

**ESTUDIOS OSTEOLOGICOS DE LARVAS DE *Trachurus japonicus*  
(PERCIFORMES: CARANGIDAE).  
I. FORMACION DE LOS RADIOS DE LAS ALETAS**

**OSTEOLOGICAL STUDIES OF LARVAE OF *Trachurus japonicus*  
(PERCIFORMES: CARANGIDAE). I. FORMATION OF FIN RAYS**

Eduardo F. Balart

Instituto Tecnológico de Los Mochis,  
Laboratorio de Zoología  
Apartado Postal 766,  
Los Mochis, Sinaloa 81200, México

Balart, E.F. (1990). Estudios osteológicos de larvas de *Trachurus japonicus* (Perciformes: Carangidae). I. Formación de los radios de las aletas. Osteological studies of larvae of *Trachurus japonicus* (Perciformes: Carangidae). I. Formation of fin rays. Ciencias Marinas, 16(4): 141-155.

**RESUMEN**

Una serie de 123 larvas de *Trachurus japonicus*, 1.72 mm NL a 24.16 mm SL desde 0 a 40 días de edad, fue clareada y teñida para determinar el desarrollo de los radios de las aletas. La diferenciación de los radios de las aletas ocurrió en la siguiente secuencia: caudal, anal y segunda dorsal, primera dorsal, pectorales, y finalmente los radios pélvicos. Comparaciones con otros peces carangidos demuestran una ausencia de una secuencia común en la formación de los radios. Por el contrario, el patrón básico de desarrollo de los radios en cada una de las aletas es compartido por los miembros de la familia.

**ABSTRACT**

A series of 123 larvae of *Trachurus japonicus*, 1.72 mm NL to 24.16 mm SL from 0 to 40 days, was cleared and stained to assess fin ray development. The differentiation of fin rays exhibited the following sequence: caudal, anal and second dorsal, first dorsal, pectorals, and finally pelvic rays. Comparisons with other carangid fishes show an absence of a common sequence of ray formation. On the contrary, the sequence of ray development within each fin seems to be a pattern shared by carangid species.

**INTRODUCCION**

*Trachurus japonicus* es un importante pez comercial en Japón, de modo que se ha dedicado un esfuerzo considerable a mejorar su técnica de cultivo.

El desarrollo de los huevos, larvas y juveniles es descrito por Uchida *et al.* (1958) a partir de capturas planctónicas, y por Ochiai *et al.* (1982) a partir de series criadas en laboratorio. El desove artificial, crecimiento y

**INTRODUCTION**

*Trachurus japonicus* is an important commercial fish in Japan, so considerable efforts have been devoted to improve culture techniques.

The development of eggs, larvae and juveniles is described by Uchida *et al.* (1958) from plankton catches, and by Ochiai *et al.* (1982) from laboratory reared series. Artificial spawning, growth and maturity are considered

madurez son considerados por Ochiai *et al.* (1983). La osteología ha sido descrita por Suzuki (1962). Contribuciones a su desarrollo osteológico son los trabajos de Hotta (1958) y Kohno y Taki (1983).

Este artículo trata del desarrollo de los radios de las aletas medias y pares de *T. japonicus*. Los estudios acerca del desarrollo osteológico nos dan información útil acerca de aspectos funcionales de la supervivencia larval, así como son herramientas potenciales para trabajos taxonómicos y sistemáticos (Dunn, 1983, 1984; Balart, 1985).

### MATERIALES Y METODOS

Un total de 123 especímenes de *Trachurus japonicus* fueron utilizados en este estudio. Todos ellos fueron criados en laboratorio y su intervalo de talla fue de 1.72 a 24.16 mm de longitud estándar, y de 0 a 40 días de edad (Tabla I). Los especímenes fueron criados en el Departamento de Pesquerías Acuaculturales, Universidad de Kochi, Japón. Los especímenes fueron preservados en formaldehído al 5% debidamente tamponado. El clareado y teñido se realizó de acuerdo al método de Potthoff (1984).

Las observaciones se hicieron con microscopios estereoscópicos Wild M5, SMZ10 y Rossbach S2. Las mediciones fueron hechas con un proyector de perfil Nikon V20 asociado a un contador digital Nikon SMZ6F. Los radios se contaron independientemente de su grado de desarrollo; los conteos en las aletas pares incluyen sólo los del lado izquierdo.

Todas las mediciones citadas en el artículo corresponden a longitud estándar.

### RESULTADOS

Las larvas recién eclosionadas presentan un amplio pliegue membranoso alrededor del cuerpo (dorsal, caudal, anal y preanal) que persiste hasta el desarrollo de las aletas. Las lepidotriquiás de las aletas se desarrollan en la siguiente secuencia: caudal, anal y segunda dorsal, primera dorsal, pectorales, y pélvicas. En contraste, el soporte esquelético de los radios inicia su desarrollo en el siguiente orden: pectorales, caudal, anal, segunda dorsal, primera dorsal, y pélvicas.

by Ochiai *et al.* (1983). The osteology has been described by Suzuki (1962), Hotta (1958), and the comments of Kohno and Taki (1983).

This paper deals with the development of median and paired fin rays of *T. japonicus*. Studies on osteological development provide useful information about functional aspects of larval survival, as well as a potential tool for taxonomic and systematic works (Dunn, 1983, 1984; Balart, 1985).

### MATERIALS AND METHODS

A total of 123 specimens of *Trachurus japonicus* were used in this study. All of them were laboratory-reared and ranged from 1.72 to 24.16 mm in standard length 0-40 days after hatching (Table I). Specimens were reared at the Department of Cultural Fisheries, Kochi University, Japan. Specimens were preserved in 5% buffered formalin. Clearing and staining were done by Potthoff's (1984) method.

Observations were made with Wild M5, SMZ10 and Rossbach S2 stereoscopic microscopes. Measurements were made with a Nikon V20 profile projector associated to a Nikon SMZ6F digital counter. Fin rays were counted regardless of their degree of development; counts on paired fins include only left side.

All the measurements cited throughout the paper correspond to standard length.

### RESULTS

Newly hatched larvae have a broad finfold around the body (dorsal, caudal, anal, and preanal) that persists until fin development. Fin lepidotrichia develop in the following sequence: caudal, anal and second dorsal, first dorsal, pectorals, and pelvics. Fin support elements, in contrast, start development in the following order: pectorals, caudal, anal, second dorsal, first dorsal, and pelvics.

#### Caudal fin rays (Figs. 1 and 7)

The smallest specimen bearing rays (one ray) is 4.93 mm (day 12). This incipient ray is projecting ventrally from the develop-

**Tabla I.** *Trachurus japonicus*. Especímenes criados en laboratorio utilizados en este estudio.  
**Table I.** *Trachurus japonicus*. Laboratory reared specimens used in this study.

