

**COMPARACION DE LOS CARACTERES MERISTICOS,
MORFOMETRICOS Y PATRONES DE PIGMENTACION EN LAS
LARVAS DEL GENERO *Opisthonema* Gill, 1861,
EN EL NOROESTE DE MEXICO**

**COMPARISON OF THE MERISTIC, MORPHOMETRIC
CHARACTERS AND PIGMENTATION PATTERNS IN THE
Opisthonema Gill, 1861 GENUS LARVAE,
IN NORTHWESTERN MEXICO**

René Funes-Rodríguez ²
Alfonso Esquivel Herrera ¹

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
Departamento de Plancton
Apdo. Postal 592,
La Paz 23000, Baja California Sur, México

² Becario de la Comisión de Operación y Fomento
de Actividades Académicas del
Instituto Politécnico Nacional

Funes-Rodríguez, René y Esquivel Herrera, A. Comparación de los caracteres merísticos, morfo-métricos y patrones de pigmentación en las larvas del género *Opisthonema* Gill, 1861, en el noroeste de México. Comparison of the Meristic, Morphometric Characters and Pigmentation Patterns in the *Opisthonema* Gill, 1861 Genus Larvae, in Northwestern Mexico. *Ciencias Marinas* 14(3): 51-68, 1988.

RESUMEN

Al analizar las larvas del género *Opisthonema* colectadas durante un crucero realizado en el Golfo de California en julio de 1984, se encontró que éstas, aún cuando coincidían con los caracteres más generales de las larvas del mismo género descritas en la Costa Occidental de Baja California Sur, diferían por tener un patrón de pigmentación más complejo y porque su longitud cefálica es mayor en relación a su longitud patrón.

Se discuten las implicaciones de la presencia simultánea de dos tipos morfológicos de larvas de un mismo género en el Golfo de California, sobre estimaciones de la biomasa de reproductores basadas en índices larvales.

Se discuten las implicaciones de la presencia simultánea de dos tipos morfológicos de larvas de un mismo género en el Golfo de California, sobre estimaciones de la biomasa de reproductores basadas en índices larvales.

ABSTRACT

When studying the *Opisthonema* larvae from samples taken during the Gulf of California cruise of July, 1984, it was found that some of these, even if possessing the same gross characters

for larvae of the same genus off the western coast of southern Baja California, differed by their more complex pigmentation pattern as well as by their bigger cephalic length/standard length ratio.

The implications derived from the temporal and spatial coincidence of both morphological types over spawning biomass estimates as obtained from larval indexes, are also discussed.

INTRODUCCION

En el Noroeste Mexicano, las larvas de *Opisthonema* son abundantes durante el verano, asociadas con aguas cálidas (25°C) y al menos en la Costa Occidental de Baja California Sur, coincidiendo con comunidades zooplanctónicas indicadoras de una estratificación en la columna de agua (Gasca-Serrano y Esquivel-Herrera, 1986). El patrón de pigmentación de algunas larvas capturadas en el Golfo de California durante el crucero de julio de 1984, es más complejo que el de las larvas de la Costa Occidental de Baja California Sur (Funes-Rodríguez y Esquivel-Herrera, 1985).

Para poder interpretar la relevancia de estas diferencias, hay que tener en consideración varios aspectos. La pigmentación de las larvas de un pez es una característica cuya expresión (número y grado de contracción de los melanosomas) varía en respuesta a las condiciones ambientales. Entre las funciones de los pigmentos de las larvas de pez, se han propuesto las siguientes: reconocimiento intraespecífico, hacer menos notables a los depredadores la silueta de la larva y la protección del tubo digestivo contra las radiaciones sobre todo en la banda del U.V.-B (ultravioleta cercano o blando), cuyos efectos sobre el DNA pueden ocasionar mutaciones o lesiones a las larvas. En razón de esta última función, la expresión de la pigmentación puede variar en relación de las condiciones de irradiación ambiental (sobre todo U.V.-B) en la que se desarrollan las larvas y por esto es que Blaxter (1984) menciona que las larvas de pez criadas en acuarios generalmente están más densamente pigmentadas que las larvas capturadas en el campo.

En apoyo de que esta función protectora de los pigmentos es importante, e indirectamente de que la intensidad de la radiación ultravioleta puede ser el principal factor que

INTRODUCTION

In the northwestern part of Mexico, the *Opisthonema* larvae are abundant during the summer, associated with warm waters (25°C) and, at least in the western coast of Baja California Sur, coincide with zooplanktonic communities that indicate a stratification of the water column (Gasca-Serrano and Esquivel-Herrera, 1986). The pigmentation pattern of some larvae collected in the Gulf of California during the July, 1984 cruise, is more complex than that of larvae from the western coast of Baja California Sur (Funes-Rodríguez and Esquivel-Herrera, 1985).

In order to interpret the relevance of these differences, several aspects must be taken into account. The fish larvae pigmentation constitutes a characteristic whose expression (number and degree of contraction of the melanophores varies according to the environmental conditions. Among the functions of fish larvae pigments, the following have been suggested: it allows intraspecific recognition, the larvae shape is less noticeable to predators and it protection of the alimentary canal against radiations particularly in the U.V.-B band (close or weak ultraviolet), whose effects on the DNA may cause mutations or lesions to the larvae. Due to the former function, the pigmentation expression may vary according to the environmental radiation conditions (particularly U.V.-B) in which the larvae develop. That is why Blaxter (1984) points out that fish larvae bred in aquariums are generally more densely pigmented than larvae caught in the field.

In support of the idea that this protective function of the pigments is important, and that ultraviolet radiation intensity might indirectly be the main factor that causes the dense melanistic pigmentation of the larvae in surface waters, Hunter *et al.* (1982) proved

ocasiona la densa pigmentación melanística de las larvas en aguas superficiales, Hunter *et al.* (1982) demostraron que las radiaciones U.V.-B ocasionan lesiones que impiden que las larvas de anchoveta puedan sobrevivir en aguas de hasta 4m de profundidad, desde marzo hasta octubre en el sur de California. Moser (1981) señala que una de las adaptaciones de las larvas de pez de hábitos neustónicos es, precisamente, su densa pigmentación melanística.

De lo anterior resulta que, a juzgar por la variabilidad de la expresión de la pigmentación larval, ésta puede considerarse un criterio para la identificación de especies sólo en el caso en que, como lo señalan Powles y Markle (1984), coinciden con diferencias en la forma corporal las diferencias en el patrón de pigmentación. Sin embargo, la forma corporal puede ser afectada a su vez por otros factores de tipo ambiental, entre ellos la temperatura y la cantidad y calidad del alimento disponible juegan un papel primordial (O'Connell, 1976). Por otra parte, Blaxter (1984) menciona que las larvas criadas en acuarios son de menor longitud patrón y mayor altura del cuerpo que las larvas de la misma edad capturadas en el campo.

