

COMPOSICION DE LA DIETA Y TAMAÑO DE LAS PRESAS DE LOS ESTADIOS LARVALES DE OCHO ESPECIES DE PECES DE LA COSTA CENTRAL DE CHILE.

VIVIAN VALENZUELA¹, FERNANDO BALBONTIN² & ALEJANDRA LLANOS²

ABSTRACT: Valenzuela, V.; Balbontín, F. & A. Llanos. 1995. Diet composition and prey size of the larvae of eight species of fishes from the coast of central Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 30(2): 275-291.

The diet of the larvae of 8 species of fishes (*Sardinops sagax*, *Engraulis ringens*, *Diogenichthys atlanticus*, *Hygophum bruuni*, *Merluccius gayi*, *Sebastes capensis*, *Normanichthys crockeri* and *Hypsoblennius sordidus*) are described and compared. The samples were collected from the coast to 30 miles off shore in the area comprised between Los Vilos and Valparaíso, central Chile in September 1989 and January 1990.

The gut content analysis showed diets composed mainly of copepods, in the egg, nauplius, copepodite and adult stages, besides phytoplankton. Larvae of the different species exhibited a diverse feeding behavior related to morphological characteristics as well as to species-specific strategies. *M. gayi* and *S. capensis* showed the highest rate of increment of mouth width in relation to standard length, and at the same time, the largest mouth size. These species preyed in higher proportion upon items measuring almost 30% of their mouth width. In their diets, copepodites and adult copepods predominated.

E. ringens, *H. bruuni*, *N. crockeri*, *H. sordidus* and *S. sagax* showed a diet composed mostly of copepod eggs. This group of species had the lowest rate of increment of mouth width and concurrently, the smallest mouth size. With the exception of *S. sagax*, the relationship between mouth width of larvae and maximum prey width was not significant. *E. ringens* ingested the smallest food particles, which is reflected in a diet where 70% of preys were smaller than 10% of its mouth width.

Mouth width explained only 30% of the variability of the relationship with prey width, so it is postulated that width would not be a good predictor of the maximum width of preys to be ingested by larvae. Prey kind as well as prey size would be related with morphofunctional characteristics of the larvae. The value that phytoplankton might represent as larval food is discussed.

Key words: fish larvae, feeding, prey size, mouth size, central Chile.

RESUMEN: Valenzuela, V.; Balbontín, F. & A. Llanos. Composición de la dieta y tamaño de las presas de los estadios larvales de ocho especies de peces de la costa central de Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 30(2): 275-291.

Se describió y comparó la dieta de las larvas de 8 especies de peces: *Sardinops sagax*, *Engraulis ringens*, *Diogenichthys atlanticus*, *Hygophum bruuni*, *Merluccius gayi*, *Sebastes capensis*, *Normanichthys crockeri* e *Hypsoblennius sordidus*. Las muestras se recolectaron en septiembre de 1989 y enero de 1990, desde la costa hasta las 30 millas mar afuera, en el área comprendida entre Los Vilos y Valparaíso, Chile central.

¹ Instituto de Fomento Pesquero, Base Valparaíso Casilla 8-V, Valparaíso.

² Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar, Chile.

El análisis de contenido estomacal mostró una dieta dominada por copépodos en estadios de huevo, nauplius, copepodito y adulto, además de fitoplancton. Los estadios larvales de las especies estudiadas exhibieron diversos comportamientos alimentarios, relacionados tanto a caracteres morfológicos, como también a las habilidades propias de cada especie. *M. gayi* y *S. capensis* mostraron mayores tasas de incremento del ancho de la boca en relación a la longitud estándar y a la vez, mayores tamaños de boca. Estas especies predaron en mayor proporción sobre ítemes que representaron cerca del 30% de su ancho de boca. En sus dietas dominaron copepoditos y copépodos.

E. ringens, *H. bruuni*, *N. crockeri*, *H. sordidus* y *S. sagax* presentaron una dieta dominada por huevos de copépodos. Este grupo presentó las menores tasas de incremento del tamaño de boca y a la vez menores tamaños de ésta. Con la excepción de *S. sagax* la relación entre el ancho de la boca de las larvas y el ancho máximo de la presa no fue significativa. *E. ringens* ingirió las partículas más pequeñas, lo que queda reflejado en una dieta en la que el 70% de las presas eran menores que el 10% de su ancho de boca.

El ancho de la boca explicó sólo un 30% de la relación con el ancho de la presa, por lo tanto se postula que el tamaño de la boca no sería un buen predictor del tamaño máximo de las presas ingeridas por las larvas. Tanto el tipo como el tamaño de las presas estaría relacionado con características morfofuncionales de las larvas. Se discute el valor que representaría el fitoplancton como alimento larval.

Palabras claves: larvas de peces, alimentación, tamaño presa, tamaño boca, Chile central.

INTRODUCCION

La gran mayoría de las larvas de peces presentan una alta mortalidad debido a inanición inducida por hambruna, ya sea en la edad de primera alimentación o en etapas posteriores (Miller *et al.* 1988). Cuantitativamente, esta sería el factor principal que condicionaría el posterior reclutamiento al stock de peces adultos (Bakun 1985).

Además de la presencia de alimento, existen otros factores que aseguran la sobrevivencia y desarrollo larval: la selección de la presa, el valor nutricional de ésta, la distribución temporal y espacial de los organismos alimentarios en el área de alimentación y la concentración y tamaño del alimento que la larva ingiere para iniciar su alimentación (Scura & Jerde 1977). De estos factores, el tamaño del alimento es importante, ya que a medida que las larvas crecen seleccionan presas de tamaño cada vez mayor, ampliando

así su espectro trófico (Hunter 1981). El tamaño de la boca predice el límite superior del tamaño de presa ingerida y explica algunas diferencias en selectividad alimentaria entre especies (Schael *et al.* 1991). De esta manera, el tamaño y tipo de presas ingeridas por las larvas y su relación con variables morfológicas, son algunos de los caracteres diagnósticos utilizados en larvas de peces para evaluar roles ecológicos específicos.

Por su relevancia, la mayoría de los estudios desarrollados en ecología trófica larval a nivel mundial, se han realizado en especies de importancia comercial tales como *Merluccius merluccius hubbsi* y *Engraulis anchoita*, de la zona atlántica argentina (Ciechowski & Weiss 1974); *Engraulis mordax*, de las costas de California y Baja California (Berner 1959; Scura & Jerde 1977); *Merluccius productus*, de las costas del sur de California y del norte de Baja California (Sumida & Moser 1980); *Sebastes paucis-*

pinis y *Merluccius productus*, de las costas de California (Sumida & Moser 1984); *Sebastes mystinus* del área norte de California (Hobson & Chess 1988); *Merluccius bilinearis* de la costa de Escocia (Koeller *et al.* 1989) y *Sardinops melanostictus*, de la costa japonesa (Nakata 1988).

