

Distribución, abundancia y agrupaciones del ictioplancton en un área de desove de merluza común frente a Valparaíso

Ichthyoplankton distribution, abundance and assemblages in a common hake spawning area off Valparaíso

Fernando Balbontín y Ricardo Bravo

Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile
fbalbon@uv.cl

Los autores dedican este trabajo en memoria del Dr. Eduardo de la Hoz.

Abstract.- Plankton samples were collected along three transects (Los Vilos, Papudo and Valparaíso) from the coast to 30 nautical miles (nm) offshore, during two oceanographic cruises carried out in September 1989 and January 1990. Dispersion indices, taxonomic composition, abundance and horizontal distribution of ichthyoplankton and its community structure were determined. Forty different larval morphotypes were recognized, being shared 21 of them by the two cruises. Dispersion indices showed a larger larval dispersion off Los Vilos in comparison with Papudo and Valparaíso. The spawning of species such as sardine, anchovy and hake was 15 to 20 orders of magnitude higher in September than in January. Spatial distribution of larvae by length-group along the three transects during September, showed in Los Vilos the presence of larger-size larvae at oceanic stations, in contrast with the distribution observed off Papudo and Valparaíso. A similar distribution pattern was observed off Los Vilos in January, but changed substantially off Papudo and Valparaíso. Ichthyoplankton assemblages exhibited affinities for particular hydrological habitats. General community structure was similar in September and January, suggesting that similar factors would be modulating ichthyoplankton spatial distribution patterns in both months. Parallel studies indicated absence of upwelling events, high values of phytoplankton biomass in the first 10 nm, high percentage of larval feeding incidence, and coastal circulation processes that may support the hypothesis of the presence of larval retention areas in the region.

Key words: spawning of fishes, ichthyoplankton assemblages, larval retention areas, central Chile.

Resumen.- Se analizaron muestras planctónicas recolectadas en dos cruceros oceanográficos realizados en septiembre de 1989 y enero de 1990, a lo largo de tres transectos (Los Vilos, Papudo y Valparaíso) desde la costa hasta 30 millas náuticas (nm) mar afuera. Se estimó la composición taxonómica, grado de dispersión, abundancia y distribución horizontal del ictioplancton y su estructura comunitaria. Se reconocieron 40 morfotipos larvales diferentes, siendo compartidos 21 de ellos por los dos cruceros. Los índices de dispersión mostraron un menor nivel de agregación larval frente a Los Vilos comparado con Papudo y Valparaíso. La magnitud del desove de especies como la sardina, anchoveta y merluza fue entre 15 y 20 veces mayor en septiembre comparado con enero. La distribución espacial de las larvas por grupos de longitud en los tres transectos durante septiembre, mostró que en Los Vilos las larvas de mayor tamaño se presentaron en estaciones oceánicas, (sobre 20 nm de la costa) reflejando un patrón de distribución opuesto al observado frente a Papudo y Valparaíso. En enero, la distribución se mantuvo similar en Los Vilos, pero cambió sustancialmente en Papudo y Valparaíso. Los ensambles ictioplanctónicos formados mostraron afinidades con habitats hidrológicos particulares. La estructura comunitaria general fue semejante en septiembre y enero, reflejando que los factores que modulan los patrones de distribución espacial del ictioplancton serían similares para ambos meses. Estudios paralelos realizados señalaron la ausencia de eventos de surgencia, altos valores de biomasa fitoplanctónica en las primeras 10 mn costeras, elevados porcentajes de incidencia alimentaria en las larvas y procesos de circulación costera que apoyarían la hipótesis de la existencia de áreas de retención larval en la zona de estudio.

Palabras clave: Desove de peces, ensambles ictioplanctónicos, áreas de retención larval, Chile central.

Introducción

En la zona central de Chile, particularmente frente a Papudo y Valparaíso, se ha detectado altas concentraciones de huevos y larvas pertenecientes a varias especies de peces (Rojas *et al.* 1983, Balbontín & Orellana¹), siendo Papudo una de las áreas de pesca de la merluza común *Merluccius gayi gayi*

(Guichenot, 1848), y a la vez un importante centro de desove de la especie (Avilés *et al.* 1979). Estos antecedentes permiten suponer la existencia de una

¹ Balbontín F & MC Orellana. 1984. Época de desove y abundancia relativa de huevos y larvas de peces frente a Quintero durante 1982-84 y su relación con el fenómeno de "El Niño". Cuartas Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar. Pág. 6 (resumen).

serie de condiciones ambientales unidas a ritmos endógenos, que han determinado un comportamiento reproductivo de un conjunto de especies de peces que se manifiesta en la persistencia del área de puesta a lo largo de tiempo, a pesar de la fuerte intensidad de pesca a que han sido sometidos los recursos ícticos. La coincidencia en la distribución espacial de los huevos y larvas de diferentes especies que permanecen dentro de los confines del área de desove, ha servido de base para la hipótesis de la existencia de áreas de retención larval (Frank & Leggett 1983, Iles & Sinclair 1982, Sinclair & Iles 1985).

A pesar de la evidente importancia de la zona en estudio como eventual área de desove y retención larval, no se dispone de antecedentes sobre la estructura comunitaria del ictioplancton. Las técnicas de agrupamiento jerárquico han dado resultados positivos en comunidades zooplancónicas, al estimar patrones de asociación entre las especies y su relación con las condiciones ambientales (Jillet 1976, Piatowsky 1989, Fargo & Tyler 1991). Estas mismas técnicas han permitido estimar las relaciones entre especies y muestras dentro de la comunidad del ictioplancton en el golfo de Arauco (Castillo *et al.* 1991).

Norcross & Shaw (1984) han postulado que el desove de muchas especies de peces ocurre generalmente cerca de giros, zonas de surgencia u otro tipo de circulación que frecuentemente está asociada con sistemas de corrientes mayores. Muchas especies de peces desovan en estas áreas. Esta característica es importante debido a que por una parte, fija la dirección de la deriva larval y además, fija también el área de crianza. Así, tanto la dirección de la deriva larval como el área de crianza quedarían determinados por un sistema de corrientes que ocurren regularmente en el tiempo.

En varios trabajos se ha señalado que las condiciones ambientales imperantes en las primeras etapas de la vida de los peces tienen importantes consecuencias en el reclutamiento (Bakun & Parrish 1980, 1982, Cury & Roy 1989), en particular, el transporte mar afuera de huevos y larvas lejos de las áreas adecuadas para su alimentación (Norcross & Shaw 1984, Simpson 1987, Montecinos & Balbontín 1993).

Bajo el supuesto de que el área de Valparaíso posee en ciertas épocas del año condiciones ambientales favorables para la supervivencia larval, los objetivos que se plantearon en el presente estudio fueron determinar la composición taxonómica, la abundancia y distribución horizontal del ictioplancton,

tomando en cuenta las fases del desarrollo embrionario y la composición de tallas de las larvas, y su estructura comunitaria durante el período de máximo desove de la merluza común y durante el período considerado como de desove secundario (Balbontín & Fischer 1981). Los resultados se discuten en relación a la información oceanográfica y biológica obtenida simultáneamente por otros autores durante el desarrollo de los cruceros y otra información disponible atinente al área geográfica cubierta.

Material y Métodos

Se realizaron dos cruceros oceanográficos de 7 días de duración cada uno en el área comprendida entre Punta Changos, al sur de Los Vilos y Valparaíso, hasta 30 mn de la costa (Fig. 1). El primero se efectuó en septiembre de 1989 y el segundo en enero de 1990. En el área de

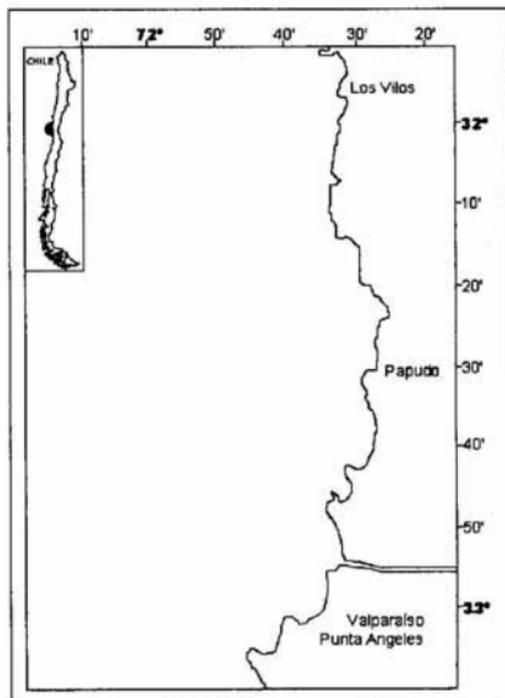


Figura 1
Área de estudio.
Study area.

estudio se establecieron tres transectos perpendiculares a la costa, con un total de 5 estaciones de muestreo en cada uno y ubicadas a 2, 5, 10, 20 y 30 mn de la costa. Los transectos se realizaron frente a Los Vilos (32° 00'S), Papudo (32° 30'S) y Valparaíso (33° 00'S).

Para la obtención de las muestras de ictioplancton se realizaron pescas oblicuas con una red Bongo con flujómetro, de 67 cm de diámetro de la boca y 0,33 mm de abertura de la malla, hasta cerca del fondo en las estaciones costeras o hasta un máximo de 200 m en las estaciones oceánicas en que la profundidad lo permitió. Por la naturaleza del track del crucero, las pescas se efectuaron indistintamente de día o de noche, de modo que las muestras se combinaron en el procesamiento de los datos. No se pudo determinar la existencia de posibles diferencias en la abundancia diurno-nocturna de las larvas, ya que este efecto se superpuso con la distancia a la costa y la latitud geográfica. La comparación general de muestras diurno-nocturnas de diferentes estaciones no mostró una tendencia definida, ya que muestras diurnas o nocturnas presentaron de manera similar altas abundancias de larvas o larvas de gran tamaño. La operación de la red y la estandarización de los datos obtenidos en las pescas se efectuó de acuerdo con Smith & Richardson (1977). Las muestras planctónicas se fijaron en formalina al 5% neutralizada, separándose la totalidad de los huevos y larvas de peces. En total, se analizaron 56 muestras correspondientes a 30 pescas de plancton. Los valores finales obtenidos correspondieron al promedio del par de redes de la Bongo, excepto en el caso de cuatro muestras perdidas. En las pescas más prolongadas, la red filtró alrededor de 400 m³ de agua, estandarizándose el total de las pescas a 1000 m³. En el proceso de conteo de huevos se utilizó el submuestreador Folsom en seis de las muestras debido a su elevada abundancia (miles). En el caso de las larvas, se procedió a submuestrear en el análisis de composición por longitudes cuando el número de larvas de una especie fue superior a 300 por pesca.

Para realizar el análisis taxonómico, las larvas y huevos de peces fueron separados del zooplancton en su totalidad e identificados al taxón más bajo posible. En el estudio de la distribución horizontal del ictioplancton se tomó en cuenta las fases de desarrollo de los huevos y la distribución de frecuencia de longitudes larvales. Los huevos identificados fueron clasificados en 3 fases de desarrollo, en que la fase 1 comprendió desde la fecundación hasta el cierre del blastoporo (fases 1 a 3 de Fischer 1958 y de Balbontin & Garretón 1977); la fase 2, desde que el blastoporo se ha cerrado hasta antes del desprendimiento del extremo caudal del embrión; la fase 3, desde que el extremo caudal del embrión se desprende del saco vitelino hasta la eclosión del huevo. Las fases 2 y 3 son homologables a las fases 4 y 5 de los

autores mencionados.

Se midió la longitud estándar de las larvas o bien la longitud notocordal en las larvas más pequeñas correspondientes a las especies más abundantes de cada crucero. En 1989 se seleccionaron siete especies que presentaron las mayores frecuencias y ocurrencias para analizarlas con mayor profundidad. En ese año se contabilizó un total de 12485 larvas, de las cuales se midieron 3597. De las muestras de enero de 1990 se consideraron nueve especies con un total de 875 larvas, de las cuales se midieron 702, realizándose submuestreos en una sola especie. Se establecieron grupos de longitud por cada 1,9 mm de L.E.

