

TASA DE EVACUACION INTESTINAL E INCIDENCIA DE ALIMENTACION EN LARVAS DE **SARDINOPS SAGAX MUSICA** (PISCES, CLUPEIFORMES).

Guillermo Herrera\* y Fernando Balbontín\*\*

ABSTRACT. Rate of gut evacuation and feeding incidence in larvae of *Sardinops sagax musica* (Pisces, Clupeiformes).

The rate of gut evacuation in larvae of different size reared under laboratory conditions was measured using rotifers, *Brachionus plicatilis*, as food. 60% of larvae of 5.4 to 6.6 mm standard length (SL) evacuated the gut 8 to 13 hours after food ingestion. As the larval length increased, there was a reduction in the evacuation time and the individual data were more homogeneous. Accordingly, 76% of larvae of 10.1 to 13.9 SL evacuated the gut in 2 to 4 hours.

In 471 planktonic larvae collected during a small scale sampling in the bay of Quintero, Chile, feeding incidence reached a value of 84% in the afternoon and only 14% before sunrise, showing at the same time variations in the incidence according to the length of the larvae. The gut of the larvae mainly contained invertebrate eggs, tectated dinoflagellates, and nauplii. In addition, there were observed juveniles of copepods and mollusc larvae. The dimension of most of the ingested food corresponded to a size between 20 and 60% of the mouth width of the larvae. The correlation between mouth width and larval length was a straight regression line for larvae from 5.0 to 20.4 mm SL.

The rate of gut evacuation was consequent with the data on feeding incidence. The elevated percentage of feeding incidence may reflect environmental conditions of high food availability for the larvae in the sampling area.

Key words: Fish larvae, *Sardinops sagax musica*, stomach content, rearing, feeding behaviour. P.S.W. Chile, Valparaíso.

\* BIOTECMAR, Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano. Casilla 127 Talcahuano.

\*\* Instituto de Oceanología, Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar.

## INTRODUCCION

Se ha planteado que el éxito del reclutamiento en peces estaría condicionado por la disponibilidad de alimento para las larvas en el mar una vez reabsorbido el vitelo (Hjort 1914). La postulación de conceptos como "período crítico" reafirman esta idea (May 1974) y proyectan su efecto al éxito de ciertas clases anuales en el ámbito de las pesquerías. Por ello, son importantes los estudios sobre aspectos que digan relación con la condición alimentaria porque permiten una mejor comprensión de los problemas referentes a nutrición y hábitos tróficos de los peces en las primeras etapas de su historia de vida.

Al iniciarse la alimentación externa de las larvas, éstas deben hallarse en un medio adecuado en cuanto a concentración de presas de tamaño óptimo, para que sea garantizada una alta sobrevivencia. Estas concentraciones son fáciles de lograr en condiciones de laboratorio. Sin embargo, en el océano normalmente ellas alcanzan niveles que resultan ser críticos de acuerdo con la evidencia experimental (Beers y Stewart 1967; Beers 1971; Arthur 1976; Houde 1978; Lasker 1975, 1978).

En larvas y juveniles de Clupeiformes se han realizado numerosos estudios con respecto a su alimentación en el mar en diversas partes del mundo. En Sudamérica destacan los trabajos en anchoveta peruana (Rojas de Mendiola 1974) y en anchoita argentina (Ciechomski 1967; Ciechomski y Weiss 1974).

La tasa de digestión larvaria puede ser medida experimentalmente calculando la tasa de desaparición de los contenidos gástricos (Blaxter 1965) y para cada especie va a depender de la talla, de la temperatura y de la calidad y cantidad del alimento ingerido (Blaxter 1962; June y Carlson 1971). En el mar puede ser estimada aproximadamente sobre la base de variaciones en las incidencias alimentarias luego del anochecer (Blaxter 1965).

En Chile la sardina española ocupa un amplio rango geográfico desde Arica a Isla Mocha (Fowler 1945) y actualmente por su creciente abundancia ha llegado a ser uno de los recursos pesqueros más importantes para el país. Sin embargo, a pesar de su importancia se han realizado muy pocos trabajos sobre aspectos biológicos relacionados con la alimentación larvaria. Sólo se conocen los de Garretón y Balbontín (1982) y Uriarte (1982).

El objetivo de este trabajo es efectuar un estudio, a pequeña escala, de aspectos de la alimentación en larvas de *Sardinops sagax musica* que incluyen una etapa experimental en el laboratorio para la estimación de las tasas de evacuación intestinal y otra de análisis de una serie de muestras planctónicas para determinar la incidencia alimentaria y su variación a través de la noche y del día, como también la composición por tamaño de las presas y su relación con el tamaño larvario.

## MATERIALES Y METODOS

### Determinación experimental de las tasas de evacuación intestinal

Las larvas para las experiencias de tasas de evacuación provinieron del cultivo de huevos obtenidos en muestras planctónicas superficiales frente al Instituto de Oceanología de Montemar, Valparaíso (32°57'S; 71°33'W). Se utilizó una red cónica de 66 cm de diámetro de boca y de 500  $\mu$ m de abertura de malla, con un largo total de 257 cm. Los arrastres se hicieron durante 15 minutos pescando entre la superficie y 5 m de profundidad, aproximadamente. Una vez obtenidas las muestras, se mantuvieron en baldes plásticos, en los que fueron llevadas al laboratorio donde se procedió a la separación de los huevos.