En Chile los trabajos sobre las relaciones tróficas de las especies de larvas del ictioplancton son limitados, pudiéndose mencionar a Herrera & Balbontín (1983); Balbontín *et al.* (1986); Llanos *et al.* (en prensa) entre otros.

En Chile Central, la zona frente a Papudo es una de las principales áreas de desove y retención larval de la merluza y de otras especies de peces, cuya distribución geográfica abarca parte de la costa central de Chile (Montecinos & Balbontín 1993).

El presente trabajo formó parte de un estudio integrado en esta área, siendo sus objetivos analizar la composición y tamaño de las presas en las larvas de peces y su relación con variables morfométricas de éstas. Se consideró la fase larval de las ocho especies más abundantes en el ictioplancton *Sardinops sagax* (Jenyns 1842), *Engraulis ringens* Jenyns 1842, *Diogenichthys atlanticus* (Taning 1928), *Hygophum bruuni* Wisner 1971, *Merluccius gayi* (Guichenot 1848), *Sebastes capensis* (Gmelin 1788), *Normanichthys crockeri* Clark 1973 e *Hypsoblennius sordidus* (Bennet 1828).

MATERIALES Y METODOS

MUESTREO

Las muestras de ictioplancton se obtuvieron de dos cruceros oceanográficos realizados a bordo de la goleta Tiberiades, en septiembre de 1989 y enero de 1990. En ambas oportu-

nidades se establecieron 15 estaciones de muestreo distribuidas en tres secciones perpendiculares a la costa, en las latitudes 32° 00'S, 32° 30'S y 33° 00'S, abarcando Los Vilos, Papudo y Valparaíso.

Las muestras se recolectaron mediante arrastres oblicuos con una red Bongo de 0,33 mm de abertura de malla y 67 cm de diámetro de boca. En las estaciones costeras se muestreó hasta cerca del fondo y hasta 200 m en las estaciones alejadas de la costa, siguiendo la metodología propuesta por Smith & Richardson (1977). El material recolectado se preservó en formalina al 5 % en solución salina, inmediatamente después de su captura (Tabla 1).

ANALISIS DE LAS MUESTRAS

Del total de larvas de peces recolectadas, se eligieron las ocho especies más abundantes: sardina *Sardinops sagax*, anchoveta *Engraulis ringens*, peces linterna *Diogenichthys atlanticus* e *Hygophum bruuni*, merluza *Merluccius gayi*, cabrilla *Sebastes capensis*, mote *Normanichthys crockeri* y cachudito *Hypsoblennius sordidus*, las que se identificaron de acuerdo a las descripciones de Orellana & Balbontín (1983), Moser & Ahlstrom (1974), Balbontín & Orellana (1983), Fischer (1959), Sabatés & Olivar (1990) y Balbontín & Pérez (1979, 1980) respectivamente. Se excluyeron del análisis las larvas en estado de saco vitelino, considerándose sólo los individuos con boca funcional y el sistema digestivo formado (Herrera & Balbontín 1983).

A cada larva se le midió la longitud estándar (LE) y el ancho de la boca. Las mediciones se realizaron con una precisión de 0,1 mm y 0,02 mm para la longitud estándar y el ancho de la boca respectivamente. En total se analizaron 695 larvas entre 1,9mm y 15,3 mm de LE.

Para el análisis del contenido estomacal, se disecó el tubo digestivo completo de cada espécimen (Balbontín *et al.* 1986) y

se colocó sobre un portaobjeto con una gota de agua o glicerina, extrayéndose cada una de las presas presentes.

Tabla 1 : Datos de captura de las 8 especies analizadas, con contenido intestinal.

Especies	LATITUDES					
	32° 00'		32° 30'		33° 00'	
	Septiembre	Enero	Septiembre	Enero	Septiembre	Enero
<i>S. sagax</i>	24	8	33	10	1	0
<i>E. ringens</i>	33	0	24	8	0	7
<i>D. atlanticus</i>	1	4	0	5	0	14
<i>H. bruuni</i>	18	1	2	1	5	8
<i>M. gayi</i>	24	2	6	3	23	0
<i>S. capensis</i>	9	7	4	1	1	2
<i>H. sordidus</i>	12	8	3	1	0	0
<i>N. crockeri</i>	5	0	2	0	0	0

La identificación de las partículas alimentarias se realizó hasta donde el estado de digestión de ellas lo permitió. En algunos casos se observaron fragmentos de partículas alimentarias, que pudieron ser contadas, medidas e identificadas. Para la identificación del tipo de alimento se consultaron las descripciones de fitoplancton (Avaria 1965) y de zooplancton en general (Boltovskoy 1981). Además, a cada una de las presas se le midió el ancho máximo del cuerpo.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Con el objetivo de caracterizar la dieta de cada una de las especies analizadas, a partir de los datos del contenido estomacal se calculó la ocurrencia numérica y frecuencia de ocurrencia de las distintas presas (Holden & Raitt 1974).

En estos análisis se consideró los ítemes que pertenecen al zooplancton, excluyéndose el fitoplancton. En la representación

gráfica de estos resultados, se agrupó en la categoría de otros a aquellos ítemes que presentaban una frecuencia u ocurrencia menor al 10% del total.

Para determinar y cuantificar la relación entre las variables longitud estándar vs. ancho de la boca, se ajustó un modelo de regresión lineal simple a cada una de las especies. Posteriormente se realizó un análisis de covarianza, para determinar posibles diferencias entre especies en los parámetros de la relación. Similarmente, para verificar si a medida que aumentaba el tamaño de boca aumentaban también los tamaños de las presas ingeridas por las larvas, se ajustó un modelo lineal a la relación ancho de la boca vs. ancho máximo de la presa ingerida por cada una de las larvas. En caso de obtenerse diferencias significativas entre las especies, se procedió a un análisis *a posteriori* de comparaciones múltiples de Tukey (Zar 1984), con el objeto de detectar qué pareja de especies produjo la variación observada.

RESULTADOS

CARACTERIZACION DIETARIA

La composición dietaria de las larvas estudiadas mostró una dieta dominada por los estadios de desarrollo de copépodos: huevos, nauplii, copepoditos y copépodos. También fueron importantes algunos ítemes que perte-

necen al fitoplancton. De éstos aparecieron mayoritariamente las diatomeas *Skeletonema* sp. y *Chaetoceros* sp. Estos fitoplancteres fueron una categoría relevante en larvas de *Engraulis ringens* (89% del total de las presas) y *Merluccius gayi* (60% del total de las presas), estando totalmente ausentes en las larvas de *Normanichthys crockeri* (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de los ítemes fitoplanctónicos encontrados en los contenidos estomacales de los estadios larvales de las ocho especies de peces analizadas. Se indica el número total de células encontradas por especie.