Para determinar la variabilidad espacial del ictioplancton por crucero y por transecto y la variabilidad interespecífica de las larvas más abundantes, se aplicaron dos índices de dispersión. Previamente, se realizó un filtro para dejar fuera aquellas taxa de ocurrencia muy escasas, debiendo estar presentes en al menos 3 estaciones del área. El primer índice de dispersión aplicado fue el de Pielou (Pielou 1977). Su expresión es el cociente entre la varianza y el promedio de larvas por arrastre comparada con una distribución "Chi cuadrado" esperada, tomando como hipótesis nula que el patrón de distribución es aleatorio:

$$\chi^2(n-1) = S^2 / \bar{X}$$

El segundo índice de dispersión aplicado correspondió al de "patchiness", *IP* (Pielou 1977); este índice compara cuántas veces más agregado está un individuo promedio en relación a un individuo en una población de igual densidad pero aleatoriamente dispersa:

$$IP = \frac{\bar{X} + (S^2 / \bar{X} - 1)}{\bar{X}}$$

Para conocer la similitud entre las muestras y la asociación existente entre las especies, que permitieran definir áreas más relevantes desde el punto de vista de la asociación larval en la zona en estudio, con los datos no transformados de abundancia, se realizó un análisis de clasificación jerárquica de las pescas por medio del índice de similitud Bray-Curtis (Clarke & Warwick 1990, Fargo & Tyler 1991). Este índice, a diferencia de otros, calcula la similitud de las especies que están presentes en una u otra (o ambas) muestras y no las dobles ausencias:

$$D_{jk} = 1 - \frac{\sum_{n=1}^i |X_{nj} - X_{nk}|}{\sum_{n=1}^i (X_{nj} + X_{nk})}$$

donde:

- D_{jk} = similitud entre los sitios.
 i = número total de especies.
 X_{ij} = proporción de la abundancia de la especie n en el sitio j .
 X_{ik} = proporción de la abundancia de la especie n en el sitio k .

El índice toma valores entre 0 y 1, donde 0 indica que las muestras no tienen especies en común y 1 si las muestras son idénticas. Debido a que el denominador de este índice está basado en la suma de todas las especies en cualquiera de los dos sitios, está más influido por las especies dominantes. Sin embargo, como interesaba estimar áreas con características de retención larval, los datos no fueron transformados. El algoritmo de agregación utilizado fue el UPGMA (Sneath & Sokal 1973). A las agrupaciones resultantes del análisis de similitud anterior se les aplicó el índice de diversidad específica H' de Shannon (Pielou 1977):

$$H' = 1 - \sum_{i=1}^s P_i \cdot \ln(P_i)$$

donde:

- s = número de especies.
 P_i = proporción del número total de individuos presentes en la especie i .

Este índice toma valores desde 0 (la muestra completa consta de una sola especie) hasta un máximo del $\ln s$ para un valor dado de s (número de especies). La diversidad aumenta en la medida que el número de especies aumenta y la dominancia disminuye. Este índice no es directamente sensible a la densidad puesto que se basa en datos proporcionales. Complementando el análisis de diversidad a la estructura comunitaria de las agrupaciones formadas por el índice de similitud, se analizó la riqueza de especies S^* (número de especies presentes en la muestra) y la uniformidad V' (evenness) de dichos grupos. Este último índice se calculó usando la siguiente ecuación (Pielou 1977):

$$V' = H' / \ln S^*$$

donde:

- V' = medida de uniformidad.
 H' = índice de diversidad de Shannon para una agrupación dada.
 S^* = número de especies presentes en una agrupación.

Con el objeto de definir espacialmente las agrupaciones formadas, se consideraron como estaciones neríticas a las ubicadas sobre la plataforma continental (2 y 5 mn desde la costa), como estación de transición

nerítico-oceánica a la ubicada al borde de la plataforma continental (10 mn) y como oceánicas a las estaciones que se ubicaron más afuera de la plataforma continental (20 y 30 mn desde la costa). Para comparar la distribución de los grupos de longitud larval, se aplicó el test de Kolmogorov-Smirnov de una cola para muestras grandes (Siegel 1972).

Resultados

Índices de dispersión

Del total de larvas recolectadas se reconocieron 40 morfotipos diferentes, identificándose 25 a nivel de especies y 6 a nivel genérico. Del material de huevos se identificaron 4 especies. En las pescas del crucero de septiembre estaban presentes 27 tipos de larvas y 34 en el de enero, siendo compartidas 21 de ellas (Tabla 1). El promedio de huevos y larvas por especie y su desviación estándar se indican en la misma Tabla. El índice de "patchiness" calculado para todas las especies combinadas reveló un patrón de distribución larval frente a Los Vilos con características de aleatorio, tanto en enero como en septiembre, con una alta dispersión de las larvas; en tanto que en Papudo, se presentó una alta agregación y formación de "patchiness" en los dos meses estudiados, llegando a ser casi el doble la agregación en el crucero de enero. En el transecto de Valparaíso, se dieron patrones opuestos de dispersión larval en los dos cruceros. En septiembre, el ictioplancton se distribuyó en forma agregada, en tanto que en enero la distribución larval fue más bien aleatoria. (Tabla 2).

El índice de Pielou mostró una tendencia similar al de patchiness en los transectos de Papudo y Valparaíso. En Los Vilos, este mismo índice reflejó una mayor dispersión larval que en los otros dos transectos, concordando con los resultados del índice de patchiness. Este patrón similar de dispersión larval en Los Vilos, se dio a pesar de existir fuertes diferencias en la abundancia del ictioplancton entre septiembre y enero. Resultados de estos mismos índices calculados para las especies más abundantes en ambos cruceros (*Engraulis ringens*, *Merluccius gayi gayi* y *Sardinops sagax*), se presentan en la Tabla 2. De las tres especies analizadas, las dos primeras presentaron elevados patrones de agregación larval, siendo muy similares entre sí en los dos meses estudiados. La agregación de larvas de *Sardinops sagax* en septiembre fue superior a enero, pero más baja que las otras dos especies en ambos meses.

Composición taxonómica, distribución y abundancia

De las tres especies de Clupeidae recolectadas, la sardina común *Strangomera bentincki*, y el machuelo

Tabla 1

Frecuencia de ocurrencia (FO) del total de taxa de larvas, promedio (Prom.) y desviación estándar (D.E.) del número total de huevos y larvas durante las prospecciones de septiembre de 1989 y enero de 1990. Los datos de huevos se indican con un asterisco (*).

Frequency of occurrence (FO) of total taxa of larvae, mean (Prom.) and standard deviation (D.E.) of the total number of eggs and larvae during the September 1989 and January 1990 surveys. Egg values are marked with an asterisk (*).

Taxa	Septiembre 1989			Enero 1990		
	FO (%)	Prom.	D.E.	FO (%)	Prom.	D.E.
Clupeidae						
<i>Strangomera bentincki</i>	80	355,9	740,4	0		
<i>Ethmidium maculata</i>	47	58,2	152,6	0		
<i>Sardinops sagax</i>	93	529,3	891,9	87	33,3	32,5
		1269,4*	2256,2		11,3*	34,5
Engraulidae						
<i>Engraulis ringens</i>	93	3883,1	7400,2	100	392,0	1362,5
		25919,2*	60565,1		1277,0*	2443,5
Bathylagidae						
<i>Bathylagus nigrigenys</i>	0			47	3,3	5,4
<i>Bathylagus</i> sp. a	7	0,2		7	0,2	
<i>Bathylagus</i> sp. b	0			13	0,4	1,5
Photichthyidae						
<i>Vinciguerria lucetta</i>	0			47	2,5	3,4
Myctophidae						
<i>Protomyctophum chilensis</i>	60	11,8	17,4	47	2,0	3,0
<i>Protomyctophum</i> sp.	13	0,3	0,9	20	0,7	1,5
<i>Electrona rissoi</i>	27	7,5	18,4	7	0,3	
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	93	20,4	22,7	87	28,8	29,7
<i>Hygophum bruuni</i>	93	149,4	138,5	100	28,5	26,5
<i>Hygophum</i> sp.	0			53	28,8	29,7
<i>Symbolophorus boops</i>	7	0,2		7	1,7	
<i>Lampanyctus</i> sp. a	40	1,8	2,4	47	2,7	3,6
<i>Lampanyctus</i> sp. b	20	1,8	4,3	20	0,4	1,1
<i>Lampanyctus</i> sp. c	7	0,4		20	0,7	1,6
<i>Triphoturus oculatus</i>	13	0,5	1,5	87	41,2	67,0
<i>Diaphus hudsoni</i>	7	0,2		33	5,1	11,9
Paralepididae	20	1,5	4,5	7	0,1	
Macrouridae	7	0,8		0		
Merlucciidae						
<i>Merluccius gayi gayi</i>	100	460,3	1096,9	100	35,9	117,3
		7319,7*	20123,0		476,4*	1081,4
Scomberesocidae						
<i>Scomberesox saurus scombroides</i>	73	1,6	3,5	93	4,1	8,2
		21,3*	35,3		33,0*	24,9
Scorpaenidae						
<i>Sebastes capensis</i>	93	24,8	24,8	40	4,9	9,4
Normanichthyidae						
<i>Normanichthys crockeri</i>	93	25,7	33,0	0		
Carangidae						
<i>Trachurus symmetricus murphyi</i>	0			47	14,3	29,8
Tripterygiidae						
<i>Helcogrammoides chilensis</i>	27	23,6	82,9	13	1,2	3,9
<i>Clinidae</i> sin determinar	13	1,9	5,9	0		
<i>Blenniidae</i> sin determinar	0			27	3,9	10,6
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	73	25,5	60,4	40	5,3	13,6
Scombridae						
<i>Scomber japonicus</i>	0			40	4,1	8,4
<i>Nomeidae</i> sin determinar	0			7	0,3	
Gobiesocidae						
<i>Sicyases sanguineus</i>	7	4,1	15,5	0		
Paralichthyidae						
<i>Hippoglossina macrops</i>	0			7	8,3	
<i>Paralichthys microps</i>	27	3,3	9,5	27	9,8	28,8
Larvas tipo:						
B	0			6	0,4	1,1
E	0			20	1,6	4,5
F	0			13	6,0	20,9
K	0			60	8,4	13,5

Tabla 2

Valores de los índices de dispersión de Pielou y de patchiness (*IP*) del ictioplancton por transecto y para toda el área. Pescas con la red Bongo realizadas en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Pielou dispersion index and patchiness index (*IP*) values for the ichthyoplankton, by transect and for the entire area. Bongo net tows performed in September 1989 and January 1990.

Valores	Los Vilos		Papudo		Valparaíso		Area total	
	Septiembre	Enero	Septiembre	Enero	Septiembre	Enero	Septiembre	Enero
n	5531	1164	38676	7017	39153	1671	82994	9852
Media	1106	233	7735	1403	7831	334	5533	616
s	433	103	10168	2681	13910	166	9777	1495
Pielou	170	45	13367	5121	24711	83	17278	3628
IP	1,15	1,19	2,73	4,65	4,16	1,24	4,12	6,89

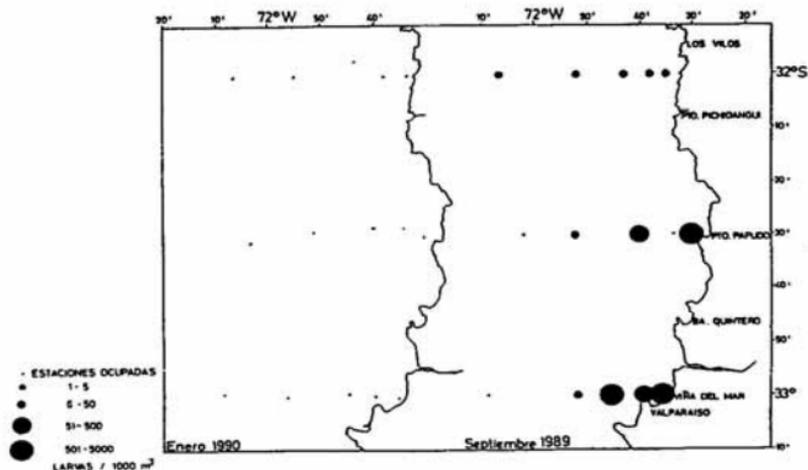


Figura 2

Distribución y abundancia de larvas de *Strangomera bentincki* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Strangomera bentincki* larvae in September 1989 and January 1990.

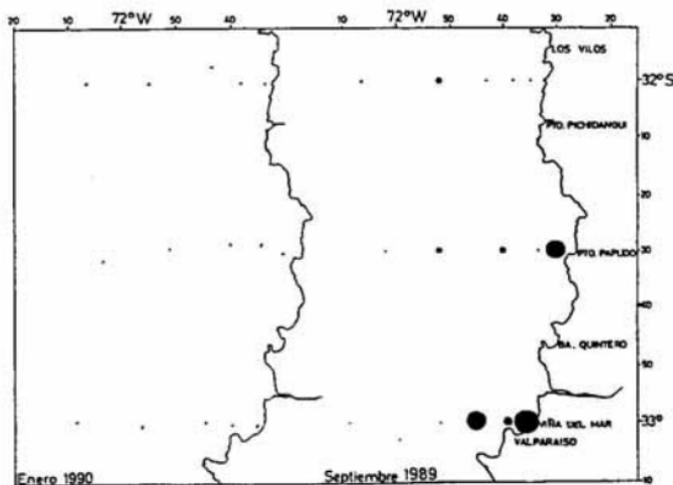


Figura 3

Distribución y abundancia de larvas de *Ethmidium maculata* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Ethmidium maculata* larvae in September 1989 and January 1990.

