
ESTUDIO MORFOMÉTRICO DURANTE EL DESARROLLO LARVARIO DEL BOCINEGRO (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758)

J. SOCORRO¹; H. FERNÁNDEZ-PALACIOS¹; M.S IZQUIERDO²; C. M. HERNÁNDEZ-CRUZ² y A. VALENCIA¹

1. Instituto Canario de Ciencias Marinas, Gobierno de Canarias, Apdo 56, 35200, Las Palmas, España.

2. Dpto de Biología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Apdo 550. 35017. Las Palmas. España.

ABSTRACT

MORPHOMETRY STUDY ON LARVAL DEVELOPMENT IN RED PORGY (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758)

Diversification requirements of European markets are promoting the production of new species in aquaculture. Sparides constitute one of the most important families in world production of marine fish, with *Pagrus major* in Asia and gilthead seabream (*Sparus aurata*) in the Mediterranean as leader species of this family. The red porgy (*Pagrus pagrus*) has been recently introduced in European aquaculture, being until now Greece the only country with industrial production of this species.

This study analyzes the changes on larval morphometry of the red porgy during its first month of life. It also studies relationships among the different analyzed parameters: total length, standard length, preanal length, cephalic length, cephalic height, swim-bladder length, swim-bladder height, liver height, miotome height, body height. The different growth functions have also been determined with regard to the larval total length. Finally the results have been compared with other species, analyzing the perspectives of the larval rearing in red porgy as a candidate species for the aquaculture.

Key words : Red porgy, morphometric, larval fish, sparidae, growth.

RESUMEN

Las necesidades de diversificación del mercado en piscicultura implican la producción de nuevas especies a nivel comercial que permitan flexibilizar la oferta. Los espáridos constituyen una de las familias con un papel importante en la producción mundial de cultivos marinos, siendo la dorada japonesa (*Pagrus major*) en el Extremo Oriente y la dorada (*Sparus aurata*) en el Mediterráneo los más extendidos. El bocinegro (*Pagrus pagrus*) está comenzando a introducirse en la acuicultura, siendo hasta el momento Grecia el único país que ha conseguido una producción industrial de esta especie.

En el presente trabajo se muestra el estudio morfométrico de las larvas de bocinegro durante su primer mes de vida, así como la relación que existe entre las diversas variables analizadas: longitud total, longitud estándar, longitud preanal, longitud cefálica, altura cefálica, longitud de vejiga natatoria, altura de vejiga natatoria, altura del hígado, altura del miotomo, altura del cuerpo) con los cambios morfológicos más significativos durante su desarrollo. Además se han determinado las diferentes funciones de crecimiento de las variables con respecto a la longitud total de la larva, así como la relación existente entre estas variables. Por último se han comparado los resultados obtenidos con los de otras especies, analizando las perspectivas del cultivo larvario del bocinegro como especie candidata a la acuicultura.

Palabras clave: Bocinegro, morfometría, larvas, espáridos, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

El estudio morfométrico es importante para optimizar los cultivos larvarios (FUKUHARA, 1991) y determinar los puntos de inflexión a lo largo del desarrollo (KAWAMURA y HOSOYA, 1997). Así por ejemplo el uso de parámetros morfométricos ha sido utilizado para la separación de larvas alimentadas de aquellas en inanición (REICHOW et al., 1991)

La relación alométrica entre diferentes partes del cuerpo durante el desarrollo larvario ha sido estudiada en muy diversas especies marinas (DIVANACH et al, 1982; SABATES y OLIVAR, 1990; FUKUHARA, 1991; POLO, 1991; MORENO, G., 1993; KOMOUNDUROUS et al., 1994; KAWAMURA y HOSOYA, 1997).

El crecimiento es un parámetro importante para las jóvenes larvas de peces, ya que la mortalidad depende de la predación, y decrece rápidamente según incrementa el tamaño de las larvas. Grandes gradientes de crecimiento implican grandes transferencias de energía para la síntesis de componentes corporales, siendo este parámetro determinante del éxito del cultivo (PEDERSEN, 1995).

Es importante conocer la edad y duración de la transformación de larva a juvenil, pues ocasiona importantes cambios en el habitat, fisiología y ecología del pez (FUKUHARA, 1991).

Durante el primer año de vida del bocinegro su crecimiento está por encima del 35% del crecimiento total (VASSILOPOULOC & PAPACONSTANTINO, 1992) siendo por ello el crecimiento durante la fase larvaria determinante en gran medida del éxito del cultivo.

A pesar de que hay estudios preliminares sobre la fase de cría larvaria del bocinegro (MANOOCH y HASSLER, 1978; HERNÁNDEZ-CRUZ et al, 1990), las relaciones alométricas durante el desarrollo larvario de esta especie no han sido estudiadas hasta el momento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los reproductores de bocinegro fueron capturados a liña en el buque Oceanográfico "Taliarte", y estabulados en tanques de 1000 l. Posteriormente, los peces fueron llevados a la nave de cultivos del ICCM donde tras su aclimatación se obtuvieron puestas espontáneas. La alimentación estuvo compuesta por alimento fresco, principalmente mejillones, caballa y calamar.

Los huevos con flotabilidad positiva se sembraron directamente en los tanques de cultivo larvario, a una temperatura de 18.9 a 21.4°C.

El cultivo de las larvas se realizó empleando como base el sistema aconsejado por HERNÁNDEZ CRUZ et al. (1990) para el cultivo de la dorada. El cultivo larvario se llevó a cabo en tanques cilíndricos de 500 l de capacidad, se mantuvo una aireación central suave y circuito abierto a partir de la alimentación exógena.

