

El huevo y la larva de la sardina crinuda del Pacífico *Opisthonema libertate* (Günther)

Eloísa Matus-Nivón*, Rodolfo Ramírez-Sevilla*, José Luis Ortíz-Galindo, Rodolfo Martínez-Pecero* y Bárbara González-Acosta.

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, Playa El Conchalito s/n, Apdo. Postal 592, La Paz, B.C.S., México.

(Rec. 15-VII-1988. Acep. 24-I-1989)

Abstract: This paper describes eggs and larvae of *Opisthonema libertate* reared in laboratory from eggs collected in Bahía Almejas, Baja California Sur, Mexico in 1985. The eggs are spherical, pelagic, with smooth chorion 1.64 mm mean diameter, one oil globule 0.12 mm mean diameter, and wide perivitelline space. Newly hatched larvae are 2.4 notochordal length (NL). Notochord flexion begins at 6.25 mm standard length (SL) and the maximum size at laboratory was 22.7 mm (SL). Transformation of larval to juvenile was not reached.

Key Words: *Opisthonema*, ontogeny, egg, larva.

La sardina crinuda del Pacífico constituye alrededor del 20% de la captura de sardina en el noroeste de México (Anónimo 1983), donde se le da ese nombre a un complejo taxonómico formado por tres especies del género *Opisthonema* (Berry & Barrett 1963).

Dentro de las sardinias se informan ocho géneros con 10 especies en las zonas alledañas a Mazatlán, Sinaloa, México (van der Heiden & Hendrickx 1982) y 10 géneros con 13 especies en el Pacífico mexicano (Castro Aguirre 1978 y McGowan & Berry 1984). Sin embargo, solo se tiene información de las primeras fases de vida para dos de ellas (*Sardinops sagax* y *Etrumeus teres*) (Scofield 1934, Scofield & Linder 1930 y Mito 1961a).

La evaluación de recursos por los métodos de producción de huevos y/o censos larvales (Saville 1964 y Stauffer & Picquelle 1980), requieren de este tipo de estudios para tener el conocimiento previo de las primeras fases de vida de la especie.

MATERIAL Y METODOS

Los huevos de *Opisthonema libertate* fueron colectados haciendo arrastres superficiales con una red

de plancton de 0.6 m de diámetro, con luz de malla de 505 micras. La localidad de colecta fue Bahía Almejas, Baja California Sur, México (Fig. 1). Los huevos fueron descritos con base en muestras obtenidas en julio y agosto de 1985. La descripción de las larvas se basa únicamente en el material obtenido a partir de la colecta de julio.

Los huevos vivos fueron transportados al laboratorio en recipientes térmicamente aislados. La temperatura del agua de colecta fue de 24°C en julio y 28°C en agosto. Los huevos se encontraban esencialmente en el mismo estadio de desarrollo y fueron distribuidos en acuarios rectangulares previamente acondicionados con microalgas (*Dunaliella?*) y rotíferos (*Brachionus plicatilis*). La densidad inicial en los acuarios fue de cinco huevos por litro, y se mantuvieron en fotoperiodo natural.

Las larvas comenzaron a alimentarse 42 horas después de la eclosión. La densidad inicial de rotíferos fue de dos organismos por mililitro, aproximadamente.

Durante los primeros 18 días de vida, las larvas dispusieron únicamente de rotíferos como alimento. A partir de esa edad fueron alimentados con nauplios de *Artemia* a una densidad inicial de dos por mililitro. Este procedimiento permitió alcanzar una longitud patrón máxima de 22.74 mm a los 30 días de edad sin haber alcanzado el período juvenil. Aunque las larvas fueron mantenidas en los acuarios 20 días más, no fue posible observar la transformación a juvenil de ningún ejemplar, observándose que la longitud patrón tendía a estabilizarse en torno a los 23 mm. En este trabajo solo se incluyen ejemplares fijados durante los 30 primeros días del desarrollo.

* Becario COFFAA-IPN.

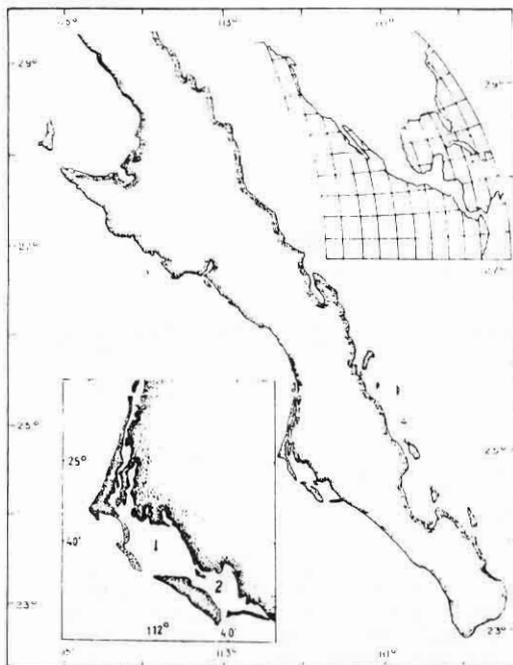


Fig. 1. Localización de Bahía Magdalena (1) y Bahía Almejas (2).

La temperatura promedio de desarrollo fue de 24°C , y la salinidad osciló entre $33 \pm 3^{\circ}/\text{00}$.

Los huevos fueron clasificados en fases de desarrollo, siguiendo lo establecido por Ahlstrom (1943) para *Sardinops sagax caerulea*. Se encontraron huevos del estadio VI al XI, que es el que antecede a la eclosión; se seleccionaron aleatoriamente huevos de cada fase de desarrollo. El total de huevos medidos fue de 92 para la colecta de julio y de 117 para la de agosto; las mediciones efectuadas fueron: diámetro del corion, diámetro del vitelo y diámetro del glóbulo de aceite.