Edad (días)	N	Longitud estándar (mm)		Longitud total (mm)	
		Media	Intervalo	Media	Intervalo
0	3	1.87	1.72- 2.01	1.96	1.81- 2.10
1	5	2.46	2.39- 2.53	2.56	2.47- 2.63
2	5	2.70	2.62- 2.76	2.82	2.65- 2.91
6	10	3.45	3.18- 3.68	3.63	3.34- 3.90
8	10	3.94	3.62- 4.16	4.14	3.77- 4.37
10	10	4.53	3.87- 4.96	4.73	4.08- 5.17
12	10	4.86	4.39- 5.27	5.11	4.62- 5.52
15	10	6.21	5.57- 6.74	6.64	5.79- 7.39
18	10	7.36	6.13- 8.42	8.36	6.40- 9.77
21	10	7.78	6.55- 9.45	9.04	7.49-11.16
25	10	11.32	6.67-15.75	13.47	7.58-19.14
30	10	14.08	10.36-19.06	16.99	12.37-23.24
35	10	17.52	13.36-22.24	21.24	16.00-26.94
40	10	19.56	16.63-24.16	23.91	20.36-30.13

#### Radios de la aleta caudal (Figs. 1 y 7)

El espécimen más pequeño con radios (un radio) es 4.93 mm (día 12). Este incipiente radio se proyecta ventralmente desde los cartílagos hipurales en desarrollo bajo el extremo de la aún recta notocorda. La flexión de la notocorda ocurre en el intervalo de 5.78-6.38 mm. La segmentación de los radios es evidente en todas las larvas sobre 6.38 mm (día 15), esto es, por el final de la flexión de la notocorda. La calcificación sigue el mismo patrón de formación, desde los radios medios hacia los radios dorsales y ventrales. El complemento de 9+8 (dorsales + ventrales) radios principales está presente al comienzo del estado de postflexión, sobre 6.49 mm entre las larvas de 15 días de edad y sobre 6.67 mm en camadas más viejas. La larva más pequeña con radios furcados (cuatro radios) tiene 9.45 mm (día 21). El patrón de furcamiento es desde los radios medios hacia los radios ventrales y dorsales. Los típicos 8+7 radios

ing hypural cartilage below the tip of the still straight notochord. Notochord flexion occurs at a length range of 5.78-6.38 mm. Segmentation of the rays is evident in all larvae over 6.38 mm (day 15), that is, by the end of notochord flexion. Ossification proceeds from the mid-rays toward dorsal and ventral rays. The full complement of 9+8 (dorsal+ventral) principal rays is present at the beginning of the postflexion stage, over 6.49 mm among 15-day-old larvae and over 6.67 mm in older batches. The smallest larva bearing branched rays (four rays) is 9.45 mm (day 21). The pattern of branching is from the mid-rays toward the dorsal and ventral rays. Typically, 8+7 branched principal rays are present at 25 days old only in larger specimens (14.96-15.75 mm), and over 15.50 mm in older larvae. Secondary caudal rays develop anteriorly along the superior and inferior margins of the caudal peduncle. Inferior rays appear before dorsal rays, by 6.49 and 6.67 mm among specimens 15 and 18 days after hatch-

principales furcados se presentan entre los grandes especímenes de 25 días (14.96-15.75 mm) y sobre 15.50 mm en larvas más viejas. Los radios caudales secundarios se desarrollan hacia adelante a lo largo de los márgenes superior e inferior del pedúnculo caudal. Los radios inferiores aparecen primero que los dorsales, cerca de 6.49 y 6.67 mm entre especímenes de 15 y 18 días de edad, respectivamente. El espécimen más pequeño que posee tanto radios secundarios superiores e inferiores tiene 7.24 mm (día 18). El complemento de 10 a 11 sobre cada margen está presente a los 11.81 mm (día 30). La segmentación de los radios secundarios se presenta a los 9.63 y 10.06 mm (día 25) sobre los márgenes superior e inferior respectivamente.

#### **Radios de la aleta anal (Figs. 2, 3 y 7)**

El desarrollo de la aleta anal es evidente a los 6.26 mm (día 15) cuando ocho radios blandos y dos espinas incipientes están presentes y a los 6.13 mm entre las larvas de 18 días de edad. Los radios subsiguientes se agregan hacia atrás. Los radios tercero y cuarto son los más largos, con los otros decreciendo uniformemente en longitud. La pequeña espina anterior calcifica entre 6.55 y 6.72 mm (días 18-25). La segmentación se desarrolla sobre 7.23 mm a los 18 días y sobre 8.45 mm entre los especímenes más viejos. La furcación de los radios aparece tarde, entre 15.07 y 16.78 mm (días 30-35) desde el extremo posterior hacia adelante. El número de radios furcados aumenta a ocho radios en el espécimen más grande (24.16 mm). El complemento de II-I, 28-30 se presenta desde los 10.06 mm (día 25).

#### **Radios de las aletas dorsales (Figs. 3, 4 y 8)**

El desarrollo de la segunda aleta dorsal inicia antes que en la dorsal espinosa. Las larvas más jóvenes mostrando radios blandos tienen 15 días (desde 6.26 mm), aunque especímenes menores (por ejemplo, 6.13 mm) del grupo de 18 días exhiben radios en desarrollo. El tercer radio es el más largo con los otros decreciendo uniformemente en longitud. Los radios blandos subsiguientes se agregan hacia atrás excepto la espina, la cual aparece entre 6.61 y 6.74 mm (días 15-21) cuando 12 a 15 radios blandos ya están presentes (nos referimos a la espina asociada al inicio de la

ing, respectivamente. The smallest specimen bearing both superior and inferior secondary rays is 7.24 mm (day 18). Full complement of 10 to 11 are present on each margin at 11.81 mm (day 30). Segmentation of secondary rays is present at 9.63 and 10.06 mm (day 25) on superior and inferior margins respectively.

#### **Anal fin rays (Figs. 2, 3 and 7)**

Development of the anal fin is evident at 6.26 mm (day 15) when eight soft rays plus two incipient spines are present and at 6.13 mm in 18-day-old larvae. Subsequent rays are added posteriad. The third and fourth rays are the longest, with the others evenly decreasing in length. The small anteriormost spine calcifies between 6.55 and 6.72 mm (days 18-25). Segmentation develops at 7.23 mm at day 18, and at 8.45 mm among older specimens. Ray branching starts late, between 15.07 and 16.78 mm (days 30-35) from the rear anteriorly. The branched ray number increases to eight rays in the largest specimen (24.16 mm). The full complement of II-I, 28-30 is present from 10.06 mm (day 25).