Las larvas fueron alimentadas a partir del día 3 desde la eclosión con el rotífero *Brachionus plicatilis* (cepa S-1) (20 rotíferos/ml). A partir del día 15 de vida, las larvas se alimentaron con nauplios de *Artemia*.

Para el estudio morfológico se realizaron observaciones de larvas en vivo bajo microscopio estereoscópico. El estudio morfométrico se realizó en larvas vivas anestesiadas con MS-222 (tricaino-etano-sulfonato, disolución 1:20.000). Se acompañó el estudio morfométrico por otras técnicas como estudio osteológico, microscopia electrónica de barrido (MES) y estudio histológico.

Se realizaron medidas diariamente de 24 larvas, donde se determinó la longitud del saco vitelino (Lsaco), altura del saco vitelino (Hsaco), diámetro de la gota lipídica (DG), longitud total (LT), longitud standard. (LS), longitud preanal (LP), altura cefálica (HC) tomada a nivel del centro del ojo, altura del cuerpo (HCU) a nivel de la base de la aleta pectoral, altura de miotomo (HM) a nivel del ano, altura del hígado (HH) al nivel de la base de la aleta pectoral, altura del digestivo (HD) al comenzar la constricción ileocecal, longitud de la vejiga natatoria (LV), altura de la vejiga natatoria (HV) (Ver Fig 1)

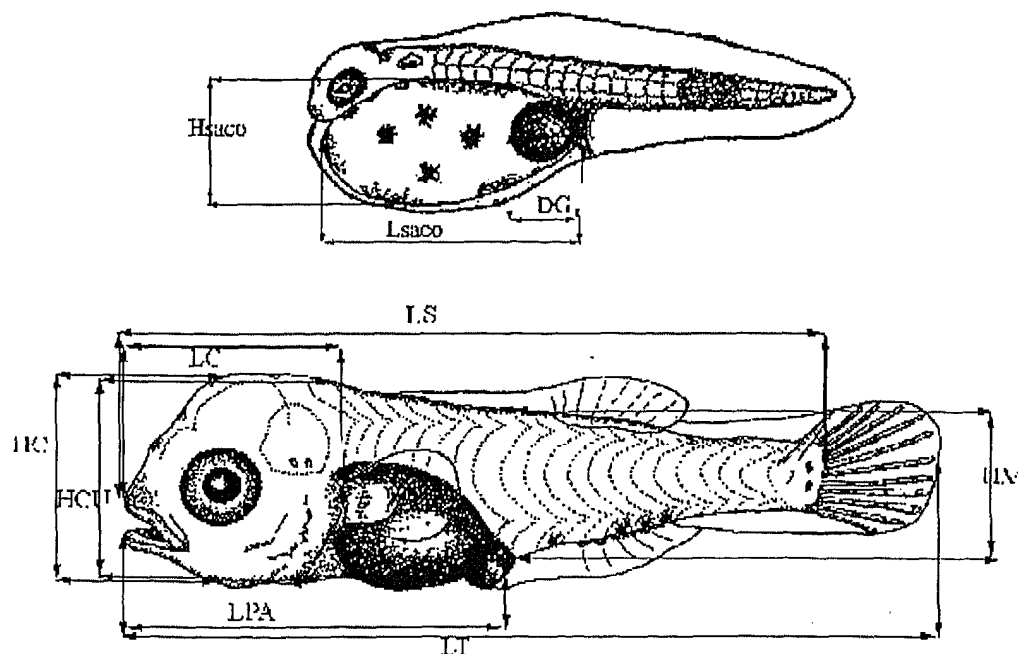


FIG.1. Medidas realizadas a las larvas

Los datos morfométricos fueron procesados, se calcularon los parámetros estadísticos descriptivos y se representó la evolución temporal de los parámetros medidos.

Seguidamente se realizó un análisis de la varianza y se determinó el modelo de regresión para cada variable medida, considerando como variable independiente la LT.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó en los programas STATGRAPHICS (1994-1997, Stastical Graphics Corp.) y SIGMAT PLOT (1986-1994, Jandel Corporation.)

RESULTADOS

En las larvas de bocinegro la longitud inicial del saco vitelino (Lsc) de 1,17_0,09 mm disminuye alrededor del 30% el primer día de vida, y del 68 % el segundo día,

quedando solo un pequeño saco vitelino de Lsc 0,2_0,02 mm en el tercer día de vida (Figura 2).

La reducción en la altura del saco vitelino es constante durante los tres días que necesita la larva para reabsorberlo (Figura 2). Sin embargo, son necesarios seis días para reabsorber completamente la gota lipídica.

Se determinó 2,63 mm como longitud total (LT) en el momento de la eclosión, cuya evolución se puede observar en la Figura 3. Entre los valores morfométricos de las larvas de bocinegro, LT y Longitud Standard (LS) presentan un rápido crecimiento durante los dos primeros días de vida, pasando luego a un crecimiento menor hasta el día 20, con crecimientos muy variables entre los días 25 y 30.

La evolución que presenta LT y LS es idéntica a lo largo de los primeros 24 días, a partir del cual la LT sufre un incremento mayor con respecto a la LS (Figura 3) al comenzar la osificación de los radios de la aleta caudal.