Ethmidium maculata, se capturaron sólo en el muestreo de septiembre, preferentemente en las primeras 20 mn desde la costa (Figs. 2 y 3). Los huevos y larvas de la sardina o sardina española *Sardinops sagax*, estuvieron presentes en los dos muestreos, alcanzando una gran abundancia y una amplia distribución, pero con concentraciones mayores en las estaciones costeras de Papudo y Valparaíso (Figs. 4 y 5). Durante septiembre, los huevos de sardina se distribuyeron principalmente en las primeras 20 mn desde la costa, contrastando con lo observado en enero. La fase de desarrollo embrionario 1 no se encontró en Los Vilos, mientras que en los otros transectos todas las fases se recolectaron en diferentes proporciones. En enero, se observó una predominancia de la fase 1 en la estación 5 frente a Papudo y de la fase 3 en la estación 5 de los otros transectos. Esta situación estaría reflejando el desarrollo de un proceso reciente de desove a 30 mn frente a Papudo.

La anchoveta *Engraulis ringens*, fue la especie más abundante en las muestras de ambos periodos de estudio, siendo su abundancia mayor en septiembre que en enero. Considerando huevos y larvas, la distribución abarcó 14 de las 15 estaciones muestreadas en septiembre y la totalidad del área en enero (Figs. 6 y 7).

Destacaron las altas concentraciones de huevos observadas a 2 y 5 mn de la costa frente a Papudo y Valparaíso, al igual que en el caso de las larvas. La distribución de las fases de desarrollo embrionario frente a Los Vilos fue similar en septiembre y en enero, con predominancia de la fase 3, abarcando hasta las 30 mn; en los otros transectos, la distribución de los huevos fue más bien costera.

Bathylagidae estuvo representada por tres tipos diferentes de larvas del género *Bathylagus*. *B. nigrigenys* presentó una escasa abundancia, circunscrita a enero, pero con una frecuencia de ocurrencia de 47% en las pescas. Su distribución abarcó desde la costa hasta las 30 mn mar afuera. *Bathylagus* sp. a se capturó tanto en septiembre como en enero, mientras que *Bathylagus* sp. b sólo se capturó en el verano. Photichthyidae estuvo representada en enero por *Vinciguerria lucetia*. Se distribuyó en todo el transecto de Los Vilos y en las dos estaciones más oceánicas frente a Valparaíso.

El orden Myctophiformes (Myctophidae y Paralepididae) estuvo principalmente representado por los peces linterna, destacando por su elevada frecuencia de ocurrencia y abundancia. Las larvas de *Protomyctophum chilensis* estuvieron presentes en las muestras de enero y septiembre pero en escaso número

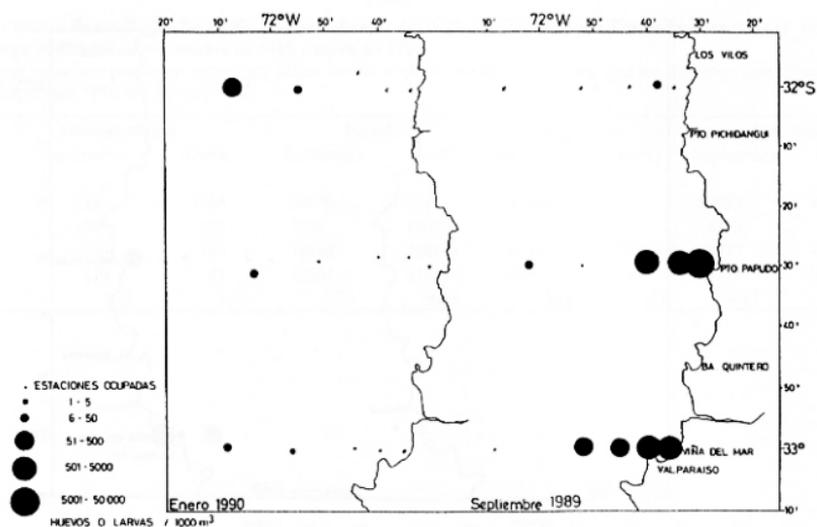


Figura 4

Distribución y abundancia de huevos de *Sardinops sagax* en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Distribution and abundance of *Sardinops sagax* eggs in September 1989 and January 1990.

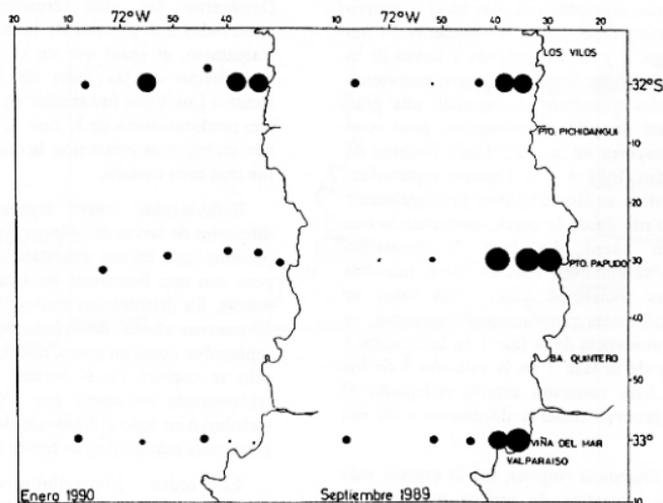


Figura 5

Distribución y abundancia de larvas de *Sardinops sagax* en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Distribution and abundance of *Sardinops sagax* larvae in September 1989 and January 1990.

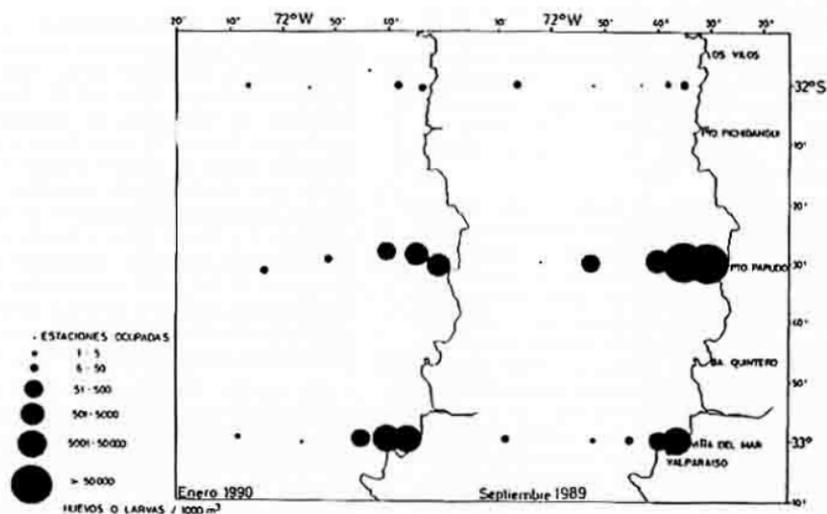


Figura 6

Distribución y abundancia de huevos de *Engraulis ringens* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Engraulis ringens* eggs in September 1989 and January 1990.

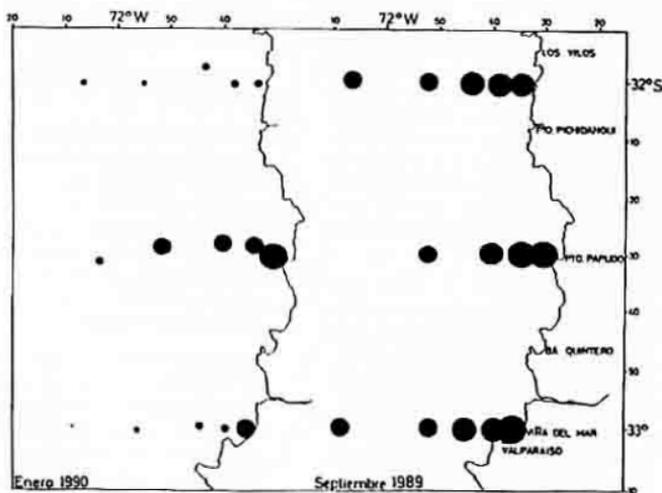


Figura 7

Distribución y abundancia de larvas de *Engraulis ringens* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Engraulis ringens* larvae in September 1989 and January 1990.

(Fig. 8). *Protomyctophum* sp. se capturó en ambos meses, de preferencia más afuera de las 10 mn de la costa. Dentro de los Myctophidae, *Diogenichthys atlantica* e *Hygophum bruuni* presentaron las mayores abundancias (Figs. 9 y 10). Se tabuló separadamente un tipo de larva (*Hygophum* sp.), morfológicamente semejante a *H. bruuni* pero con un patrón de pigmentación diferente. Su ocurrencia estuvo restringida a enero.

Symbolophorus boops se capturó dentro de las primeras 5 mn frente a Los Vilos en septiembre y hasta las 10 mn frente a Valparaíso en enero. *Lampanyctus* sp. a (probablemente *L. parvicauda*) se presentó en escaso número, al igual que las larvas denominadas *Lampanyctus* sp. b y *Lampanyctus* sp. c, tanto en septiembre como enero. Las dos últimas especies se distribuyeron de manera heterogénea, desde la costa hasta 30 mn mar afuera. *Triphoturus oculus* tuvo una ocurrencia preferentemente estival (Fig. 11), lo mismo que *Diaphus hudsoni*. Esta última especie se capturó con mayor frecuencia frente a Los Vilos entre las 5 y las 30 mn; en los otros transectos se ubicó desde las 20 mn mar afuera.

Paralepididae presentó un escaso número de larvas en los dos meses muestreados, alcanzando en enero hasta las 20 mn de la costa frente a Papudo y Valparaíso. Larvas de granaderos (Macroulidae), se capturaron en una oportunidad a 2 mn de la costa frente a Valparaíso. *Merluccius gayi gayi* ocupó toda el área muestreada durante los dos cruces. Las más altas concentraciones de huevos se observaron en el área cercana a la costa, especialmente frente a Papudo (Fig. 12). El patrón de distribución de las larvas fue comparable al de los huevos durante septiembre; en enero, las larvas se capturaron en escaso número frente a Valparaíso (Fig. 13). En septiembre, la abundancia de las fases de desarrollo embrionario 1 y 2, a 5 mn de la costa en los tres transectos fue comparativamente superior a la fase 3; en enero, se observó una predominancia de la fase 3 en las estaciones costeras para todo el área.

Si bien las larvas de aguja o punto fijo *Scorpaenidae* se capturaron en toda el área en escaso número durante septiembre, los huevos tuvieron una alta frecuencia de ocurrencia. Su distribución abarcó toda el área muestreada, en especial durante enero, ocasión en que también presentaron una mayor abundancia (Fig. 14). Fue más constante la presencia de la fase de desarrollo embrionario 1, tanto en septiembre como en enero. Las larvas de cabrilla *Sebastes capensis*, se capturaron en 14 de las 15 estaciones muestreadas durante septiembre; en cambio en enero se distribuyeron sólo hasta 20 mn de la costa (Fig. 15). El mote *Normanichthys crockeri*, estuvo presente únicamente en septiembre (Fig. 16). El jurel *Trachurus symmetricus murphyi*, se obtuvo en las pescas de enero,

con una ocurrencia mayor frente a Valparaíso (Fig. 17).

Tripterygiidae estuvo representada en el área de Valparaíso por *Helcogrammoides chilensis*. Las larvas identificadas en el presente trabajo coinciden con la descripción hecha por Pérez (1979). Estas larvas del trambolito de tres aletas se presentaron en las estaciones a 2 mn de la costa frente a Los Vilos y Valparaíso, y hasta las 10 mn en el transecto de Papudo, siendo más abundantes en septiembre. Larvas de Clinidae se obtuvieron en septiembre en las estaciones ubicadas a 5 y 20 mn frente a Papudo y Valparaíso, respectivamente. Blenniidae comprendió dos tipos de larvas, una de las cuales correspondió al cachudito *Hypoblennius sordidus* y la otra se identificó sólo a nivel de familia. *H. sordidus* se distribuyó hasta las 30 mn de la costa en septiembre y enero (Fig. 18).

La caballa *Scorpaenopsis japonicus* se capturó exclusivamente en enero, entre la costa y las 30 mn (Fig. 19). Larvas de Nomeidae se obtuvieron en una pesca realizada en enero a 20 mn frente a Los Vilos. Del pejesapo *Sicyopterus japonicus*, sólo se encontraron larvas a 2 mn de la costa frente a Valparaíso durante septiembre. Larvas de lenguados se capturaron exclusivamente en los transectos de Papudo y Valparaíso. *Hippoglossina macrops* se encontró en una sola pesca a 2 mn frente a Papudo en enero. *Paralichthys microps* se distribuyó en septiembre hasta las 10 mn frente a Papudo y hasta las 30 mn frente a Valparaíso. En enero, esta última especie no sobrepasó las 5 mn mar afuera.