Por lo tanto, estas diferencias en la pigmentación y la forma corporal deben contrastarse respecto a otras características, tales como las merísticas, si bien éstas últimas también responden a las influencias del ambiente. Margalef (1974) señala que, para una misma especie, los recuentos vertebrales generalmente son menores en organismos desarrollados a temperaturas más altas. Otros recuentos, como los radios de las aletas, tienen un alto grado de sobreposición en especies cercanamente emparentadas y esto complica su empleo como criterio para diferenciar especies.

En consecuencia, para el caso que trata este estudio en particular, y partiendo de que Berry y Barrett (1963) reportan tres especies de este género (*O. libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*) en el área de estudio, se analiza si las diferencias encontradas en el patrón de pigmentación coinciden con otras de tipo merístico y/o morfométrico de las larvas, que

that the U.V.-B radiations cause lesions that prevent the anchovy larvae from surviving in water up to 4m deep, from March to October in the south of California. Moser (1981) points out that one of the adaptations of the fish larvae of neustonic habits is precisely the dense melanistic pigmentation.

Therefore, taking into account the variability of the expression of the larval pigmentation, this could be considered a criterium for the identification of the species only in case that differences in the body shape coincide with the differences in pattern pigmentation, as mentioned by Powles and Markle (1984). The body shape, however, may in turn be affected by other environmental factors, in particular the temperature as well as the quantity and quality of food available play an important part (O'Connell, 1976). On the other hand, Blaxter (1984) states that aquarium bred larvae present a smaller standard length ratio and a greater body height than larvae of the same age collected in the field.

Consequently, these differences in pigmentation and body shape must be in contrast with other characteristics, such as the meristic ones, which vary according to the environmental conditions. Margalef (1974) points out that for one same species, the vertebral recounts are generally lesser in organisms developed in higher temperatures. Other recounts, such as the fin radius, present a high degree of superposition in closely related species, and this complicates its use as a criterium to differentiate species.

For this particular case and considering that Berry and Barret (1963) report three species of this genus (*O. libertate*, *O. bulleri* and *O. medirastre*) in the study area, whether or not the differences found in the pigmentation pattern coincide with meristic and/or morphometric differences of the larvae is analyzed, which would suggest their assignation as diverse species, instead of only as ecotypes.

MATERIALS AND METHODS

The *Opisthonema* spp. larvae analyzed in this study come from plankton collections

sugieran su asignación a especies distintas, en vez de sólo a ecotipos.

MATERIALES Y METODOS

Las larvas de *Opisthonema* spp. utilizadas en este trabajo provienen de las Colecciones de Plancton de CICIMAR, obtenidas en dos cruceros oceanográficos, en septiembre de 1983 en la Costa Occidental de Baja California Sur y julio de 1984 en el Golfo de California, siguiendo la metodología de muestreo propuesta por Smith y Richardson (1979).

El total de las larvas de *Opisthonema* capturadas en los arrastres oblicuos con red bongo de la malla de 505 micras, preservadas en formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio, fueron agrupadas en series de larvas preflexionadas y postflexionadas, seleccionando 272 ejemplares de larvas de *Opisthonema* en la Costa Occidental de Baja California Sur y 52 en el Golfo de California para facilitar las observaciones y mediciones, por ser los ejemplares mejor conservados.

Con el objeto de determinar aquel conjunto de caracteres que permiten la identificación de las larvas de ambas localidades, se analizaron tres tipos de caracteres. En primer término las características de pigmentación observadas con un microscopio estereoscópico, colocando la larva sobre un fondo blanco e iluminándola para resaltar la pigmentación, anotando la presencia, forma, posición y número de pigmentos, en ocasiones con su posición relativa a otras estructuras. Un segundo tipo de carácter utilizado son los merísticos, como son el recuento de radios de las aletas, y de los miómeros y la posición de ellos respecto a las diferentes estructuras en larvas de diferentes tallas. Por último, los caracteres morfométricos, realizando las mediciones con un micrómetro ocular en diez diferentes partes del cuerpo, como son: longitud patrón, longitud cefálica, longitud del intestino, longitud cefaloanal, longitud del hocico, longitud predorsal, altura máxima del cuerpo, altura del cuerpo a nivel del ano, longitud de la base de la aleta dorsal, longitud de la base de la aleta anal y diámetro del ojo, que también fueron utilizadas para la descripción de las larvas de

from CICIMAR, obtained in two oceanographic cruises, in September 1983 in the western coast of Baja California Sur and in July 1984 in the Gulf of California, according to the sampling methodology proposed by Smith and Richardson (1979).

The total of the *Opisthonema* larvae captured in the oblique trawls with a 505 micron mesh bongo net, preserved in a formaldehyde solution (4%) neutralized with sodium borate, were grouped in series of preflexionate and postflexionate larvae. In order to observe and measure them easier, 272 specimens of *Opisthonema* larvae were selected from the western coast of Baja California and 52 from the Gulf of California, since these specimens were in the best conditions.

In order to determine the characteristics that allow the identification of the larvae of both localities, three types of characters were analyzed. First, the pigmentation characteristics were observed through a stereoscopic microscope, placing the larvae on a white background and lighting it to see the pigments better, noting their presence, shape, position, and pigment numbers, on occasions with their position relative to other structures. The second type of characters are the meristic ones, such as the recount of fin radius and myomeres and their position with respect to the different structures in larvae of different sizes. Finally, the morphometric characters were analyzed, taking measurements with an ocular micrometer in ten different parts of the body, such as standard length ratio, cephalic length, intestine length, cephaloanal length, snout length, predorsal length, maximum body height, body height at the anal level, base length of the dorsal fin, base length of the anal fin and diameter of the eye, which were also used to describe the *O. oglinum* larvae in the Atlantic by Richards *et al.* (1974) and to determine the effects of starvation in jurel larvae *Trachurus symmetricus* by Theilacker (1978).

RESULTS

Morphometric Characters

Table I shows the results of the compar-

O. oglinum en el Atlántico por Richards *et al.* (1974) y para determinar los efectos de la inanición en larvas del jurel *Trachurus symmetricus* por Theilacker (1978).