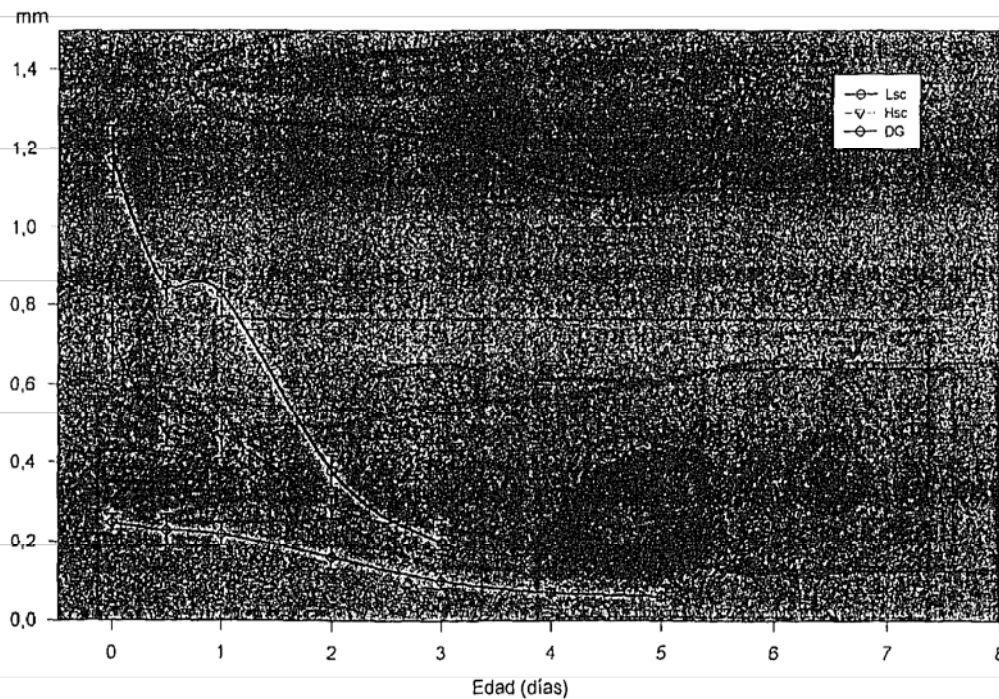


FIG.2. Evolución de Longitud del saco vitelino (Lsc), altura del saco vitelino (Hsc) y diámetro de la gota lipídica (DG).

La longitud preanal (LPA) y LT presentan un crecimiento sincronizado desde el segundo día hasta finalizar el periodo estudiado (Figura 3).

La altura del de la cabeza (HC) experimenta un rápido crecimiento los cuatro primeros días, donde se desarrolla gran parte del sistema nervioso de la larva (Figura4.)

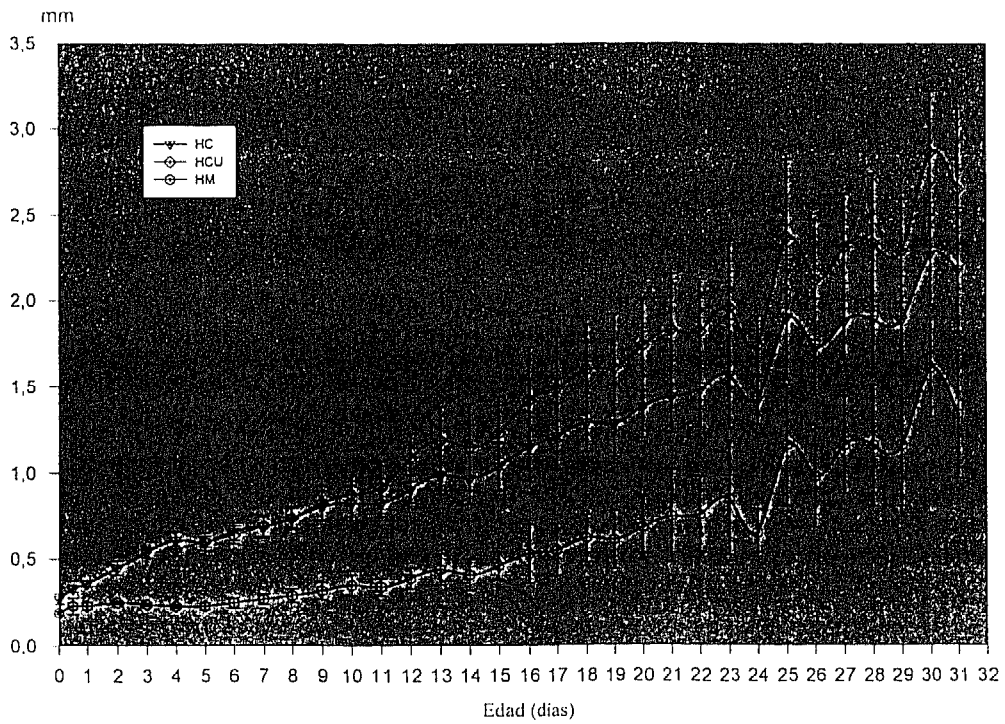


FIG. 3. Evolución de longitud total (LT), longitud standard (LS) y longitud preanal (LPA)