Los huevos se distribuyeron en cubetas con agua de mar filtrada con millipore de 0,45  $\mu$ m. Las cubetas se colocaron en un sistema de cultivo a 16°C con fotoperíodo controlado de 18 horas de luz y 6 de oscuridad, siendo la fuente de luz un tubo fluorescente de 20 W, ubicado a unos 50 cm sobre las cubetas. Una vez eclosionados los huevos, las crías fueron transferidas a otras cubetas donde se mantuvieron en espera de la reabsorción del vitelo. Antes que se completase dicha reabsorción se agregó alimento consistente en rotíferos, *Brachionus plicatilis* (Müller), que fueron cultivados según el método de Theilacker y McMaster (1971), y microalgas (*Tetraselmis suecica*, *Dunaliella* sp., *Isocrysis* sp. y *Monocrysis* sp.) que son a su vez alimento de los rotíferos. El método para alimentar las larvas corresponde al desarrollado con éxito por Uriarte (1982). De esta manera, al ocurrir el inicio de la alimentación externa, las larvas se encontraban en un medio con una concentración de 30 rotíferos por ml y 50.000

microalgas por ml. Periódicamente se fue agregando alimento para mantener la concentración deseada de éste. Los frascos fueron envueltos en polietileno negro para permitir un mejor contraste de las presas por parte de las larvas (Blaxter 1969). Visualmente se determinó si éstas comían o no, ya que presentaban un comportamiento alimentario muy particular durante este proceso. Mantenido de esta manera, se cultivaron varios sets de larvas, las que se fueron utilizando para realizar experiencias de tasas de evacuación intestinal en diferentes tallas, desde 5,4 hasta 13,9 mm longitud estándar (L.E.).

Del set de cultivo se tomó un número suficiente de larvas, más de 100 en tallas pequeñas y no más de 50 en las más grandes, a las que se les suspendió la alimentación por traspaso a agua de mar filtrada, por un período aproximado de 15 horas como para permitir la total evacuación del tracto digestivo. Luego las larvas se colocaron en un medio con alta densidad de rotíferos por  $\frac{1}{2}$  a 4 horas para permitir la ingestión de alimento hasta completar la capacidad intestinal. A continuación fueron llevadas a cubetas con agua de mar filtrada y se fueron revisando cada hora. Esta revisión fue hecha a simple vista ya que la presencia o ausencia de rotíferos en el tubo digestivo de estas larvas es fácil de apreciar por la transparencia del intestino. Sin embargo, cuando la evacuación empezó y la determinación visual se hizo difícil se usó un estereomicroscopio para confirmar la presencia o ausencia de partículas en el intestino. Una vez ocurrida la evacuación del intestino, los individuos fueron medidos bajo anestesia con metasulfonato de sodio (MS 222). Todas estas experiencias fueron llevadas a cabo en las mismas condiciones de cultivo utilizadas con los huevos.

### Análisis de la condición alimentaria en larvas planctónicas

Se llevó a cabo un plan de muestreo nocturno-diurno en una estación ubicada en el interior de la bahía de Quintero (31°32'S 71°46'W) para coleccionar larvas de sardina española. Este fue realizado desde las 22:28 hrs del 21 de octubre hasta las 15:07 del 22, utilizando tres instrumentos de captura: una red CalCOFI, una red de aro cilíndrico-cónica simple y una pequeña red de 55 cm de diámetro construida según un diseño semejante a la red Isaacs-Kidd para pescas en aguas intermedias. Se efectuaron arrastres oblicuos y horizontales, obteniéndose un

total de 14 muestras. Las pescas oblicuas se realizaron siguiendo las recomendaciones de Kramer *et. al.* (1972), pescando en toda la columna de agua. El procedimiento utilizado en las pescas superficiales fue descrito previamente. En la estación de muestreo la profundidad era de 25 m. La muestra fue fijada inmediatamente en formalina al 5%, neutralizada con bórax. El período de tiempo desde que la red estaba en cubierta hasta la fijación de la muestra fue de aproximadamente 4 min. En la tabla 1 se indican la hora de colecta, instrumento usado y sus características técnicas, como también el tipo de arrastre.

Tabla 1. Resumen de datos de los muestreos planctónicos de larvas de *Sardinops sagax musica* en la bahía de Quintero (21-22 octubre, 1981).