Distribución espacial de las larvas por grupos de longitud

En el análisis de distribución por tamaños larvales, los dos primeros grupos de longitud (2 a 3,9 mm y 4 a 5,9 mm L.E.) reflejaron más bien un desove reciente, con una gran cantidad de larvas recién eclosionadas o con saco vitelino y no necesariamente un área de retención larval (Tabla 3). Para estudiar este último aspecto, sólo se contempló en el análisis las larvas del grupo 7 en adelante (desde los 6 mm L.E.), correspondientes a las especies más abundantes.

Cruce de septiembre de 1989: El análisis de distribución de longitudes larvales por transecto, mostró que del grupo de longitud 7 y mayores, *Strangomera bentincki* se capturó en un gran número en Valparaíso en comparación con los otros dos transectos; las larvas mayores o iguales a 16 mm sólo se presentaron en Valparaíso (Fig. 20a). De *Sardinops sagax* se obtuvo un gran número de larvas en el grupo de longitud 7 en Papudo y Valparaíso, con un predominio de los grupos 13 y 15 en este último transecto. En Los Vilos, esta especie tuvo una escasa ocurrencia, con ausencia total

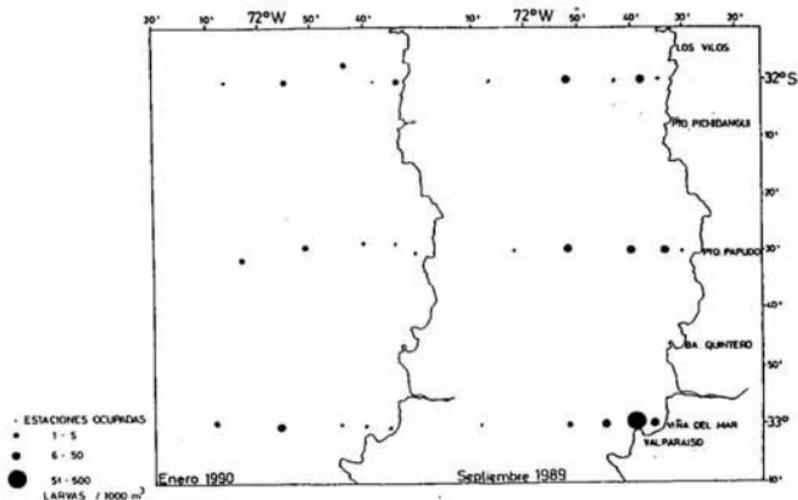


Figura 8

Distribución y abundancia de larvas de *Protomyctophum chilensis* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
 Distribution and abundance of *Protomyctophum chilensis* larvae in September 1989 and January 1990.

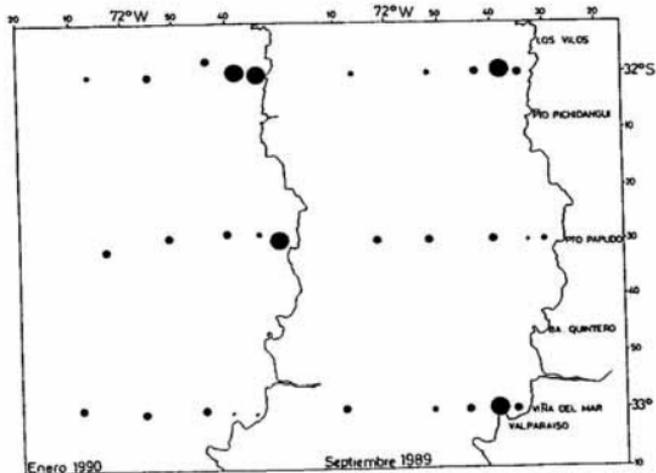


Figura 9

Distribución y abundancia de larvas de *Diogenichthys atlanticus* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
 Distribution and abundance of *Diogenichthys atlanticus* larvae in September 1989 and January 1990.

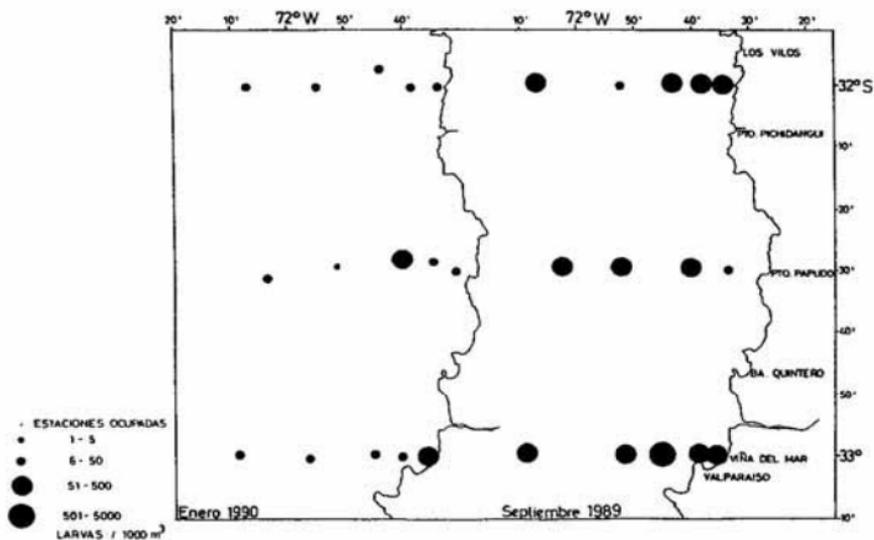


Figura 10

Distribución y abundancia de larvas de *Hygophum bruuni* en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Distribution and abundance of *Hygophum bruuni* larvae in September 1989 and January 1990.

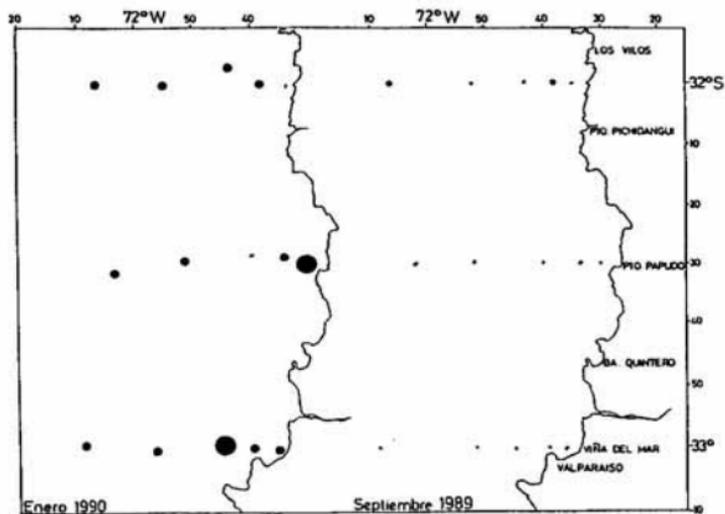


Figura 11

Distribución y abundancia de larvas de *Triphoturus oculus* en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Distribution and abundance of *Triphoturus oculus* larvae in September 1989 and January 1990.

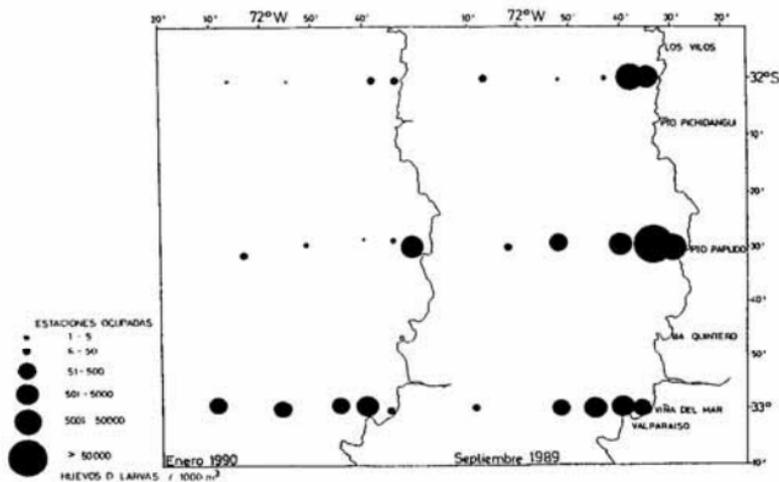


Figura 12

Distribución y abundancia de huevos de *Merluccius gayi gayi* en septiembre de 1989 y enero de 1990
 Distribution and abundance of *Merluccius gayi gayi* eggs in September 1989 and January 1990.

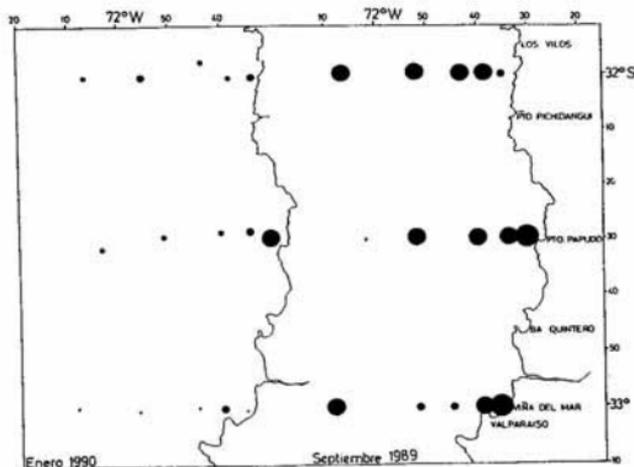


Figura 13

Distribución y abundancia de larvas de *Merluccius gayi gayi* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
 Distribution and abundance of *Merluccius gayi gayi* larvae in September 1989 and January 1990.

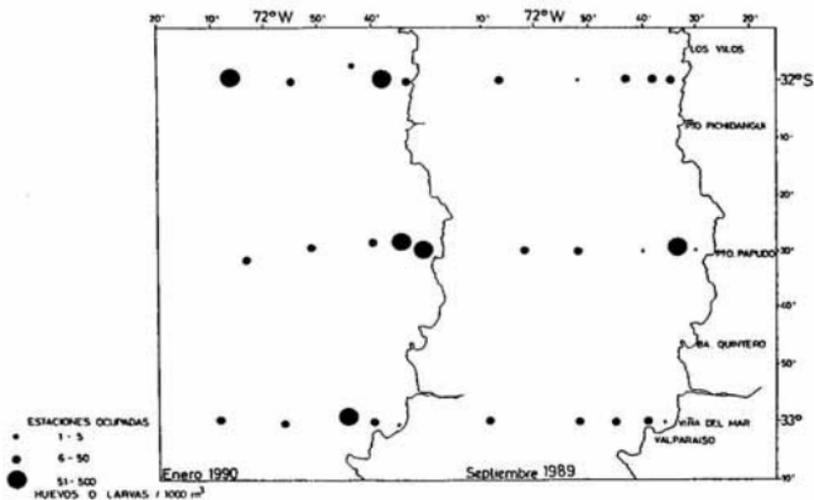


Figura 14

Distribución y abundancia de huevos de *Scomberesox saurus scombroides* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Scomberesox saurus scombroides* eggs in September 1989 and January 1990.

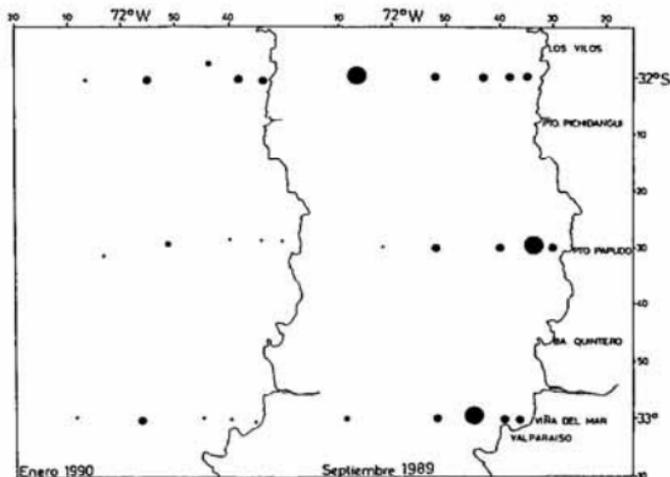


Figura 15

Distribución y abundancia de larvas de *Sebastes capensis* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Sebastes capensis* larvae in September 1989 and January 1990.