	<i>S.sagax</i>	<i>E.ringens</i>	<i>D.atlanticus</i>	<i>H.brunni</i>	<i>M.gayi</i>	<i>S.capensis</i>	<i>H.sordidus</i>
Diatomeas:							
<i>Biddulphia longicruris</i>		3					
<i>Cocconeis</i> sp.		2	1	1			
<i>Coscinodiscus</i> sp.	1	19		2	3		
<i>Cymbella</i> sp.		2			2		
<i>Chaetoceros</i> sp.		41	1		102		
<i>Chaetoceros affinis</i>						1	
<i>Chaetoceros diadema</i>		1				1	
<i>Detonula pumila</i>		6			3		
<i>Ghomphonema</i> sp.	1	15	5	16	7		1
<i>Gramathophora</i> sp.		2	8	7	1		
<i>Lauderia</i> sp.			1				
<i>Lichmophora abbrevia</i>					1		
<i>Melosira</i> sp.		33	4	2	10		
<i>Navicula</i> sp.	6	20	52	20	7		1
<i>Navicula lyra</i>	10				2		
<i>Nitzschia</i> sp.		5	2	1		3	
<i>Nitzschia delicatissima</i>		8					
<i>Rhizosolenia</i> sp.						1	
<i>Schroderella</i> sp.		6			3		
<i>Skeletonema costatum</i>	1	357	1	6	55	1	
<i>Synedra</i> sp.	2	7		4	4		
<i>Thalassiosira</i> sp.	3	7	3	6	6		
<i>Thalassiosira aestivalis</i>		3	1		1		
<i>Thalassiosira decipiens</i>			1				
<i>Thalassiothrix delicatula</i>			1				
Dinoflagelados							
<i>Diplopsalis</i> sp.		1					
<i>Protoperidinium</i> sp.			2				
Silicoflagelados							
<i>Dictyocha</i> sp.				1			
TOTAL	24	538	83	66	207	7	2
Porcentaje de la dieta	7,8	88,5	75,5	57,5	60,0	5,0	0,4

De las presas que pertenecen al zooplancton, el ítem huevos de copépodos estuvo presente en todas las especies, variando sólo su importancia relativa (frecuencia de ocurrencia). En el grupo de especies formado por *Sardinops sagax*, *Engraulis ringens*,

Hygophum bruni e *Hypsoblennius sordidus*, este ítem tuvo una ocurrencia numérica mayor al 60% del total de la dieta (Fig. 1). Si-guieron en importancia el ítem copépodos e ítems poco frecuentes como ostrácodos radiolarios y cladóceros.

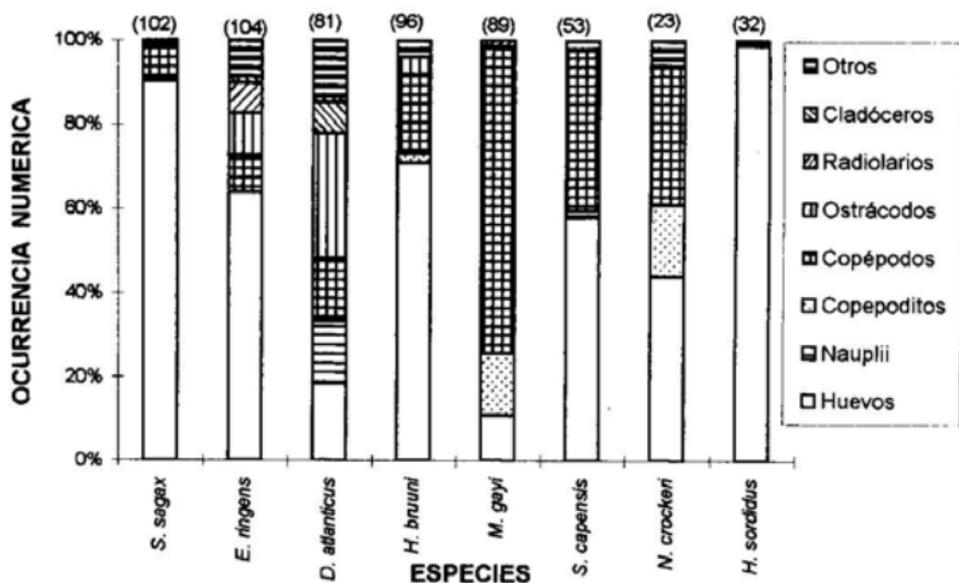


Figura 1 : Ocurrencia numérica de los principales ítems presentes en la dieta de las larvas de las ocho especies estudiadas. El número de larvas analizadas se señala entre paréntesis.

En otro grupo de especies con características distintas, se encuentran *Sebastes capensis* y *Normanichthys crockeri*. En estas larvas, el ítem con mayor importancia relativa luego de los huevos correspondió a copépodos, con un porcentaje mayor al 30% de la dieta. En una situación extrema se encontraron *Merluccius geyi* y *Diogenichthys atlanticus*; la primera presentó una dieta dominada por copépodos (70%) seguido por copepoditos. En *Diogenichthys atlanticus* no se observó dominancia de un ítem determinado como en otras especies, encontrándose en su dieta ostrácodos, nauplii y huevos de inverte-

brados en porcentajes mayores al 20%.

Esta descripción es coincidente con lo detectado en el análisis de la frecuencia de ocurrencia de los distintos ítems (Fig. 2). Con una dieta en que más del 60% de las larvas presentó huevos de copépodos se encontraron *Sardinops sagax*, *Engraulis ringens*, *Sebastes capensis* e *Hypsoblennius sordidus*; con más de un 30% de las larvas con el ítem copépodos se encontraron *Normanichthys crockeri*, *Merluccius geyi* e *Hygophum bruni* y finalmente con dominio de cladóceros, *Diogenichthys atlanticus*.

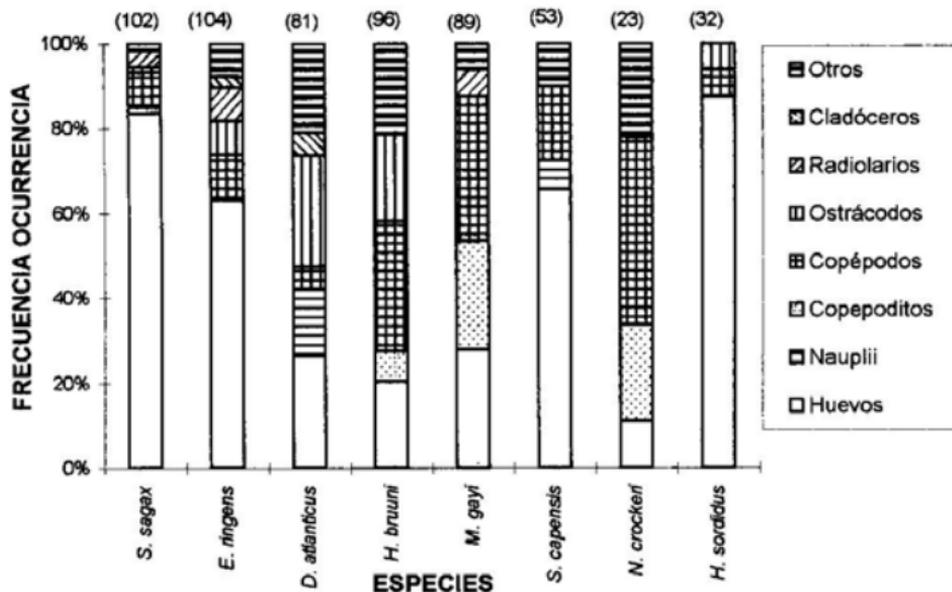


Figura 2 : Frecuencia de ocurrencia de los principales ítems presentes en la dieta de las larvas de las ocho especies estudiadas. El número de larvas analizadas se da entre paréntesis.