Para el estudio de la morfometría, se seleccionaron las larvas en mejor estado (52 ejemplares) entre 2.36 y 22.74 mm de longitud notocordal y longitud patrón respectivamente. Las mediciones fueron efectuadas de acuerdo a Moser & Ahlstrom (1970) y consistieron en: longitud total, longitud notocordal o longitud patrón, longitud cefálica, longitud preanal, longitud prepélvica, longitud pedorsal, longitud del hocico, diámetro del ojo y altura del cuerpo en la base de las pectorales. Todas las mediciones se hicieron en microscopio óptico con ocular micrométrico.

Se obtuvieron las características merísticas de 60 larvas fijadas y 13 transparentadas y teñidas usando la técnica descrita por Pottthoff (1984).

Adicionalmente, fueron transparentados y teñidos cinco juveniles y una larva de *Opisthonema* sp. colectadas en la Bahía de La Paz y en la costa noroccidental de Baja California Sur respectivamente, y sus conteos fueron comparados con los del material obtenido en laboratorio.

Los dibujos se realizaron a partir de fotografías en microscopio óptico con campo claro de un huevo y

siete larvas vivas anestesiadas con quinaldina y medidas, corroborando las observaciones con el material fijado, por lo que, las tallas anotadas en los dibujos (Fig. 2) corresponden a la talla del ejemplar vivo y se proporciona entre paréntesis el intervalo de tallas en que las larvas fijadas presentan las características morfológicas y merísticas de las larvas ilustradas. Debido al engomamiento de las fijadas en formol (Farris 1963, Theilacker 1980 y Hay 1981) debe observarse el desarrollo de otras estructuras al comparar larvas colectadas en el campo con tallas similares a las aquí ilustradas. Aún así, es posible encontrar diferencias como consecuencia de los procedimientos de cría usados en el laboratorio (Hunter 1984 y McGowan & Berry 1984).

La pigmentación del huevo, las dos primeras larvas y los pigmentos internos se representan en las ilustraciones con una intensidad exagerada para facilitar su localización.

Identificación. Debido a que no es posible identificar las larvas desarrolladas en el laboratorio con las claves de Berry & Barret (1963) para las especies del género *Opisthonema*, la asignación de la especie se realizó de acuerdo a la información relativa al comportamiento de los adultos de ese género en la localidad de la cual proceden los huevos colectados; en este sentido la información más relevante sería:

—Estudios realizados por Torres-Villegas *et al* (1985) indican que *Opisthonema libertate* presentó actividad reproductiva en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas desde marzo a octubre, con una mayor actividad en el período julio-septiembre, esto se observó desde 1982 hasta 1984.

—Estudios de la misma naturaleza realizados durante 1985 indican que ese patrón permaneció prácticamente inalterable (Torres-Villegas, com. pers. 1986).

—La presencia de *O. medrastrae* y *O. bulleri* en esa localidad parece ser incidental, al grado que entre ambas no supera el 1% de la captura comercial o de los muestreos biológicos que se realizan a h́ rutinariamente (Torres-Villegas com. pers. 1986).

Por otra parte, los huevos colectados se presentan esencialmente en la misma fase de desarrollo y han sido desarrollados en repetidas ocasiones, siendo las larvas del mismo tipo.

Es importante mencionar que el manejo de la información en el sentido que aquí se le ha dado, ha sido bastante utilizado en la descripción de las primeras fases de vida de clupeidos en zonas donde el número de especies es elevado (Bensam 1981).

RESULTADOS

Descripción del huevo: El huevo de *Opisthonema libertate* es pelágico, translúcido, tiene forma esférica, corion liso, amplio espacio perivitelino, vitelo segmentado y un glóbulo de aceite (Fig. 1A).

El diámetro promedio del corion y el del vitelo de los huevos colectados en julio son significativamente mayores que los correspondientes a agosto, siendo de 1.68 y 1.60 mm para el

