

## PRIMERAS APORTACIONES AL DESARROLLO OSTEOLÓGICO DE LAS LARVAS DE BOCINEGRO (*Pagrus pagrus*) Y SAMA DE PLUMA (*Dentex gibbosus*)

J.A. SOCORRO<sup>1</sup>; G. ORAN<sup>2</sup>; M.S. IZQUIERDO<sup>3</sup>; A. FERNANDEZ<sup>4</sup>; M.J. CABALLERO<sup>1</sup> & H. FERNANDEZ-PALACIOS<sup>1</sup>.

- 1.- Instituto Canario de Ciencias Marinas, Gobierno de Canarias, Apdo 56. 35200 Telde.
- 2.- Università Degli studi di trento. Via Belenzani 12, I-39100 Trento.
- 3.- Dpto de Biología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 35017 Tafira Baja.
- 4.- Dpto de Morfología, Facultad de Veterinaria, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Francisco Inglott Artiles, 12A, 35016 Las Palmas.

**RESUMEN:** La importancia comercial y pesquera de los espáridos en el mercado europeo y el auge que está experimentando el cultivo de nuevas especies que diversifiquen la oferta existente en acuicultura, así como la similitud del sistema de cultivo con otros espáridos que actualmente se producen a nivel comercial, hacen del pargo o bocinegro (*Pagrus pagrus*, LINNAEUS, 1758) y de la sama de pluma (*Dentex gibbosus*, RAFINESQUE, 1810) candidatos potenciales para la acuicultura en la región atlántico-mediterránea. Diversas experiencias llevadas a cabo para obtener la reproducción en cautividad de ambas especies, han sido realizadas en la Planta Experimental de Cultivos Marinos del Instituto Canario de Ciencias Marinas, (Gran Canaria, Islas Canarias, España). El presente trabajo tiene como finalidad describir los primeros cambios que se producen durante el desarrollo osteológico en las larvas de bocinegro y sama de pluma durante sus primeros 30 días de vida, comparándolas a su vez con la dorada (*Sparus aurata*, LINNAEUS, 1758). Para ello se tomaron muestras de larvas durante los días 10, 16, 20, 25 y 30 de vida larvaria, las cuales fueron anestesiadas, fijadas en formol al 10% y teñidas con las técnicas de Taylor-Van Dyke (1983) & Dingerkus-Uhler (1977) para evidenciar cartilago y hueso. Se observó que en ambas especies los huesos que antes osifican son los mandibulares y respiratorios permitiendo el buen desarrollo de las funciones de respiración, predación y natación.

**Palabras claves:** pargo, sama de pluma, desarrollo larvario, osificación.

**SUMMARY:** FIRST CONTRIBUTIONS TO THE OSTEOLOGICAL RED PORGY (*Pagrus pagrus*) AND PINK DENTEX (*Dentex gibbosus*) LARVAL DEVELOPMENT. -The commercial importance of sparides in the European market and the interest in diversifying the existing offer in fish aquaculture, as well as the similarity of its cultivation techniques with other sparides cultured at commercial level, point out the red porgy (*Pagrus pagrus*, LINNAEUS, 1758) and the pink dentex (*Dentex gibbosus*, RAFINESQUE, 1810) as potential candidates for the Mediterranean aquaculture. Various experiences designed to obtain the gonadal maturation and reproduction of both species have been realized in the Experimental Station of Marine aquaculture of the Canary Institute of Marine Sciences, (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). The present paper describes the first changes that occur during the osteological development both species during the first 30 days of life. For this purpose samples of larvae were taken at days 10, 16, 20, 25 and 30 after hatching. Sampled larvae were anesthetized, fixed in formaline and dyed with the technique of Taylor - Van Dyke (1983) & Dingerkus-Uhler (1977) to study cartilage and bone. In both species the bones related with respiratory system and predation, allowing the correct development of the breathing, predation and swimming functions.

Key words: red porgy, pink dentex, larval development, ossification.