RELACION ENTRE LA LONGITUD ESTANDAR Y EL ANCHO DE LA BOCA.

La relación entre la longitud estándar y el ancho de la boca se ajustó en forma significativa a regresiones simples de tipo lineal en todas las especies analizadas (Tabla 3, Fig. 3). Es decir, el ancho de la boca creció proporcionalmente con el incremento de la longitud estándar en cada una de las especies. Con respecto a la tasa con que se produjo este incremento (pendiente de la relación), se constató diferencias significativas entre las especies ($F = 95,54$, $p < 0,01$, Fig. 3). Estas diferencias se evidenciaron en todas las comparaciones que involucraron a las 8 especies consideradas, excepto las parejas de *Normanichthys crockeri* con *Hygophum brunni*; *Hypsoblennius sordidus* con *Diogenichthys atlanticus* y *Sardinops sagax* con *Dioge-*

nichthys atlanticus ($p > 0,05$) que presentaron pendientes similares en esta relación.

Sebastes capensis presentó la mayor tasa de incremento del tamaño de la boca en relación a la talla, seguido por *Merluccius gayi* (Fig. 3). Con tasas intermedias se observó el grupo constituido por *Normanichthys crockeri* e *Hygophum brunni*. Luego se ubicó el resto de las especies que presentaron las tasas menores, registrándose en *Engraulis ringens* el valor más bajo.

Las larvas de *Merluccius gayi* y *Sebastes capensis* fueron las que presentaron las dimensiones más grandes de boca a una misma longitud estándar, incluso las larvas inmediatamente después de la reabsorción del saco vitelino, ya tenían bocas de mayor tamaño en comparación a lo observado en el resto de las especies a igual talla (Fig. 3).

Tabla 3: Ecuaciones correspondientes a las líneas de regresión de la longitud estándar vs. el ancho de la boca y ancho de la boca vs. ancho máximo de la presa, en las larvas de las ocho especies de peces analizadas. n: número de individuos analizados, r: coeficiente de correlación y p: probabilidad.

Especie	x: Longitud estándar (mm) y: Ancho de boca (mm)	x: Ancho de boca (mm) y: Ancho máx. presa (mm)
<i>S. sagax</i>	$y = 0,050x - 0,021$ $n = 103, r = 0,92, p < 0,05$	$y = 0,098x + 0,060$ $n = 61, r = 0,28, p = 0,023$
<i>E. ringens</i>	$y = 0,040x - 0,061$ $n = 111, r = 0,91, p < 0,05$	$y = 0,026x + 0,094$ $n = 47, r = 0,05, p = 0,745$
<i>D. atlanticus</i>	$y = 0,066x + 0,039$ $n = 77, r = 0,73, p < 0,05$	$y = 0,170x + 0,048$ $n = 17, r = 0,52, p = 0,029$
<i>H. bruuni</i>	$y = 0,103x - 0,134$ $n = 102, r = 0,91, p < 0,05$	$y = 0,147x + 0,085$ $n = 21, r = 0,31, p = 0,160$
<i>M. gayi</i>	$y = 0,143x - 0,197$ $n = 121, r = 0,91, p < 0,05$	$y = 0,625x + 0,013$ $n = 53, r = 0,49, p = 0,001$
<i>S. capensis</i>	$y = 0,202x - 0,424$ $n = 84, r = 0,84, p < 0,05$	$y = 0,270x + 0,017$ $n = 20, r = 0,81, p < 0,001$
<i>N. crockeri</i>	$y = 0,113x - 0,186$ $n = 46, r = 0,92, p < 0,05$	$y = 0,050x - 0,021$ $n = 7, r = 0,31, p = 0,491$
<i>H. sordidus</i>	$y = 0,071x + 0,056$ $n = 51, r = 0,86, p < 0,05$	$y = 0,350x - 0,003$ $n = 24, r = 0,31, p = 0,132$

RELACION ENTRE EL ANCHO DE LA BOCA Y EL ANCHO MAXIMO DE LA PRESA.

En las larvas de *Engraulis ringens*, *Hygophum bruuni*, *Normanichthys crockeri* e *Hypsoblennius sordidus*, no existió una correlación estadísticamente significativa entre el ancho de la boca y el ancho máximo de la presa (Tabla 3). Es decir, en ellas no se observó una tendencia a consumir presas más grandes con el incremento en el tamaño de la

boca. Las cuatro especies restantes presentaron diferencias significativas en la pendiente de esta relación ($F = 17,76, p < 0,01$, Fig. 4). Esta variación se explicó por la diferencia significativa entre la pendiente de esta relación en las larvas de *Merluccius gayi* y *Sardinops sagax* ($p < 0,05$). En *Sardinops sagax* la tendencia a preda sobre presas más grandes con el aumento del tamaño corporal fue menos marcada que lo observado en *Merluccius gayi* (Fig. 4).

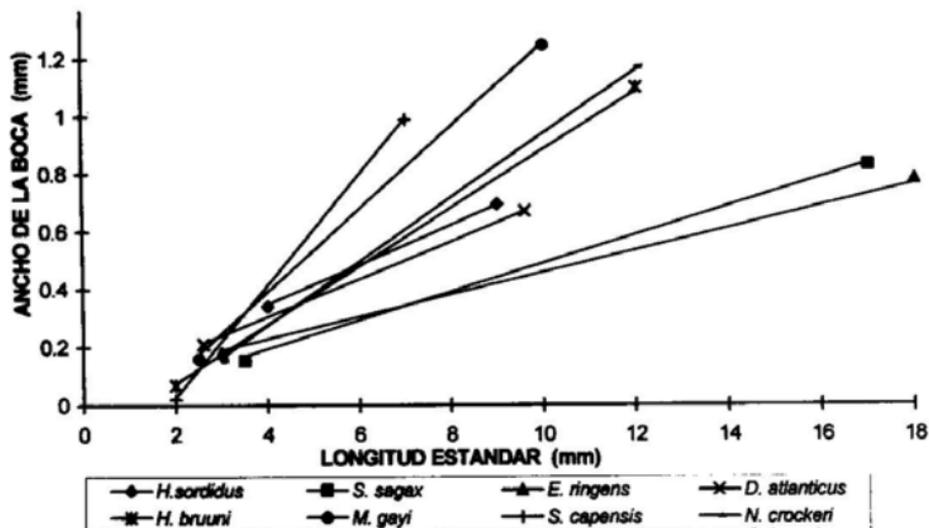


Figura 3 : Relación entre ancho de la boca y longitud estándar de las larvas de las ocho especies de peces analizadas.