#### **Dorsal fin rays (Figs. 3, 4 and 8)**

Development of the second dorsal occurs prior to formation of the spiny dorsal. The youngest larvae exhibiting soft rays are 15 days old (from 6.26 mm) though smaller specimens (i.e., 6.13 mm) of the 18-day-old batch show developing rays. The third ray is the longest with the others progressively decreasing in length. Subsequent soft rays are added posteriad except the spine, which appears between 6.61 and 6.74 mm (days 15-21) when 12 to 15 soft rays are already settled (we refer to the spine associated to the beginning of the second dorsal). Segmentation develops at different lengths according to age: at 7.54 mm at day 18 (50% of specimens), 9.11 mm at day 21 (20%), and 7.47 mm at day 25 (90%). Ray branching occurs late, between 16.76 and 16.78 mm (days 30-35) from the rear anteriorly. The number of branched rays increases gradually reaching a maximum of seven in the largest specimen (24.16 mm).

The first spines to develop on the first dorsal fin are the third and fourth at 6.67 mm (day 18), though in older larvae from smaller

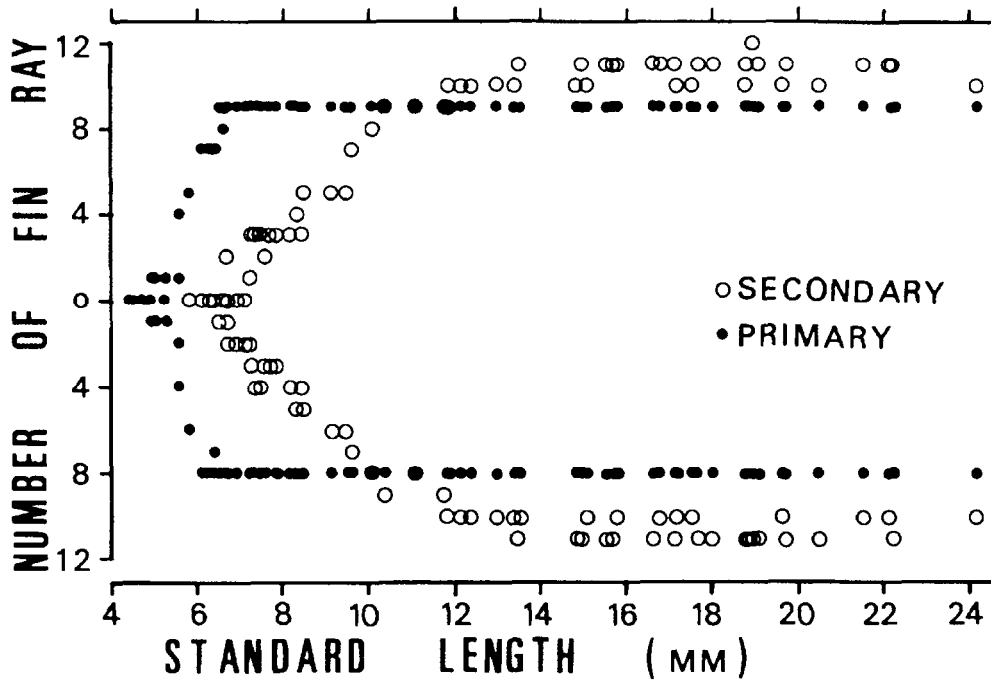


Figura 1. Desarrollo del número de radios caudales principales y secundarios en *Trachurus japonicus*.

Figure 1. Development of principal and secondary caudal ray number in *Trachurus japonicus*.

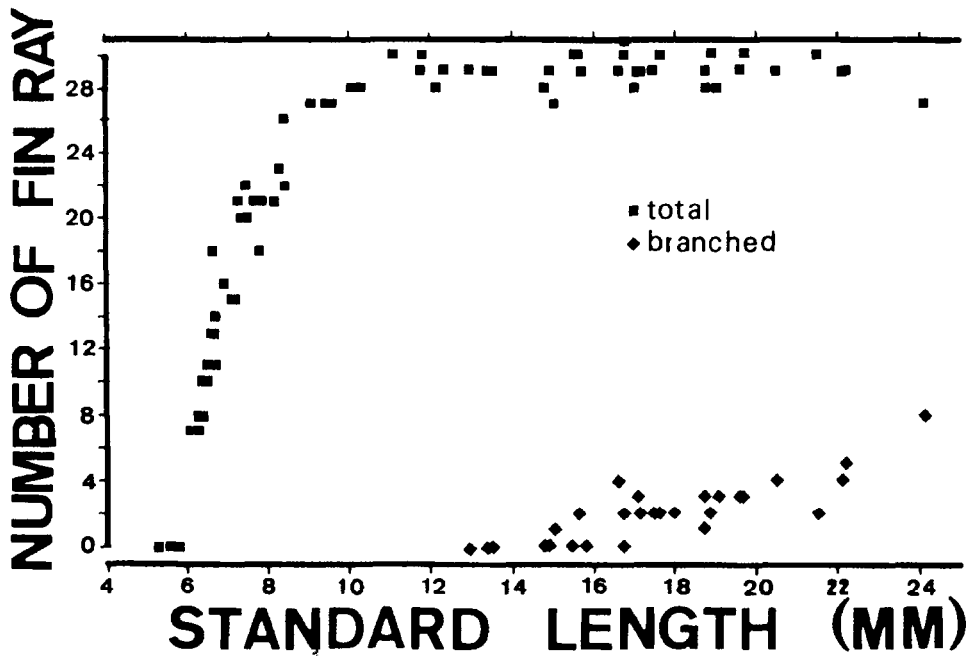


Figura 2. Desarrollo del número de radios blandos anales en *Trachurus japonicus*.

Figure 2. Development of anal soft ray number in *Trachurus japonicus*.

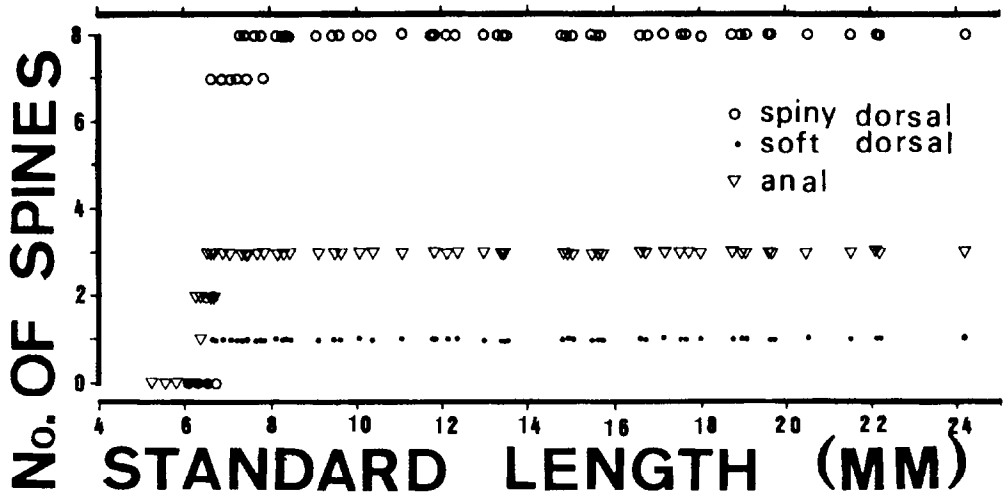


Figura 3. Desarrollo del número de espinas de la primera dorsal, segunda dorsal, y aleta anal en *Trachurus japonicus*.