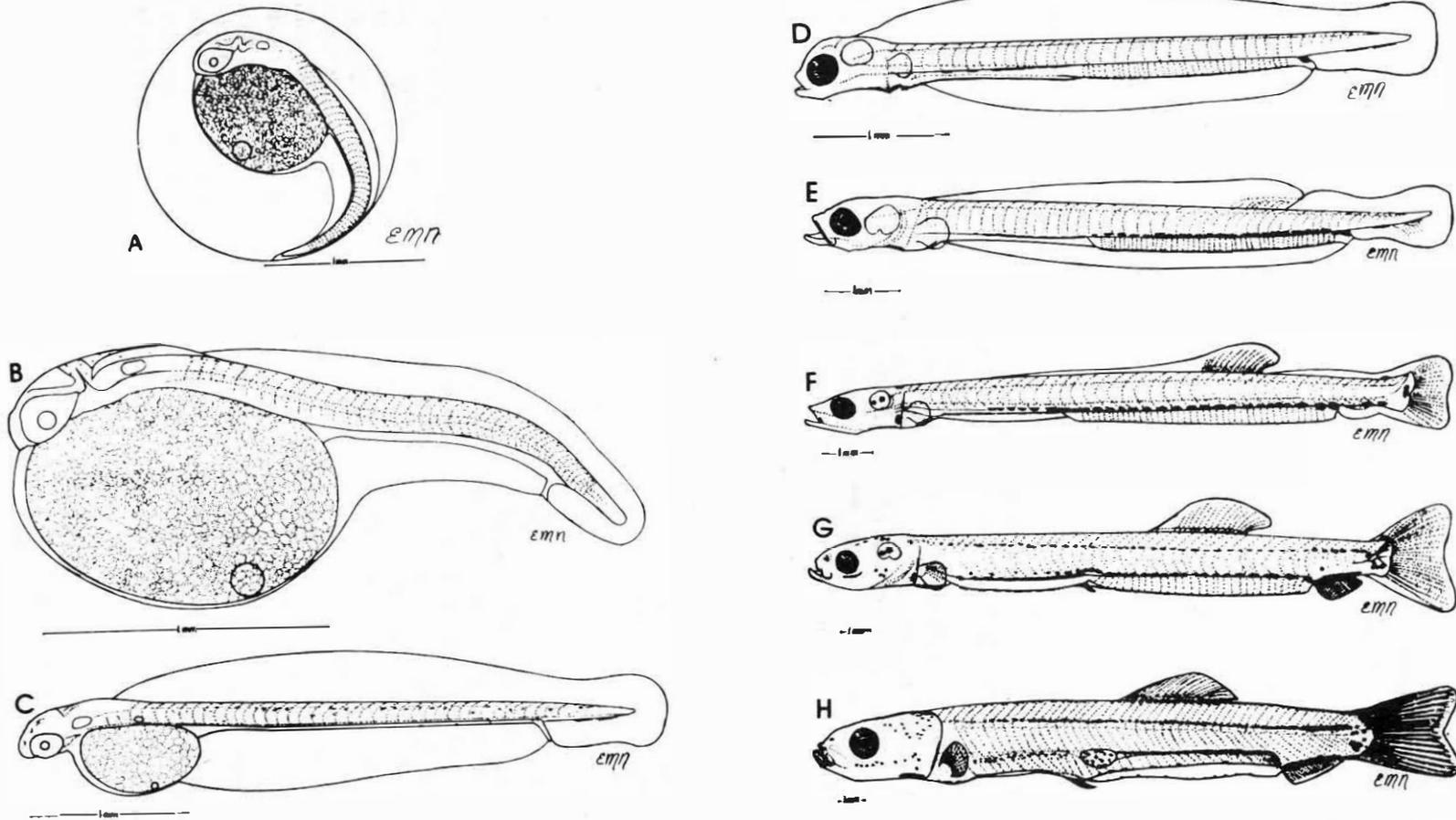


Fig. 2. Huevo y larvas de *O. libertate* A: Diámetro de corion = 1.65 mm; B: LN = 2.47 mm (2.3-2.6 mm); C: LN = 4.17 mm (3.7-4.2 mm); D: LN = 5.07 mm (4.2-5.1 mm); E: LP = 8.68 mm (6.2-9.9 mm); F: LP = 12.09 mm (10.0-15.9 mm); G: LP = 19.15 mm (16.0-20.0 mm) y H: LP = 22.63 mm (20.0-23.0 mm). Entre paréntesis la talla esperada de organismos fijados.

CUADRO 1

Morfometría de las larvas con saco vitelino de Opisthonema libertate (mm) \bar{X} media; a —desviación estándar; n —número de larvas

Edad (Horas)	n	Longitud Total	Longitud Notocordal	Longitud Preanal	Altura Máxima	Longitud Cefálica	Longitud Hocico	Diámetro Ocular	Longitud Vitelo	Ancho Vitelo	Diámetro Glóbulo
0	6	\bar{X} s (intervalo) 2.47-0.13 (2.36-2.64)	2.40-0.12 (2.29-2.56)	2.12-0.09 (2.02-2.24)	0.68-0.02 (0.66-0.71)	0.51-0.04 (0.44-0.54)	0.10-0.01 (0.09-0.11)	0.20-0.01 (0.20-0.22)	0.90-0.01 (0.86-0.94)	0.60-0.03 (0.58-0.65)	0.11-0.02 (0.08-0.12)
20	5	\bar{X} s (intervalo) 4.09-0.21 (3.87-4.40)	3.90-0.22 (3.67-4.21)	3.30-0.21 (3.04-3.58)	0.42-0.08 (0.35-0.55)	0.49-0.05 (0.42-0.53)	0.09-0.01 (0.08-0.11)	0.20-0.02 (0.19-0.23)	0.84-0.10 (0.66-0.90)	0.25-0.09 (0.19-0.23)	0.07-0.02 (0.04-0.11)
42	4	\bar{X} s (intervalo) 4.65-0.10 (4.56-4.80)	4.42-0.11 (4.33-4.58)	3.70-0.09 (3.65-3.84)	0.35-0.03 (0.33-0.40)	0.64-0.02 (0.62-0.66)	0.11-0.01 (0.10-0.12)	0.24-0.01 (0.23-0.26)	0.66-0.08 (0.58-0.75)	0.11-0.01 (0.07-0.13)	

corion y de 0.68 y 0.64 mm para el saco vitelino respectivamente, mientras que el glóbulo de aceite es el único carácter cuyo diámetro promedio no difirió significativamente para ambos meses.

Agrupando los 92 huevos del mes de julio y los 117 de agosto, el diámetro promedio del huevo es de 1.64 mm con un intervalo de 1.34 a 1.86 mm, el diámetro del vitelo tiene un intervalo de 0.42 a 0.89 mm con un valor promedio de 0.66, y el glóbulo de aceite de 0.08 a 0.17 mm con un valor promedio de 0.12 mm.

De acuerdo con la información concerniente a la temperatura de desarrollo y el momento de la eclosión, podemos inferir que el tiempo de eclosión fue de 22 a 24 horas para los huevos colectados en julio, a una temperatura aproximada de 24°C y de 17 a 19 horas para los de agosto a una temperatura que fluctuó en torno a los 28°C.

Larvas con saco vitelino y diferenciación del intestino. Para realizar el estudio de las características morfométricas, las larvas fueron agrupadas por fases de desarrollo según Kendall *et al.* (1984) y sus tallas variaron entre los 2.4 (a partir de la absorción del vitelo) hasta los 22.7 mm (LN y LP respectivamente).

Las larvas recién eclosionadas presentan una longitud notocordal (LN) promedio de 2.4 mm; 20 horas después tienen una talla promedio de 3.9 mm (LN). A las 42 horas alcanzan una talla de 4.4 mm, en este momento se ha absorbido el saco vitelino, tienen los ojos pigmentados, la boca funcional, el ano abierto y el intestino que antes era un tubo recto y liso, se diferencia morfológicamente en una región anterior y una posterior en la región pilórica. Analizando el Cuadro 1, resulta evidente que el máximo crecimiento en longitud notocor-

dal en esta fase se lleva a cabo en las primeras 20 horas posteriores a la eclosión.

