

## B. Alimentación y Nutrición

### ESTUDIO DEL CRECIMIENTO EN LARVAS DE DORADA ALIMENTADAS CON PIENSOS SUPLEMENTADOS CON MICROALGAS

Arizcun, M.<sup>1</sup>, Onsurbe, A.<sup>1</sup>, Sáez, M.I.<sup>2</sup>, Martínez, T.F.<sup>2</sup>, Alarcón-López, F.J.<sup>2,3</sup> y Chaves-Pozo, E.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro Oceanográfico de Murcia, Instituto Español de Oceanografía (COMU-IEO), CSIC

<sup>2</sup>Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería, CEIMAR

<sup>3</sup>LifeBioencapsulation SL. 04131-El Alquián, Almería, España.

#### Resumen

Se ha estudiado el efecto de la inclusión de una mezcla de microalgas, crudas o hidrolizadas y a distintos porcentajes (5% y 10%), en piensos para larvas de dorada, sobre parámetros de crecimiento y morfometría de los peces. Tras 42 días de alimentación con los piensos experimentales, tanto el peso como la talla fueron mayores en las larvas alimentadas con microalgas crudas al 5%. La conformación del esqueleto no resultó afectada por las dietas con microalgas. Se estudió la expresión de la hormona del crecimiento (*gh*) y sus receptores (*ghr I* y *ghr II*) así como dos genes implicados en el desarrollo muscular *myod* y *myog* observándose mucha variabilidad en la expresión de dichos genes y diferencias significativas en los dos últimos genes siendo los tratamientos con microalgas crudas o hidrolizadas al 5% de inclusión los que presentaron expresiones mayores.

#### Material y Métodos

Larvas de dorada de 60 días post eclosión, con un peso medio de 0,034g y talla media de 14,3mm y recién destetadas, se repartieron en 15 tanques de 170L para ser alimentadas con 5 piensos experimentales (3 tanques/tratamiento). Los piensos, elaborados en el Servicio de Dietas Experimentales de la Universidad de Almería, estaban suplementados con una biomasa de microalgas en forma cruda o hidrolizada y a un porcentaje del 5% o 10% (C5, C10, H5 y H10) y se compararon con un pienso control libre de microalgas (C). La biomasa microalgal contenía las siguientes microalgas: *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis gaditana*, *Schizochytrium* sp, *Dunaliella salina* y la cianobacteria *Arthrospira platensis*. Los tanques tenían sistema de recirculación de agua con una renovación de 170L/hora, una carga inicial de 80g/m<sup>3</sup> (400 larvas/tanque), un fotoperiodo de 13h luz:1h oscuridad, temperatura de 20,5±0,5°C y oxígeno por encima de 5mg/L. El tamaño de los piensos fue aumentando desde 0,1mm hasta 0,6mm y la cantidad se calculó en función del tamaño de los peces y la temperatura del agua administrándose 5 veces al día durante 42 días. Se realizó un muestreo intermedio a los 19 días de comienzo del experimento y un muestreo final en los que se pesaron y midieron entre 35-45 doradas/tanque, tras sobreenestesia con aceite de clavo, y posteriormente se conservaron en paraformaldehído al 10% para el análisis de malformaciones esqueléticas. Para ello, se realizó el proceso de doble tinción de hueso y cartílago con Alizarín Red y Alcian Blue siguiendo el protocolo modificado de Taylor and Van Dyke (1985). Para el análisis de la expresión génica se muestrearon 6 larvas por tratamiento (n=3/tanque) procesándose según lo descrito en Cordero *et al.* (2016) y estudiándose la expresión de los genes que codifican para la hormona de crecimiento (*gh*), sus receptores (*ghr I* y *ghr II*) y para dos genes implicados en el desarrollo muscular *myod* y *myog*. Todos los ejemplares estudiados fueron manipulados de acuerdo con las Directrices del Consejo de la Unión Europea (2010/63/UE), el Comité de Ética en Experimentos con Animales del IEO (REGA: ES300261040017), y la aprobación del Ministerio de Agua, Agricultura y Medio Ambiente de las Comunidades Autónomas. Comunidad Región de Murcia (España; A13230103).

#### Resultados y Discusión

El uso de microalgas en piensos para peces se está contemplando como una buena opción a la hora de sustituir parcialmente las proteínas y lípidos procedentes de harinas y aceites de pescado y vegetales. Además, se ha visto que la inclusión de estas microalgas en pequeñas cantidades puede actuar como aditivo funcional proporcionando ciertos beneficios a los peces: mejora la actividad antioxidante, la respuesta al estrés y la resistencia a infecciones, así como la eficiencia alimentaria y el crecimiento.