Figure 3. Development of spine number of first dorsal, second dorsal, and anal fin in *Trachurus japonicus*.

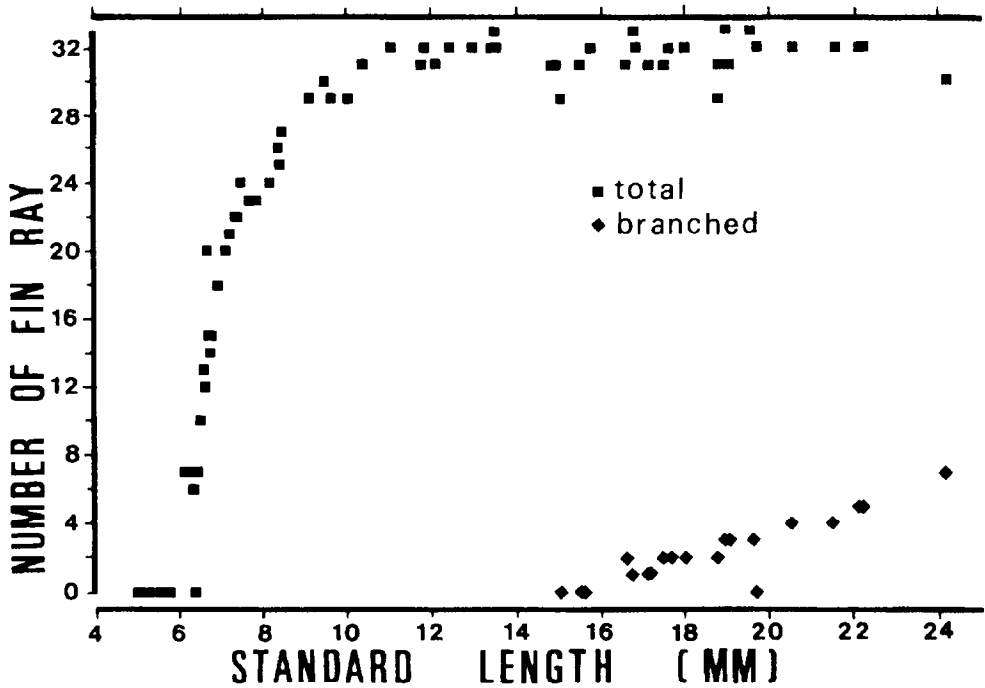


Figura 4. Desarrollo del número de radios blandos dorsales en *Trachurus japonicus*.

Figure 4. Development of dorsal soft ray number in *Trachurus japonicus*.

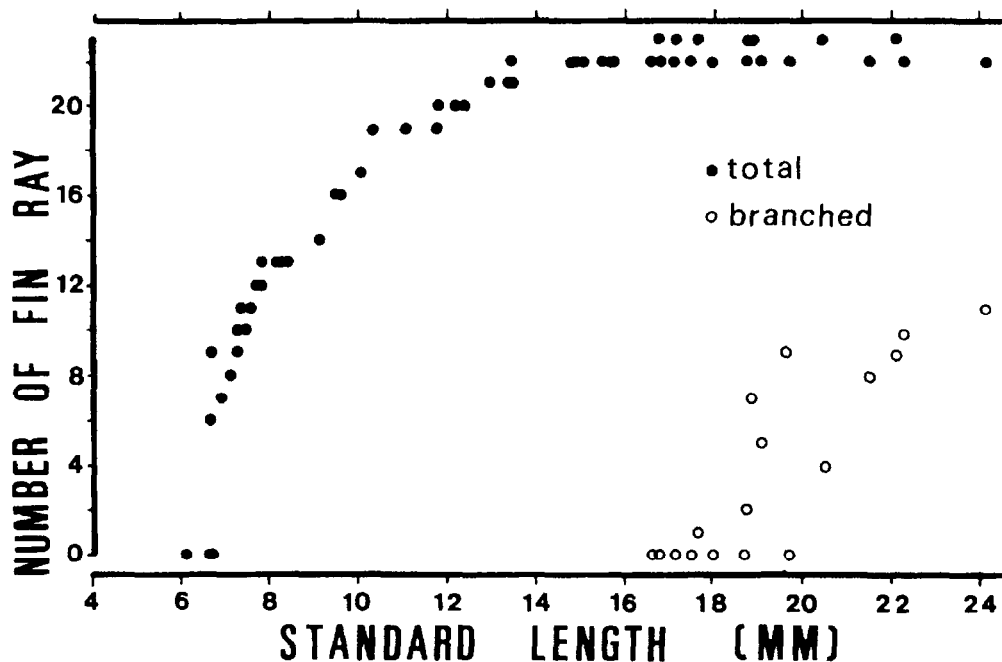


Figura 5. Desarrollo del número de radios pectorales en *Trachurus japonicus*.  
Figure 5. Development of pectoral ray number in *Trachurus japonicus*.

segunda aleta dorsal). La segmentación se desarrolla a diferentes longitudes de acuerdo a la edad: a los 7.54 mm a los 18 días (50% de los especímenes), 9.11 mm a los 21 días (20%) y 7.47 mm a los 25 días (90%). La furcación de los radios ocurre tarde, entre 16.76 y 16.78 (días 30-35) desde el extremo posterior hacia adelante. El número de radios furcados aumenta uniformemente alcanzando un máximo de siete en el espécimen más grande (24.16 mm).

Las primeras espinas en desarrollarse sobre la primera aleta dorsal son la tercera y cuarta a los 6.67 mm (día 18), aunque a menores longitudes (por ejemplo, 6.55 mm) en larvas más viejas. Subsecuentes espinas se agregan hacia atrás y adelante, siendo la más anterior la última en formarse. Las ocho espinas están presentes entre 7.38 y 7.82 mm. La cuarta espina es la más larga de todas a través de todo el desarrollo, con las otras decreciendo progresivamente en longitud. El complemento de VIII-I, 30-35 se presenta tan temprano como 9.45 mm (día 21) y consistentemente desde los 10.36 mm (días 25-30).

lengths (i.e., 6.55 mm). Subsequent spines are added posteriorly and anteriorly, with the anterior-most the last one to form. The eight spines are present between 7.38 and 7.82 mm. The fourth spine remains the longest throughout development, with the others progressively decreasing in length. The full complement of VIII-I, 30-35 is present as early as 9.45 mm (day 21) and consistently from 10.36 mm (days 25-30).

