* in the Southeast Atlantic. *Marine Biology*. 106:389-395.
- Sabates A & M Olivar. 1996.** Variations of larval fish distributions associated with variability in the location of a shelf-slope front. *Marine Ecology Progress Series* 135: 11-20.
- Silva N & H Sievers. 1991.** Condiciones oceanográficas en el área de desove de la merluza, entre los Vilos (32° S) y Valparaíso (33° S), Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 26(1): 109 -140.
- Sinclair M. 1988.** Marine populations: an essay on population regulation and speciation. University of Washington Press, Seattle, Washington, 252 pp.

- Smith K, M Gibbs , J Middleton & I Suthers. 1999.** Short term variability in larval fish assemblages on the Sydney shelf: tracers of hydrographic variability. *Marine Ecology Progress Series* 178: 1-15.
- Smith P E & S L Richardson. 1977.** Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. *FAO Fisheries Technical Paper* 175, 100 pp.
- Somarakis S, Maraveya E, & N Tsimenides. 2000.** Multispecies ichthyoplankton associations in epipelagic species: is there any intrinsic adaptive function? *Belgian Journal of Zoology* 130 (Suppl 1): 125-129.
- Vargas C, G Valenzuela, S Nuñez & D Arcos. 1997.** Role of oceanographic and topographic factors in the retention of hake *Merluccius gayi gayi* (Guichenot 1848) larvae in the upwelling system off central-southern Chile. *Archives of Fishery and Marine Research* 45:201-222.