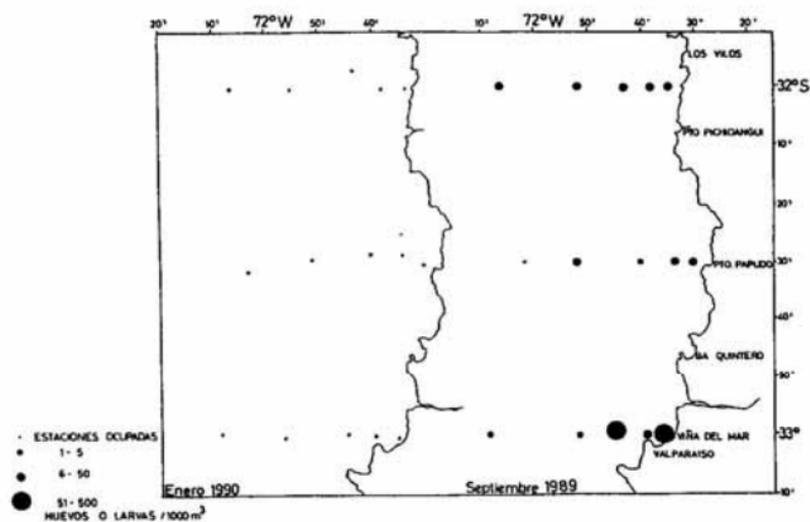


Figura 16

Distribución y abundancia de larvas de *Normanichthys crockeri* en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Distribution and abundance of *Normanichthys crockeri* larvae in September 1989 and January 1990.

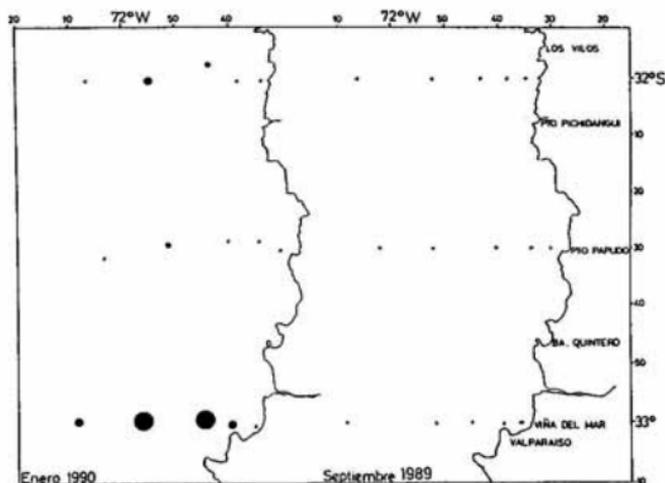


Figura 17

Distribución y abundancia de larvas de *Trachurus symmetricus murphyi* en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Distribution and abundance of *Trachurus symmetricus murphyi* larvae in September 1989 and January 1990.

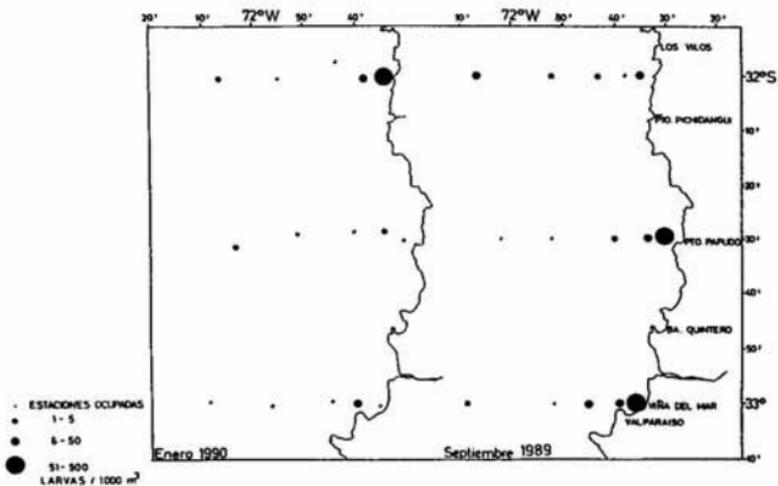


Figura 18

Distribución y abundancia de larvas de *Hypsoblennius sordidus* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Hypsoblennius sordidus* larvae in September 1989 and January 1990.

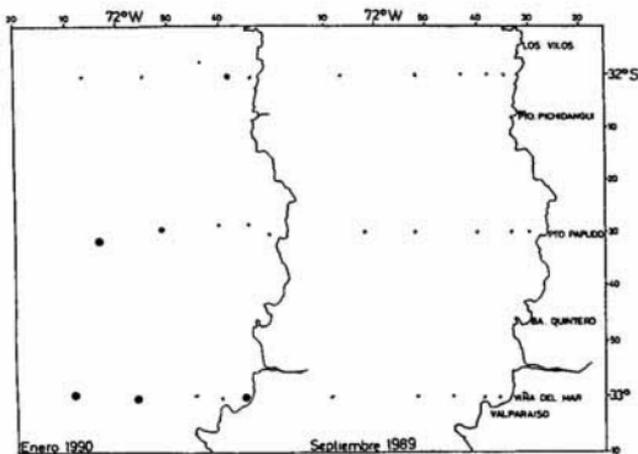


Figura 19

Distribución y abundancia de larvas de *Scomber japonicus* en septiembre de 1989 y enero de 1990.
Distribution and abundance of *Scomber japonicus* larvae in September 1989 and January 1990.

Tabla 3
Número de larvas por grupos de longitud de las especies más abundantes, en los tres transectos muestreados en septiembre de 1989.

Number of larvae by length group of the most abundant species, in the three transects sampled in September 1989.

Grupo de longitud Rango de longitud (mm)	3	5	7	9	11	13	15	17
Los Vilos								
	Número de larvas							
<i>Strangomera bentincki</i>	2,7	13,6	4,9	2,2	4,4	82,7	72,4	9,8
<i>Sardinops sagax</i>	9,3	68,5	46,1	12,5	0	0	0	0
<i>Engraulis ringens</i>	335,8	712,2	305,8	194,2	122,6	0	4,4	0
<i>Hygophum brauni</i>	65,9	263,8	113,9	23,0	8,3	0	0	0
<i>Merluccius gayi gayi</i>	299,6	44,0	14,4	4,4	0	0	0	0
<i>Sebastes capensis</i>	6,6	63,8	16,4	0	0	0	0	0
<i>Normanichthys crockeri</i>	2,2	16,4	50,8	9,8	15,6	2,2	2,7	0
Suma	722,1	1182,3	552,3	246,1	156,7	84,9	79,5	9,8
Papudo								
	Número de larvas							
<i>Strangomera bentincki</i>	1155,4	138,8	18,4	0	0	5,8	17,4	0
<i>Sardinops sagax</i>	224,6	2338,6	243,2	62,0	19,0	15,4	5,8	5,8
<i>Engraulis ringens</i>	15365,2	3042,4	1369,6	879,0	725,2	370,0	181,2	134,8
<i>Hygophum brauni</i>	97,8	166,8	61,2	0	4,2	0	12,6	0
<i>Merluccius gayi gayi</i>	1505,5	340,9	79,3	45,6	4,8	0	0	0
<i>Sebastes capensis</i>	26,0	86,1	2,9	0	0	0	0	0
<i>Normanichthys crockeri</i>	5,3	4,4	4,4	5,8	2,9	2,9	0	0
Suma	18379,8	6118,0	1779,0	992,4	756,1	394,1	217,0	140,6
Valparaíso								
	Número de larvas							
<i>Strangomera bentincki</i>	434,0	1503,7	588,0	53,1	47,2	72,0	72,0	74,4
<i>Sardinops sagax</i>	184,8	1116,6	318,9	99,2	154,4	125,9	173,0	0
<i>Engraulis ringens</i>	2042,0	2164,7	3667,1	6203,0	4076,4	2272,6	1179,8	555,3
<i>Hygophum brauni</i>	148,4	309,7	135,6	181,9	13,3	0	3,8	1,9
<i>Merluccius gayi gayi</i>	890,5	199,9	5,7	0	0	0	0	0
<i>Sebastes capensis</i>	20,1	110,4	0	0	0	0	0	0
<i>Normanichthys crockeri</i>	48,4	41,5	59,8	13,4	0	0	0	0
Suma	3768,2	5446,5	4775,1	6550,6	4291,3	2470,5	1428,6	631,6

en los últimos 3 grupos de longitud (Fig. 20b). Las larvas de *Engraulis ringens* desde 6 y hasta los 16 mm L.E. se capturaron en mayor porcentaje frente a Valparaíso, siendo varias veces más numerosas que en los otros transectos (Fig. 20c). Las larvas de *Hygophum brauni* se observaron en mayor proporción en el grupo de longitud 9 en el transecto de Valparaíso, seguido de los grupos 11 y 17 (Fig. 20d).

En relación al total de larvas, *Merluccius gayi gayi* tuvo una escasa ocurrencia de ejemplares sobre 6 mm L.E., correspondientes a sólo 3 grupos de longitud, con los valores mayores en el transecto de Papudo. En Valparaíso solamente se encontraron larvas del grupo de longitud 7 (Fig. 20e). Las larvas de *Normanichthys crockeri* sobre 6 mm L.E. se capturaron en mayor número en Los Vilos y Valparaíso. Especímenes del grupo de longitud 13 se obtuvieron sólo en Papudo (Fig. 20f).

Al comparar estadísticamente los tres transectos considerando el total de larvas, no hubo diferencias significativas en la distribución de longitudes larvales sobre 6 mm L.E. entre Los Vilos y Papudo. Al

comparar los datos de Los Vilos con Valparaíso y Papudo con Valparaíso hubo diferencias significativas a un nivel de $\alpha = 0,01$. Realizando el mismo análisis por separado en cuatro de las especies más abundantes, se obtuvo resultados similares en las dos comparaciones, con $\alpha = 0,01$ en *Engraulis ringens*, $\alpha = 0,05$ en *Sardinops sagax* y $\alpha = 0,2$ y $0,3$ en *Strangomera bentincki*, respectivamente. La distribución de grupos de longitud en larvas de *Merluccius gayi gayi* no reveló diferencias significativas entre Los Vilos y Papudo, en tanto que Valparaíso no fue comparable debido al bajo número de larvas.

Crucero de enero de 1990: Debido al escaso número de larvas por especie, se consideró la totalidad de las larvas sobre 6 mm L.E. La ocurrencia larval en enero fue menor que en septiembre, encontrándose que el mayor número de larvas en los tres transectos se dio en el grupo de longitud 7 (Fig. 21). Los demás grupos de longitud tuvieron una escasa representatividad. La diferencia en la distribución por longitudes larvales entre transectos fue sólo significativa entre Los Vilos y Valparaíso a un nivel de $\alpha = 0,2$.

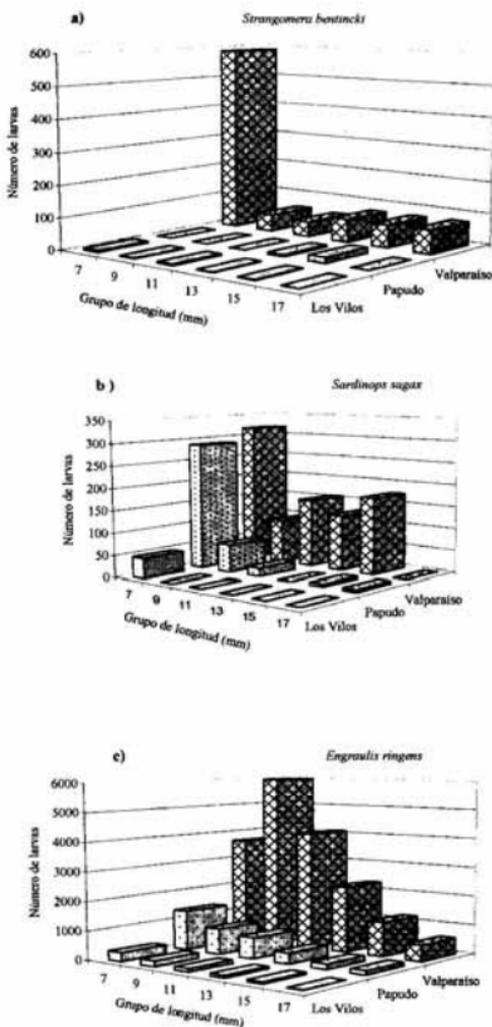


Figura 20

Distribución de longitudes larvales agrupadas en rangos de tamaño en septiembre de 1989. a) *Strangomera bentincki*; b) *Sardinops sagax*; c) *Engraulis ringens*; d) *Hygophum bruuni*; e) *Merluccius gayi gayi*; f) *Normanichthys crockeri*.
Larval length distributions grouped according to size ranges, in September 1989. a) *Strangomera bentincki*; b) *Sardinops sagax*; c) *Engraulis ringens*; d) *Hygophum bruuni*; e) *Merluccius gayi gayi*; f) *Normanichthys crockeri*.