Morfometría. Después de la absorción del saco vitelino, cada una de las características morfométricas del Cuadro 2, fue ajustada a un modelo de regresión por medias geométricas (GMR) (citado por Ricker 1984), con el cual se evidencia el crecimiento alométrico de una estructura del cuerpo con respecto a otra para cada una de las fases (Cuadro 3). De esta manera, encontramos que durante la preflexión se presenta crecimiento alométrico en la longitud patrón con respecto a la longitud total y de las longitudes preanal y prepélvica en la patrón, lo cual nos indica que hay un mayor desarrollo a lo largo (Fig. 2D). Durante la flexión, se detecta crecimiento alométrico provocado por el incremento de la altura máxima en la longitud patrón y de la longitud del hocico en la cefálica (Fig. 2E). En la postflexión, la longitud patrón se incrementa de manera significativa con respecto a la longitud total, al igual que la longitud cefálica en la patrón, mientras que el diámetro del ojo decrece proporcionalmente con respecto a la longitud cefálica; estos cambios aunados a los de la fase anterior, le dan a las larvas un aspecto más robusto (Fig. 2F). En la transformación no se presenta ningún cambio significativo de alguna estructura, sin embargo, existen ligeros decrementos proporcionales de algunas de ellas que le ayudan a adquirir la morfología propia de los juveniles (Figs. 2G y 2H). Como conclusión podemos decir que los cambios morfométricos más importantes se dan en las fases anteriores a la transformación.

Merística. Los conteos de miómeros totales obtenidos para 111 larvas (62 fijadas en formol al 4%, 37 vivas anestesiadas con quinaldina y

CUADRO 2

Datos morfométricos (mm) de las larvas de Opisthonema libertate criadas en el laboratorio

	LT	LP	LPA	LPred	LPred	Altm	LCef	LHoc	Dioc
	3.98	3.70	3.13	---	1.77	0.35	0.65	0.11	0.26
	4.65	4.38	3.67	---	1.99	0.37	0.70	0.11	0.27
	4.68	4.44	3.78	---	2.00	0.31	0.65	0.11	0.22
	4.69	4.54	3.96	---	2.15	0.34	0.67	0.11	0.26
	4.78	4.52	3.81	---	2.15	0.37	0.72	0.10	0.26
	4.86	4.59	3.89	---	2.19	0.36	0.73	0.12	0.26
A	5.35	5.11	4.40	---	2.37	0.41	0.81	0.14	0.28
	5.37	5.13	4.36	---	2.36	0.37	0.80	0.13	0.28
	5.46	5.20	4.41	---	2.38	0.41	0.84	0.13	0.35
	5.54	5.28	4.50	---	2.35	0.40	0.77	0.14	0.27
	5.73	5.49	4.69	---	2.57	0.54	0.86	0.12	0.29
	5.81	5.60	4.81	---	2.57	0.53	0.87	0.15	0.30
	6.02	5.78	4.99	---	2.57	0.53	0.86	0.11	0.29
	6.18	5.92	5.12	---	2.61	0.58	0.89	0.12	0.30
	6.48	6.25	5.37	4.45	2.79	0.39	0.94	0.15	0.30
	7.21	6.90	5.96	4.69	3.05	0.62	1.04	0.20	0.35
	7.22	6.61	5.72	5.01	3.56	0.62	1.39	0.31	0.48
B	7.30	7.05	6.17	4.82	3.19	0.68	1.11	0.20	0.30
	7.32	7.05	6.17	4.96	3.14	0.68	1.11	0.20	0.30
	7.39	7.14	6.23	4.87	3.10	0.62	1.12	0.21	0.30
	7.60	7.35	6.29	5.00	3.28	0.56	1.21	0.20	0.40
	7.74	7.43	7.12	5.42	3.58	0.71	1.38	0.31	0.40
	7.98	7.53	6.71	5.13	3.33	0.62	1.33	0.23	0.33
	9.17	8.74	7.58	5.83	3.86	0.66	1.37	0.30	0.42
	9.91	9.30	8.28	6.07	4.09	0.70	1.44	0.31	0.44
	10.31	9.74	8.26	6.81	3.98	0.73	1.42	0.33	0.42
C	11.49	10.78	9.51	6.83	4.89	0.81	1.80	0.44	0.49
	11.67	10.94	8.68	6.44	4.30	0.72	1.67	0.39	0.48
	11.97	11.15	9.87	7.08	4.87	0.84	1.73	0.46	0.48
	12.72	11.94	10.62	7.83	5.56	0.88	1.94	0.41	0.52
	13.67	12.81	11.25	7.94	6.17	1.17	2.44	0.62	0.64
	14.39	13.33	11.90	8.17	6.39	1.11	2.40	0.56	0.63
	19.42	16.97	14.27	10.00	8.07	2.08	4.17	1.15	1.09
	20.48	19.13	16.14	11.18	8.72	1.72	3.56	0.89	0.89
D	24.00	22.33	17.58	11.75	10.15	2.56	4.64	1.23	1.09
	24.22	22.33	18.05	12.39	10.41	3.11	4.72	1.31	1.19
	24.35	22.63	18.61	12.50	10.15	2.83	4.74	1.28	1.23
	32.22	21.33	17.61	11.33	9.48	2.61	4.59	1.11	1.22

L = Longitud, LT = Total, LP = Notocordal o patrón, LPA = preanal, LPred = predorsal, LPrep = prepelvica, Altm = altura máxima, LCef = cefálica, LH = hocico, Dioc = diámetro ocular, A = preflexión, B = flexión, C = postflexión y D = transformación.

12 transparentadas y teñidas) revelan que para el primer grupo, hubo 31 con 45 miómeros, 22 con 46 y nueve con 47. Para el segundo grupo, 14 larvas presentaron 45, once 46, once 47 y una de 48 y para el último grupo hubo una larva con 45 miómeros, cuatro con 46 y siete con 47. Esto parece indicar que el conteo más frecuente, así como la media de los conteos, dependen del estado en que se encuentre el material y que existe una tendencia a subestimar en una unidad el total de miómeros al rea-

lizar los conteos del material fijado en formol, probablemente por el encogimiento que sufren.