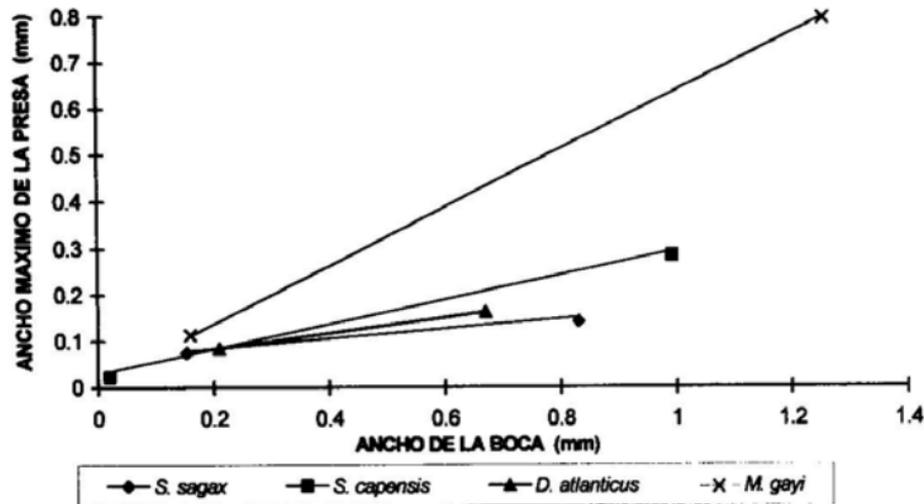


Figura 4 : Relación entre el ancho promedio de la presa y el ancho de la boca, en las larvas de las cuatro especies de peces que presentaron una relación estadísticamente significativa.

ESPECTRO TROFICO

Todas las especies predaron en mayor proporción sobre ítemes que representaron menos del 30% del ancho de la boca (Fig. 5).

Sebastes capensis a pesar de tener un mayor tamaño de boca en comparación al resto de las especies, predó en mayor proporción sobre presas que representaron entre un 10 y 30% de su tamaño de boca. En contraste, *Merluccius gayi* predó marcadamente sobre presas de mayor tamaño, incluso hasta el 100% del ancho de la boca, no obstante una porción importante de su dieta (40% de las presas) correspondió a tamaños menores que el 10% de su ancho de boca.

Engraulis ringens fue la especie que ingirió las partículas más pequeñas a lo largo de todos los rangos de tamaño exhibidos; casi un 70% de su dieta correspondió a presas de tamaños menores que el 10% de su ancho de boca. En *Sardinops sagax* la relación es distinta, ya que un 60% de su dieta estuvo conformada por presas entre el 20 - 30% de su ancho de boca.

En términos generales, el tamaño de las partículas ingeridas por las larvas de las ocho especies de peces, cuyos rangos de talla fluctuó entre 1,9 y 15,3 mm de LE, se concentró en un rango entre los 0,04 mm y 0,60 mm.

DISCUSION

Un aspecto importante de la dieta de la mayoría de las especies analizadas, fue la presencia de presas que pertenecen al fitoplancton. En larvas de *Engraulis ringens* más del 70% de la dieta correspondió a fitoplancton, tanto en edad de primera alimentación como en larvas de tallas mayores.

Las explicaciones a la presencia de fitoplancton en la dieta de algunas especies de peces son variadas: ingestión de zooplancton que se alimenta de microalgas, ingestión de pellets fecales de copépodos, ingestión directa por medio de filtración y presencia de diatomeas epifitas en las presas. En larvas de *Gadus morhua* en edad de primera alimentación, se confirmó la presencia de las diatomeas *Skeletonema costatum* y *Melosira* sp, planteándose la filtración de microalgas como una fuente potencial de nutrientes abundantes en aguas costeras al tiempo del desove. Principalmente en la fase de la primera alimentación larval, los aminoácidos presentes en altas concentraciones en las microalgas, parecen jugar un rol nutricional esencial (Van der Meer 1991).

Las larvas analizadas en este estudio, provienen de muestreos que corresponden a períodos en que la abundancia de fitoplancton es alta, principalmente en septiembre de 1989 cuando se constató un evento de plena surgencia (Avaria & Muñoz 1991; Silva & Sievers 1991). La utilización de microalgas como una fuente de nutrientes abundantes, puede ser una explicación para la presencia de fitoplancton en larvas de edad de primera alimentación. Esto coincide con lo descrito en la literatura para Clupeiformes, ya que existen evidencias que en edad de primera alimentación, *Engraulis ringens* se alimenta casi únicamente de fitoplancton en comparación con *Sardinops sagax* que ingiere casi exclusivamente zooplanctones (Muck *et al.* 1989, Ware *et al.* 1981).

En larvas de edades mayores es cuestionable el beneficio nutricional de la ingesta de microalgas (Govoni *et al.* 1983). Una nauplii de copépodo de 0,07 mm de ancho por 0,13 mm de longitud, contiene