RESULTADOS

Caracteres morfométricos

Los resultados de la comparación entre los cambios en las proporciones corporales con el crecimiento de las larvas de *Opisthonema* colectadas en la Costa Occidental de Baja California Sur, con la del tipo descrito aquí como del Golfo de California, así como las reportadas por otros autores, se presentan en la Tabla I. Los parámetros de las ecuaciones de regresión estimadas muestran una coincidencia cercana entre los valores de pendiente calculados por Matus *et al.* (en prep.) para larvas de Bahía Almejas (Costa Occidental de Baja California Sur) y el tipo de larva que aquí se describe como del Golfo de California. En general, los valores del coeficiente de determinación son cercanos a 1.0, indicando que el desarrollo se ajusta al modelo lineal, es decir, las proporciones corporales se mantienen a través del desarrollo.

A partir de la misma Tabla, puede apreciarse que las relaciones en las que están involucradas la longitud cefálica o cefaloanal son las que más difieren en sus valores de pendiente entre larvas de la Costa Occidental de Baja California Sur y las del Golfo de California, si bien la relación entre la longitud del intestino y la longitud patrón también es diferente de una zona a otra.

En la Tabla II se muestran los valores promedio y la desviación patrón de algunas proporciones del cuerpo de las larvas de la costa Occidental de Baja California Sur y el Golfo de California, en individuos preflexionados y posteriores a la flexión del notocordio, así como los valores de z estimados para una prueba de diferencia de medias entre ambas localidades (Daniel, 1985). En general la diferencia es mayor y es significativa (para un alfa igual a 0.05) en las larvas preflexionadas, pero únicamente la relación longitud cefálica/longitud patrón es significativa (alfa=0.05) después de la flexión del notocordio, confir-

mando que los cambios en las proporciones corporales y el crecimiento de *Opisthonema* larvas colectadas en la costa occidental de Baja California Sur, y los tipos descritos aquí como del Golfo de México, así como los reportados por otros autores. Los parámetros de las ecuaciones de regresión estimadas muestran una coincidencia cercana entre los valores de pendiente calculados por Matus *et al.* (en prep.) para larvas de Bahía Almejas (costa occidental de Baja California Sur) y el tipo de larva descrito aquí como del Golfo de California. En general, los valores del coeficiente de determinación son cercanos a 1.0, indicando que el desarrollo se ajusta al modelo lineal, es decir, las proporciones corporales se mantienen a través del desarrollo.

La misma tabla muestra que las relaciones en las que están involucradas la longitud cefálica o cefaloanal son las que más difieren en sus valores de pendiente entre larvas de la costa occidental de Baja California Sur y las del Golfo de California, si bien la relación entre la longitud del intestino y la longitud patrón también es diferente de una zona a otra.

Table II presents the mean values and pattern deviation of some body proportions of larvae from the western coast of Baja California Sur and the Gulf of California, in preflexionate individuals and posterior to the flexion of the notochord as well as the z values estimated for a mean difference test between both sites (Daniel, 1985). In general, the difference is greater and significant (for an alpha equal to 0.05) in preflexionate larvae, but only the cephalic length/standard length ratio is significant (alpha=0.05) after the notochord flexion, and thus confirms that this proportion is a differential characteristic in both types of larvae in any stage.

On the other hand, the z value of the cephaloanal length/standard length ratio relation is lower than the critical value, so that the greater cephalic length of the larvae of the Gulf of California is compensated by a lower intestine length. So both types of larvae are indistinguishable, using the mean difference test for the cephaloanal length/standard length ratio proportion, particularly the pre-

Tabla I. Parámetros de la ecuación de regresión de diferentes longitudes del cuerpo en larvas de *Opisthonema* spp. de la Costa Occidental de Baja California Sur (Funes-Rodríguez y Esquivel-Herrera, 1985), Bahía Magdalena, B.C.S., (Matus *et al.*, en prep.) y Golfo de California.
Table I. Parameters of the regression equation of different body lengths in larvae of *Opisthonema* spp. of the western coast of Baja California Sur (Funes-Rodríguez and Esquivel-Herrera, 1985), Bahía Magdalena, B.C.S., (Matus *et al.*, in prep.) and Gulf of California.

Longitudes	Costa Occidental B.C.S. n=272	Bahía Magdalena B.C.S. n=32	Golfo de California n=48
Cefálica/patrón	a = 0.116 b = 0.148 r = 0.902 r ² = 0.814	a = -0.1050, b = 0.177 r = 0.971 r ² = 0.944	a = -0.192 b = 0.21 r = 0.97 r ² = 0.94
Intestino/patrón	a = -0.2 b = 0.672 r = 0.97 r ² = 0.95	a = -0.046 b = 0.710 r = 0.995 r ² = 0.990	a = -0.557 b = 0.60 r = 0.97 r ² = 0.94
Cefaloanal/patrón	a = -0.1 b = 0.885 r = 0.99 r ² = 0.99	a = -0.151 b = 0.887 r = 0.996 r ² = 0.993	a = 0.289 b = 0.83 r = 0.98 r ² = 0.97
Cefálica-cefaloanal	a = 0.15 b = 0.165 r = 0.88 r ² = 0.782	a = -0.074 b = 0.199 r = 0.974 r ² = 0.949	a = 0.228 b = 0.25 r = 0.97 r ² = 0.809
Hocico/cefálica	-	-	a = -0.060 b = 0.31 r = 0.96 r ² = 0.92
Base aleta dorsal/predorsal	-	-	a = -0.596 b = 0.27 r = 0.91 r ² = 0.83
Base aleta dorsal/patrón	-	-	a = -0.475 b = 0.16 r = 0.92 r ² = 0.85
Profundidad del ano/intestino	-	-	a = -0.178 b = 0.15 r = 0.89 r ² = 0.79
Profundidad a la pectoral/intestino	-	-	a = -0.002 b = 0.11 r = 0.72 r ² = 0.52

Tabla II. Valores promedio y desviación patrón de longitudes del cuerpo en larvas de *Opisthonema* spp. Preflexión y flexión del notocordio, de la Costa Occidental de B.C.S., y Golfo de California, con valores de z para la prueba de diferencia de medias de ambas localidades.

Table II. Mean values and pattern deviation of the body length in *Opisthonema* spp. Larvae Preflexion and flexion of the notochord, of the western coast of B.C.S., and Gulf of California, with z values for the mean difference test of both localities.