El período de transformación (según Houde *et al.* 1974 y Richards *et al.* 1974) se inicia a los 15.9 mm (LP), talla a la que se observa una disminución más acelerada de miómeros preanales y un aumento de miómeros postanales con respecto a tallas anteriores, y es particularmente evidente entre los 15.9 a 17.9 mm en que existe un desplazamiento más acelerado del tubo digestivo y de la aleta dorsal hacia la

CUADRO 3

Parámetros del ajuste a un modelo potencial con el modelo de la regresión de la media geométrica para cada fase del desarrollo de las larvas de Opisthonema libertate. Los intervalos están referidos a la longitud patrón o notocordal dada en milímetros.

Relación Morfométrica	v	Preflexión			v	Flexión			v	Postflexión			v	Transformación		
		3.70 a'	- d _a	6.24 r ⁺⁺		6.25 a'	- d _a	8.73 r ⁺⁺		8.74 a'	- d _a	16.96 r ⁺⁺		16.97 a'	- d _a	22.74 r ⁺⁺
LP- a'LT ^v	1.062	0.860	3.199 ⁺	0.998	1.014	0.929	0.013	0.954	0.957	1.042	2.659 ⁺	0.999	1.181	0.522	0.176	0.986
LPA- a'LP ^v	1.046	0.794	2.410 ⁺	0.998	1.392	0.410	1.919	0.933	1.084	0.711	0.858	0.971	0.848	1.301	2.012	0.984
LPred- a'LP ^v					0.818	0.999	1.217	0.774	0.953	0.739	0.240	0.819	0.806	1.001	1.423	0.941
LPrep- a'LP ^v	0.884	0.555	2.467 ⁺	0.983	1.005	0.447	0.016	0.562	1.331	0.201	2.218	0.955	0.879	0.661	1.419	0.981
Alt _m - a'LP ^v	1.517	0.036	2.105	0.828	3.013	0.002	2.426 ⁺	0.685	1.415	0.028	1.992	0.921	1.888	0.008	1.486	0.774
Loef- a'LP ^v	0.859	0.195	1.526	0.928	2.266	0.014	1.790	0.564	1.501	0.049	3.321 ⁺	0.964	0.975	0.229	0.071	0.693
LHoc- a'Loef ^v	1.047	0.159	0.189	0.566	1.713	0.166	2.745 ⁺	0.916	1.184	0.210	1.468	0.960	1.262	0.179	1.116	0.929
Dioc- a'Loef ^v	0.928	0.353	0.440	0.792	1.273	0.283	0.808	0.712	0.733	0.327	7.199 ⁺	0.991	1.084	0.224	0.428	0.932
		n = 14				n = 9				n = 9				n = 6		

Donde:

v = pendiente; a' = ordenada al origen; d = diferencia de la alometría; r = coeficiente de correlación; LT = longitud total; LP = longitud patrón; LPA = longitud preanal; LPred = longitud predorsal; LPrep = longitud prepélvica; Alt_m = altura máxima; Loef = longitud cefálica; LHoc = longitud del hocico y Dioc = diámetro del ocular.

⁺ Relaciones en las cuales se detecta la alometría con un 95% de confianza.

⁺⁺ Todos los coeficientes de correlación obtenidos son significativos con un 95% de confianza.

Los valores de v mayores que 1.0 indican crecimiento alométrico positivo, y los valores menores de uno indican crecimiento alométrico negativo.

parte anterior, que en los demás intervalos de talla.

Antes de la transformación, la disminución del número de miómeros predorsales es más bien consecuencia de la formación continua de radios de la aleta dorsal, que se completa entre los 13.9 y 15.9 mm (LP).

En todas las tallas obtenidas en el laboratorio se contaron de cinco a ocho miómeros entre el fin de la aleta dorsal y el ano (Cuadro 4), debido a que tanto la aleta dorsal como el

tubo digestivo migran hacia la parte anterior a un mismo ritmo. Sin embargo este valor difiere de lo encontrado en los juveniles de campo, los cuales presentaron de ocho a nueve miómeros postdorsales-preanales y presentan diferencias también con los conteos de vertebras preanales, vertebras postanales y especialmente con las vertebras predorsales de las larvas, ya que aparentemente, entre los 22.7 a 24,7 mm la aleta sufre una brusca migración de cinco miómeros.

CUADRO 4

Distribución de miómeros en relación con otras partes del cuerpo en larvas de Opisthonema libertate; se indican el número de ejemplares y el intervalo de lecturas

Clases de talla	miómeros preanales			miómeros postanales			miómeros predorsales			miómeros postdorsales		
	n	Int.	moda	n	Int.	moda	n	Int.	moda	n	Int.	moda
1.91- 3.9	17	37-40	39	17	5-8	7						
3.91- 5.9	23	37-39	38	23	7-9	7	5	27-29	28	5	6-8	8
5.91- 7.9	11	37-39	38	11	6-10	7	11	26-30	28	9	6-8	8
7.91- 9.9	5	37-39	38	5	7-10	8	5	25-27	26	5	7-8	7
9.91-11.9	4	37-38	38	4	8-10	9	4	25-26	26	4	5-7	7
11.91-13.9	2	37-38		2	9	9	2	24	24	2	6	6
13.91-15.9	1	37		1	10		1	24		1	5	
15.91-17.9	1	34		1	12		1	20		1	5	
17.91-19.9	3	33-35	33	3	12	12	3	19-20	19	3	5	5
19.91-21.9	3	32-34		3	13	13	3	16-19		3	5-7	
21.91-23.9	2	32-33		2	13	13	2	18-19		2	7	7

La línea intermedia indica el inicio del período de transformación.