Nº muestra	Tipo de red (*)	Tipo de arrastre	Hora de arrastre		Día
			Inicio	Término	
1	a	Oblicuo	22:28	22:33	21
2	a	Oblicuo	22:50	23:00	21
3	b	Horizontal	23:10	23:20	21
4	a	Oblicuo	01:29	01:35	22
5	b	Horizontal	01:50	02:00	22
6	b	Horizontal	05:28	05:38	22
7	a	Oblicuo	05:49	05:59	22
8	b	Horizontal	07:25	07:35	22
9	c	Oblicuo	07:42	07:47	22
10	c	Oblicuo	10:31	10:36	22
11	b	Horizontal	10:43	10:52	22
12	c	Oblicuo	14:29	14:34	22
13	c	Superficial	14:38	14:48	22
14	b	Horizontal	14:53	15:07	22

a) CalCOFI: 100 cm  $\phi$  boca, 500  $\mu$ m abertura de malla.

b) Para aguas intermedias: 55 cm  $\phi$  boca, 1000  $\mu$ m abertura de malla.

c) Cónica simple: 66 cm  $\phi$  boca, 500  $\mu$ m abertura de malla.

De las muestras de plancton se separaron en el laboratorio todas las larvas de sardina española, las que se reconocieron de acuerdo a la descripción efectuada por Balbontín y Garretón (1977), descartándose aquellas en estados vitelínicos y considerando sólo los individuos con boca funcional y el sistema digestivo formado. Luego se procedió a separar aquellas con partículas en el intestino de las que no las tenían. La presencia de una o más partículas puede ser fácilmente detectada por una expansión localizada de las paredes del intestino posterior, o a veces por la pigmentación de algunas presas que traslucen su coloración a través de los tejidos del sistema digestivo de la larva. Luego se contó tanto las con intestino vacío como las con intestino lleno o con al menos una partícula. Por otro lado, se registró la longitud estándar de cada larva con una precisión de 60  $\mu\text{m}$ .

La identificación por taxa del contenido intestinal se efectuó hasta donde las condiciones lo permitieron, ya que por el estado de digestión, algunos organismos como copépodos y otros crustáceos no pudieron ser identificados específicamente.

Al mismo tiempo, se midió el ancho de la boca de cada larva, incluso en aquellas sin alimento, y el ancho máximo de cada presa con una precisión de 11  $\mu\text{m}$ .

## RESULTADOS

### Tasas experimentales de evacuación intestinal

Los datos de los experimentos sobre tasas de evacuación intestinal se reunieron en cuatro grupos de talla larvaria con sus frecuencias de tiempo respectivas (tabla 2 y fig. 1). En las larvas comprendidas en el rango entre 5,4 y 6,6 mm L.E., la distribución de frecuencias de los tiempos de evacuación indican que éstos son muy irregulares, ya que van desde las 3 horas hasta las 15 horas. Sin embargo, la mayor parte de las larvas (60%) vacía su intestino entre 8 y 13 horas después de la ingestión de alimento.

En el intervalo siguiente (6,7 - 7,4 mm L.E.), se da una situación similar respecto de la gran variabilidad del tiempo de evacuación, pero ahora la mayoría de ellas (77%) se agrupan entre las 5 y 10 horas, observándose una notoria disminución en estos tiempos.

Tabla 2. Frecuencia de los tiempos de evacuación intestinal en cuatro grupos arbitrarios de tallas larvarias de *Sardinops sagax musica*. N = Número de larvas.

Tiempo en horas	Intervalos de talla (mm L.E.)							
	5,4 - 6,6		6,7 - 7,4		8,2 - 9,9		10,1 - 13,9	
	N	%	N	%	N	%	N	%
1	0		0		3	6,5	1	2,6
2	0		0		13	28,3	11	28,2
3	3	5,2	4	5,5	8	17,4	10	25,6
4	4	6,9	7	9,6	10	21,7	8	20,5
5	5	8,6	13	17,8	5	10,9	2	5,1
6	4	6,9	9	12,3	2	4,4	2	5,1
7	4	6,9	7	9,6	1	2,2	2	5,1
8	7	12,1	9	12,3	2	4,4	2	5,1
9	0		12	16,4	1	2,2	1	2,6
10	5	8,6	6	8,2	1	2,2	0	
11	3	5,2	3	4,1	0		0	
12	8	13,8	1	1,4	0		0	
13	12	20,7	2	2,7	0		0	
14	2	3,4	0		0		0	
15	1	1,7	0		0		0	

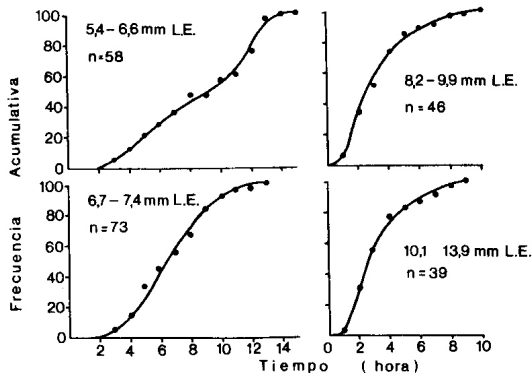


Fig. 1. Frecuencias acumulativas de los períodos de evacuación en diferentes grupos de talla larvaria de *Sardinops sagax musica* (n = número de larvas).

En el grupo siguiente (8,2 - 9,9 mm L.E.) se observa un comportamiento mucho más homogéneo y una sensible disminución de los períodos de evacuación, ya que el 76% de los datos se agrupa entre las 2 y 5 horas en las larvas de 8,2 a 9,9 mm L.E., y entre 2 y 4 horas en las larvas de 10,1 a 13,9 mm.