Longitudes		n	s	\bar{x}	z = 1.96	= 0.05	
Diámetro ojo/patrón	Pacífico	Preflexión	28	0.0063	0.0415		
		Flexión	14	0.0039	0.0465	Preflexión =	-3.6762
	Golfo	Preflexión	12	0.0044	0.0479		
		Flexión	39	0.0076	0.0489	Flexión =	-1.4978
Hocico/patrón	Pacífico	Preflexión	29	0.0073	0.0354		
		Flexión	14	0.0117	0.0486	Preflexión =	-2.8312
	Golfo	Preflexión	12	0.0109	0.0451		
		Flexión	39	0.0081	0.0513	Flexión =	-0.7976
Cefálica/patrón	Pacífico	Preflexión	32	0.0139	0.1494		
		Flexión	14	0.0338	0.1669	Preflexión =	-4.7127
	Golfo	Preflexión	12	0.0242	0.1843		
		Flexión	37	0.9159	0.1897	Flexión =	-2.4245
Predorsal/patrón	Pacífico	Preflexión	25	0.0279	0.6818		
		Flexión	12	0.0246	0.6393	Preflexión =	0.4701
	Golfo	Preflexión	12	0.0414	0.6756		
		Flexión	39	0.0270	0.6500	Flexión =	-1.2870
Base dorsal/patrón	Pacífico	Preflexión	26	0.0141	0.0596		
		Flexión	14	0.0345	0.1199	Preflexión =	-5.1086
	Golfo	Preflexión	12	0.0081	0.0781		
		Flexión	38	0.0213	0.1129	Flexión =	1.5946
Cefaloanal/patrón	Pacífico	Preflexión	31	0.0239	0.8615		
		Flexión	14	0.0140	0.8767	Preflexión =	-0.6666
	Golfo	Preflexión	12	0.0238	0.8669		
		Flexión	38	0.0182	0.8691	Flexión =	1.5946

mando así que esta proporción es una característica diferencial entre ambos tipos de larva en cualquier estadio.

Por otra parte, el valor de z de la relación longitud cefaloanal/longitud patrón es menor que el valor crítico, de manera que la mayor longitud cefálica de las larvas del Golfo de California es compensada por una menor longitud del intestino de manera que ambos tipos de larva son indistinguibles por una

flexionate larvae, which is confirmed by the differences of the regression equation slopes and the number of myomeres between the anus and the cauda.

Meristic characters

Although the results shown in Table III indicate that there is superposition in the recount of myomeres of both types of larvae, it is observed that in general the recount of

prueba de diferencia de medias para la proporción longitud cefaloanal/longitud patrón, sobre todo las larvas preflexionadas, lo cual es confirmado por las diferencias de las pendientes de las ecuaciones de regresión y el recuento de miómeros entre el ano y la cauda.

Caracteres merísticos

Aunque los resultados mostrados en la Tabla III indican que hay una sobreposición en los recuentos de miómeros de ambos tipos de larva, se observa que en general los recuentos de miómeros desde la cabeza hasta el origen de las aletas dorsal y anal son mayores en las larvas de la Costa Occidental de Baja California Sur. Sin embargo, los recuentos de miómeros totales son mayores en del tipo de Golfo de California.

Al analizar los datos se observa que esta discrepancia aparente es ocasionada por el mayor número de miómeros postanales en las larvas del Golfo de California y por esto, a pesar de que la proporción longitud cefálica/longitud patrón sea mayor en las larvas del Golfo de California, la diferencia disminuye cuando se considera la relación longitud cefaloanal/longitud patrón. Asimismo, se efectuaron recuentos de los radios de las aletas dorsal, anal y caudal pero éstos no arrojan resultados concluyentes puesto que la sobreposición en los intervalos de ambas zonas es muy amplia.

Patrones de pigmentación

En general, la pigmentación observada en las larvas del Golfo de California es más compleja que la de las larvas de la Costa Occidental y constituye el carácter que mejor permite su identificación rápida.

Las larvas del Golfo de California tienen pigmentos que se pueden observar en todo su desarrollo, como son: dos pigmentos cefálicos y de tres a cinco pigmentos en la región postanal (Fig. 1). También es posible observar en todas las tallas manchas pigmentarias a lo largo del intestino que son más separadas en su porción anterior y casi completamente unidas en la parte posterior, pigmentos en la

myomeres from the head to the origin of the dorsal and anal fins is higher in the larvae of the western coast of Baja California Sur. However, the recounts of the total myomeres are higher in those types of the Gulf of California.

Analyzing the data, it is observed that this apparent discrepancy is due to the higher number of postanal myomeres in the larvae of the Gulf of California. That is why, despite of the fact that the cephalic length/standard length ratio relation is greater in the larvae of the Gulf of California, the difference diminishes when the relation cephaloanal length/standard length ratio is considered. The number of radius of the dorsal, anal and caudal fins were counted but the results were not conclusive since the superposition in the intervals of both areas is very wide.

Pigmentation patterns

In general, the pigmentation observed in the larvae of that Gulf of California is more complex than that of the western coast and constitutes the character which best allows their quick identification.

The larvae of the Gulf of California present pigments that can be observed throughout its development: such as two cephalic pigments and from three to five pigments in the postanal area (Fig. 1). It is also possible to observe pigment spots in all the larvae sizes along the intestine, more separate in their anterior portion and almost completely joined in their posterior portion, pigments in the nape and one below the flexion of the notochord; the gaseous bladder presents from two to three star-shaped pigments, some of them sometimes internal (Fig. 2). In the larvae larger than 12.0mm (Fig. 2) melanophores are found in the synphysis of the mandibles and in the anterior dorsal region; internal melanophores can be also observed above the vertex of the myosept, from the posterior part of the head to the flexion of the notochord; there are pigment spots below the eye socket and a series of postorbital pigments on the opercle.

Tabla III. Caracteres merísticos de larvas de *Opisthonema* spp. de la Costa Occidental de B.C.S., y el Golfo de California.

Table III. Meristic characters of *Opisthonema* spp. larvae from the western coast of B.C.S., and the Gulf of California.