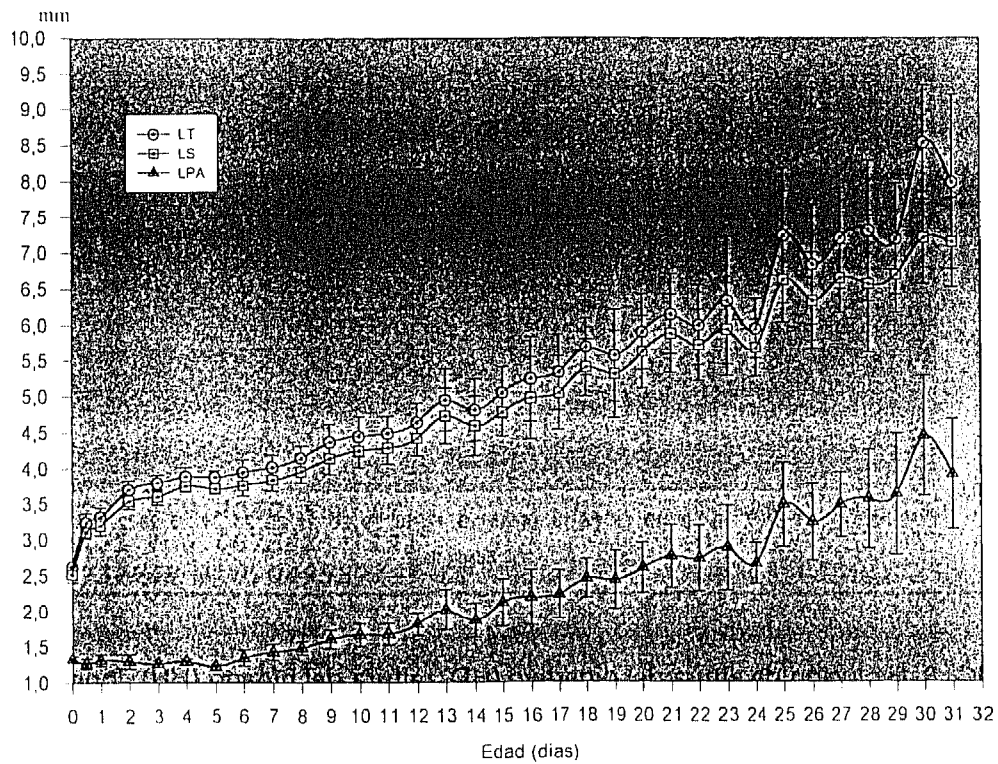


FIG. 4. Evolución de altura de la cabeza (HC), altura del cuerpo (HCU) y altura del miotomo (HM)

La altura del cuerpo (HCU) se toma al nivel de la base de la aleta pectoral, por lo que no tenemos registro hasta pasado el día 3. Al comparar HCU con HC, inicialmente HCU es menor que HC, coincidiendo ambas medidas entre los días 7 y 9, y es a partir del día 10 cuando la HCU incrementa con respecto a HC. Por otro lado la altura del miotomo (HM) presenta un lento crecimiento durante los 15 primeros días y es a partir del cambio de alimentación cuando su ritmo de crecimiento aumenta. (Figura 4).

La altura del digestivo (HD) presenta un rápido crecimiento entre los días 3 y 10, hasta lograr un crecimiento moderado en el resto del periodo estudiado (Figura 5).

La altura del hígado (HH), presenta un crecimiento muy irregular, ver figura 5, indicativo de la continua actividad de este órgano como almacenador y controlador del gasto energético.

Los parámetros relacionados con la vejiga natatoria, Longitud (Lvj) y altura (Hvj), son tomados a partir del día 10 (Figura 5), donde se observan en vivo larvas con la vejiga inflada, aunque es visible histológicamente desde el día 4 (Figura 6). Hvj es un parámetro que sufre pocas variaciones a lo largo del periodo estudiado, mientras que la Lvj inicialmente presenta un pobre crecimiento, pero este aumenta a partir del día 25.

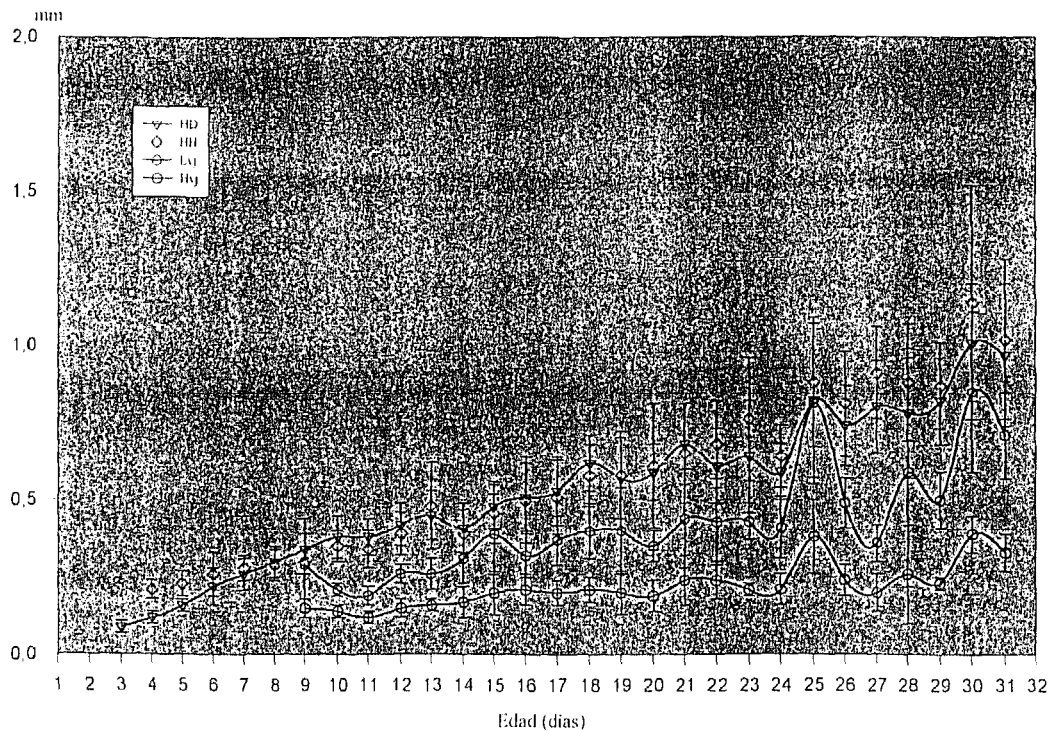


FIG. 5. Evolución de altura del digestivo (HD), altura del hígado (HH), longitud de la vejiga natatoria (Lvj) y altura de la vejiga natatoria (Hvj).