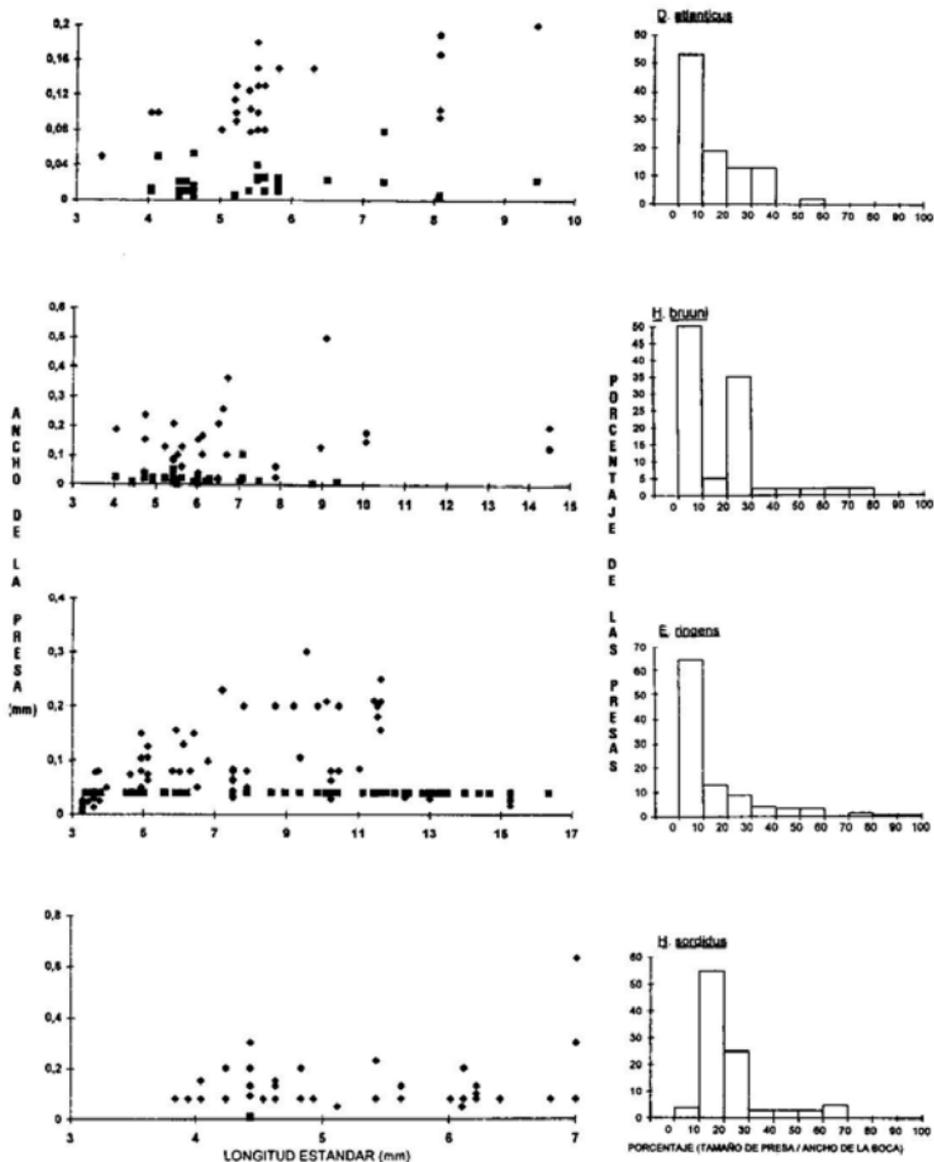
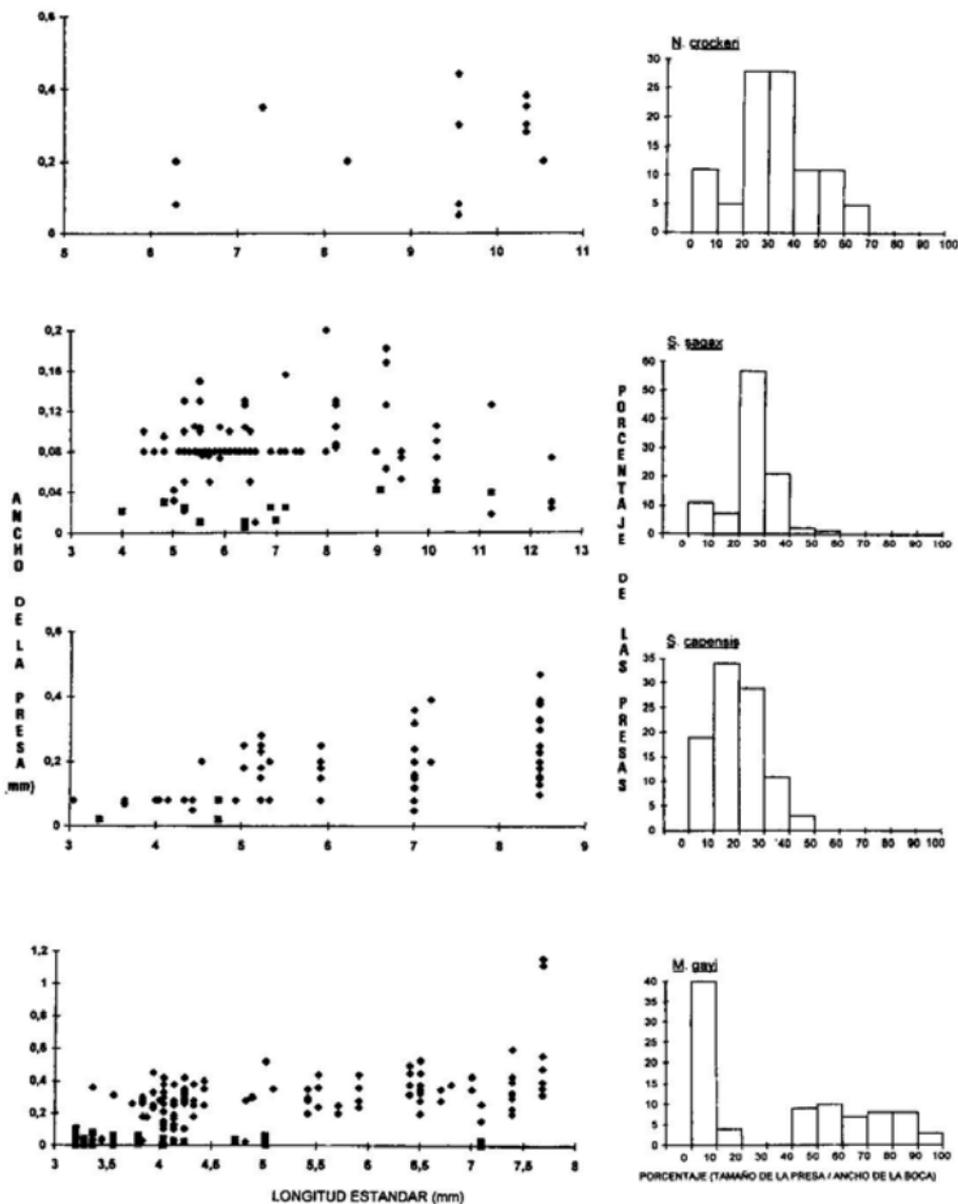


Figura 5 : Espectro trófico por tamaño de partículas ingeridas por las larvas de las ocho especies de peces analizadas.

(Continuación Fig. 5).



cerca de 23 veces más energía que una diatomea de 0,06 mm de diámetro. No obstante, el fitoplancton puede ser una fuente de alimento para aquellas larvas con demandas energéticas modestas, tales como la anchoveta del norte que corresponde a una larva de bajo peso inicial, baja actividad y que habita en aguas frías (Hunter 1981). Es posible que estas larvas consuman las partículas de menor tamaño (principalmente fitoplancton) porque son de fácil captura, ya sea por su baja movilidad o menor capacidad de evasión (Economou 1991).

Se observó que con el aumento de la talla se fue incrementando el tamaño de las presas, aunque las partículas pequeñas no desaparecieron totalmente de la dieta. Es decir, el tamaño mínimo del alimento no varía con el aumento de la longitud de la larva por lo menos hasta cierta talla (Arthur 1976; Herrera & Balbontín 1983; Mikheev 1984).