## INTRODUCCIÓN

A pesar de que se han realizado varios estudios acerca del conocimiento de la biología y el estado de las pesquerías del bocinegro o pargo (*Pagrus pagrus*) (LINNAEUS, 1758) (ALEKSEEV, 1982,1983; GONZÁLEZ *et al.*,1988; LOZANO *et al.*, 1990; MANOOCH & HASSLER, 1978; PAJUELO & LORENZO, 1996) y la sama de pluma (*Dentex gibbosus*) (RAFINESQUE, 1810) (ABDELKADER & KTARI, 1983; MENNES, 1984; PAJUELO & LORENZO, 1995), los estudios referentes al desarrollo larvario del bocinegro (CIECHOMSKI & WEISS, 1973; HERNÁNDEZ-CRUZ *et al.*, 1990; KENTOURI *et al.*, 1995; STEPHANOU *et al.*,1995) o la sama de pluma (FERNANDEZ-PALACIOS *et al.*, 1994) son escasos.

El bocinegro es una especie que actualmente está en auge dentro de la acuicultura mediterránea, con buenas perspectivas de futuro (KENTOURI *et al.*,1995; STEPHANOU *et al.*,1995). Igualmente la sama de pluma es un espárido con muy prometedoras condiciones para la acuicultura (FERNÁNDEZ PALACIOS *et al.*,1994), estando todavía su cultivo en fase experimental. Por ello el conocimiento de los cambios más representativos que ocurren durante sus primeros días de vida, facilitarán el desarrollo de las técnicas específicas de cultivo de estas especies. El conocimiento sobre la formación de huesos y cartilagos, los cuales están relacionados con la funcionalidad de la respiración, predación y natación entre otros, permitirá adaptar los sistemas de cultivo a las necesidades reales de la larva durante las distintas fases de su desarrollo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las experiencias de cultivo de bocinegro y sama de pluma se han llevado a cabo en las Instalaciones de Cultivos Marinos del Instituto Canario de Ciencias Marinas, donde se consiguieron puestas espontáneas con reproductores capturados del medio natural por medio de nasas y pesca con anzuelo (FERNANDEZ-PALACIOS *et al.*, 1994; HERNÁNDEZ CRUZ *et al.*, 1997).

El cultivo larvario se realizó en tanques de 500 l de capacidad con aireación central suave y circuito abierto. El desarrollo larvario se produjo bajo el rango de temperaturas de 18.9 a 21.4 °C para el bocinegro y de 19.9 a 21.7 °C para la sama de pluma. Las larvas fueron alimentadas inicialmente con el rotífero *Brachionus plicatilis* (cepa S-1), alimentados con levadura de panificación y enriquecidos con el alga *Nannochloropsis sp.* (HERNÁNDEZ-CRUZ *et al.*,1990). La cantidad de alimento suministrado fue la necesaria para mantener una concentración de 20 rotíferos/ml en los tanques de cultivo. A partir del día 20 de vida, las larvas se alimentaron gradualmente con nauplios de *Artemia*.

Las larvas fueron anestesiadas y fijadas en formol para su posterior tinción. La tinción realizada tenía como objetivo facilitar la localización de los cartilagos y huesos que se forman en los primeros estadios del desarrollo larvario. Las muestras utilizadas fueron larvas de 10, 16, 20, 25, y 30 días de larvas de bocinegro, sama de pluma y dorada (*Sparus aurata*) (LINNAEUS, 1758), siendo esta última tomada como referencia comparativa de las anteriores. Las larvas fueron teñidas con azul alcian, hidratadas gradualmente, tratadas con tripsina y posteriormente teñidas con rojo de alizarina, fueron llevadas a glicerina pura tras distintos pasos en Glicerina-hidróxido potásico, según fusión de las técnicas de Taylor - Van Dyke (1983) & Dingerkus - Uhler (1977).

Por último, las muestras fueron estudiadas y fotografiadas en un microscopio estereoscópico Wild y en un fotomicroscopio Leica DMBE.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hemos estructurado el estudio del desarrollo de los cartílagos y huesos atendiendo a zonas diferenciadas anatómica y fisiológicamente. Comenzaremos por los huesos de la cabeza: mandibulares, de recubrimiento y respiratorios. A continuación veremos el sistema vertebral principal, para seguir con la aleta caudal y por último el resto de las aletas.

El bocinegro en su fase larvaria es fácilmente diferenciable por la formación de un cartílago en la parte dorso-anterior de la cabeza, el cual es característico de esta especie en su estado larvario y está esbozado desde el día 10, aunque está formado completamente el día 16 en todas las larvas. Dicho cartílago comienza a osificarse desde la región más dorsal, y se ha osificado completamente entre el día 20 y 25.