### Incidencia de alimentación

Las larvas planctónicas tomadas en muestras recolectadas en horas próximas entre sí fueron agrupadas partiendo del supuesto de que representan lo que ocurre en la hora media del intervalo de tiempo de muestreo respectivo. En ellas se determinó la incidencia de alimentación, es decir, el porcentaje de larvas que contiene al menos un ítem alimentario en el intestino (Arthur 1976). Se analizaron muestras obtenidas en 6 horarios diferentes, correspondiendo 3 a la noche y 3 al día. La figura 2 ilustra la característica diurna de la alimentación de las larvas de *Sardinops sagax musica*. Se distinguen cambios en la incidencia alimentaria en el transcurso de la noche, en que se aprecia una disminución gradual de sus valores llegándose a un mínimo de 14,1% justo antes del amanecer. Luego que ha salido el sol se observa un aumento progresivo, llegándose a un 83,9% a las 14:45 horas.

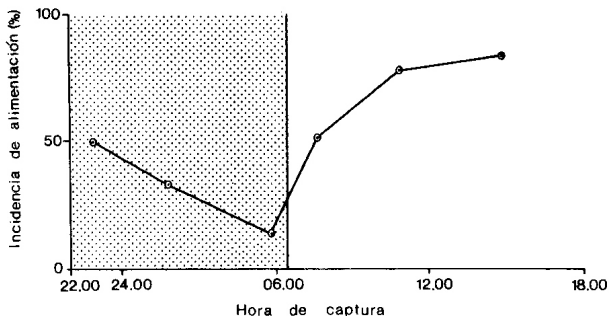


Fig. 2. Incidencia de alimentación en larvas de *Sardinops sagax musica* durante un muestreo diurno-nocturno (n = 471).



Las diferencias en la incidencia de alimentación entre individuos de distintos tamaños se muestran en la tabla 3. Las larvas fueron separadas en cuatro grupos arbitrarios de tallas, calculándose la incidencia de alimentación en cada uno de los intervalos de tiempo muestreados. Tanto el primer grupo (desde el fin del saco vitelino a 5,9 mm L.E.) como en el segundo (6,0 a 7,0 mm L.E.) se observa una tendencia similar de disminución nocturna de los porcentajes de larvas con alimento hasta llegar aproximadamente a un 25% antes del amanecer, a partir del cual se aprecia un aumento diurno gradual. A su vez, en el tercer grupo (de 7,0 a 8,0 mm L.E.) y en el cuarto (de 8,1 a 20,4 mm L.E.) se observa una tendencia similar, pero mucho más pronunciada. En efecto, las incidencias fueron menores durante la noche, disminuyendo y llegando prácticamente a 0% antes del amanecer, luego de lo cual alcanzan en el transcurso del día a 100%. Aunque el reducido número de larvas en algunos grupos de talla no permiten obtener conclusiones definitivas, las tendencias concuerdan con lo observado en las experiencias de laboratorio, en que los mayores tiempos de evacuación de las larvas de tallas menores permiten a éstas mantener valores de incidencia de alimentación relativamente más altos durante un período sin alimento.

### Tipo de alimento

Los resultados del análisis del contenido intestinal de las larvas de *Sardinops sagax musica* se entregan en la tabla 4 en cuatro grupos arbitrarios de tallas, desde la reabsorción del vitelo hasta los 10,0 mm L.E., para señalar los cambios que ocurren en la alimentación con el aumento en la longitud de las larvas. En el grupo de tallas menores se observa una amplia dominancia de tres presas de pequeño tamaño que corresponden a 93% del total para el grupo. Estos son huevos de invertebrados, nauplii y dinoflagelados del género *Diplopsalis*. Desde los 6,0 mm L.E. se observa un aumento de otras presas tales como dinoflagelados del género *Peridinium* y *Ceratium*, de larvas de moluscos y de estados juveniles de copépodos. Luego de los 8,0 mm L.E., estos últimos serían los más importantes dado su mayor volumen; con respecto a los otros elementos componentes de la dieta, se aprecia la dependencia de un número reducido de items.

Tabla 3. Incidencia de alimentación (IA) en diferentes grupos arbitrarios de tallas larvarias de Sardinops sagax musica capturadas en la bahía de Quintero.

GRUPOS DE TALLA LARVARIA (L.E.)

Hora media de muestreo	tipo de pesca	Fin saco vitelino a 5,9 mm		6,0 a 7,0 mm		7,1 a 8,0 mm		8,1 a 20,4 mm					
		Con alim.	Sin alim.	IA	Con alim.	Sin alim.	IA	Con alim.	Sin alim.	IA			
22:54	N	12	6	66,7	27	14	65,9	27	28	49,1	4	19	17,4
01:45	N	8	18	30,8	21	18	53,9	9	17	34,6	1	8	11,1
05:44	N	8	23	25,8	5	14	26,3	1	25	3,9	0	19	0
07:36	D	4	10	28,6	6	1	85,7	4	1	80,0	2	2	50,0
10:42	D	13	4	76,5	11	1	91,7	7	2	77,8	4	0	100,0
14:48	D	25	4	86,2	13	3	81,3	5	0	100,0	4	2	66,7

alim. = alimento

N = pesca nocturna

D = pesca diurna

Tabla 4. Alimento de las larvas de *Sardinops sagax* musica capturadas en la bahía de Quintero.