Larvas Costa Occidental B.C.S.				Larvas Golfo de California			
Long. estándar	Miómeros de aleta			Long. estándar	Miómeros de aleta		
	dorsal	anal	totales		dorsal	anal	totales
4.05	30	39	44				
4.36	29	40	44				
4.68	28	40	44				
4.75	29	39	44				
4.83	-	39	44				
4.91	30	40	46				
4.99	29	38	44				
5.14	30	40	44				
5.43	30	39	45	5.38	28	38	45
5.46	28	39	43				
5.75	30	40	46				
5.85	30	39	45				
5.85	30	40	45				
5.91	28	40	45				
6.00	30	39	44				
6.08	31	40	47	6.07	28	39	46
6.08	30	40	45				
6.08	29	40	44				
6.08	28	40	44				
6.08	29	40	44				
6.18	29	39	43				
6.24	28	40	44				
6.21	30	40	45	6.21	27	39	46
6.31	30	40	44				
6.63	30	39	45	6.62	27	38	47
				6.62	27	38	46
				7.17	27	38	47
				7.17	27	39	47
				7.17	28	39	46
				7.27	24	37	44
				7.52	24	38	45
				7.59	27	39	46
				8.00	25	38	46
				8.00	26	38	45
				8.07	26	38	45
				8.32	23	36	47
				8.33	23	38	47
				8.40	25	38	46
				8.48	21	36	45
				8.53	22	35	44
				8.62	27	38	47
7.30	-	39	43				

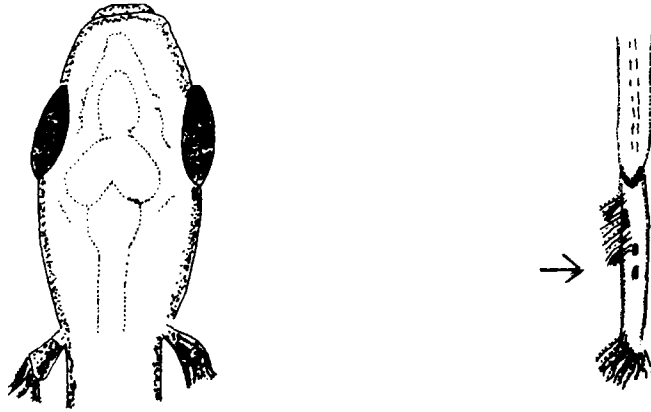
Continúa

Continuación Tabla III.

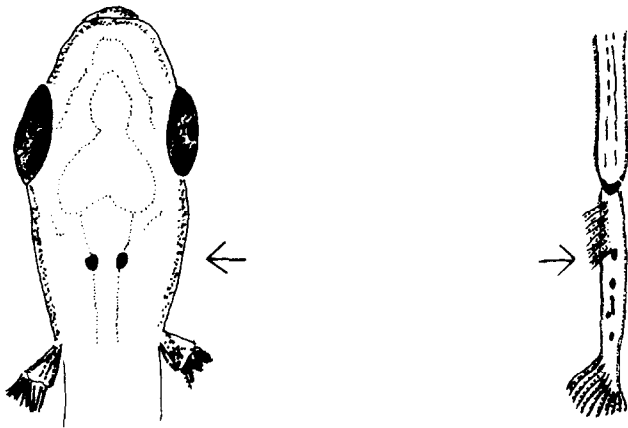
Larvas Costa Occidental B.C.S.				Larvas Golfo de California			
Long. estándar	Miómeros de aleta			Long. estándar	Miómeros de aleta		
	dorsal	anal	totales		dorsal	anal	totales
8.88	29	40	45	8.83	27	38	45
8.90	27	39	44	8.93	24	37	44
				8.93	23	36	45
				8.93	23	36	45
				9.00	22	37	46
				9.33	22	35	44
				9.66	23	37	45
				9.80	23	36	45
				9.93	23	36	44
				10.00	22	35	44
				10.00	23	38	47
				10.07	23	37	46
				10.13	23	37	47
				10.21	23	36	45
				10.21	22	35	44
10.30	26	39	44				
10.47	26	39	45				
10.64	24	35	-	10.60	25	38	47
				10.87	24	37	46
				11.26	25	39	47
11.32	25	36	-				
11.32	25	36	-				
11.83	24	36	44	11.41	23	-	44
12.16	25	38	43	12.25	23	36	46
				12.63	24	36	46
13.35	25	37	44				
13.35	25	37	45	13.37	23	36	46
13.52	25	37	45	13.76	25	37	46
				14.74	23	35	45
				14.74	21	37	46
14.99	23	35	43				
15.71	23	35	43	15.75	24	36	46
				16.11	21	34	-
				16.85	22	35	45
				17.16	24	37	46
				17.47	23	36	45
				18.49	22	34	44

nuca y uno debajo de la flexión del notocordio; la vejiga gaseosa presenta de dos a tres pigmentos estrellados, de los que algunos pueden ser internos (Fig. 2). En las larvas mayores a 12.0mm (Fig. 2) se presentan melanóforos en la sínfisis de las mandíbulas y en

The most relevant pigments of the larvae from the Pacific (Fig. 3) are a series of pigmentary ventral spots which initiate as dashes and take the shape of a half moon before reaching the gaseous bladder; at least in the case of the 11.0mm larvae there is a



Larvas de la Costa Occidental de Baja California Sur. 11.04 mm.



Larvas del Golfo de California. 10.13 mm.

Figura 1. Larvas de *Opisthonema* spp. vistas cefálicas dorsal y postanal ventral de la Costa Occidental de BCS y el Golfo de California.

Figure 1. *Opisthonema* spp. larvae in the Western Coast of BCS and the Gulf of California; dorsal cephalic and ventral postanal views.

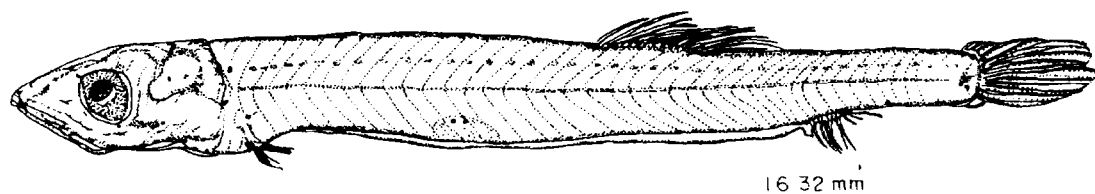


Figura 2. Larvas capturadas en el Golfo de California.
Figure 2. Larvae captured in the Gulf of California.