Desde el día 10 en las larvas de bocinegro se puede observar la formación de los primeros huesos de la cabeza, entre ellos tenemos el maxilar superior, el cartílago de Meckel, el cuadrado y el hiomandibular, pero no es hasta el día 16 cuando sucede la osificación. Comienza por el maxilar superior y a continuación se osifica el hiomandibular el día 20. La osificación de las mandíbulas sucede el día 25, acompañada por la aparición de los dientes.

El proóptico está calcificado el día 16, mientras que los cartílagos que rodean la órbita ocular sufren una fuerte osificación a partir del día 25.

A partir del día 20 es de destacar el comienzo de la osificación en algunas larvas de bocinegro del cartílago frontal, notándose intensamente osificado el día 25. En el día 30 se ha osificado también el parietal.

Hasta el día 16 las larvas de sama de pluma se caracterizan por la débil calcificación de los cartílagos. Destaca por su tamaño el cartílago de Meckel, el hiomandibular, el cuadrado y cartílago maxilar superior, y hasta el día 25 no se observa la osificación del mandibular y proóptico

El bocinegro presenta un recubrimiento anterior de los órganos sensibles como el cerebro, mientras que en la dorada y la sama de pluma no existe osificación en los cartílagos hasta el día 30 y el 25 de vida larvaria, respectivamente.

En el día 25 ha comenzado la osificación del maxilar tanto en la sama como en el bocinegro, al igual que en la dorada, lo cual posibilita la captura de presas mayores, como los nauplios de *Artemia* que se les añade en el cultivo a partir del día 23.

El hueso preopercular, con osificación directa, está formado el día 10 en el bocinegro, posee algunas espinas formadas, pero éstas no se han calcificado hasta el día 16, resaltando la fuerte afinidad por la alizarina en esta zona de la larva. Por otra parte, la osificación de todos los arcos branquiales no se ha completado el día 16, faltando la osificación de uno o dos de los cinco arcos.

El opercular ha comenzado a calcificarse el día 20, resaltando el día 25 por su fuerte afinidad a la tinción del calcio.

En las larvas de sama de pluma de 16 días el óperculo queda evidenciado por la alizarina como una línea fuertemente teñida de rojo. También se observan algunas lamelas primarias desarrollándose en este mismo día. La osificación del preopérculo sucede el día 16, incrementándose al llegar el día 25, momento en el que ha comenzado la osificación de los cinco arcos branquiales. La osificación en las espinas del opérculo sucede a partir del día 20.

Entre los huesos que antes osifican se encuentran los de las áreas que están sometidos a mayor tensión, como son los huesos mandibulares y los del sistema respiratorio (POTTHOFF, 1983). También se observa la coordinación entre la calcificación de los huesos mandibulares y la aparición de los primeros dientes.

En cuanto al sistema vertebral se refiere, en las larvas de bocinegro de 20 días las espinas vertebrales presentan estructura cartilaginosa con afinidad al azul alcian, comenzando la osificación el día 25. En el día 30 se han osificado aproximadamente las dos terceras partes de las vértebras, comenzando desde la región anterior.

En las larvas de sama de pluma de 16 días están definidas las vértebras, las cuales son cartilaginosas todavía en el día 25 de vida larvaria. En este estadio no ha comenzado todavía la osificación en las vértebras anteriores.

En el bocinegro aparece una rápida osificación de las vértebras al compararlo con la sama de pluma y la dorada.

Los primeros radios de la aleta caudal de las larvas de bocinegro aparecen como cartílagos el día 16, incrementando en número hasta el día 25, en el cual comienzan a osificarse. También se aprecia el día 25 la formación de los cartílagos de la base de la aleta.

En la sama de pluma en el día 16 están esbozados los primeros radios de la aleta caudal, siendo cartílagos todavía el día 25 de vida larvaria. Hay un gran desarrollo en el número de radios de la aleta caudal el día 25, y comienza la formación de los huesos de la base de la aleta.

El día 20 los radios de la aleta caudal de la sama están más desarrollados que el bocinegro del mismo día y son más largos y estrechos que los de la dorada.