#### Pectoral fin rays (Figs. 5 and 8)

The pectorals are the first to develop through a thin fan shaped rayless blade articulated to the pectoral support cartilages during the yolk-sac stage. Lepidotrichia develop at the superior portion of the blade at 6.55 mm (day 21), though larger specimens of the 18-day-old batch (7.13-8.42 mm) show eight to 13 rays formed. Addition of new rays proceeds ventrally. Segmentation is evident from 9.45 mm (day 21). The full complement of i, 17-22 (upper spiny ray, normal soft rays) is present at 10.06 mm (day 25) though the most common formula, i, 21-22, is attained at 13.45 mm. The sixth and seventh are the

**Radios de la aleta pectoral (Figs. 5 y 8)**

Las pectorales son las primeras en desarrollarse a través de un delgado pliegue sin radios con forma de abanico articulado a los cartilagos pectorales de soporte durante el estado de saco vitelino. Las lepidotriquiás se desarrollan en la porción superior del pliegue a los 6.55 mm (día 21), aunque especímenes de mayor talla de 18 días (7.13-8.42 mm) muestran de ocho a 13 radios ya formados. La adición de los radios nuevos procede ventralmente. La segmentación es evidente desde 9.45 mm (día 21). El complemento de i, 17-22 (radio espiniforme superior, radios blandos normales) se presenta a los 10.06 mm (día 25) aunque la fórmula más común, i, 21-22, se alcanza a los 13.45 mm. Los radios sexto y séptimo son los más largos. Los radios furcan a diferentes longitudes de acuerdo a la edad, por ejemplo, 19.06 mm (día 30), 18.93 mm (día 35), y 17.65 mm (día 40). Los radios furcados nunca superaron los 11 en nuestras muestras. El radio superior luce algo espiniforme; en sólo dos especímenes de camadas más viejas se observó una clara segmentación de este radio. Además, él articula con la escápula mediante un radial distal modificado, y se ve algo distinto y separado por su tamaño reducido y apariencia maciza.

**Radios de la aleta pélvica (Figs. 6 y 7)**

Los radios pélvicos comienzan pronto su desarrollo luego de los pectorales, a los 7.82 mm entre las larvas de 18 días, y sobre

longest rays. Ray branching begins at different lengths according to age, i.e. 19.06 mm (day 30), 18.93 mm (day 35), and 17.65 mm (day 40). The branched ray count never exceeds 11 in our sample. The dorsalmost ray appears spiny; only two specimens of older batches exhibited clear segmentation in this ray. In addition, it articulates with the scapula through a modified distal radial, and becomes somewhat separated and distinct due to its reduced size and heaviness.

**Pelvic fin rays (Figs. 6 and 7)**

Pelvic fin rays begin development soon after the pectoral rays, by 7.82 mm among 18-day-old larvae, and over 7.28 mm in older specimens. The full complement of I, 5 is present from 9.11 mm (days 21-25). Segmentation is evident at 10.06 mm (day 25). Ray branching begins at different lengths according to age: 12.36 mm (day 25), 13.46 mm (day 30), and 13.46 mm (day 35), though almost all specimens over 15.07 mm exhibit the typical five soft branched rays.

**DISCUSSION**

The order of fin ray differentiation varies within and between carangid genera (Table II). Precocious pectoral fin ray development is present in *Parona signata* (Phonlor, 1978), which is also distinct because of the absence of pelvic rays. Precocious pelvic fin ray development is found in *Alectis* and

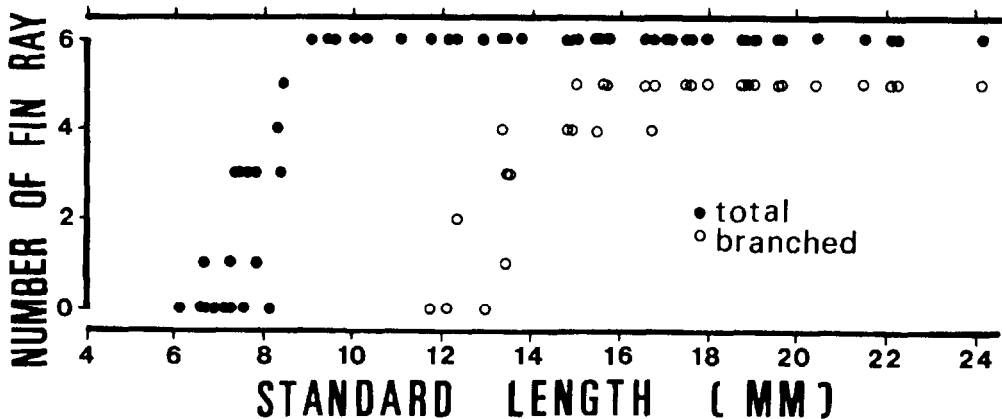


Figura 6. Desarrollo del número de radios blandos pélvicos en *Trachurus japonicus*.  
Figure 6. Development of pelvic soft ray number in *Trachurus japonicus*.