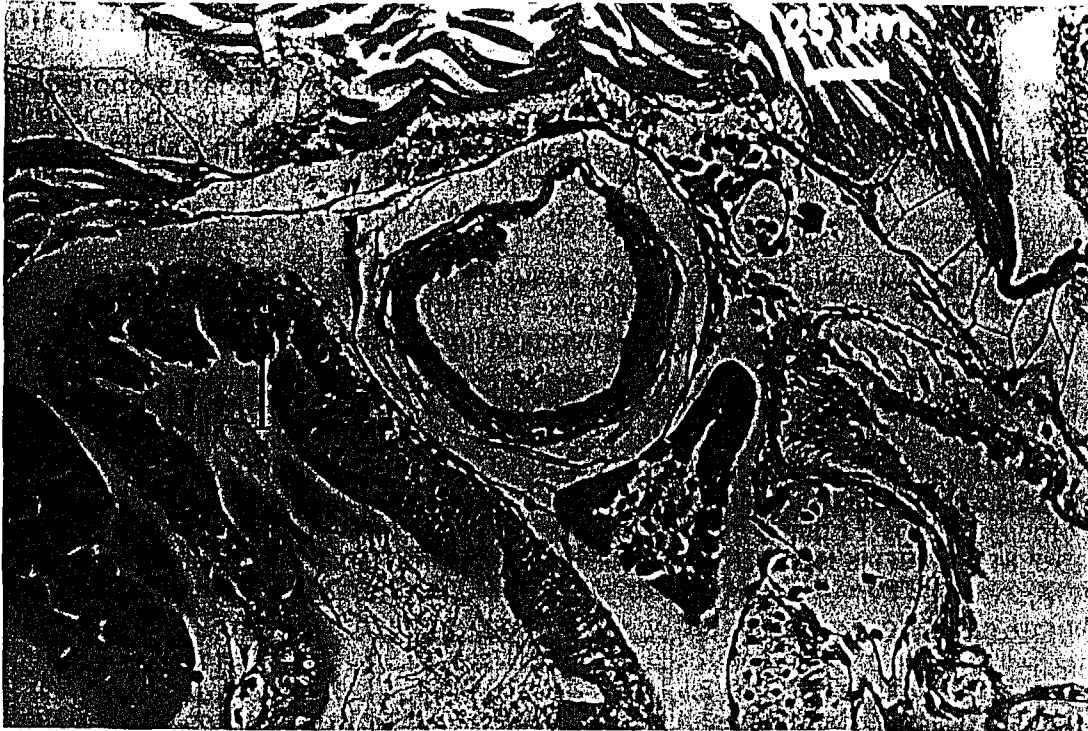


FIG. 6. Fotografía de una larva de 4 días, obsérvese la vejiga natatoria en el centro de la imagen.

La relación que existe entre los distintos parámetros medidos y la LT se puede observar en la Tabla I, mientras que gráficamente están representados en la Figura 7.

TABLA I. Relación entre las distintas medidas y LT

<i>Ecuación para las larvas de bocinegro</i>	C. C.	R² (%)	Φ	N
$Lsc = 3,16922 - 0,74939 * LT$	-0,917	84,046	0,152	101
$Hsc = 1,71093 - 0,382627 * LT$	-0,938	88,028	0,066	101
$DG = 0,569147 - 0,115636 * LT$	-0,801	64,104	0,041	112
$LS = 1/(0,00876856 + 1,01089/LT)$	0,997	99,327	0,005	749
$LPA = (0,453293 + 0,193577 * LT)^2$	0,978	95,687	0,060	749
$HD = -1,39743 + 0,82488 * \sqrt{LT}$	0,938	88,044	0,088	679
$HH = -0,0503139 + 0,191585 * LT$	0,951	90,492	0,083	647
$HC = -0,8020 + 0,36904 * LT$	0,986	97,177	0,092	748
$HM = \exp(-2,92365 + 0,417018 * LT)$	0,979	95,859	0,126	749
$HCU = -4,1291 + 2,4060 * \sqrt{LT}$	0,986	97,326	0,111	647
$Lvj = (0,1131 + 0,087882 * LT)^2$	0,756	57,217	0,091	190
$Hvj = -0,0737749 + 0,0495377 * LT$	0,705	49,725	0,059	190