Tanto en el bocinegro como en la sama los primeros radios de la aleta caudal están esbozados desde el día 16, mientras que para la dorada es preciso llegar al día 20.

En el día 25 en las larvas de bocinegro se forman los radios cartilaginosos de la aleta ventral y anal, y el día 30 sólo se han osificado los 3 ó 4 primeros radios en ambas aletas, mientras que el resto están todavía en proceso de osificación.

En bocinegros de 25 días se han formado los radios de la aleta dorsal, y es a partir del día 30 cuando presentan osificación en la mitad de sus radios.

En las larvas de sama de pluma de 25 días empieza la formación de la aleta dorsal y anal. No se aprecia la aleta ventral durante los primeros 25 días de vida.

Si comparamos el bocinegro y la sama de pluma en lo que se refiere al desarrollo de las aletas dorsal, anal y ventral, éstos comienzan a desarrollar dichas aletas desde el día 25, mientras que en la dorada de 30 días no se observan todavía las aletas anal y ventral.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de las aletas en el bocinegro es más rápido que el de la dorada y sama de pluma, preparándolo antes para una mejor natación, mejorando con ello la capacidad de huida y predación.

Los huesos y cartílagos asociados a la respiración, natación y alimentación son los que presentan una osificación temprana en ambas especies.

La formación de los dientes y osificación de mandíbula están estrechamente coordinados con la capacidad depredación de presas mayores en el sistema de cultivo utilizado.

El desarrollo osteológico de las larvas de sama de pluma y bocinegro, indica que estas especies pueden adaptarse a un sistema de cultivo similar al empleado en acuicultura para especies comerciales como la dorada.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la CICYT proyecto AGF94-0882-C03-01 y por la Viceconsejería de Pesca del Gobierno de Canarias con fondos de los Planes Nacionales de Cultivos Marinos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABDELKADER, B. & KTARI, M. 1983, *Bull. Inst. natn. Scient. tech. Oceanogr. Peche Salammbó*, 10: 55-67.
- ALEKSEEV, F. 1982, *Journal of Ichthyology*, 22,5: 85-94.
- ALEKSEEV, F. 1983, *Journal of Ichthyology*, 23,2: 61-73.
- CIECHOMSKI, J. D. & WEISS G. 1973, *Physis*, 132,85: 481-487.
- FERNANDEZ-PALACIOS, H., MONTERO, D., SOCORRO, J., IZQUIERDO, M. S., & VERGARA, J. M. 1994, *Aquaculture*, 122: 63-73.
- GONZÁLEZ, J. A., LOZANO, J. I., CARRILLO, J., CALDENTEY, M. A., AND SANTANA, J. I. 1988, *Bentos*, 6: 313-320.
- HERNÁNDEZ CRUZ, C. M., VERGARA MARTÍN, J. M., ROBAINA, L., FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. E., & FERNÁNDEZ-PALACIOS, H. 1990, *III Congreso Nacional de Acuicultura* 33-38 .
- HERNÁNDEZ-CRUZ, C.M.; SALHI, M.; BESSONART, M.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; VALENCIA, A. & IZQUIERDO, M.S. 1997, *VI Congreso Nacional de Acuicultura., Cartagena, Spain*.
- KENTOURI, M., PAVLIDES, M., PAPANDROULAKIS, N., & DIVANACH, P. 1995, *Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM). Nicosia (Cyprus)*, 65-78.
- LOZANO, I. J., CALDENTEY, M. A, GONZÁLEZ, J. A, CARRILLO, J., & SANTANA, J. I. 1990, *Técnicos del Instituto Español de Oceanografía*
- MANOOCH III, C. S. & HASSLER, W. W. 1978, *FAO Fisheries Synopsis* 116.
- MENNES, F. 1984, *Tech. Pap. Commn east. Cent. Atl. Fish.* 84/62. pp.170.
- PAJUELO, J. G. & LORENZO, J. M. 1996, *Fisheries Research*, 28: 163-177.
- PAJUELO, J.G. & LORENZO, J.M. 1995, *S. Afr. J. Mar. Sci.*, 16: 311-319.
- POTTHOFF, T. 1983, *Ahlstrom Symposium, California*.
- STEPHANOUN, D.; GEORGIU, G.; & SHOURKRI, E. 1995, *Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM). Nicosia (Cyprus)*, 79-87.