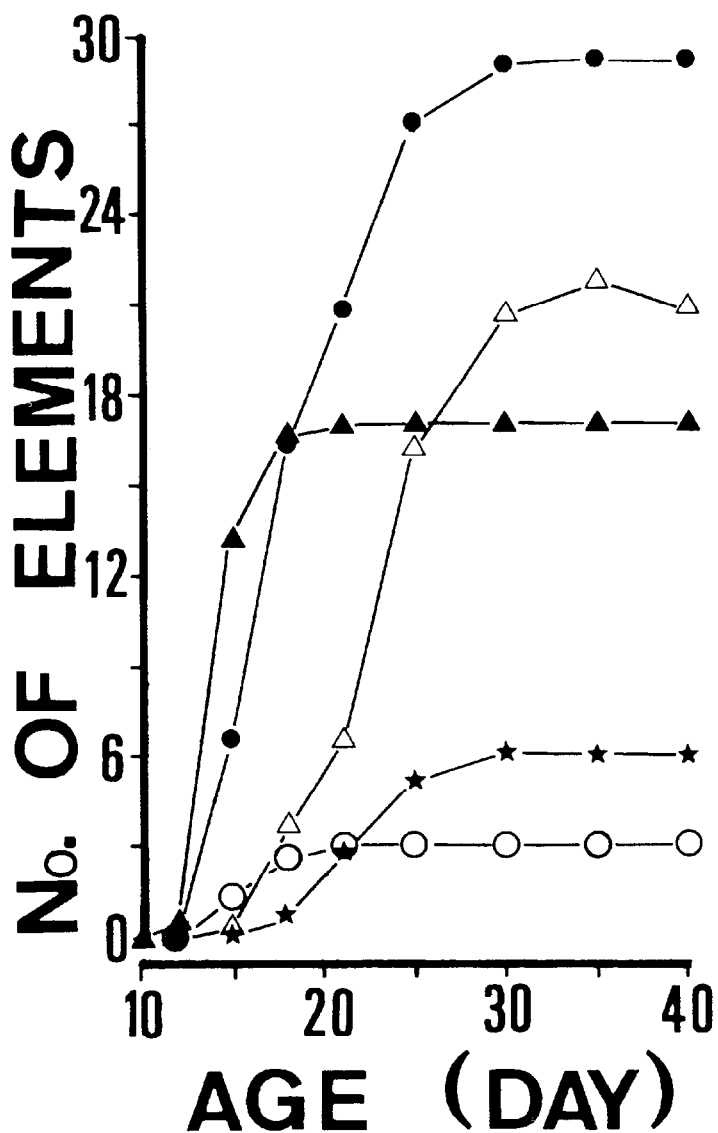
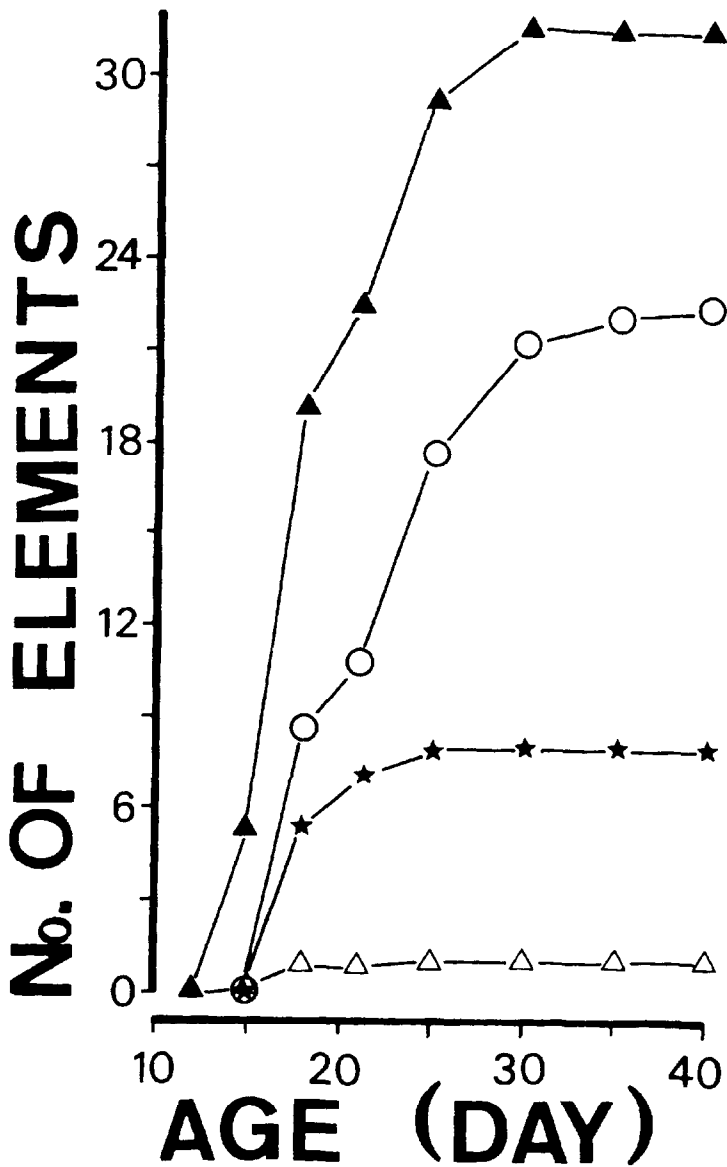


Figura 7. Desarrollo del número de radios caudales, anales y pélvicos en *Trachurus japonicus* en relación a su edad. El número promedio de radios es indicado. Círculo abierto: espinas anales; círculo cerrado: radios blandos anales; triángulo abierto: radios caudales secundarios; triángulo cerrado: radios caudales principales; estrella: radios pélvicos totales.

Figure 7. Development of caudal, anal and pelvic fin ray number as related to age in *Trachurus japonicus*. The average ray number per age batch is indicated. Open circle: anal spines; solid circle: anal soft rays; open triangle: secondary caudal rays; solid triangle: principal caudal rays; star: total pelvic rays.



**Figura 8.** Desarrollo del número de radios de la primera dorsal, segunda dorsal, y pectorales en *Trachurus japonicus* en relación a su edad. El número promedio de radios es indicado en el gráfico. Triángulo abierto: espinas de la segunda dorsal; triángulo cerrado: radios blandos de la segunda dorsal; círculo abierto: radios pectorales; estrella: espinas de la primera dorsal.  
**Figure 8.** Development of first dorsal, second dorsal, and pectoral fin rays as related to age in *Trachurus japonicus*. The average ray number per batch is indicated in the graph. Open triangle: second dorsal spines; solid triangle: second dorsal soft rays; open circle: pectoral rays; star: first dorsal spines.

7.28 mm en especímenes más viejos. El complemento de I, 5 se presenta desde 9.11 mm (días 21-25). La segmentación es evidente a los 10.06 mm (día 25). La furcación de los radios comienza a diferentes longitudes de acuerdo a la edad: 12.36 mm (día 25), 13.46 mm (día 30), y 13.46 mm (día 35), aunque casi todos los especímenes sobre 15.07 mm exhiben los típicos cinco radios blandos furcados.

## DISCUSION

El orden de la diferenciación de los radios varía dentro y entre géneros de Carangidae (Tabla II). Un desarrollo precoz de los radios pectorales se presenta en *Parona signata* (Phonlor, 1978), especie que también se diferencia por su ausencia de radios pélvicos. Un desarrollo precoz de radios pélvicos se da en *Alectis* y *Selene* (Aprieto, 1974; Laroche *et al.*, 1984). La mayoría de los géneros comienzan su desarrollo con los radios caudales, pero la secuencia subsecuente es diversa aun para un mismo género. Por lo tanto, la secuencia considerada como la más común por Laroche *et al.* (1984) para la diferenciación de los radios en peces carangidos necesita ser revaluada, y debiera basarse sobre evidencia osteológica más extensa que la que poseemos a la fecha.

Entre los carangidos, la formación y/o calcificación de los radios caudales principales comienza cerca de los radios centrales siguiendo luego dorsal y ventralmente (Ahlstrom y Ball, 1954; presente autor), mientras que la osificación de los radios secundarios avanza desde el más posterior hacia adelante (Ahlstrom y Ball, 1954; Aprieto, 1974; Miller y Sumida, 1974; presente autor). Este patrón de osificación parece ser general al menos al interior de los Percoidei (por ejemplo, Houde y Potthoff, 1976; Collins *et al.*, 1980; Fritzche y Johnson, 1980; Powell y Gordy, 1980; Matsuoka, 1982; Watson, 1982; Potthoff *et al.*, 1984).