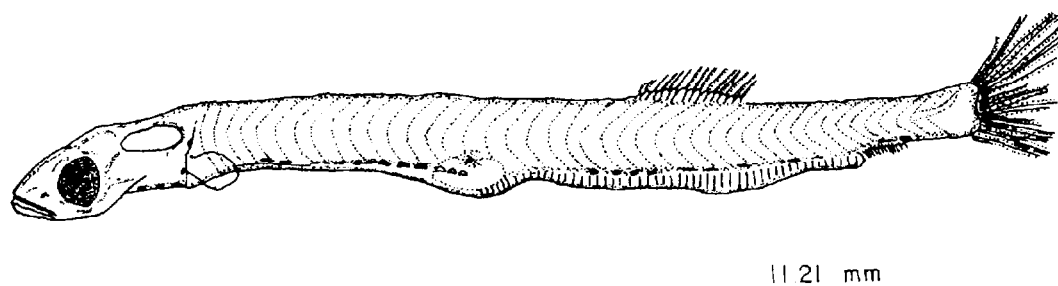
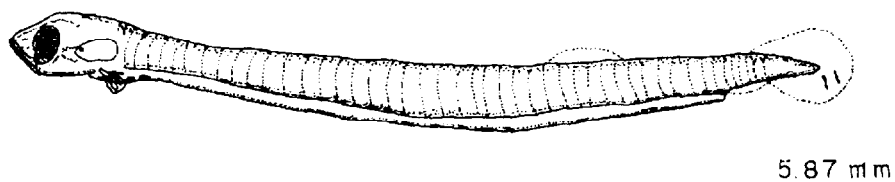


Figure 3. Larvas capturadas en la Costa Occidental de BCS, Funes-Rodríguez y Esquivel-Herrera (1985).
Figure 3. Larvae captured in the Western Coast of BCS, Funes-Rodríguez and Esquivel-Herrera (1985).

la región dorsal anterior; también se observan melanóforos internos que están por arriba del vértice del miosepto, desde la parte posterior de la cabeza hasta la flexión del notocordio; existen manchas pigmentarias debajo de la órbita del ojo y una serie de pigmentos postorbitales sobre el opérculo.

Los pigmentos más relevantes de las larvas del Pacífico (Fig. 3) son una serie de manchas pigmentarias ventrales que se inician en forma de guiones y adquieren forma de media luna antes de llegar a la vejiga gaseosa; al menos en larvas de 11.0mm hay un pigmento estrellado en la parte dorsal de la vejiga gaseosa. Los pigmentos postanales son dos en posición ventral, de los que uno toca la base de la aleta anal.

Los pigmentos comunes en ambos tipos de larva son: los de la vesícula ótica, los cefálico ventrales, los de la base de la aleta pectoral y pigmentos que, aunque los dos tipos de larva los presentan tienen modificaciones de un tipo a otro de larva, como son los que corren a lo largo del intestino y los pigmentos postanales.

DISCUSION

Los resultados obtenidos muestran que existen al menos dos tipos morfológicos de larvas de *Opisthonema* en el Noroeste de México y que, en el Golfo de California, dichos tipos están presentes simultáneamente y aparentemente, en las mismas áreas. Como ya se explicó anteriormente, a pesar de que Berry y Barrett (1963) señalan la presencia de tres especies en el área estudiada, la asignación de los diferentes tipos morfológicos de larva a especies distintas es un aspecto que deberá ser respaldado por bases más firmes.

En primer lugar, es necesario explicar la presencia simultánea de productos del desove de especies simpátricas, sobre todo en organismos de fecundación externa. Existen mecanismos de aislamiento previos y posteriores al desove, entre los primeros están la separación temporal del desove, la separación espacial (horizontal o vertical), la discriminación específica al momento de formar los cardúmenes para desovar por medio de señales visuales o

star-shaped pigment in the dorsal part of the gaseous bladder. The postanal pigments are two in a ventral position, one touching the base of the anal fin.

The common pigments in both types of larvae are: those of the otic vesicle, of the ventral cephalics, of the base of the pectoral fin, and pigments which, even though they are present in two types of larvae, they have modifications from one type to another, as those pigments which go along the intestine and the postanal pigments.

DISCUSSION

The result obtained show that at least two morphologic types of *Opisthonema* larvae exist in the northwestern part of Mexico, and that in the Gulf of California such types are simultaneously present and, apparently, in the same areas. As explained above, even though Berry and Barrett (1963) indicate the presence of three species in the studied area, the assignation of the different morphologic types of larvae to different species is an aspect that should be supported by more solid bases.

First, it is necessary to explain the simultaneous presence of spawning products of sympatric species, mainly in organisms of external fecundation. There are mechanisms of isolation before and after the spawning; among the first are those of temporal separation of the spawn, the spatial separation (horizontal or vertical), the specific discrimination at the time of forming the shoal in order to spawn by means of visual or chemical signs and other phenomena of an ethologic type. Among the mechanisms subsequent to the spawning are the impossibility of the sperm to penetrate the ovule, the disability to form embryos or the production of barren descendancy.

In the case referred to in this study, a temporal separation is apparently inexistant, because both types of larvae are represented by all sizes in a same cast with a bongo net. However, the larvae obtained by the oblique trawls with the bongo net must be considered. This means that each sample represents an integrated collection in a horizontal and

químicas y otros fenómenos de tipo etológico. Entre los mecanismos posteriores al desove, están la imposibilidad del espermatozoide para penetrar al óvulo, la formación de embriones no viables o la producción de descendencia infértil.

En el caso al que se refiere este trabajo aparentemente no existe una separación temporal, puesto que ambos tipos de larva están representados por todas las tallas en un mismo lance de la red bongo. Sin embargo, hay que considerar lo que se obtiene mediante el arrastre oblicuo de una red bongo, es decir, que cada una de las muestras representa una colecta integrada en sentido horizontal y vertical; por otra parte, la distribución original de los productos del desove no es uniforme ni al azar sino agregada en "manchones". Así, si la escala en que muestrea la red es mayor que la escala del tamaño de los manchones, existe la posibilidad de que una muestra comprenda más de un manchón. La consecuencia es que las larvas puedan presentar características diferentes en una misma muestra; por ejemplo, a lo largo de estos muestreos se han encontrado larvas bien alimentadas y larvas en inanición incipiente, con base en los criterios morfológicos (O'Connell, 1976 y Theilacker, 1978) provenientes de un mismo arrastre. Esta es una evidencia que la escala de muestreo de un arrastre bongo es mayor que la distribución de las agregaciones de las larvas y de su alimento.

De acuerdo con Lasker (1981) las condiciones que favorecen la supervivencia de las larvas de clupeiformes están relacionadas con la estabilidad vertical de la columna de agua, que permite la segregación de formas diferentes a distintas profundidades, ya sea por diferencias en su peso específico que las mantengan a cierto nivel, por la supervivencia diferencial de los morfotipos a distintas profundidades o porque las condiciones en distintas profundidades modifican la manifestación fenotípica de aspectos tales como la pigmentación o la forma corporal. Asimismo, estas condiciones favorecen que los productos del desove de un cardumen queden confinados dentro de un área o nivel de la columna de agua, evitando su mezcla con los productos de otros desoves.

vertical direction; besides, the original distribution of the spawning products is not uniform not even at random but aggregated in "patches". Thus, if the scale in which the net samples is greater than the scale of the size of the patches it is possible that a sample includes more than one patch. Consequently, the larvae could present different characteristics in one same sample; for example, through these samplings, well fed and incipient starving larvae coming from one same trawl have been found, based on the morphologic criteria (O'Connell, 1976 and Theilacker, 1978) coming from the same trawl. This is an evidence that the sampling scale of one bongo trawl is higher than the distribution of the aggregations of larvae and their food.