Complementariamente, a pesar que en algunas especies la relación entre ancho de la boca y ancho máximo de la presa es significativa, el tamaño de la boca no es un buen predictor del tamaño máximo de partículas ingeridas, ya que explica menos del 30 % de variación de esta variable. La excepción es *Sebastes capensis* en que explica un 66% de la variación observada. Sin embargo, la tasa con que se incrementa el tamaño de boca en relación a la talla larval, determina un comportamiento alimentario definido. Por ejemplo, en aquellas especies con una mayor tasa de incremento como *Sebastes capensis* y *Merluccius gayi*, se observó un mayor tamaño promedio de presa, una relación significativa entre el ancho de la boca y el ancho máximo de la presa y una dieta dominada por presas con mayor movilidad y capacidad de evasión como copepoditos y copépodos. Estas dos especies podrían considerarse como un grupo

aparte del resto de las especies, con características propias.

La característica señalada resalta en *Sebastes* sp del Atlántico, en que un rápido incremento en el tamaño de la boca favorecería una alimentación exitosa en un medio ambiente en que varían tanto el tipo como el tamaño de presa disponible en la oferta ambiental (Anderson 1994). Coincidente a lo descrito en el presente estudio, las larvas de las especies de *Sebastes* predan sobre organismos más pequeños en edad de primera alimentación (0,03 - 0,170 mm) en comparación con las larvas de *Merluccius* (0,04 - 0,35 mm), además de ser más eurifagas. La dieta en *Sebastes* presenta en menor proporción copépodos a diferencia de lo observado en *Merluccius* (Sumida & Moser 1984). El dominio de copépodos en la dieta de larvas de *Merluccius* se ha considerado como una adaptación para el éxito de estas especies en el estrato profundo y frío en que habitan (Sumida & Moser 1980).

Contrariamente a lo observado en las larvas de *Sebastes capensis* y *Merluccius gayi*, las larvas de *Hypsoblennius sordidus*, *Diogenichthys atlanticus*, *Hygophum brunui*, *Sardinops sagax* y *Engraulis ringens* conforman un segundo grupo de especies, que presentaron en común menores tasas de incremento del tamaño de la boca en relación a la longitud larval; por ende un menor tamaño promedio de presas, una relación no significativa entre ancho de la boca y ancho máximo de la presa (excepto en *Diogenichthys atlanticus* y *Sardinops sagax*) y una dieta dominada por ítemes poco móviles como huevos de copépodos. Los estadios larvales de Clupeiformes, tienden a mostrar rangos de tamaño relativamente pequeños y restringidos de presas, que están íntimamente correlacionados con el tamaño de la boca (Arthur

1976). Al comparar los datos de las presas consumidas por las larvas de *Sardinops sagax* con los resultados señalados en la literatura (Herrera & Balbontín 1983, Llanos *et al.* en prensa) y en *Sardinops melanostictus* Nakata (1988), hay coincidencia en que el ítem más importante de la dieta fueron los huevos de invertebrados.

El comportamiento descrito para las larvas en el presente estudio es consistente con lo que se encuentra en la literatura y podría tener relación con la afiliación taxonómica de las especies analizadas, de tal forma que determina características morfo-funcionales similares. El grupo formado por los estadios larvales de *Sardinops sagax*, *Engraulis ringens* (Clupeiformes), *Diogenichthys atlanticus* e *Hygophum bruuni* (Myctophiformes) e *Hypsoblennius sordidus* (Perciformes, Blennioidei) presentan una forma corporal elongada, una longitud preanal entre el 40 y 90% de la longitud estándar y un intestino recto sin enrollar (a excepción de *Hypsoblennius sordidus* que presenta un intestino levemente enrollado). En forma opuesta el grupo compuesto por *Sebastes capensis* y *Normanichthys crockeri* (Scorpaeniformes) y *Merluccius gayi* (Gadiformes), tienen larvas robustas, de cuerpo alto, con una longitud preanal entre 35-60% de la longitud estándar y un intestino enrollado (Matarese *et al.* 1989; Moser *et al.* 1984).

Se reconoce que la selección de las presas de los estadios larvales de peces, pa-

rece estar relacionada no sólo con el tamaño (ancho) sino que también con el comportamiento natatorio y coloración de éstas. Igualmente este comportamiento selectivo está influido por las capacidades de percepción, reconocimiento y captura de las larvas (Govoni *et al.* 1986). De esta manera, la selección de presas de mayor tamaño en relación a la talla, es un compromiso con un mayor gasto energético en la captura e ingestión de las mismas, (Lipskaya 1982; Mikheev 1984) debido a que las presas más grandes son más móviles y escapan fácilmente.

En otro ámbito, las diferencias morfológicas en las larvas de peces tienen también relevancia. Se ha demostrado que la morfología larval es un predictor válido de la vulnerabilidad de las larvas de peces a la mortalidad inducida por inanición (Hunter 1981; Miller *et al.* 1988). Así, las larvas que eclosionan con un tamaño corporal y tamaño de boca relativamente grande, son menos vulnerables a la inanición ya que podrían alimentarse directamente de un amplio rango de tamaños de presas. La larva de la merluza de cola *Macruronus novaezelandiae*, que presenta estas características morfológicas no requeriría parches densos de presas para alimentarse exitosamente (Young 1992). Luego, las características del medio, tales como variaciones en la oferta ambiental (Young & Davis 1992) y la anatomía larval, entre otras, determinarían el comportamiento alimentario exhibido por los distintos grupos de larvas.

AGRADECIMIENTOS

A Sergio Avaria por su colaboración en la identificación de las especies de fitoplancton y a dos revisores anónimos por sus sugerencias. Este trabajo fue financiado por el proyecto FONDECYT 89- 0311 y parcialmente por el proyecto FONDEF 2-41.