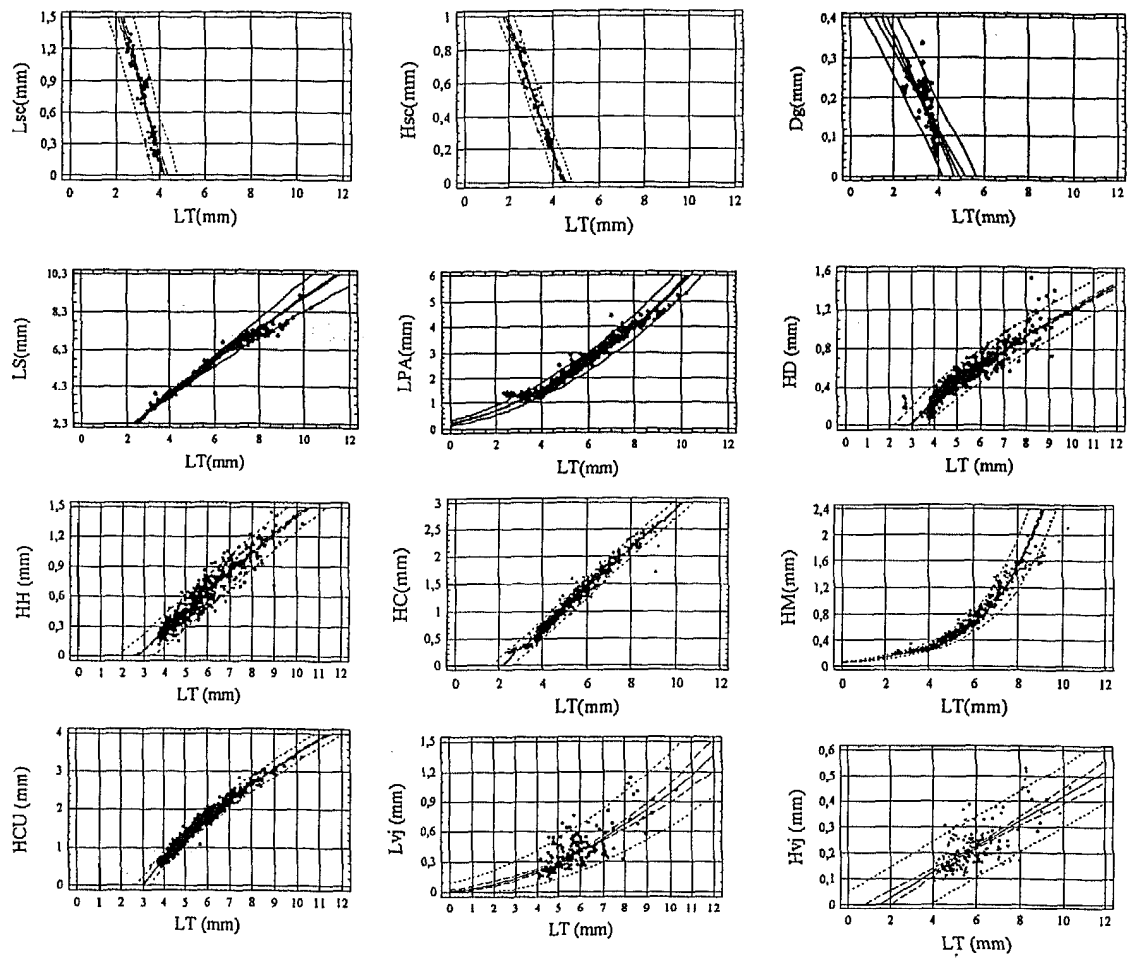


FIG. 7. Regresiones de las variables morfométricas

DISCUSIÓN

El periodo en el que se absorbe el saco vitelino en las larvas de bocinegro es muy similar al de otros espáridos como *Acanthopagrus schlegeli*, quien consume el saco vitelino el día 4 mientras que la gota lipídica perdura hasta el siguiente día (FUKUHARA, 1987). Algo más precoz es la dorada japonesa, *Pagrus major*, en la que el saco vitelino se ha absorbido el día 3 (FUKUHARA, 1985).

Esta fase del desarrollo larvario en la que el saco vitelino ha sido absorbido y la larva comienza a depender de los nutrientes exógenos es el estado más crítico de su vida (WATANABE y KIRON, 1994), de aquí la importancia de conocer su evolución.

En el momento de la eclosión *Acanthopagrus* presenta una longitud total (LT) 2.179 mm (FUKUHARA, 1987), *Pagrus major* de LT 2.01mm (FUKUHARA, 1985) y *Pagrus auratus* de LT 3,1mm (BATTAGLENE & TALBOT, 1992). CIECHOMSKI y WEISS (1973) determinaron para el bocinegro una LT de 2,420 mm al eclosionar (21-22,5°C) mientras que en presente estudio se determino 2,63 mm como LT en el momento de la eclosión, valor similar al determinado por HERNANDEZ-CRUZ et al (1990) a 18,5°C.

El periodo de crecimiento entre los días 25 y 30, donde se observan grandes variaciones (Figura 3) coincide con el desarrollo del sistema digestivo (SOCORRO et al, 1998) fase muy crítica en la metamorfosis de las larvas. *Pagrus major* presenta una ecuación de crecimiento $LS = 2,2 e^{(0,0525X)}$ donde X es la edad en día (FUKUHARA, 1991). Esta ecuación presenta una tendencia similar a la encontrada en el presente estudio para el bocinegro $LT = 3,2809 e^{(0,02865X)}$ (Figura 8) sobretodo en los primeros 15 días de vida, distanciándose a partir de esa fecha del crecimiento en la dorada japonesa. Ello nos puede sugerir la necesidad de mejorar las técnicas de cultivo para el bocinegro a partir de esta edad, coincidiendo con el momento en el que se le suministra los nauplius de *Artemia* a las larvas de bocinegro.