According to Lasker (1981) the conditions that favour the survival of the clupeiform larvae are related with the vertical stability of the water column, which allows the segregation of different shapes at different depths, either by differences in their specific weight that would keep them at a certain level, by the differential survival of the morphotypes at different depths or because the conditions at different depths modify the phenotype manifestation of aspects such as the pigmentation or the body shape. Moreover, these conditions favour that the spawning products of a shoal remain inside an area or level of the water column, avoiding that they mix with the products of other spawnings.

As evidence that the environmental factors are sufficient to produce changes in the fish larvae, Eldridge *et al.* (1981) mention that the striped bass *Morone saxatilis* larvae exposed to a sublethal dose of benzene present metabolic changes and an increase in the condition factor. This means that the low chronic doses of a certain stress producing factor, in this case the U.V.-B radiation, is not only manifested in their most evident form -increase of the melanistic pigments- but they give rise to physiological reactions in the organism which allows it to escape from the influence of that factor, and they are manifested as changes in the body shape (growth delay and early ossification, among others); in this way, most of the alimentary canal pigmentation in larvae grown under more intense

Como una evidencia de que los factores ambientales son suficientes por sí solos para producir cambios en las larvas de peces, Eldridge *et al.* (1981) mencionan que las larvas de lobina rayada *Morone saxatilis* expuestas a dosis subletales de benceno presentan cambios metabólicos y un aumento en el factor de condición. Esto es, las dosis crónicas bajas de algún factor productor de estrés, en este caso la radiación U.V.-B, no sólo se manifiesta en la forma más evidente -aumento de los pigmentos melanísticos- sino que desencadenan reacciones fisiológicas en el organismo que le permiten escapar a la influencia de ese factor y que se manifiestan como cambios en la forma corporal (detención del crecimiento y osificación temprana, entre otros; así, la mayor pigmentación del tubo digestivo en larvas desarrolladas bajo condiciones de irradiación U.V.-B más intensa puede explicarse bajo el contexto de una mayor protección al sensible epitelio intestinal, pero el estrés producido por el confinamiento también aumenta la pigmentación (Blaxter, 1984).

Por otra parte, la presencia de ciertos precursores de los pigmentos o reguladores del crecimiento en algunos manchones de alimento, así como las diferencias en el ambiente abiótico son factores capaces de originar cambios en las larvas; este punto sólo podrá evaluarse adecuadamente cuando se realicen muestreos encaminados a definir la microdistribución (vertical-horizontal) de los manchones y de las condiciones ambientales correspondientes.

Todo esto se opone a la sugerencia de Powles y Markle (1984) en el sentido de que las diferencias conjuntas en la forma corporal y patrón de pigmentación son un criterio suficiente para la identificación de las larvas a nivel específico, dado que el ambiente es capaz de modificar ambos tipos de caracteres. Así, las larvas de *Opisthonema* criadas en el laboratorio y provenientes de un desove en Bahía Magdalena (Costa Occidental de Baja California Sur) descritas por Matus *et al.* (en prep.) coinciden en sus características morfológicas y de pigmentación con el tipo que aquí se describe como del Golfo de California y no con las descritas por Funes-Rodríguez y

U.V.-B irradiation conditions can be explained under a major protection to the sensible intestinal epithelium context but the stress produced by the confinement also increases the pigmentation (Blaxter, 1984).

On the other hand, the presence of certain pigment precursors or growing regulators in some food patches, as well as the differences in the abiotic environment are factors capable of originating changes in the larvae; this topic can only be evaluated when samplings aiming to define the microdistribution (vertical and horizontal) of the patches are carried out and by the corresponding environmental conditions.

The above mentioned facts object to the Powles and Markle (1984) suggestion in the sense that the combined differences in the body shape and pigmentation pattern are enough of a criterium to identify the larvae on a specific level, because the environment is able to modify both types of characters. Therefore, the *Opisthonema* larvae bred in the laboratory and coming from a spawning in Bahía Magdalena (western coast of Baja California Sur) described by Matus *et al.* (in prep.) coincide in their morphometric and pigmentation characteristics with the type described in this study as from the Gulf of California and not with those described by Funes-Rodríguez and Esquivel-Herrera (1985); when analyzing the larvae collected in the field at that time and site, very few specimens were found, which corresponded to small sizes of the type from the Gulf of California. Unfortunately, the scarce number of specimens collected do not allow a conclusion to be reached.

The interest to explain the simultaneous presence of two larval types belonging to the *Opisthonema* genus in the Gulf of California is the need to determine if the spawning products used in the spawning biomass estimations, based on the egg and larvae index correspond to only one species. As the regression of the eggs or larvae abundance indexes against the estimation of the spawning biomass works as a "black box" model, it can be argued that the effect of including more than one type of larva is buffered if the adults

Esquivel-Herrera (1985); al analizar las larvas capturadas en el campo en esa fecha y localidad, se encontraron muy pocos ejemplares, los cuales correspondían a tallas pequeñas del tipo de las del Golfo de California. Lamentablemente el escaso número de ejemplares capturados impide llegar a resultados concluyentes.

El interés por explicar la presencia simultánea de dos tipos larvales pertenecientes al género *Opisthonema* en el Golfo de California obedece a la necesidad de determinar si los productos del desove empleados en las estimaciones de biomasa desovante, con base en el índice de abundancia de huevos y larvas corresponden a una sola especie. Como la regresión de los índices de abundancia de huevos o larvas contra las estimaciones de biomasa desovante funciona como un modelo de "caja negra", puede discutirse que el efecto de incluir más de un tipo de larva es amortiguado si los adultos empleados para las estimaciones de biomasa tampoco son identificados exhaustivamente; sin embargo, se sabe que las poblaciones y subpoblaciones difieren en sus parámetros demográficos como manifestación de diferentes estrategias.