(Continúa en la siguiente página)

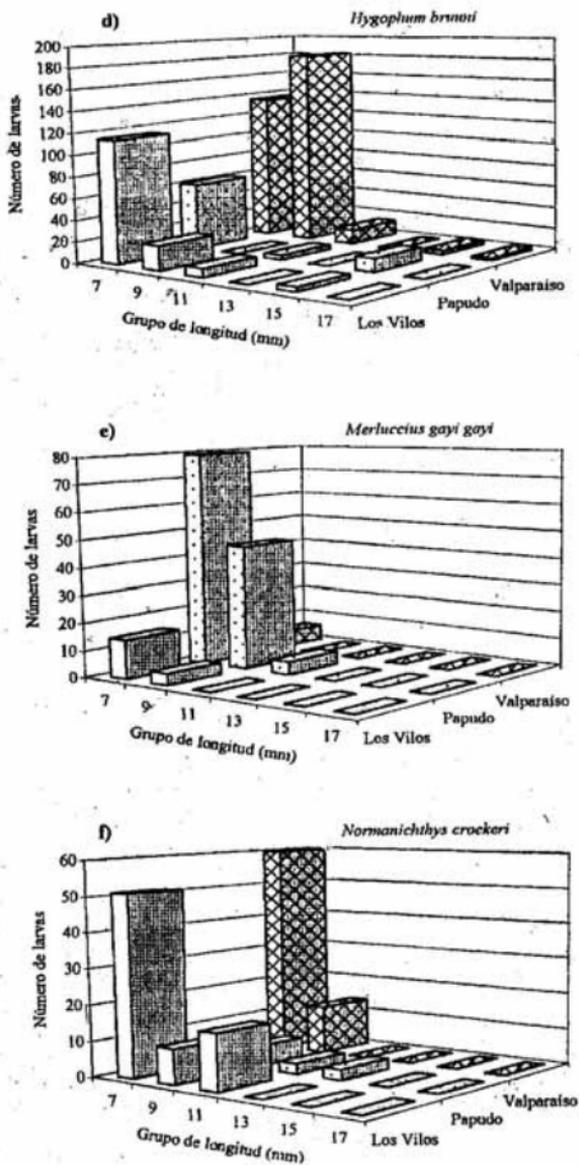


Figura 20 (continuación)

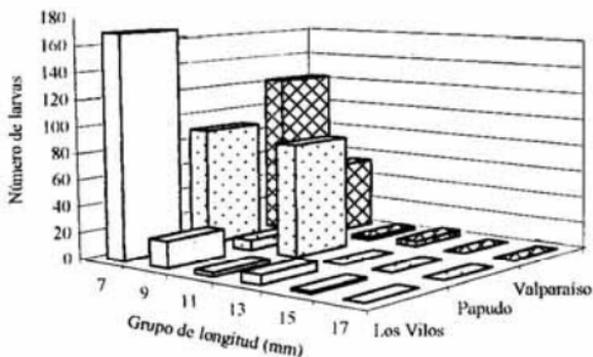


Figura 21

Distribución de longitudes del total de larvas agrupadas en rangos de tamaño, en los tres transectos del crucero de enero de 1990.

Total larval length distributions grouped according to size ranges, in the three transects of the survey of January 1990.

Comparación de la distribución por longitudes de larvas entre las zonas nerítica y oceánica

Junto con determinar el transecto de mayor importancia desde el punto de vista de la presencia de larvas de mayor tamaño, se analizó si esta mayor concentración de larvas grandes ocurría en estaciones neríticas, oceánicas o si tenían una distribución uniforme.

Crucero de septiembre de 1989: El transecto de Valparaíso reunió la mayor cantidad de larvas grandes; 1500 de ellas capturadas en las estaciones neríticas (2 y 5 mm de la costa) y 110 en las estaciones oceánicas (20 y 30 mm) (Fig. 22). Papudo mostró una distribución de grupos de longitud similar a Valparaíso, con una escasa ocurrencia larval (74 larvas) en la zona oceánica, mientras que la zona nerítica tuvo una abundancia 17 veces superior.

El patrón de distribución larval por grupos de longitud en Los Vilos fue totalmente distinto a los otros dos transectos. Por una parte, presentó la más baja abundancia larval, y por otra, en la relación nerítica

versus oceánica, el patrón de distribución del ictioplancton resultó opuesto a lo encontrado en Valparaíso y Papudo; es decir, la mayor ocurrencia de larvas iguales y mayores a 6 mm de L.E. se presentaron en las estaciones oceánicas (210 larvas), en tanto que la zona nerítica tuvo una abundancia dos veces inferior. Las diferencias encontradas en la distribución por grupos de longitud entre larvas neríticas y oceánicas fue significativa en un $\alpha = 0,001$ en Los Vilos y Papudo y en $\alpha = 0,2$ en Valparaíso.

Crucero de enero de 1990: En general, el patrón de distribución larval nerítica versus distribución oceánica por grupos de longitud en el transecto de Los Vilos fue similar, salvo en el grupo de longitud 9, en que resultó ser mayor el número de larvas en las estaciones oceánicas (Fig. 23). Papudo mostró un predominio de larvas de los dos primeros grupos de longitud en el sector oceánico, en tanto que lo opuesto ocurrió con el grupo de longitud 11. Valparaíso presentó un patrón de distribución larval predominantemente oceánico en todos los grupos representados.

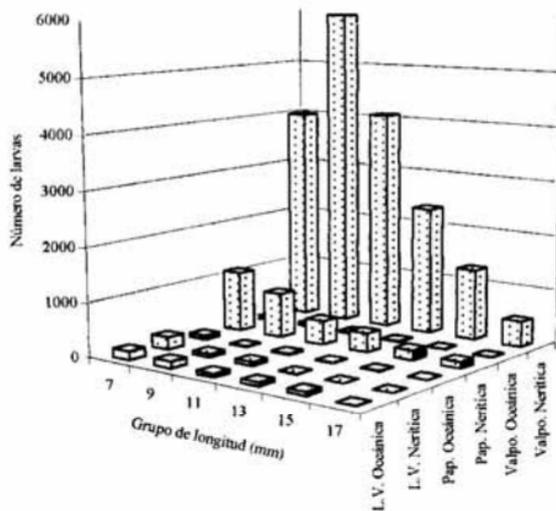


Figura 22

Distribución nerítica versus oceánica de longitudes larvales agrupadas en rangos de tamaño. Datos de toda el área en septiembre 1989. L. V., Los Vilos; Pap., Papudo; Valpo., Valparaíso.

Neritic versus oceanic distribution of larval lengths grouped in size ranges. Data for the entire area in September 1989. L. V., Los Vilos; Pap., Papudo; Valpo., Valparaíso.

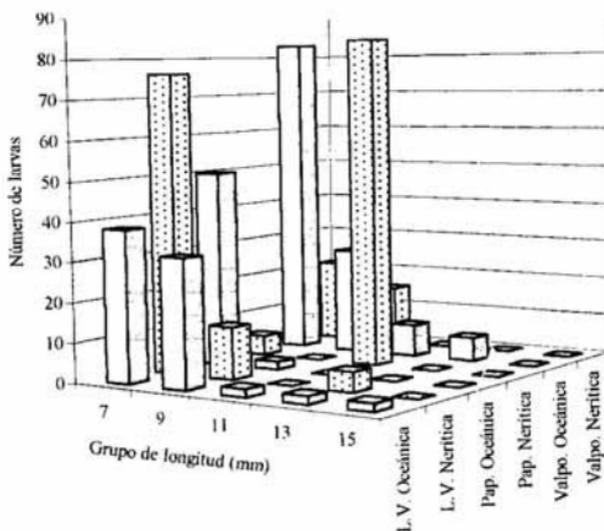


Figura 23

Distribución nerítica versus oceánica de longitudes larvales agrupadas en rangos de tamaño. Datos de toda el área en enero 1990. L. V., Los Vilos; Pap., Papudo; Valpo., Valparaíso.

Neritic versus oceanic distribution of larval lengths grouped in size ranges. Data for the entire area in January 1990. L. V., Los Vilos; Pap., Papudo; Valpo., Valparaíso.

Análisis de la estructura comunitaria del ictioplancton

La aplicación del índice de similitud Bray-Curtis permitió estimar la estructura de la comunidad ictioplanctónica y conocer las afinidades que presentaron los grupos formados, por hábitat hidrológicos particulares.

Septiembre de 1989: El dendrograma correspondiente al análisis de similitud entre estaciones de muestreo, mostró a un nivel de 0,55 tres agrupaciones (I, II y IV), cuya distribución espacial presentó características bien definidas (Fig. 24a). La primera de ellas, reunió a 4 de las 5 estaciones de Los Vilos y a una estación oceánica del transecto de Papudo. En esta agrupación se observó una baja abundancia larval respecto a las otras dos, con una riqueza promedio de 10,2 especies. La agrupación II correspondió a una zona de transición, con una

distribución entre nerítica y oceánica, con una abundancia larval mayor que la I, comprendiendo desde 1824 a 3795 larvas por estación y con una riqueza promedio de especies igual a 11.

La agrupación IV estuvo formada a un nivel de similitud de 0,55 por tres estaciones ubicadas entre las 2 y 5 mn. Se caracterizó por una distribución nerítica, uniendo a los transectos de Papudo y Valparaíso. Presentó una alta riqueza promedio de especies, representada por 15 taxa, y con una abundancia muy superior a las otras dos agrupaciones, con valores de 11204 a 32991 larvas por estación. Separada del resto, se formó la agrupación III ubicada en el transecto de Valparaíso, la que a un nivel de 0,7 reunió a las dos estaciones más oceánicas. La abundancia larval resultó ser la más baja de todas.

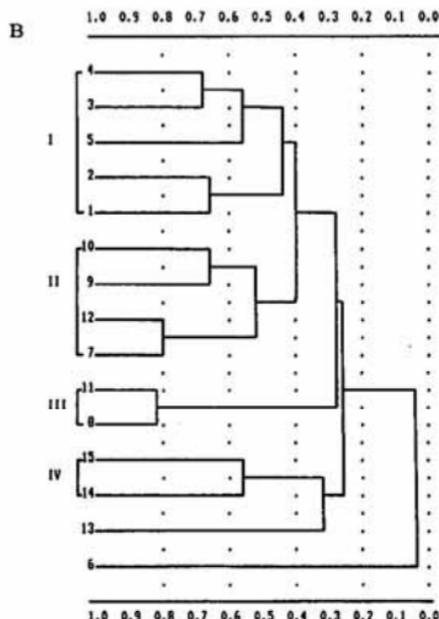
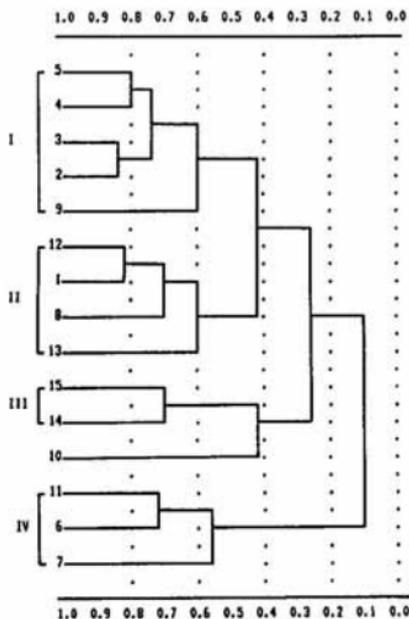


Figura 24

Dendrogramas de las 15 estaciones de muestreo, aplicando el índice de similitud Bray-Curtis y el algoritmo de agregación UPGMA. a) Septiembre de 1989; b) Enero de 1990.

Dendrogram of the 15 sampling stations, obtained with the Bray-Curtis similarity index and the UPGMA aggregation algorithm. a) September 1989; b) January 1990.

Junto a los resultados del índice de diversidad aplicado a las agrupaciones formadas en el análisis de similitud se analizó la riqueza de especies, la abundancia, y grado de uniformidad (evenness) para cada agrupación (Tabla 4). La diversidad promedio y el grado de uniformidad de la agrupación I resultó muy similar a la II, ambas con distribución nerítica y oceánica; la agrupación IV en tanto, (nerítica) tuvo valores más bajos que los dos grupos anteriores en relación a estos mismos dos parámetros. El grupo III (oceánico), reunió dos estaciones de Valparaíso, con una diversidad levemente superior a las demás agrupaciones y con un alto grado de uniformidad.

La agrupación II, formada a un nivel de similitud de 0,5, reunió indistintamente estaciones oceánicas y costeras entre Papudo y Valparaíso. Tanto la abundancia larval como la riqueza de especies, resultaron menores que lo obtenido en la primera agrupación. La agrupación III enlazó a un nivel de 0,8 a los transectos de Papudo y Valparaíso a través de una estación nerítica en Valparaíso con una estación de transición nerítico-oceánica de Papudo.

La agrupación IV formada a un nivel de 0,55 reunió exactamente a las mismas estaciones que la agrupación III del crucero de septiembre (estaciones oceánicas de Valparaíso). Cabe señalar que la estación más costera de

Papudo, que presentó una abundancia larval varias veces superior a todas las otras estaciones, quedó totalmente disociada de todos los grupos.