CUADRO 5

Resumen de la secuencia del desarrollo de las aletas en larvas de *Opisthonema libertate*

Aleta	Aparición del muñón	Aparición 1er. radio	Complemento radios total	No. de radios en la aleta totalmente desarrollada
Dorsal	5.1-6.1	7.0- 7.3	14.0-16.8	17 a 18
Caudal				
Principales		7.2	9.2-11.2	19
Secundarios		10.7	?	Se alcanzan conteos de 8 dorsales y 6 ventrales a los 22.7 mm.
Anal	9.2	10.2-12.0	13.7-14.8	18 a 19; anormalmente 16 o 17 (+)
Pélvica	18.8	18.8-20.8	20.8	8
Pectoral	3.9	18.8-20.8	?	14 radios a los 22.7 mm

† Característica anómala producto de la fusión de uno o dos pares de pterigiforos.

Se efectuaron estos conteos en una larva de *Opisthonema sp.* colectada en agosto de 1982 en la costa occidental de Baja California Sur (Lat. N 25 14'; Long. W 112 10'). Esta larva medía 13.2 mm (LP); pudo observarse que sus conteos se ajustan bastante bien a los del intervalo de tallas correspondiente de las larvas desarrolladas en laboratorio, ya que presentó 37 miómeros preanales, 10 postanales, 25 predorsales y siete entre el fin de la aleta dorsal y el ano.

Desarrollo de las aletas. Las larvas recién eclosionadas presentan un pliegue de la aleta continuo, el cual se inicia en la parte dorsal, donde se establece el primer miómero, continúa hasta el vitelo sin más interrupción que el orificio anal y desaparece a los 15 mm cuando las aletas ya están perfectamente delineadas.

A 24°C, encontramos que 20 horas después de la eclosión y teniendo una talla de 3.9 mm (LN), las larvas ya presentan el muñón de la aleta pectoral. El muñón de la aleta dorsal aparece como un reborde carnoso que está incluido en el pliegue de la aleta, y que únicamente presenta los pterigiforos correspondientes a los últimos radios.

El muñón de la aleta anal aparece a los 9.2 mm, con los cartílagos de los pterigiforos. Un aspecto interesante es que algunas de las larvas mayores a esta talla presentaron conteos más

bajos de los esperados, lo cual fue consecuencia de la fusión de uno o dos pterigiforos internamente, lo que provocó que externamente no se contaron los radios correspondientes (Cuadros 5 y 6).

Las aletas pectorales presentan 10 radios a los 20.8 y 21 mm (LP), lo que indica que inician su formación después de los 18.8 mm, y alcanzaron a formar 14 a los 22.7 mm, observándose que aún existía espacio en el abanico de la aleta para la incorporación de más radios.

A los 22.7 mm no se había alcanzado aún los conteos definitivos de los componentes de la aleta caudal.

Los juveniles colectados en la Bahía de La Paz, presentan conteos modales de 19 radios en las aletas dorsal y anal, 16 en las pectorales y ocho en las pélvicas. La tendencia a que los ejemplares de laboratorio presenten conteos relativamente bajos en las aletas dorsal y anal, podría ser consecuencia de que se desarrollaron en temperaturas relativamente bajas. Las larvas de laboratorio alcanzaron los conteos de radios correspondientes a los juveniles en las aletas pélvicas, pero no en las pectorales.

Pigmentación. La pigmentación aparece en el huevo a partir del estadio VIII y se mantiene en larvas recién eclosionadas como pequeños puntos que se distribuyen en dos hileras paralelas a lo largo de la parte dorsal del embrión

CUADRO 6

Caracteres merísticos de larvas de Opisthonema libertate

Longitud Patrón (mm)	Radios Caudales Dor. Ven.	Radios Dorsal	Radios Anal	Radios Pectoral ††	Radios Pélvica ††	Interneurales ††
2.0-7.1	No hay estructuras contables en 49 ejemplares en este intervalo.					
+ 7.2	3 + 2	3				
‡ 7.4	6 + 8	6				
+ 7.6	8 + 8	10				
8.3	3 + 4	6				
+ 8.7	10 + 8	6				
9.2	6 + 8	8				
+ 9.2	10 + 9	10				
+ 9.7	9 + 9	12				
10.3	9 + 8	15	10			
10.4	10 + 9	9				
+ 10.7	10 + 9	13				
11.2	9 + 9	10				
12.9	10 + 9	13	14			
+ 13.2	10 + 9	14	13			
14.0	10 + 9	14	13			
16.8	10 + 9	18	17			
+ 18.8	10 + 9	18	19			5
19.1	10 + 9	16	16			
19.3	10 + 9	18	17			
+ 20.8	10 + 9	17	19	10	7	8
+ 21.0	10 + 9	17	17	10	8	8
21.1	10 + 9	18	18			
+ 22.6	10 + 9	18	16	11	8	8
+ 22.7	10 + 9	17	16	14	8	9

+ Conteos realizados en larvas transparentadas y teñidas.

†† Únicamente se hicieron conteos de estas estructuras en larvas transparentadas y teñidas. La línea intermedia indica el inicio del período de transformación.

(Figs. 2A y 2B), pero se pierde a los 4.2 mm (LN) cuando los pigmentos están migrando hacia la parte ventral y además aparecen un par de pigmentos ventrales en forma de guiones —alineados uno tras otro— posteriores al ano (Fig. 2C).

Entre los 4.2 y los 5.1 mm (LN) se pigmentan los ojos y se observa un pigmento ventral en la región cefálica a la altura del cleitro; hacia la parte posterior se presentan un par de guiones ventrales sobre la región faríngea, dos hileras laterales de guiones sobre la cara dorsal del intestino anterior que finalizan en la región pilórica. Aquí comienzan otras dos hileras de pigmentos en guiones y se localizan sobre la parte ventral del intestino posterior. En la parte

final dorsal del intestino se presenta un pigmento de forma estrellada (Fig. 2D), el cual es el primero de una serie de pigmentos que llega a la región pilórica a los 8.7 mm (Fig. 2E) y a la parte media del intestino anterior a los 12.1 mm, siendo más evidentes los dos más cercanos al ano por ser externos. Posteriormente, a los 22.7 mm (LP) estos pigmentos se disgregan y multiplican, distribuyéndose en toda la pared interna de la cavidad torácica.