El patrón de osificación de los radios blandos de las aletas dorsal y anal parece ser común entre los peces carangidos, esto es, desde los radios anteriores avanzando hacia atrás. En cuanto a las espinas dorsales, la mayoría de los autores concuerdan en que la

*Selene* (Aprieto, 1974; Laroche *et al.*, 1984). Most of the genera start development with caudal rays, but the subsequent is diverse even for the same genus. Therefore, Laroche *et al.*'s (1984) commonest sequence for ray differentiation in carangid fishes needs to be reassessed and it should be based on more extensive osteological evidence than we have to date.

Among the Carangidae, formation and/or calcification of principal caudal rays begins near the central rays spreading out dorsally and ventrally (Ahlstrom and Ball, 1954; present author), whereas ossification of secondary rays proceeds from the posterior-most anterior (Ahlstrom and Ball, 1954; Aprieto, 1974; Miller and Sumida, 1974; present author). This pattern of ossification seems to be general at least within the Percoidei (i.e., Houde and Potthoff, 1976; Collins *et al.*, 1980; Fritzche and Johnson, 1980; Powell and Gordy, 1980; Matsuoka, 1982; Watson, 1982; Potthoff *et al.*, 1984).

The pattern of ossification of dorsal and anal fin soft rays seems to be common within carangid fishes, that is, from anterior rays proceeding posteriorly. As for dorsal spines, most authors agree that the ossification begins from anterior spines posteriorly but the two or three anteriormost. Only Miller and Sumida (1974) describe ossification following an anterior sequence in *Caranx mate*. *Trachurus japonicus* throughout development shows no elongated or serrated spines as occur in *Selene*, *Alectis* (Aprieto, 1974; Laroche *et al.*, 1984), or in other perciform fishes.

All reports stated pectoral rays developing from top (dorsal border) to bottom (Ahlstrom and Ball, 1954; Aprieto, 1974; Miller and Sumida, 1974; Laroche *et al.*, 1984; present author). This sequence may be regarded as a very conservative trait of osteological development within the Perciformes and, probably, among teleost fishes (i.e., Saksena and Richards, 1975; Houde and Potthoff, 1976; Potthoff, 1980; Potthoff *et al.*, 1980; Lau and Shafland, 1982; Watson, 1982; Ditty and Truesdale, 1983; Kohno *et al.*, 1984; Matsuoka, 1985).

**Tabla II.** Resumen de la secuencia de diferenciación de los radios de las aletas entre peces carangidos.**Table II.** Summary of the sequence of fin ray differentiation among carangid fishes.

Especies	Secuencia de formación de radios	No. de especímenes teñidos		Autor
		N	Intervalo (NL/BL/SL) (mm)	
<i>Alectis ciliaris</i>	V D1 D2; C A P	?	?	Laroche <i>et al.</i> (1984)
<i>Atule mate</i>	C; P A D2; D1 V	12	4.6-17.0	Miller y Sumida (1974)
<i>Caranx caballus</i>	C; D1 D2 A; P V	17	3.0-23.5	Sumida <i>et al.</i> (1985)
<i>Caranx sexfasciatus</i>	C D1 D2 A P; V	12	2.5-13.7	Sumida <i>et al.</i> (1985)
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	C; D1 D2 A P; V	27	2.7-29.7	Aprieto (1974)
<i>Decapterus punctatus</i>	C; D1 D2 A P; V	19	3.1-28.2	Aprieto (1974)
<i>Elagatis bipinnula</i>	C; D1 A; D2 P; V	20	3.8-23.3	Aprieto (1974)
<i>Oligoplites saurus</i>	C D1 D2 A; P V	17	4.1-21.0	Aprieto (1974)
<i>Parona signata</i>	P; .....	0		Phonlor (1978)
<i>Selene vomer</i>	V; D1; D2 C A; P	16	2.5-23.9	Aprieto (1974)
<i>Seriola lalandi</i>	C; D2 A P; D1; V	20	3.2-26.7	Sumida <i>et al.</i> (1985)
<i>Seriola quinqueradiata</i>	C; A; D1 D2; P; V	100	3.5-70.0	Fukuhara <i>et al.</i> (1986)
<i>Seriola zonata</i>	C; D1 A; D2 P; V	15	3.6-17.0	Aprieto (1974)
<i>Trachurus japonicus</i>	C; A D2; D1; P; V	123	1.7-24.2	Presente autor
<i>Trachurus symmetricus</i>	C; P; A; D2; D1; V	182	2.0-50.0	Ahlstrom y Ball (1954)

A: anal; C: caudal; D1: primera dorsal; D2: segunda dorsal; P: pectorales; V: pélvicos; ?: no mencionado; ...: no descrito; BL: longitud del cuerpo; NL: longitud de la notocorda; SL: longitud estándar.

osificación se inicia desde las espinas anteriores hacia atrás con excepción de las dos o tres anteriores. Sólo Miller y Sumida (1974) describen la osificación siguiendo una secuencia hacia adelante en *Caranx mate*. A través de todo su desarrollo, *Trachurus japonicus* no muestra radios especialmente alargados o

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my gratitude to Tamotsu Iwai and Masaru Tanaka, Kyoto University, for their generous guidance and encouragement. Grateful thanks are also due to M. Matsuoka, K. Hosoya, T. Nakabo, K.

espinas aserradas como sucede en *Selene*, *Alectis* (Aprieto, 1974; Laroche *et al.*, 1984), o en otros peces perciformes.

Todos los reportes establecen que los radios pectorales se desarrollan desde el ápice (borde dorsal) hacia abajo (Ahlstrom y Ball, 1954; Aprieto, 1974; Miller y Sumida, 1974; Laroche *et al.*, 1984; presente autor). Esta secuencia puede considerarse como un segmento muy conservativo del desarrollo osteológico entre los Perciformes y probablemente entre los peces teleósteos (por ejemplo, Saksena y Richards, 1975; Houde y Potthoff, 1976; Potthoff, 1980; Potthoff *et al.*, 1980; Lau y Shafland, 1982; Watson, 1982; Ditty y Truesdale, 1983; Kohno *et al.*, 1984; Matsuoka, 1985).

#### AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud a Tamotsu Iwai y Masaru Tanaka, Universidad de Kyoto, por su generosa guía y estímulo. Sinceras gracias también a M. Matsuoka, K. Hosoya, T. Nakabo, K. Yamaoka e I. Nakamura, Universidad de Kyoto, por sus comentarios oportunos y cálidos estímulos. Agradezco a S. Umeda, Universidad de Kochi, por proporcionarme gentilmente el material criado en laboratorio. Finalmente, agradezco a Cecilia Beltrán Avitia por su tiempo dedicado a mecanografiar este artículo.