La diversidad de la comunidad ictioplanctónica recolectada en enero de 1990, resultó ser mucho mayor que la obtenida en septiembre de 1989. Tres de las cuatro agrupaciones formadas (grupos I, II y IV), mostraron una diversidad cercana a 3,0 (Tabla 4). El valor máximo de diversidad para el plancton en ecosistemas marinos se encuentra entre los 4,5 y 5,0 (Margalef 1968). Estas tres agrupaciones, que además presentaron un alto grado de uniformidad (sobre 0,8), reunieron estaciones neríticas y oceánicas, excepto el grupo IV de Valparaíso que sólo incluyó estaciones oceánicas.

El grupo III, conformado por estaciones neríticas y de transición entre Papudo y Valparaíso, alcanzó una diversidad menor que las otras 3 agrupaciones, presentando un valor moderado, similar a lo observado en 1989. Tomando en cuenta los dos cruceros, se observó que 4 agrupaciones unieron a Papudo con Valparaíso, involucrando a 12 estaciones neríticas y de transición, en tanto que sólo una agrupación unió a Los Vilos con los otros dos transectos a través de la estación más costera de Los Vilos (Fig. 25).

Tabla 4

Riqueza de especies (S^*), número total de individuos (n) e índices de diversidad (H') y uniformidad (V') para las agrupaciones obtenidas por medio de los dendrogramas de similitud. Prospecciones de septiembre de 1989 y enero de 1990.

Species richness (S^*), total number of individuals (n), diversity (H') and uniformity (V') indices for the assemblages obtained by means of the similarity dendrograms. Surveys of September 1989 and January 1990.

	Septiembre 1989				Enero 1990			
	S^*	n	H'	V'	S^*	n	H'	V'
Grupo I	10	1178	2,19	0,66	13	365	3,26	0,88
	10	867	1,76	0,53	16	287	2,88	0,72
	10	727	1,60	0,48	14	172	3,10	0,82
	10	946	2,01	0,61	16	235	3,01	0,75
	11	511	2,09	0,61	10	99	2,89	0,87
Grupo II	9	1823	1,48	0,47	11	178	2,96	0,85
	14	2763	1,71	0,45	13	220	2,85	0,77
	14	2332	2,35	0,62	15	150	3,14	0,80
	12	3795	2,02	0,56	9	147	2,82	0,89
Grupo III	11	257	2,33	0,67	11	279	2,06	0,60
	11	223	2,38	0,69	7	282	1,76	0,63
Grupo IV	12	24072	1,47	0,41	14	406	3,18	0,83
	14	11204	1,12	0,29	14	280	2,96	0,78
	15	32930	1,31	0,34				

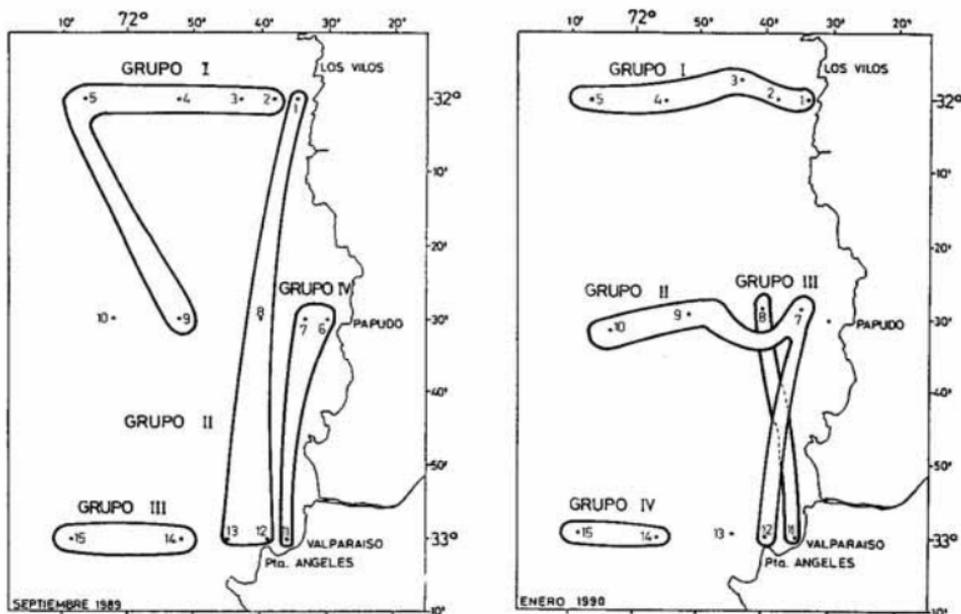


Figura 25

Representación visual de las agrupaciones de las estaciones de muestreo obtenidas con el índice de similitud Bray-Curtis en septiembre de 1989 y enero de 1990.

Visual representation of sampling stations assemblages obtained with the Bray-Curtis similarity index in September 1989 and January 1990.

Discusión

La gran diversidad presentada por el ictioplancton en el área de estudio, unida a la abundancia de las larvas de especies de importancia comercial como sardina, anchoveta, merluza, además de algunos mictófidios, demostró la importancia de la zona de estudio como área de desove de peces. No se observaron estrategias de desove que tendieran a evitar la sobreposición espacial de las fases planctónicas en las diferentes especies, ya que utilizaron prácticamente los mismos sitios de desove en igual orden de importancia (Papudo veguado de Valparaíso). Estos resultados difieren de los patrones de distribución de desove encontrados para la sardina y la anchoveta en Perú, donde no hay coincidencia espacial en el desove o en algunos casos, la distribución es colindante (Santander 1981).

De las ocho agrupaciones ictioplanctónicas resultantes en el análisis de similitud Bray-Curtis en los

dos períodos, cuatro de ellas enlazaron los transectos de Papudo y Valparaíso a través de las tres primeras estaciones ubicadas sobre la plataforma continental entre las 2 y 10 mn de la costa. Esto último permitiría inferir que las condiciones hidrográficas en esta zona costera de Papudo y Valparaíso serían favorables para el desarrollo del ictioplancton por cuanto se reunieron en ella agrupaciones con las mayores abundancias larvales de toda el área en estudio. En Los Vilos, al agruparse estaciones neríticas y oceánicas en ambos cruceros, no reveló mayores diferencias entre los sitios ocupados por las especies, las que presentaron una escasa abundancia relativa, sugiriendo con ello que toda esa área sería poco favorable para el desarrollo larval. El índice de surgencia calculado para esta área (Montecinos & Balbontín 1993), tuvo en Los Vilos una intensidad mucho mayor que en Papudo y Valparaíso, lo que favorecería la advección de las larvas mar afuera.

Las distintas agrupaciones formadas con los datos de

ambos periodos de muestreo, aunque presentaron fuertes diferencias en abundancia y diversidad larval entre ellos, mostraron una notable similitud en su estructura general de agrupación, tanto en septiembre como en enero, las que en gran medida unieron las mismas estaciones y los mismos transectos, reflejando con ello, que los factores que modulan los patrones de distribución espacial del ictioplancton serían similares para ambas épocas del año.

En septiembre, la magnitud del desove de especies como la sardina, la anchoveta y la merluza fue entre 15 y 20 veces superior a lo encontrado en enero. Varias especies presentaron una amplia distribución a través de casi toda el área. A pesar de esta amplia distribución, la tendencia general en el cruce de septiembre fue concentrarse cerca de la costa sobre la plataforma continental frente a Papudo y Valparaíso, en tanto que en enero hubo una mayor dispersión geográfica. En este sentido, el índice de Pielou mostró una alta agregación en estos transectos, con altos valores, influidos por un "n" elevado, evidenciando los centros principales de desove.

En la costa peruana se ha calculado que cuando la capa de mezcla es de gran amplitud, la velocidad del transporte de Ekman es menor pero el volumen de agua transportado es mayor. En cambio, la menor amplitud de la capa de mezcla se reflejaría en una mayor velocidad de transporte (Bakun 1985). Durante el cruce de septiembre del presente estudio, se observó que la amplitud de la capa de mezcla fue mayor que en enero (Silva & Sievers 1991). En cambio, durante enero, la distribución horizontal más amplia del ictioplancton probablemente fue el resultado de las condiciones ambientales imperantes en ese periodo, en que la velocidad de transporte debió ser mayor que en septiembre, aumentando en esa forma la tasa de advección mar afuera del ictioplancton. A pesar de presentar en enero una distribución más alejada de la costa, las larvas de las ocho especies más abundantes mostraron igualmente una alta incidencia alimentaria (Balbontin *et al.* 1997). Es posible que tanto las larvas como su alimento hayan sido transportadas más lejos de la costa, como también se ha mencionado que las larvas de peces serían capaces de encontrar y permanecer en cuerpos de agua con altas concentraciones de alimento (Hunter & Thomas 1974).

El análisis de distribución por longitudes larvales reveló que en septiembre un 70 % del total de larvas recolectadas presentaron una longitud estándar menor o igual a 5,9 mm. El 93 % de ellas correspondió a larvas capturadas en los transectos de Papudo y Valparaíso. Este alto porcentaje de larvas pequeñas confirmó, en primer término a Papudo seguido de Valparaíso, como áreas de desove. En relación a la distancia de la costa, las larvas mayores o iguales a 6 mm L.E. obtenidas en

septiembre, el 88,6% se capturó en las estaciones neríticas de Valparaíso y Papudo. Teniendo en cuenta que la magnitud del desove en especies como la anchoveta y en menor grado la sardina, fue muy superior en Papudo respecto a Valparaíso, surge la interrogante sobre los probables factores que influyen en la mayor concentración de larvas grandes de varias especies en Valparaíso y no en Papudo, para lo que existen varias alternativas posibles:

La causal de mortalidad producida por el efecto de la disipación en la columna de agua de estratos de alimento con concentraciones adecuadas para las larvas debido a la mezcla por el viento (Lasker 1975), pareciera no jugar un papel importante en los periodos de desove analizados. Estudios realizados en conjunto con este trabajo demostraron que en los periodos muestreados, destacó la ausencia de eventos intensos de surgencia costera (Silva & Sievers 1991). El cruce de septiembre mostró evidencias de un proceso suave o en fase de decaimiento y en enero, no hubo evidencias de un evento de surgencia.

El fitoplancton del área de estudio, mostró una alta estratificación vertical, confirmando la ausencia de procesos de mezcla costera. Los elevados valores de biomasa fitoplanctónica, los que alcanzaron su nivel máximo (17,12 mg/l) a 5 mm de la costa en Papudo (Avaria & Muñoz 1991), coincidió con las más altas concentraciones de huevos de merluza y anchoveta, demostrando con ello la existencia de una fuente de alimento importante para el zooplancton herbívoro, el que forma parte de la dieta de las larvas de peces.

En cuanto a la competencia y a la predación, en las corrientes oceánicas de margen oriental, estos serían mecanismos secundarios en la regulación de la abundancia y composición de especies en el plancton. Una proporción significativa de la variabilidad total de la biomasa planctónica estaría manejada por procesos físicos dominantes en una escala de tiempo interanual (Bernal 1981, Bernal *et al.* 1983). Coincidente con el periodo de desove de septiembre de la merluza en esta área, se produce normalmente un aumento en la concentración de quetognatos y sifonóforos (Palma 1973, 1977). Sin embargo, no se detectó predación por parte de estos grupos en ninguno de los dos cruces (Palma 1994).

En la tasa de supervivencia de los primeros estadios de desarrollo de los peces, tendrían gran incidencia las áreas de retención larval (Frank & Leggett 1983, Sinclair & Iles 1985). Según esta hipótesis, la ubicación del desove y posterior distribución larval estarían relacionados a estructuras hidrográficas que aseguren la integridad de una población larval al limitar su dispersión horizontal (Iles & Sinclair 1982, Sinclair & Tremblay 1984, Sinclair & Iles 1985). Por otra parte, se postula que el éxito de una cohorte dependerá

esencialmente de la sincronización de su desarrollo con la disponibilidad de alimento adecuado (Cushing 1972). Trabajos sobre dispersión, crecimiento y supervivencia del arenque del Atlántico (*Clupea harengus*), han puesto a prueba ambas hipótesis, cuyos resultados no contradicen la noción que el tiempo y ubicación del desove han evolucionado para preservar una cohorte larval, sino más bien es un complemento entre ellas en el sentido de favorecer la supervivencia larval temprana, una vez que la retención inicial es alcanzada (Fortier & Gagné 1990). Este estudio concuerda con esta última afirmación, puesto que además de las características físicas favorables para la retención que presenta el área costera de la zona de desove, se encontró una alta incidencia alimentaria en las larvas (Balbontin *et al.* 1997).