Items alimentarios	GRUPOS DE TALLA											
	Fin saco a 5,9 mm		6,0 a 7,0 mm		7,1 a 8,0 mm		8,1 a 10,0 mm		Total de cada item		L.F.	%
	Nº	L.F. %	Nº	L.F. %	Nº	L.F. %	Nº	L.F. %	Nº	L.F. %		
Huevos de invertebrados	173	65,8	147	46,4	66	35,3	9	32,1	395			
Estados naupliares	37	14,1	69	21,8	58	31,0	9	32,1	173			
Dinoflagelados												
<i>Diplopsalis</i>	34	12,9	73	23,0	30	16,0			137			
<i>Ceratium</i>			4	1,3	5	2,7	2	7,1	11			
<i>Peridinium</i>			3	1,0	1	0,5			4			
Copepoda												
Juveniles	2	0,8	3	1,0	7	3,7	2	7,1	14			
Adultos							1	3,6	1			
Mollusca												
Velíferas de Bivalvia			2	0,6	3	1,6			5			
Velíferas de Gastrópoda	1	0,4							1			
Foraminifera	1	0,4							1			
Crustacea, restos no determinados	15	5,7	2	0,6	3	1,6	1	3,6	6			
Material no identificable			14	4,4	14	7,5	4	14,3	47			
NUMERO TOTAL DE PARTICULAS	263		317		187		28		795			

## Dimensiones de los organismos ingeridos

En la figura 3 se entrega la relación entre ancho de la boca y longitud estándar de las larvas de sardina española en el intervalo de 5,0 a 20,4 mm L.E., para un total de 454 pares de datos. La boca crece proporcionalmente con la talla según la ecuación:  $y = 45,48x + 0,25$ , en que  $y$  es el ancho de la boca en  $\mu\text{m}$  y  $x$  es la longitud estándar en mm, siendo el índice de correlación  $r = 0,98$ .

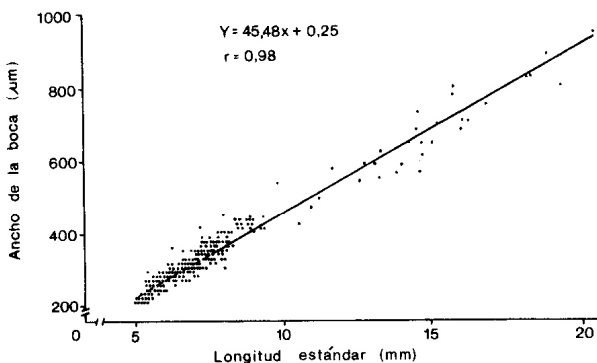


Fig. 3. Relación entre el ancho de la boca y la longitud estándar de las larvas de *Sardinops sagax musica* ( $n = 454$ ).

Por otro lado, en la figura 4 se indica el ancho de las presas, como también su tipo, capturados por los diferentes tamaños larvarios. Al igual que en la sardina de California *Sardinops sagax caerulea* (Girard) (Arthur 1976), se obtiene una gran variabilidad de datos por lo que no fue calculada una correlación entre todos los tamaños de partículas y las tallas respectivas, sino que seleccionando las presas menores y mayores en intervalos de 1 mm de longitud estándar de las larvas se determinaron los ajustes de mínimos cuadrados correspondientes, estableciéndose el umbral en que ocurre la selección

de partículas alimentarias. Con ésto se obtiene  $y = 10,54 x - 12,34$  para las presas menores, siendo  $r = 0,82$  e  $y = 33,57 x - 35,06$  para las presas mayores, siendo  $r = 0,76$ . En este caso  $y$  es el ancho de la presa en  $\mu\text{m}$ , y  $x$  es la longitud estándar de la larva en mm. Además, en esta figura se indica tanto el tamaño como el tipo de alimento que es ingerido en etapas sucesivas del desarrollo larvario. Se aprecia claramente que los huevos de los invertebrados constituyen un elemento importante en las primeras etapas y que poco a poco van siendo reemplazados por presas de mayor tamaño como lo son estados naupliares, principalmente de copépodos. No se hallaron presas en larvas de tallas superiores a 10,0 mm. L.E.

Por otra parte, se agruparon las presas en intervalos correspondientes a 20% del ancho de la boca de acuerdo a lo obtenido del cálculo de la regresión ancho boca versus longitud de las larvas (tabla 5). Esto indica que la mayor parte de las presas capturadas son seleccionadas entre el 20 y 60% del ancho de la boca de la larva, siendo los tamaños de mayor frecuencia aquellos comprendidos entre el 20 y el 40%.