Este punto es especialmente importante cuando las larvas son estudiadas con objetos tales como el cálculo de la mortalidad larval, mediante los cuales se pretende determinar el reclutamiento y con base en éste elaborar modelos de tipo predictivo; bajo este contexto es evidente que la incapacidad para reconocer especies diferentes a nivel de larva en este tipo de estudios conduce a conclusiones inútiles respecto a las causas de las fluctuaciones en número de las poblaciones de peces. En el presente trabajo se señala la presencia de más de un tipo de larva del género *Opisthonema* en el Golfo de California y, probablemente, en la Costa Occidental de Baja California Sur, pero también se hace énfasis sobre la naturaleza de las investigaciones que deberán efectuarse para determinar si estos morfotipos representan ecotipos, subespecies o especies.

CONCLUSIONES

1. Las larvas descritas en este trabajo difieren significativamente de las de la Costa Occidental de Baja California Sur en:

used for the estimations of the biomass are not exhaustively identified; however, it is known that the populations and subpopulations differ in their demographic parameters as a manifestation of different strategies.

This topic is especially important when the larvae are studied with tools such as the calculation of the larvae mortality through which one intends to determine the recruitment, and based on this, to create models of a predictive type. Under this context it is evident that the incapability to recognize different species at a larvae level in this kind of studies leads to useless conclusions with respect to the causes of the fluctuations in a number of the fish populations. In the present study, the presence of more than one type of larva of the *Opisthonema* genus in the Gulf of California is pointed out, and probably, in the western coast of Baja California Sur, but it also emphasizes the nature of the investigations that should be carried out in order to determine if these morphotypes represent ecotypes, subspecies or species.

CONCLUSIONS

1. The larvae described in this study differ significantly from those of the western coast of Baja California Sur in:

a) Pigmentation pattern:

i) Five postanal pigments.

ii) Internal dorsal pigments.

iii) Cephalic pigments.

iv) Dorsal precaudal pigment.

b) Greater proportion between cephalic length/standard length ratio (0.21 vs. 0.14).

c) Greater quantity of postanal myomeres.

2. Both types of larva were found simultaneously and in the same trawls in the Gulf of California.

3. It is necessary to carry out studies with collections of larvae on a smaller spatial scale, in order to determine the possible relations

- a) Patrón de pigmentación.
 - i) Cinco pigmentos postanales.
 - ii) Pigmentos dorsales internos.
 - iii) Pigmentos cefálicos.
 - iv) Pigmento precaudal dorsal.
 - b) Mayor proporción longitud cefálica/longitud patrón (0.21 vs. 0.14).
 - c) Mayor cantidad de miómeros postanales.
2. Ambos tipos de larva se encontraron simultáneamente y en los mismos arrastres en el Golfo de California.
3. Son necesarios estudios donde se colecten larvas a una escala espacial menor, con el fin de determinar las posibles relaciones con los factores ambientales, antes de determinar si se trata de ecotipos o si las evidencias permiten asignarlos a especies o subespecies distintas.

LITERATURA CITADA

Berry, F.H. y Barrett, I. (1963) Análisis de las branquiespinas y denominación de las especies del arenque de hebra *Opisthonema*. Comisión Interamericana del Atún Tropical. Boletín 7(2):113-190.

Blaxter, J.H.S. (1984) Ontogeny, Systematics and Fisheries. In Moser, H.G. (ed.) Ontogeny and Systematics of Fishes. National Oceanic and Atmospheric Administration, United States Department of Commerce Special Publication Number 1:1-6.

Daniel, W.W. (1985) Bioestadística. Base para el análisis de las Ciencias de la Salud. Editorial Limusa. México.

Eldridge, M.R., Whipple, J. and Eng, D. (1981) Endogenous Energy Sources as Factor Affecting Mortality and Development in Stripped Bass (*Morone saxatilis*) Eggs and Larvae. Rapp. P.V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer 178:568-570.

with the environmental factors before deciding whether they deal with ecotypes or if they can be assigned to different species or subspecies.

Katarzyna Michejda translated this paper into English.

Funes Rodríguez, R. y Esquivel Herrera, A. (1985) Determinación de las principales características que permiten la identificación de las larvas de *Opisthonema* spp. en la Costa Occidental de Baja California Sur. Invest. Mar. CICIMAR 2(2):77-85.

Gasca Serrano, R.A. y Esquivel Herrera, A. (1986) Las comunidades de sifonóforos de la Costa Occidental de Baja California Sur durante y después de El Niño de 1983. I. Reunión Nacional Soc. Mexicana de Planctología A.C. 28 a 30 de abril, Mazatlán, Sin., México.

Hunter, J.R., Kaupp, S.E. y Taylor, J.H. (1982) Assessment of Effects of U.V. Radiation on Marine Fish Larvae. In The Role of Solar Ultraviolet Radiation in Marine Ecosystems. Plenum Publishing Corporation. 459-496pp.

Lasker, R. (1981) The Role of a Stable Ocean on Larval Fish Survival and Subsequent Recruitment. In R. Lasker (ed.) Marine Fish Larvae. Morphology, Ecology and Relation to Fisheries. Univ. of Washington Press, Seattle. 80-87p.

Matus Nivon, E.R., Ramírez Sevilla, R., Ortiz Galindo, J.L., Martínez Pecero, R. y González Acosta, B. (en prep). Descripción de las primeras fases de vida de peces marinos del Pacífico Mexicano. II. Descripción de huevo a larva en la fase de transformación de *Opisthonema libertate* (Günther).

Margalef, R. (1974) Ecología. Ediciones Omega, Barcelona, España.

Moser, H.G. (1981) Morphological and Functional Aspects of Marine Fish Larvae. In R. Lasker (ed.) Marine Fish Larvae. Morphology, Ecology and Relation to Fisheries. Univ. of Washington Press, Seattle. 90-131p.

O'Connell, C.P. (1976) Histological Criteria for Diagnosing the Starving Condition in Early Post Yolk Sac Larvae of the Northern Anchovy, *Engraulis mordax* Girard. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 25:285-312.

Powles, H. and Markle, D.F. (1984) Identification of Larvae. In H. G. Moser (ed.) Ontogeny and Systematics of Fishes. National Oceanic and Atmospheric Administration, United States Department of Commerce Special Publication Number 1:31-32.

Richards, W.J., Miller, R.V. and Houde, E.D. (1974) Egg and Larval Development of the Atlantic Thread Herring, *Opisthonema oglinum* Fish. Bull. 72(4):1123-1136.

Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1979) Técnicas modelo para la prospección de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO Doc. Tec. Pesca (175):1-107.

Theilacker, H.G. (1978) Effect of Starvation on the Histological and Morphological Characters of Jack Mackerel, *Trachurus symmetricus* larvae. Fish. Bull. 76(2):403-414.