En la larva de 12.1 mm (Fig. 2F) aparecen dos pigmentos estrellados en la pared interna de cada una de las cápsulas óticas, un pigmento grande en la parte inferior anterior al cleitro, otro sobre el costado del mismo, un pigmento estrellado en la región nucal, otro sobre la parte

CUADRO 7

Distribución del número de vértebras total o parcialmente osificado en relación con otras partes del cuerpo en larvas de Opisthonema libertate

Talla LP (mm)	Vértebras preanales	Vértebras postanales	Vértebras predorsales	Vértebras postdorsales preanales
18.8	37	10	21	6
20.8	34	12	20	5
21.0	36	10	20	7
22.5	36	11	21	6
22.7	35	11	20	7

dorsal del pedúnculo caudal y otro sobre la placa hupúrica y pigmentación difusa sobre la aleta caudal. A partir de esta talla se hacen evidentes pigmentos amarillos en la región cefálica y región caudal, los cuales solo se aprecian en organismos de reciente fijación.

La larva de 19.1 mm presenta pigmentos estrellados en la parte dorsal de la región cefálica, una pequeña hilera de pequeños pigmentos estrellados en la parte inferior del ojo y en la región opercular (Fig. 2G). En el cuerpo aparecen una hilera interna de pigmentos en guiones a lo largo del costado de la larva por arriba de la línea media del cuerpo. Se presentan pigmentos estrellados en la base de las aletas dorsal y anal y sobre la placa hipúrica y radios.

Finalmente (Fig. 2H), la larva de 22.7 mm, presenta pequeños pigmentos estrellados en la punta del hocico, que bordean la mandíbula superior; en la parte anterior del hocico se presentan dos hileras cortas paralelas de pigmentos que llegan casi hasta la región frontal; otros pigmentos similares se encuentran en toda la parte ventral de la mandíbula inferior excepto en una estrecha franja central; existe también este tipo de pigmentos sobre el opérculo y en la parte dorsal de la cabeza, principalmente en el área entre los ojos y sobre las cápsulas óticas, con un arreglo ligeramente simétrico concentrándose en la región nucal. A partir de aquí y hasta el pedúnculo caudal, se observan dos hileras paralelas de pigmentos estrellados casi sobre la línea media dorsal; ligeramente abajo de estas hay una banda de pigmentos discontinuos subsuperficiales paralela a las anteriores, lo que sugiere un afloramiento de pigmentos internos. Se presentan también pigmentos sobre

la base de la aleta dorsal. A partir de esta talla el intestino anterior se vuelve interno como consecuencia del avance de la capa muscular sobre él.

DISCUSION

La comparación de los caracteres morfo-merísticos de larvas criadas en laboratorio con los de las colectadas, indica claramente que faltaban por modificarse varios de estos caracteres antes de que el material de laboratorio alcanzara la etapa juvenil (Cuadros 7 y 8).

Al comparar los huevos y larvas de *O. libertate* con los de *Opisthonema* sp. (Saldierna-Martínez 1985a), encontramos que el diámetro promedio de los huevos no difiere significativamente de los colectados en campo de *Opisthonema* sp. en la misma área de estudio durante el verano de 1983, la cual presenta un diámetro promedio del huevo de 1.5 mm pero con un amplio intervalo (1.25 a 1.91 mm), que incluye a los valores obtenidos para *O. libertate* (1.34 a 1.86 mm).

Para el caso de las larvas, se presentan en un cuadro con intervalos de talla comparables entre sí (Cuadro 9) algunas de las características merísticas, donde se observa que *O. libertate* puede diferenciarse de *Opisthonema* sp. por presentar menos miómeros predorsales y preanales a tallas menores de 10.3 mm, y menor desplazamiento de las aletas dorsal y anal en tallas menores a los 16 mm. Con respecto a la pigmentación, *O. libertate* se diferencia de *Opisthonema* sp. (Funes-Rodríguez & Esquivel-Herrera 1985), principalmente porque en nuestras larvas de 11 a 12 mm se presenta un

CUADRO 8

Distribución del número de vértebras en relación con otras partes del cuerpo en juveniles de Opisthonema spp.

Talla LP (mm)	Vértebras preanales	Vértebras postanales	Vértebras predorsales	Vértebras postdorsales preanales	Vértebras totales Prec. Caud.
24.8	33	13	15	9	23 + 23
26.4	33	14	15	9	23 + 24
27.2	33	14	15	8	23 + 24
27.8	33	14	15	8	23 + 24
27.9	33	14	15	9	23 + 24

CUADRO 9

Distribución de miómeros en relación con las partes del cuerpo para dos especies del género Opisthonema.

Los valores para Opisthonema sp. son los informados por Funes-Rodríguez & Esquivel-Herrera (1985).

Especie	LN o LP (mm)	Miómeros Predorsales		Miómeros Preanales		Postdorsales Preanales		Miómeros Totales	
		int.	moda	int.	moda	int.	moda	int.	moda
<i>O. libertate</i>	+ 3.91- 9.9	25-30	28	37-39	39	6-8	7	45-48	46
	! 9.91-15.9	24-26	24	37-38	38	5-7	6	45-48	47
	! 3.91-15.9	24-30	27	37-39	38	5-8	7	45-48	46
	" 15.91-23.9	16-20	19	32-35	33	5-7	6	45-47	46
<i>Opisthonema sp.</i>	+ 10.3	28-31		39-40		6-7	7	44-46	
	! 10.31-15.7	23-27		35-39		5-7	5	44-45	
	! >15.7	23-31		35-40		5-7			

Los símbolos iguales indican tallas comparables entre sí.

pigmento en la región nucal, dos en la pared interna de la cápsula ótica y uno en la parte dorsal del pedúnculo caudal.

AGRADECIMIENTOS

A Humberto Chávez Ramos por proveer la bibliografía relacionada a este trabajo. Al CONACYT por el apoyo económico otorgado al proyecto "Biología de Larvas" (Clave PCEC-BNA-021252).