## DISCUSION

En relación con el tiempo de evacuación del alimento, se ha señalado que la alimentación continua a una tasa alta puede aumentar la velocidad de paso del alimento por el tubo digestivo de las larvas de peces (Werner y Blaxter 1980). En el presente trabajo, la tasa de evacuación intestinal se midió por el método de la alimentación discontinua de las larvas. El empleo de la alimentación experimental continua en vez de la discontinua llevaría probablemente a la obtención de valores diferentes en los tiempos de evacuación, pero es necesario hacer notar que, de acuerdo con las observaciones sobre incidencia alimentaria en las larvas planctónicas de sardina española, la suspensión de la actividad alimentaria, por lo menos durante algunas horas, es la situación habitual en la naturaleza.

Los datos individuales de los tiempos de evacuación obtenidos en el laboratorio muestran una gran dispersión, especialmente en las tallas menores. Sin embargo, hay una clara tendencia a la disminución de los tiempos de evacuación como también en la dispersión de los datos con el incremento de la talla larvaria. Los valores obtenidos concuerdan en gran medida

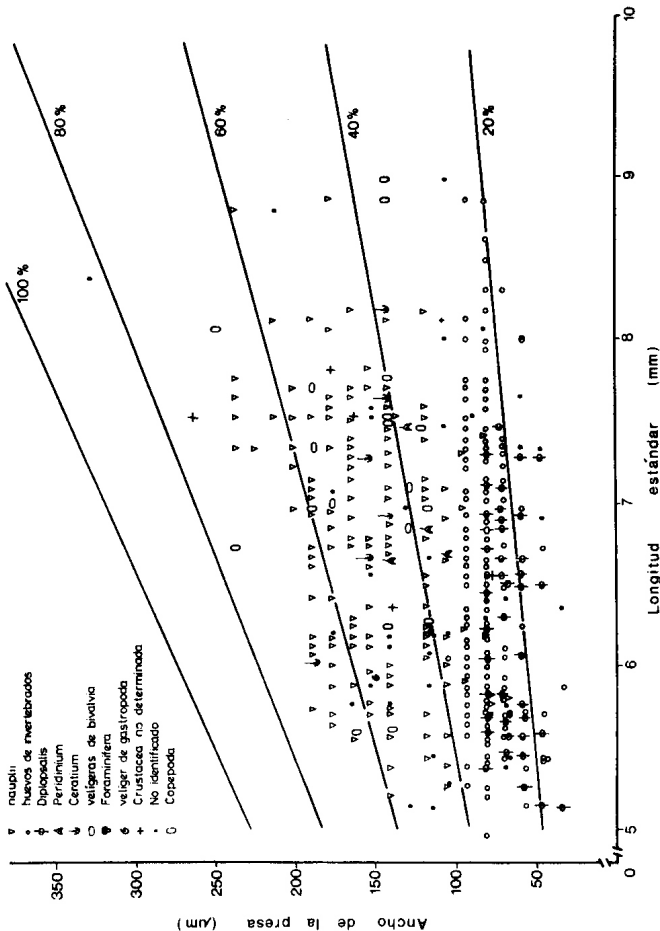


Fig. 4. Tamaño y tipo de presas capturadas por las larvas de *Sardinops sagax* de diferentes longitudes estándares. Las líneas indican porcentajes del ancho de la boca de las larvas.

Tabla 5. Frecuencia de tamaño de presas en relación al tamaño de la boca de las larvas de *Sardinops sagax musica*, expresada en porcentaje.

Items	%				
	← 20	21-40	41-60	61-80	→ 81
Huevos de invertebrados	8	387			
Nauplii		30	112	31	
Diplopsalis	19	118			
Peridinium		3	1		
Ceratium		2	8	1	
Copepoda juvenil		5	6	3	
Copepoda adulto					1
Velígeras de Bivalvia			5		
Velígeras de Gastropoda			1		
Foraminifera	1				
Crustacea no identificados		1	4	1	1
No identificable	5	17	23	2	
TOTALES	33	563	159	38	2

con las determinaciones de terreno efectuadas en larvas de *Sardinops sagax* de la costa de California (Arthur 1956, citado por Theilacker y Dorsey 1980).

En las larvas planctónicas se pudo determinar un patrón diurno de alimentación, en que fue más notorio en las de talla mayor. Esto concuerda con las experiencias de laboratorio sobre tasas de evacuación intestinal. En efecto, como la tasa de evacuación es más alta en las larvas grandes, alcanzan a digerir el alimento durante la noche, de modo que la incidencia alimentaria al amanecer es prácticamente 0%. Así también las larvas de menor tamaño tardarían más tiempo en hacerlo, quizás tan o más largo que el período nocturno, como fue detectado experimentalmente; por ello es posible hallar valores de incidencia alimentaria de 20% al término de la noche en los grupos de individuos más pequeños.

Llama la atención el 84% de incidencia alimentaria alcanzado después del mediodía en las larvas de sardina española en la bahía de Quintero, más aún si se toma en cuenta la pérdida considerable de contenido intestinal que se puede producir en

las larvas durante el arrastre de la red de plancton (Hay 1981), la defecación por acción de manipulación y fijación (June y Carlson 1971), por la selección de individuos más enfermos por la red debido a una reacción de escape de los más robustos (Arthur 1976) o por una alta tasa de digestión (Lebour 1921). Esta situación se puede atribuir a una alta concentración de alimento en el medio, reafirmado por el hecho de que el muestreo fue realizado en una zona costera en una época de alta productividad biológica. En un muestreo realizado simultáneamente al del presente trabajo, Uriarte (1982) determinó por medio de técnicas histológicas y morfometría que el 23% de las larvas de sardina española capturadas mostraban signos de inanición. Este porcentaje es consecuente con los valores observados de incidencia alimentaria.