Los mecanismos físicos que sustentan la hipótesis de retención larval explican la distribución espacial de huevos no móviles y de larvas recién eclosionadas, pero no necesariamente la distribución de larvas cuyo tamaño les permite un desplazamiento autónomo. Estas larvas podrían migrar desde el sitio de desove a zonas de crianza, o ser transportados por un sistema de celdas de circulación, ajustando su posición vertical en la columna de agua (Hoss *et al.* 1989, Stephenson & Power 1989).

La advección de las larvas de *Merluccius productus* lejos de la costa frente a California, parece ser un factor significativo en el establecimiento de los niveles de reclutamiento, en donde la distribución mar afuera de estas larvas está positivamente correlacionada con el transporte de Ekman. Se considera que las larvas que se encuentran lejos de la plataforma continental serían transportadas por las corrientes, ya que el desove de esta especie ocurre sobre la plataforma (Bailey 1981).

Fonseca (1981), Avaria *et al.* (1989) y otros estudios paralelos a este trabajo (Rojas 1991, Montecinos & Balbontin 1993), han demostrado que las condiciones oceanográficas y los patrones de circulación de corrientes en Papudo y Valparaíso favorecerían la mantención del ictioplancton en la costa reflejado por índices de surgencia moderados durante los periodos de desove, particularmente en septiembre, evitando de este modo el transporte mar afuera por procesos de advección.

En estudios de circulación oceánica en el área de desove, en los meses de muestreo (septiembre y enero) se encontró que las magnitudes de las corrientes eran similares para ambos periodos, detectándose una fuerte tendencia hacia el sur de la corriente promedio a 30 m de profundidad (Rojas 1991), mientras que las corrientes superficiales estimadas mediante botellas de deriva, tuvieron una dirección hacia el norte cerca de la costa durante la primavera y el verano; la magnitud del índice de surgencia fue superior en las estaciones

meteorológicas de punta Angeles y Los Vilos, comparado con las estaciones de Montemar y Quintero (Montecinos & Balbontin 1993). Estos antecedentes avalarían la existencia de un modelo de circulación rotatoria para la bahía de Valparaíso planteado anteriormente por Fonseca (1981).

La complejidad de factores asociados a áreas favorables para la supervivencia larval quedan de manifiesto en los estudios realizados entre Concepción y Punta Lavapie. El golfo de Arauco ha sido descrito como un área de desove para una gran diversidad de especies de peces y en la que procesos oceanográficos jugarían un papel importante en la generación de áreas de retención larval (Castillo *et al.* 1991). En particular, la existencia de mecanismos de recirculación, favorecerían el transporte de larvas de merluza común hacia la zona costera (Vargas *et al.* 1997). En concordancia con las características esperadas para esa área, se ha observado una alta abundancia fitoplanctónica frente a San Vicente (Arcos & Salamanca 1984) y una intensa dinámica oceanográfica frente al golfo, con presencia de remolinos y frentes de surgencia (Cáceres & Arcos 1991). Al mismo tiempo, los altos valores de fluorescencia y de microzooplancton reflejan una buena oferta ambiental para las larvas de peces durante eventos de surgencia en fase de relajación a fines de primavera en el área señalada (Arcos *et al.* 1996). De esta manera, estas áreas constituirían zonas de resguardo larval, pero de corta duración, dependientes del lapso de tiempo entre eventos de surgencia activos y relajados (Arcos *et al.* 1996).

Los resultados obtenidos muestran una fuerte interacción entre el área de desove de Papudo y el área de Valparaíso que presentó un mayor número de larvas de mayor tamaño. No se descarta la existencia de otro foco de desove ubicado al sur del área de estudio, del que podrían derivar larvas hacia Valparaíso. Para el caso de la merluza, las condiciones oceanográficas y los patrones de circulación determinados en septiembre y enero, serían favorables para la retención larval cerca de la costa. Dentro de estas condiciones destaca la existencia de índices de surgencia moderados durante los periodos de desove, particularmente en septiembre, relacionados además, a una distribución de los huevos y larvas de la merluza por debajo de la capa de mezcla (?). La gran cantidad de factores involucrados en el transporte larval y su variabilidad en el tiempo (Colby 1988), son incentivos para reunir mayores antecedentes sobre las variables asociadas a la supervivencia larval en el área.

² Balbontin F, R Bravo & V Valenzuela. 1991. Distribución vertical del ictioplancton en un área de desove de *Merluccius goni goni*. XI Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, págs. 9-10 (resumen).

Agradecimientos

El Dr. Ismael Kong gentilmente se encargó de seleccionar los evaluadores del presente manuscrito e informar sobre su aceptación a la Revista, reemplazando en el trabajo editorial a F.B. Los autores agradecen a la Sra. Vivian Valenzuela y al Sr. Luis Rodríguez la colaboración prestada en la separación de huevos y larvas. También agradecen al patrón de pesca Sr. Juan Soto y a la tripulación del buque Tiberiades por su apoyo en la etapa de recolección de las muestras. El trabajo fue financiado parcialmente por el proyecto FONDECYT 89-0311.

Literatura citada

- Arcos D & M Salamanca.** 1984. Distribución de clorofila y condiciones oceanográficas superficiales frente a Chile central (latitudes 32°S- 28°S, Febrero 1982). *Biología Pesquera* 13: 5-14.
- Arcos D, S Núñez & A Acuña.** 1996. Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano (Chile central): identificación y dinámica de áreas de retención larval. *Gayana Oceanología* 4: 21-58.
- 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.
- Avaria S & P Muñoz.** 1991. Caracterización del fitoplancton de un área de desove de merluza frente a la costa central de Chile. *Revista de Biología Marina* 26: 161-190.
- Avilés S, M Aguayo, F Inostroza & J Cañón.** 1979. Merluza común *Merluccius gayi gayi* (Guichenot). En: Estado de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Vol. I (peces). Corporación de Fomento de la Producción (AP.-79 -18). Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 90 p.
- Bailey KM.** 1981. Larval transport and recruitment of Pacific hake *Merluccius productus*. *Marine Ecology Progress Series* 6: 1-9.
- Bakun A.** 1985. Comparative studies and the recruitment problem: searching for generalizations. *CalCOFI Reports* 26: 30-40.
- Bakun A & RH Parrish.** 1980. Environmental inputs to fishery population models for eastern boundary current regions. En: G D Sharp (ed.) *IOC Workshop Reports* N° 28: 67-104.
- Bakun A & RH Parrish.** 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Perú current systems. *CalCOFI Reports* 23: 99-112.
- Balbontín F & M Garretón.** 1977. Desove y primeras fases de desarrollo de la sardina española, *Sardinops sagax musca*, en Valparaíso. *Revista de Biología Marina* 16: 171-181.
- Balbontín F & W Fischer.** 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. *Revista de Biología Marina* 17: 285-334.
- Balbontín F, A Llanos & V Valenzuela.** 1997. Sobreposición trófica e incidencia alimentaria en larvas de peces de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 381-390.
- Bernal PA.** 1981. A review of the low-frequency response of the pelagic ecosystem in the California Current. *CalCOFI Reports* 22: 49-62.
- Bernal PA & FL Robles & O Rojas.** 1983. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes Chile-Perú. En: G Sharp & J Csirke (eds.). *Actas de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos*. San José, Costa Rica. *FAO Informes de Pesca* (291) Vol. 3: 683-711.
- Cáceres M & D Arcos.** 1991. Variabilidad de la estructura espacio-temporal de un área de surgencia frente a la costa de Concepción, Chile. *Investigación Pesquera*, Chile 36: 27-38.
- Castillo G, H Muñoz, H González & P Bernal.** 1991. Daily analysis of abundance and size variability of fish larvae in relation to oceanic water intrusions in coastal areas. *Biología Pesquera* 20: 21-35.
- Clarke KR & RM Warwick.** 1990. Statistical analysis and interpretation of marine community data, 52 p. *I.O.C. Draft, Manuals and Guides* 22, UNESCO.
- Colby DR.** 1988. Null, hypotheses, models, and statistical designs in the study of larval transport. *American Fisheries Society Symposium* 3: 149-162.
- Cury P & C Roy.** 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 670-680.
- Cushing DH.** 1972. The production cycle and the numbers of marine fish. *Symposium Zoological Society of London* 29: 213-232.
- Fargo J & AV Tyler.** 1991. Sustainability of flatfish-dominated fish assemblages in Hecate Strait, British Columbia, Canada. *Netherlands Journal of Sea Research* 27: 237-253.
- Fischer W.** 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jennys. *Revista de Biología Marina* 8: 111-124.
- Fonseca TR.** 1981. Variabilidad de las corrientes en la bahía de Valparaíso. *Investigaciones Marinas*, Valparaíso 9: 39-60.
- Fortier L & JA Gagné.** 1990. Larval herring (*Clupea harengus*) dispersion, growth, and survival in the St. Lawrence estuary: match/mismatch or membership/vagrancy? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47: 1898-1912.
- Frank KT & WC Legget.** 1983. Multispecies larval fish associations: Accident or adaptation? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 40: 754-762.

- Hoss DE, DM Checkley & LR Settle. 1989. Diurnal buoyancy changes in larval Atlantic menhaden (*Brevoortia tyrannus*). En: Blaxter, JHS, JC Gamble & HV Westernhagen (eds), The early life history of fish. Rappports et Procès-Verbaux des Réunions 191: 105-111.
- Hunter JR & GL Thomas. 1974. Effect of prey distribution and density on the searching behaviour of larval anchovy *Engraulis mordax* Girard. En: Blaxter, JHS (ed.). The early life history of fish: 559-574, Springer-Verlag, Berlin.
- Iles TD & M Sinclair. 1982. Atlantic herring: Stock discreteness and abundance. Science (Wash., D. C.) 215: 627-633.
- Jillett JB. 1976. Zooplankton associations off Otago peninsula, south-eastern New Zealand, related to different water masses. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research 10: 543-557.
- Lasker R. 1975. Field criteria for survival of anchovy larvae: the relations between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. Fishery Bulletin, U. S. 73: 453-462.
- Margalef R. 1968. Perspectives in Ecological Theory, 111 p. The University of Chicago Press, Chicago, MI.
- 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 28: 133-150.
- Norcross BL & RF Shaw. 1984. Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: A review. Transactions of the American Fisheries Society 113: 155-165.
- Palma S. 1973. Contribución al estudio de los sifonóforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. I. Taxonomía. Investigaciones Marinas, Valparaíso 4: 17-88.
- Palma S. 1977. Contribución al estudio de los sifonóforos encontrados frente a la costa de Valparaíso. Aspectos ecológicos. Memorias II Simposio Latinoamericano de Oceanografía Biológica, Cumaná, Venezuela, Vol. 2: 119-133.
- Palma S. 1994. Distribución del macroplankton gelatinoso en un área de desove de peces frente a la costa central de Chile (32°-33°S). Revista de Biología Marina 29: 23-45.
- Pérez R. 1979. Desarrollo postembrionario de *Tripterygion chilensis* Cancino 1955, en la bahía de Valparaíso (Tripterygiidae: Perciformes). Revista de Biología Marina 16: 319-329.
- Piatowski U. 1989. Macroplankton communities in Antarctic surface waters: spatial changes related to hydrography. Marine Ecology Progress Series 55: 251-259.
- Pielou EC. 1977. Mathematical Ecology, 385 p. Wiley & Sons Inc., Nueva York.
- Rojas O, A Mujica, M Labra, G Ledermann & H Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Corporación de Fomento de la Producción, AP 83-31. IFOP Chile, 98 p. + anexos.
- Rojas R. 1991. Correntometría euleriana en un área de desove de la merluza, Papudo-Chile. Revista de Biología Marina 26: 141-160.
- Santander H. 1981. Patrones de distribución y fluctuaciones de desoves de anchoveta y sardina. Boletín Instituto del Mar del Perú, Volumen Extraordinario: 80-192.
- Siegel S. 1972. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta, 346 p. Editorial Trillas.
- 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 26: 109-140.
- Sinclair M & MJ Tremblay. 1984. Timing of spawning of Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) populations and the match-mismatch theory. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 41: 1055-1065.
- Sinclair M & TD Iles. 1985. Atlantic herring (*Clupea harengus*) distributions in the gulf of Maine-Scotian shelf area in relation to oceanographic features. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 880-887.
- Simpson JJ. 1987. Transport processes affecting the survival of pelagic fish stocks in the California Current. American Fisheries Society Symposium 2: 39-60.
- Smith PE & SL Richardson. 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO Fisheries Technical Paper 175, 100 p.
- Sneath PHA & RR Sokal. 1973. Numerical taxonomy, págs. 141-145. W. H. Freeman, San Francisco, California.
- Stephenson RL & MJ Power. 1989. Observations on herring larvae retained in the bay of Fundy: variability in vertical movements and position of the patch edge. En: Blaxter JHS, JC Gamble & HV Westernhagen (eds), The early life history of fish. Rappports et Procès-Verbaux des Réunions 191: 177-183.
- Vargas C, G Valenzuela, S Núñez & 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.