RESUMEN

Se describe el huevo y larva de *Opisthonema libertate* desarrollados en el laboratorio a partir de huevos colectados en Bahía Almejas, Baja

California Sur, México en 1985. El huevo es esférico, pelágico, de corion liso con un diámetro promedio de 1.64 mm con un solo glóbulo de aceite de 0.12 mm de diámetro promedio y amplio espacio perivitelino. Las larvas recién eclosionadas miden 2.4 mm de longitud notocordal. La flexión del notocordio se inicia a los 6.25 mm de longitud patrón (LP) y la máxima talla alcanzada en el laboratorio fue de 22.7 mm (LP). No se logró la transformación de larva a juvenil.

REFERENCIAS

- Ahlstrom, E. H. 1943. Studies on the Pacific pilchard or sardine (*Sardinops caerulea*); 4. Influence of temperature on the rate of development of pilchard eggs in nature. Fish. Wildl. Serv. SSRF 23: 26 p.

- Anónimo. 1983. Informe final del convenio específico denominado "Pesquería de la sardina en Baja California Sur" (México). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.
- Bensam, P. 1981. Taxonomic problems in the identification of clupeiform eggs and larvae in Indian waters. Rapp. P. -v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 178: 605-607.
- Berry, F. H. & I. Barrett. 1963. Gillraker analysis and speciation in the thread herring genus *Opisthonema*. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull. 7: 112-190.
- Castro Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca, Inst. Nal. Pes. Serv. Cient. 19, xi, 298 p.
- Farris, D. A. 1963. Shrinkage of sardine (*Sardinops caerulea*) larvae upon preservation in buffered formalin. Copeia 1: 185-186.
- Funes-Rodríguez, R. & A. Esquivel-Herrera. 1985. Determinación de las principales características que permiten la identificación de las larvas de *Opisthonema* spp. en la costa Pacífico de Baja California Sur. Inv. Mar. CICIMAR 2 (2): 77-65.
- Hay, D. E. 1981. Effects of capture and fixation on gut contents and body size of Pacific herring larvae. Rapp. P. -v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. 176: 395-400.
- Houde, E. D., W. J. Richards & V. P. Saksena. 1974. Description of eggs and larvae of scaled sardine, *Harengula jaguana*. Fish. Bull. U. S. 72: 1106-1122.
- Hunter, J. R. 1984. Synopsis of culture methods for marine fish larvae, p. 24-27. In: H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. & S. L. Richardson (eds.). Ontogeny and Systematics of fishes Spec. Publ. No. 1, Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.
- Kendall, A. W. Jr., E. H. Ahlstrom & H. G. Moser. 1984. Early life history stages of fishes and their characters, p. 35-37. In: H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. & S. L. Richardson (eds.). Ontogeny and Systematics of fishes. Spec. Publ. No. 1. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.
- McGowan, M. F. & F. H. Berry. 1984. Clupeiformes: Development and Relationships, p. 108-126. In: H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. & S. L. Richardson (eds.). Ontogeny and Systematics of fishes. Spec. Publ. No. 1. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.
- Mito, S. 1961a. Pelagic fish eggs from Japanese waters. I. Clupeina, Chanina, Stomiatina, Myctophida, Anguillida, Belonida and Sygnathida. Sci. Bull. Fac. Agric. Hyushu Univer. 18: 285-310.
- Moser, H. G. & E. H. Ahlstrom. 1970. Development of lanternfishes (Family Myctophidae) in the California current. Part. I. Species with narrow-eyed larvae. Nat. Hist. Mus. Los Ang. Cty. Sci. Bull. 7.
- Potthoff, T. 1984. Clearing and staining techniques, p. 35-37. In: H. G. Moser, W. J. Richards, D. M. Cohen, M. P. Fahay, A. W. Kendall, Jr. & S. L. Richardson (eds.). Ontogeny and Systematics of fishes. Spec. Publ. No. 1, Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol.
- Richards, W. J., R. V. Miller & E. D. Houde. 1974. Eggs and larval development of the Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum*. Fish Bull. U. S. 72: 1123-1136.
- Ricker, W. E. 1984. Computation and uses of central trend lines. Can. J. Zool. 62: 1897-1905.
- Saldierna-Martínez, R. 1985. Descripción de los huevos de *Opisthonema* spp. (Sardina crinuda) en la costa oeste de Baja California Sur. Cal. Coop. Oceanic Fish. Inv. Abstracts, 1 p.
- Saville, A. 1964. Estimation of the abundance of a fish stock from egg and larval surveys, p. 164-170. In: J. A. Gulland (ed.) On the measurement abundance of fish stocks, Rapp. p. -v Reun. Cons. Perm. int. Explor Men 155.
- Scotfield, E. C. 1934. Early life history of the California sardine (*Sardinops caerulea*) with special reference to distribution of eggs and larvae. California Division Fish & Game, Fish Bull. No. 41: 48 p.
- Scotfield, E. C. & M. J. Linder. 1930. Preliminary report of the early life history of the California sardine. Calif. Fish & Game 16(2): 120-124.
- Stauffer, G. D. & S. J. Picquelle. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the central subpopulation of northern anchovy, Natl. Mar. Fish. Serv., NOAA. Southw. Fish. Cent. Admin. Rep. LJ-80-09 41 p.
- Theilacker, G. H. 1980. Changes in body measurements of larval northern anchovy, *Engraulis mordax*, and other fishes due to handling and preservation. Fish. Bull. 78 (3): 685-692.
- Torres-Villegas, J. R., C. G. García-Melgar, R. I. Ochoa-Báez & V. A. Levy-Pérez. 1985. Parámetros reproductivos de las poblaciones de *Opisthonema libertate* (Günther) (Pisces: Clupeidae) y discusión sobre su evaluación por producción de huevos, en Bahía Magdalena, B.C.S., México, Inv. Mar. CICIMAR 2: 45-58.
- van der Heiden, A. & M. E. Hendrickx. 1982. Inventario de la Fauna Marina y Costera del Sur de Sinaloa, México. Segundo informe de avance. Edit. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Mazatlán, Mazatlán, Sinaloa, México.