LITERATURA CITADA

- Anderson, J. 1994. Feeding ecology and condition of larval and pelagic juvenile redbfish *Sebastes* spp. Marine Ecology Progress Series 104: 211-226.
- Arthur, D.K. 1976. Food and feeding of three fishes occurring in the California Current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax* and *Trachurus symmetricus*. Fishery Bulletin 74(3): 517-530.
- Avaria, S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la Bahía Valparaíso. Revista de Biología Marina 12(1-2-3): 61-120.
- 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(1): 161-190.
- Bakun, A. 1985. Comparative studies and the recruitment problem: searching for generalizations. CalCOFI Reports 26: 30-40.
- Balbotín, F.; Garretón M. & J. Neuling. 1986. Composición del alimento y tamaño de las presas en larvas de peces del estrecho Bransfield (SIBEX-FASE II- Chile). Serie Científica INACH. 35: 125-144.
- Balbotín, F. & R. Pérez. 1979. Modalidad de postura, huevos y estados larvales de *Hypsoblennius sordidus* (Bennet) en la Bahía de Valparaíso (Blenidae : Perciformes). Revista de Biología Marina 16(3): 311-318.
- Balbotín, F. & R. Pérez. 1980. Descripción de los estados larvales de *Normanichthys crockeri* Clark (Perciformes : Normanichthyidae) del área de Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina 17(1): 81-95.
- Balbotín, F. & M.C. Orellana. 1983. Descripción de las larvas del pez linterna *Hygophum bruuni* del área de Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina 19(2): 205-216.
- Berner, L.JR. 1959. El alimento de las larvas de anchoa norteña *Engraulis mordax*. Boletín Comisión Interamericana del Atún Tropical 4(1): 3-21.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto de Investigación y Desarrollo Pesquero, Argentina 936 p.
- Ciechomski, J.D. de & G. Weiss. 1974. Estudios sobre la alimentación de larvas de la merluza, *Merluccius merluccius hubbsi* y de la anchoita, *Engraulis anchoita* en el mar. Physis 33(86): 199-208.
- Economou, A.N. 1991. Food and feeding ecology of five gadoid larvae in the northern North Sea. Journal Conseil International pour l'Exploration de la Mer 47: 339-351.
- Fischer, W. 1959. Huevos, crías y prelarvas de la merluza (*Merluccius gayi*) Guichenot. Revista de Biología Marina 9(1-2-3): 229-249.
- Govoni, J.J.; Hoss, D.E. & A.J. Chester. 1983. Comparative feeding of three species of larval fishes in the northern Gulf of Mexico: *Brevoortia patronus*, *Leiostomus xanthurus*, and *Micropogonias undulatus*. Marine Ecology Progress Series 13: 189-199.
- Govoni, J.J.; Ortner, P.B.; Al-Yamani, F. & L. Hill. 1986. Selective feeding of spot *Leiostomus xanthurus* and Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*, larvae in the northern Gulf of Mexico. Marine Ecology Progress Series 28: 175-183.
- Herrera, G. & F. Balbotín. 1983. Tasa de evacuación intestinal e incidencia de alimentación en larvas de *Sardinops sagax musca* (Pisces, Clupeiformes). Revista de Biología Marina 19(2): 113-132.

- Hobson, E.S. & J.R. Chess. 1988. Trophic relations of the blue rockfish, *Sebastes mystinus*, in a coastal upwelling system off northern California. *Fishery Bulletin* 86(4): 715-743.
- Holden, M.J. & D.F.S. Raitt. 1974. Manual of fisheries science. Part 2. Methods of resource investigation and their application. FAO Fisheries Technical Paper (115) Rev. 1, 214 p.
- Hunter, J.R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. En: R. Lasker (Ed), *Marine fish larvae : morphology, ecology and relation to fisheries*, 34-77. Washington Sea Grant Program, Seattle.
- Koeller, P.A.; Coates-Markle, L. & J.D. Neilson. 1989. Feeding ecology of juvenile (age-0) silver hake (*Merluccius bilinearis*) on the Scotian Shelf. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 1762-1768.
- Lipskaya, N.Y. 1982. The feeding of larvae of the chub mackerel, *Scomber japonicus* (Scombridae), from the southeastern Pacific. *Journal of Ichthyology* 22(4): 97-104.
- Llanos, A.; Herrera, G. & P. Bernal. Análisis del tamaño de presas en la dieta de las larvas de cuatro clupeiformes, en un área costera de Chile Central. *Scientia Marina* (en prensa).
- Matarese, A.C.; Kendall Jr., A.W.; Blood, P.M. & B.M., Vinter. 1989. Laboratory guide to the early life history stages of northeast Pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80: 652p.
- Mikheev, V.N. 1984. Prey size and food selectivity in young fishes. *Journal of Ichthyology* 24(2): 66-76.
- Miller, T.; Crowder, L.; Rice J. & E. Marschall. 1988. Larval size and recruitment mechanisms in fishes: Toward a conceptual framework. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1657-1670.
- 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(1): 133-150.
- Moser, H.G. & E.H. Ahlstrom. 1974. Role of larval stages in systematic investigations of marine teleosts: the Myctophidae, a case study. *Fishery Bulletin* 72(2): 391-413.
- Moser, H.G.; Richards, W.J.; Cohen, D.M.; Fahay, M.P.; Kendall Jr., A.W. & S.L. Richardson (eds). 1984. Ontogeny and systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publications 1, 760p.
- Muck, P.; Rojas de Mendiola B. & E. Antonietti. 1989. Comparative studies on feeding in larval anchoveta (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*). In: Pauly, Muck, Mendo & Tsukayama (eds), *The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions*. 18: 86-96.
- Nakata, K. 1988. Alimentary tract contents and feeding conditions of ocean-caught post larval Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*. *Bulletin of Tokai Regional Fishery Research Laboratory*. 126: 11-24.
- Orellana, M. & F. Balbontín. 1983. Estudio comparativo de los estados de Clupeiformes de la costa de Chile. *Revista de Biología Marina* 19(1): 1-46.
- Sabatés, A. & M.P. Olivar. 1990. Early development and spawning of *Sebastes capensis* in the southeast Atlantic. *Marine Biology* 107: 389-395.
- Scura, E.D. & C.W. Jerde. 1977. Various species of phytoplankton as food for larval northern anchovy, *Engraulis mordax*, and relative nutritional value of the dinoflagellates *Gymnodinium splendens* and *Gonyaulax polyedra*. *Fishery Bulletin* 75(3): 577-583.

- Schael, D.; Rudstam, L. & J. Post. 1991. Gape limitation and prey selection in larval yellow perch (*Perca flavescens*), freshwater drum (*Aplodinotus grunniens*), and black crapie (*Pomoxis nigromaculatus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48: 1919-1925.
- Silva, N. & H. Sievers. 1991. Condiciones oceanográficas en un área de desove de la merluza entre Los Vilos y Valparaíso, Chile. Revista de Biología Marina 26(1): 109-140.
- Smith, P.E. & S. Richardson. 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO Fisheries Technical Paper N° 175: 100 p.
- Sumida, B.Y. & H.G. Moser. 1980. Food and feeding of Pacific hake larvae, *Merluccius productus*, off southern California. CalCOFI Reports 21: 161-166.
- Sumida, B.Y. & H.G. Moser. 1984. Food and feeding of bocaccio (*Sebastes paucispinis*) and comparison with pacific hake (*Merluccius productus*) larvae in the California Current. CalCOFI Reports 25: 112-118.
- Van der Meeren, T. 1991. Algae as first food for cod larvae, *Gadus morhua* L.: filter feeding or ingestion by accident?. Journal of Fish Biology 39(2): 225-237.
- Ware, D.; De Mendiola, B.R. & D. Newhouse. 1981. Behavior of first feeding Peruvian anchoveta larvae, *Engraulis ringens* J. Rapport et Procès-Verbaux des Réunions Conseil International pour l'Exploration de la Mer 178: 467-474.
- Young J. & T. Davis. 1992. Feeding ecology and interannual variations in diet of larval jack mackerel, *Trachurus declivis* (Pisces: Carangidae) from coastal waters of eastern Tasmania. Marine Biology 113: 11-20.
- Young, J. 1992. Feeding ecology of marine fish larvae: An Australian perspective. In: Hancock (ed), Larval biology. Australian Society for Fish Biology Workshop, Bureau of Rural Resources Proceedings 15: 30 - 36, Hobart, Australia.
- Zar, J. H. 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.