Esta es la contribución No. 1 del Laboratorio de Zoología, Instituto Tecnológico de Los Mochis.

#### LITERATURA CITADA

Ahlstrom, E.H. and Ball, O.P. (1954). Description of eggs and larvae of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) and distribution and abundance of larvae in 1950 and 1951. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull., 56: 209-245.

Aprieto, V. (1974). Early development of five carangid fishes of the Gulf of Mexico and the south Atlantic of the United States. U.S. Fish. Bull., 72: 415-443.

Balart, E.F. (1985). Development of median and paired fin skeleton of *Paralichthys olivaceus* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). Japan. J. Ichthyol., 31: 398-410.

Yamaoka and I. Nakamura, Kyoto University, for their useful comments and hearty encouragement. I thank S. Umeda, Kochi University, for generously supplying me with laboratory reared material. I thank Cecilia Beltrán Avitia for her time devoted to typing the article.

This is contribution No. 1 of the Laboratory of Zoology, Instituto Tecnológico de Los Mochis.

English translation by the author.

---

Collins, L.A., Finucane, J.H. and Barger, L.E. (1980). Description of larval and juvenile red snapper, *Lutjanus campechanus*. U.S. Fish. Bull., 77: 965-974.

Ditty, J.G. and Truesdale, F.M. (1983). Comparative larval development of *Peprilus burti*, *P. triacanthus* and *P. paru* (Pisces: Stromateidae) from the western north Atlantic. Copeia, 1983: 397-406.

Dunn, J.R. (1983). The utility of developmental osteology in taxonomic and systematic studies of teleost larvae: A review. NOAA Tech. Rep., NMFS Circ. 450.

Dunn, J.R. (1984). Developmental osteology. In: H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall and S.L. Richardson (eds.), Ontogeny and Systematics of Fishes. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. 1, pp. 48-50.

Fritzche, R.A. and Johnson, G.D. (1980). Early osteological development of white perch and striped bass with emphasis on identification of their larvae. Trans. Am. Fish. Soc., 109: 387-406.

Fukuhara, O., Nakagawa, T. and Fukunaga, T. (1986). Larval and juvenile development of yellowtail reared in the laboratory. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 52: 2091-2098.

Hotta, H. (1958). Abnormal development of the cranial bones of jack mackerel *Trachurus japonicus* Temminck and Schlegel with the growth. Japan. J. Ichthyol., 7: 115-117.

- Houde, E.D. and Potthoff, T. (1976). Egg and larval development of the sea bream *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus): Pisces, Sparidae. Bull. Mar. Sci., 26: 506-529.
- Kohno, H. and Taki, Y. (1983). Comments on the development of fin-supports in fishes. Japan. J. Ichthyol., 30: 284-290.
- Kohno, H., Shimizu, M. and Nose, Y. (1984). Morphological aspects of the development of swimming and feeding functions in larval *Scomber japonicus*. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 50: 1125-1137.
- Laroche, W.A., Smith-Vaniz, W.F. and Richardson, S.L. (1984). Carangidae: development. In: H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall and S.L. Richardson (eds.), Ontogeny and Systematics of Fishes. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. 1, pp. 510-522.
- Lau, S.R. and Shafland, P.L. (1982). Larval development of snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centroponidae). Copeia, 1982: 618-627.
- Matsuoka, M. (1982). Development of vertebral column and caudal skeleton of the red sea bream, *Pagrus major*. Japan. J. Ichthyol., 29: 285-294.
- Matsuoka, M. (1985). Osteological development in the red sea bream, *Pagrus major*. Japan. J. Ichthyol., 32: 35-51.
- Miller, J.M. and Sumida, B.Y. (1974). Development of eggs and larvae of *Caranx mate* (Carangidae). U.S. Fish. Bull., 72: 497-514.
- Ochiai, A., Mutsutani, K. and Umeda, S. (1982). Development of eggs, larvae and juveniles of jack mackerel, *Trachurus japonicus*. Japan. J. Ichthyol., 29: 86-92.
- Ochiai, A., Mutsutani, K. and Umeda, S. (1983). On the first year's growth, maturity and artificial spawning of cultured jack mackerel. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 49: 541-545.
- Phonor, G. (1978). Fecundacao artificial e desenvolvimento dos ovos e larvas de *Parona signata* em laboratorio (Osteichthyes, Carangidae). Atlantica, Rio Grande, 3: 47-56.
- Potthoff, T. (1980). Development and structure of fins and fin supports in dolphin fishes *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* (Coryphaenidae). U.S. Fish. Bull., 78: 277-312.
- Potthoff, T. (1984). Clearing and staining techniques. In: H.G. Moser, W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall and S.L. Richardson (eds.), Ontogeny and Systematics of fishes. Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. Publ. 1, pp. 35-37.
- Potthoff, T., Richards, W.J. and Ueyanagi, S. (1980). Development of *Scombrobrax heterolepis* (Pisces, Scombrobracidae) and comments on familial relationships. Bull. Mar. Sci., 30: 329-357.
- Potthoff, T., Kelley, S., Moe, M. and Young, F. (1984). Description of porkfish larvae (*Anisotremus virginicus*, Haemulidae) and their osteological development. Bull. Mar. Sci., 34: 21-59.
- Powell, A.B. and Gordy, H.R. (1980). Egg and larval development of the spot, *Leiostomus xanthurus* (Scaenidae). U.S. Fish. Bull., 78: 701-714.
- Saksena, V.P. and Richards, W.J. (1975). Description of eggs and larvae of laboratory-reared white grunt, *Haemulon plumieri* (Lacepede) (Pisces, Pomadasyidae). Bull. Mar. Sci., 25: 523-536.
- Sumida, B.Y., Moser, H.G. and Ahlstrom, E.H. (1985). Descriptions of larvae of California yellowtail, *Seriola lalandi*, and three other carangids from the eastern tropical Pacific: *Chloroscombrus orqueta*, *Caranx caballus*, and *Caranx sexfasciatus*. CalCOFI Rep., 26: 139-159.
- Suzuki, K. (1962). Anatomical and taxonomical studies on the carangid fishes of Japan. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 4: 43-232.
- Uchida, K., Imai, S., Mito, S., Fujita, S., Ueno, M., Shojima, Y., Senta, T., Tahuka, M. and Dotsu, Y. (1958). Studies on the eggs, larvae, and juveniles of Japanese fishes. Series 1, Second Laboratory of Fisheries Biology, Fish. Dept., Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka, Japan.

Watson, W. (1982). Development of eggs and larvae of the white croaker, *Genyonemus lineatus* Ayres (Pisces: Sciaenidae), off the southern California coast. U.S. Fish. Bull., 80: 403-417.