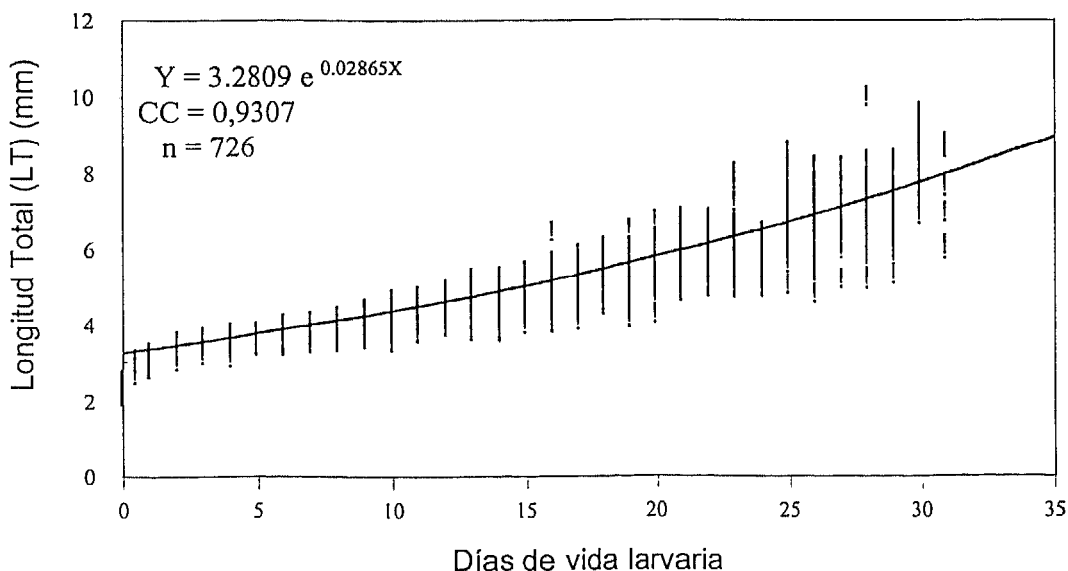


FIG. 8. Crecimiento larvario del bocinegro

La relación entre LT, LS y LPA fue determinada para *Acanthopagrus schlegeli* por FUKUHARA (1987) como $LS=0.768LT+0,682$ y $LPA=0,544LT - 1.06$. Por otro en la dorada japonesa la $LS= 0.726LT+0,827$ mientras que $LPA=0,5022LT+0,32$ (FUKUHARA, 1985). En el caso del bocinegro las regresiones encontradas pueden observarse en la Tabla 1, con una correlación algo mayor LS que LPA frente a LT, al igual que en las otras especies comparadas, siendo en ambos casos superior a 0,975.

FUKUHARA (1987) demostró que la proporción de la longitud preanal a la longitud total está muy relacionado con el estado de desarrollo de los órganos digestivos. La LPA relativa a LT aumenta en *Acanthopagrus schlegeli* desde un 30 % hasta un 50% cuando la larva está transformando su tracto digestivo al de un adulto. En el caso del *Pagrus major* la LPA de las larvas recién eclosionadas fue el 55% de la LT y decreció rápidamente con la absorción del saco vitelino hasta el 32%, incrementándose con la alimentación exógena donde se mantuvo próximo al 50% cuando las larvas realizan la transformación (FUKUHARA, 1987).

En el bocinegro se produce un incremento idéntico al de otros espáridos como *Acanthopagrus*, donde la relación del 50% de LPA/LT frente a LT se mantiene a partir de una LT de 8mm. (Figura 9). Este resultado está en concordancia con el estudio histológico del sistema digestivo realizado por SOCORRO et al. (1998), encontrándose en este periodo la formación del sistema digestivo glandular característico de los adultos. En otros espáridos como *Acanthopagrus schlegeli* a los 25 días con LS 8,5mm corresponde a la fase de transformación (FUKUHARA 1987), mientras que en *Pagrus major* tiene lugar entre 7,6 y 8,6 mm, correspondiente a los 25 y 29 días. (FUKUHARA, 1991). Estando más fuertemente relacionada la metamorfosis con el tamaño de la larva que con la edad (POLICANSKY, 1982, FUKUHARA, 1985, 1991).

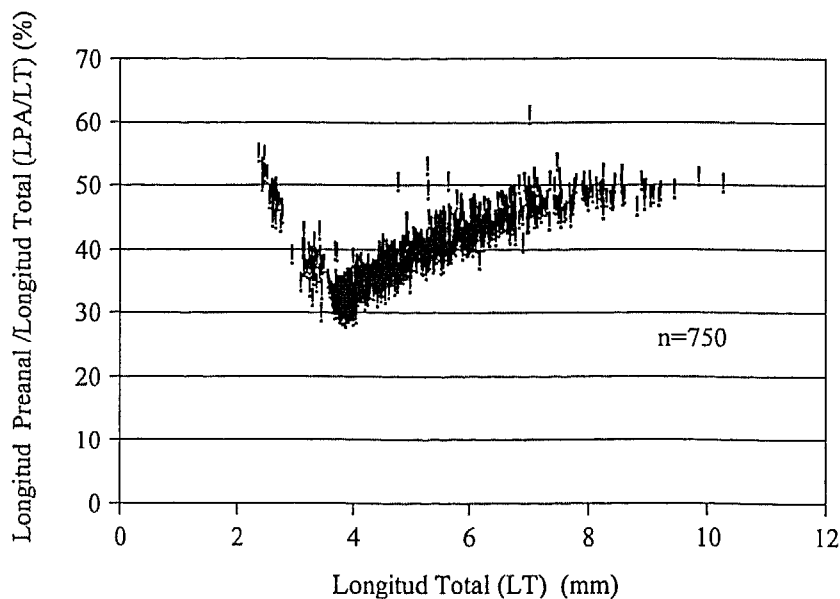


FIG. 9. Relaciones entre LT y LPA

Pagrus major presenta un incremento exponencial en la velocidad de la larva al incrementar la HM y el desarrollo de las aletas (FUKUHARA, 1985). La HM en el bocinegro presenta un crecimiento exponencial (Figuras 4 y 7, Tabla 1), muy marcado entre los 6 y los 8 mm, donde se ha producido la flexión del notocordio y se han desarrollado una parte importante de las aletas, acompañado por su osificación (SOCORRO et al, 1997)

KOUMOUNDOUROS et al., 1994 utilizaron parámetros como HC, HM y HCU para comparar cultivos intensivos frente a extensivos en dorada, mostrando estos parámetros diferencias significativas principalmente en la fase de premetamorfosis.