Algunas larvas de tallas superiores a 10 mm L.E. que fueron capturadas en el día no presentaban contenido intestinal. Por otra parte, se ha determinado en larvas de varias especies de peces que el éxito de la captura del alimento aumenta con la edad (Hunter 1981). La causa que explicaría por lo menos en parte esta situación sería la alta tasa de digestión en larvas de más edad (Arthur 1976).

Con respecto al tamaño de las presas ingeridas, los resultados indican que la mayor frecuencia de ingestión corresponde a presas equivalentes al intervalo entre 20 y 60% del ancho bucal. Los límites de tamaño entre los que se efectúa la alimentación (fig. 5), resultan ser un poco más amplio que los observados en las larvas de *Sardinops sagax caerulea* de California, acercándose más al de la anchoveta del mismo lugar, *Engraulis mordax* Girard (Arthur 1976). Sin embargo, al no entregar este autor información con respecto al tamaño de la boca de las larvas, no se puede efectuar una comparación más detallada. A medida que la larva crece, crece también el ancho de la boca y aumenta el espectro de tamaño de los organismos planctónicos que pueden ser ingeridos. Arthur señala que las larvas jóvenes de sardina, anchoveta y jurel de la costa de California son más eurípagas que las larvas mayores, a pesar del menor tamaño de la boca. Sin embargo, Berner (1959) encontró que las larvas pequeñas de anchoveta de la misma localidad eran menos eurípagas que las de mayor tamaño. Para el caso de las larvas de sardina española de Quintero, con el material estudiado no se observan diferencias notorias en este aspecto entre las larvas de diferentes longitudes.



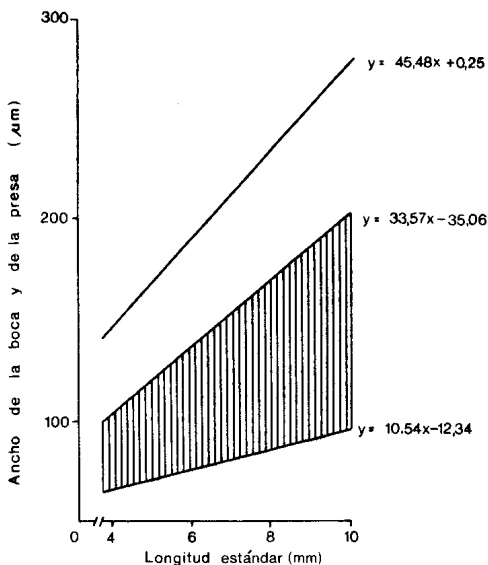


Fig. 5. Rango de tamaño del alimento en relación a la longitud estándar de las larvas de *Sardinops sagax musica* de hasta 10 mm L.E. La línea superior representa el ancho de la boca.

#### RESUMEN

Se efectuó un estudio de algunos aspectos de la alimentación larvaria en *Sardinops sagax musica* Girard. Se midió la tasa de evacuación intestinal en larvas de diferentes tamaños criadas bajo condiciones de laboratorio utilizando rotíferos como alimento (*Brachionus plicatilis* (Müller)). En larvas de 5,4 a 6,6 mm de longitud estándar (L.E.) el 60% evacuó su intestino entre 8 y 13 horas después de la ingestión de alimento. Con el aumento en la longitud de las larvas disminuyó el

tiempo de evacuación y se homogenizaron los valores individuales observados, determinándose que el 76% de las larvas de 10,1 a 13,9 mm L.E. evacuó en 2 a 4 horas.

En 471 larvas planctónicas recolectadas durante un muestreo a pequeña escala en la bahía de Quintero, Chile, se determinó que en promedio la incidencia alimentaria llegó a 84% después del mediodía y disminuyó a 14% antes del amanecer. Al mismo tiempo, se encontraron variaciones en la incidencia alimentaria de acuerdo con la longitud de las larvas.

El intestino de las larvas contenía principalmente huevos de invertebrados, dinoflagelados tecados y nauplii. Complementariamente se observaron juveniles de copépodos y larvas de moluscos. El tamaño de la mayor parte de las presas correspondió a valores entre el 20 y 60% del ancho de la boca de la larva. La relación matemática entre ancho de la boca y longitud larvaria correspondió a una línea recta de regresión para larvas de 5,0 a 20,4 mm L.E.

La tasa de evacuación intestinal fue consecuente con los datos sobre incidencia alimentaria. El elevado porcentaje de incidencia alimentaria puede reflejar condiciones ambientales de alta disponibilidad de alimento para las larvas en el sitio de muestreo.