FIG. 10. Formación de escamas en bocinegro de 30 días

FUKUHARA (1991) determinó para *Pagrus major* la transformación en juvenil entre los 26 y 33 días con una LS entre 7,38 y 9,33 mm. En *Acanthopagrus schlegeli* la metamorfosis de la larva tiene lugar a los 28 días con LS de 9.0 mm (FUKUHARA, 1986). BATTAGLENE & TALBOT determinaron la transformación para *Pagrus auratus* entre los días 25 y 35, a partir de LT 8,6mm. KENTOURI et al., (1995) determinaron como periodo crítico para el bocinegro el momento de comenzar la transformación, LT 8mm, rango algo superior al que podemos acercarnos según el estudio morfométrico. Los primeros signos histológicos de la transformación fueron observados a nivel del digestivo a los 22 días (SOCORRO et al., 1998) con gran parte de las escamas formadas el día 30 (SOCORRO et al., 1998) (FIG.10) quedando el periodo final de la transformación fuera del periodo de estudio el día 31.

AGRADECIMIENTOS

A todos los miembros de la sección de biología pesquera del ICCM, dirigidos por el Dr. José A. González y D. Jose Ignacio Santana, por su imprescindible colaboración en las campañas realizadas para captura de los reproductores, así como a la tripulación del Buque oceanográfico "Taliarte".

El estudio al microscopio electrónico de barrido ha sido posible gracias a la colaboración de la Doctora Nieve Gonzalez, del ICCM.

El Presente trabajo ha sido cofinanciado por el proyecto Proyecto AGF94-0882-C03-01 "Estudio sobre la reproducción y el cultivo larvario del bocinero (*Pagrus pagrus*) como nueva especie candidata para la acuicultura" subvencionado por la CICYT dentro del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

BIBLIOGRAFÍA

- BATTAGLENE, S. & TALBOT, R. (1992) *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 26, 179-183.
- CIECHOMSKI, J. D. & WEISS G. (1973) *Physis* 132, 481-487.
- DABROWSKI, K. R. (1986) *Comp. Biochem. Physiol.* 85A, 639-655.
- DIVANACH P. *et al.* (1982) *Aquaculture* 27, 339-353.
- ECONOMOU, A. N. *et al.* (1991) *J. Fish. Biol.* 39, 393-408.
- FAKUHARA, O. & FUSHIMI, T. (1983) *Bull. Jap. Societ. Scien. Fish.* 49, 1843-1848.
- FERNÁNDEZ-DÍAZ, C., PASCUAL, E. & YÚFERAS, M. (1994) *Marine Biology* 118, 323-328.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, H., MONTERO, D., SOCORRO, J., IZQUIERDO, M. S. & VERGARA, J. M. (1994) *Aquaculture* 122, 63-73.
- FUIMAN, L. A. (1983) *J. Fish Biol.* 23, 117-123.
- FUKUHARA, O. (1985) *Bull. Jap. Societ. Scien. Fish.* 51, 731-743.
- FUKUHARA, O. (1987) *Nippon Suisan Gakkaishi* 53, 371-379.
- FUKUHARA, O. (1991) *Aquaculture* 95, 117-124.
- FUKUHARA, O. & FUSHIMI, T. (1981) *Bull. Nansei. Reg. Fish. Res. Lab.* 13, 1-8.
- HERNÁNDEZ CRUZ, C. M., FERNÁNDEZ-PALACIOS, H. & FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. E. (1990). *Vieraea* 19, 215-224.
- HUSSAIN, N., AKATSU, S. & EL-ZAHR, C. (1981). *Aquaculture* 22, 125-136.
- KENTOYRI, M., PAVLIDES, M., PAPANDROULAKIS, N. & DIVANACH, P. (1995) *Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM)*. 65-78.
- KITAJIMA, C., YAMANE, Y., MATSUI, S., KIHARA, Y. & FURICHI, M. (1993) *Nippon Suisan Gakkaishi* 59, 209-216.
- KLAUDATOS, S., TSEVIS, N. & CONIDES, A. (1990) *Aquaculture* 87, 361-372.
- MANOOCH III, C. S. & HASSLER, W. W. (1978) *FAO Fisheries Synopsis* 116.
- MARANGOS, C. (1995) *Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM)*. 41-46.
- MATSUOKA, M. & IWAI, T. (1984) *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 50, 29-35.
- MAY, R. C. (1974) Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3-19.
- MÉNDEZ CAMARENA, E (1994)...
- OOZEKI, Y., HWANG, P. & HIRANO, R. (1992) *Japanese Journal of Ichthyology* 39, 59-66.
- PANKHURST, P., MONTGOMERY, J. & PANKHURST, N. (1991) *Aust. J. Mar. Freshwater Res* 42, 391-8.
- PEDERSEN, B. H. (1995) *Larvi '95 - Fish & Shellfish Larviculture Symposium 91* (European Aquaculture Society, Special publication).
- PITTMAN, K., SKIFTESVIK, A. B. & HARBOE, T. (1989) *V Réunion. Cons. Int. Explor. Mer* 191: 421-430.
- POLO, A., YÚFERA, M. & PASCUAL, E. (1991) *Aquaculture* 92, 367-375.
- ROBAINA, L., FERNÁNDEZ-PALACIOS, H., HERNÁNDEZ CRUZ, C. M., FERNÁNDEZ PALACIOS, J. E. & VERGARA MARTÍN, J. M. (1990) *III Congreso Nacional De Acuicultura* 51-56.
- SOCORRO, J., ORAN, G., IZQUIERDO, M.S., FERNÁNDEZ, A., CÁBALLERO, M.J., FERNÁNDEZ-PALACIOS, H. (1997) *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*. 533-539.
- SOCORRO, J., IZQUIERDO, M.S., FERNÁNDEZ, A., FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.,

- CABALLERO, M.J., & ROO, F.J. (1998).VIII International Symposium On Nutrition And Feeding Of Fish. 228.
- URIARTE, I. & BALBONTÍN, F. (1987) *Revista De Biología Marina De Valparaíso* 23, 77-106.
- WATANABE, T. & KIRON, V. (1994) *Aquaculture* 124, 223-251.