#### LITERATURA CITADA

- Arthur, D.K. Food and feeding of three fishes occurring in the California Current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax* and *Trachurus symmetricus*.  
1976 Fish. Bull., U.S., 74(3): 517-530.
- Balbontín, F. y M. Garretón. Desove y primeras fases de desarrollo de la sardina española, *Sardinops sagax musica*, en Valparaíso. Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 16(2): 171-181.
- Beers, J.R. Micro-zooplankters in the plankton communities of the upper waters of the eastern tropical Pacific. Deep Sea Res., 18: 861-883.
- Beers, J.R. and G.L. Stewart. Microzooplankton in the euphotic zone at five locations in the California Current. J. Fish. Res. Board Canada, 24: 2053-2068.
- Berner, L., Jr. The food of the larvae of the northern anchovy *Engraulis mordax*. Inter-Am. Trop. tuna Comm. Bull., 4: 3-22.
- Blaxter, J.H.S. Herring rearing. IV. Rearing beyond the yolk sac stage. Mar. Res. Scotland, 1: 1-18.

- Blaxter, J.H.S. The feeding of herring larvae and their ecology in relation  
1965 to feeding. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep., 10: 79-88.
- Blaxter, J.H.S. Experimental rearing of pilchard larvae, *Sardina pilchardus*.  
1969 J. Mar. Biol. Ass. U.K., 49(3): 557-575.
- Ciechomski, J.D. de. Investigations of food and feeding habits of larvae and  
1967 juveniles of the Argentine anchovy *Engraulis anchoita*. Calif. Coop.  
Oceanic Fish. Invest. Rep., 11: 72-81.
- Ciechomski, J.D. de y G. Weiss. Estudios sobre la alimentación de larvas de  
1974 la merluza *Merluccius merluccius hubbsi* y de la anchoita, *Engraulis  
anchoita* en el mar. Physis, 33(86): 199-208.
- Fowler, H. Fishes of Chile. Systematic catalog. Rev. Chil. Hist. Nat., años  
1945 XLV-XLVI-XLVII: 1-171.
- Garretón, M. y F. Balbontín. Efecto de la temperatura en el desarrollo em-  
1982 brionario y crecimiento inicial de las larvas de la sardina española,  
*Sardinops sagax musica*, en condiciones de laboratorio. Rev.  
Biol. Mar., Valparaíso, 18(1): 57-72.
- Hay, D.E. Effects of capture and fixation on gut contents and body size of  
1981 Pacific herring larvae. En: R. Lasker and K. Sherman (eds.). The  
early life history of fish: recent studies. Rapp. P.-v. Réun. Cons.  
int. Explor. Mer, 178: 395-400.
- Hjort, J. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in  
1914 the light of biological research. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor.  
Mer, 20: 1-228.
- Houde, E.D. Critical food concentrations for larvae of three species of  
1978 subtropical marine fishes. Bull. Mar. Sci., 28(3): 395-411.
- Hunter, J. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. En: Marine  
1981 fish larvae, p. 33-77. R. Lasker (ed.) University of Washington  
Press, Seattle and London.
- June, F.C. and F.T. Carlson. Food of young Atlantic menhaden, *Brevoortia*  
1971 *tyrannus*, in relation to metamorphosis. Fish. Bull., U.S., 68(3):  
493-512.
- Kramer, D., M. Kalin, E. Stevens, J. Thrailkill and J. Zweifel. Collecting  
1972 and processing data on fish eggs and larvae in the California Cur-  
rent region. NOAA Tech. Rep. N.M.F.S. Circ., 370: 1-38.
- Lasker, R. Field criteria for survival of anchovy larvae: The relation bet-  
1975 ween inshore chlorophyll maximum layers and successful first fee-  
ding. Fish. Bull., U.S., 73(3): 453-462.
- Lasker, R. The relation between oceanographic conditions and larval anchovy  
1978 in the California Current: Identification of factors contributing  
to recruitment failure. Cons. Int. Explor. Mer., 173: 212-230.
- Lebour, M.V. The food of young clupeoids. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 12: 458-467.  
1921
- May, R.C. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept.  
1974 En: J.H.S. Blaxter (ed.). The early life history of fish, p. 3-19.  
Springer-Verlag, Berlin.

- Rojas de Mendiola, B. Food of the larval anchoveta *Engraulis ringens*. J. En: 1974 J.H.S. Blaxter (ed.). The early life history of fish, p. 277-285. Springer-Verlag. Berlin.
- Theilacker, G. and K. Dorsey. Larval fish diversity, a summary of laboratory 1980 and field research. Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes. Lima, Perú. IOC Report 28: 105-142.
- Theilacker, G. and M.F. McMaster. Mass culture of the rotifer *Brachionus* 1971 *plicatilis* and its evaluation as a food for larval anchovies. Mar. Biol., 10(2): 183-188.
- Uriarte, I. Criterios morfométricos e histológicos para determinar el estado 1982 de nutrición de las larvas de sardina española (*Sardinops sagax musica*). Tesis para optar al grado de Licenciado en Biología, Universidad de Valparaíso, 92 pp.
- Werner, R.G. and J.H.S. Blaxter. Growth and survival of larval herring 1980 (*Clupea harengus*) in relation to prey density. Can.J.Fish.Aquat. Sci., 37(7): 1063-1069.