En este estudio, los parámetros de crecimiento en peso y talla resultaron mayores con la dieta C5. Resultados parecidos se han observado en estudios previos en juveniles de dorada alimentados con piensos suplementados con *Nannochloropsis gaditana* en forma cruda o hidrolizada, encontrando crecimientos mayores con las microalgas crudas al 2,5 y 5% (Ayala *et al.*, 2020). También Peixoto *et al.* (2021) observaron un mayor crecimiento en postlarvas de lenguado alimentadas con microdietas suplementadas

con una mezcla de microalgas. Sin embargo, en otros casos, la inclusión de microalgas en piensos de dorada no afectó al crecimiento de los peces (Ayala *et al.*, 2023; Galafat *et al.*, 2022), aunque sí tuvo otros efectos beneficiosos sobre la funcionalidad y estructura del digestivo, la oxidación lipídica en músculo e hígado, la actividad lisozima en hígado y la coloración de la piel y calidad de la carne.

En relación a las estructuras esqueléticas, se ha observado algún tipo de malformación en larvas de todos los grupos experimentales, si bien la mayoría no eran severas y no se veían reflejadas en la conformación externa del pez. Las distintas dietas no han influido en el número de malformaciones, no observándose diferencias significativas entre los distintos grupos. La mayoría se han detectado en el complejo caudal por fusión de hipurales, seguidas de malformaciones en la columna vertebral por compresiones y fusiones vertebrales, así como fusión de espinas hemales y/o neurales.

La expresión de los genes que codifican para la hormona de crecimiento y sus receptores no se vio alterada de forma significativa por ningún tratamiento. Sin embargo, los genes de desarrollo muscular presentaron distintos niveles de expresión entre los tratamientos experimentales, siendo mayores en larvas alimentadas con microalgas crudas e hidrolizadas al 5%, aunque sin diferencias significativas con respecto al control. Estos datos apoyan los de Ayala *et al.* (2020, 2023) que describen que piensos suplementados con *Nannochloropsis gaditana* indujeron cambios en la arquitectura celular del músculo. Cabe destacar la gran variabilidad de niveles de expresión que presentaron las muestras.

Esta disparidad de resultados muestra que el efecto de las microalgas depende de la especie y dosis de inclusión de las mismas en las dietas así como de la especie y edad de los peces alimentados con ellas. En nuestro estudio, se ha observado un beneficio al suplementar el pienso con microalgas crudas al 5%.

#### **Palabras Clave:**

Microalgas, dieta, dorada, crecimiento

#### **Bibliografía**

Ayala, M. D., C. Galián, V. Fernández, E. Chaves-Pozo, D. García de la Serrana, M.I. Sáez, A. Galafat Díaz, F.J. Alarcón, T.F. Martínez y M. Arizcun. 2020. Influence of Low Dietary Inclusion of the Microalga *Nannochloropsis gaditana* (Lubián 1982) on Performance, Fish Morphology, and Muscle Growth in Juvenile Gilthead Seabream (*Sparus aurata*). *Animals*. 10(12): 2270.

Ayala, M.D., E. Chaves-Pozo, M.I. Sáez, A. Galafat, F.J. Alarcón, T.F. Martínez y M. Arizcun. 2023. Effect on Muscle Cellularity of Diet Supplementation with *Nannochloropsis gaditana* Microalgae in the Final Fattening Phase of Gilthead Seabream Culture up to Commercial Size. *Fishes*. 8(11): 532.

Cordero, H., L.T. Guzmán-Villanueva, E. Chaves-Pozo, M. Arizcun, F. Ascencio-Valle, A. Cuesta y M.A. Esteban. 2016. Comparative ontogenetic development of two marine teleosts, gilthead seabream and European sea bass: New insights into nutrition and immunity. *Developmental & Comparative Immunology*. 65: 1–7.

Galafat, A., A.J. Vizcaíno, M.I. Sáez, T.F. Martínez, M. Arizcun, E. Chaves-Pozo y F.J. Alarcón. 2022. Assessment of dietary inclusion of crude or hydrolysed *Arthrospira platensis* biomass in starter diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 548: 737680.

Peixoto, D., W. Pinto, A.T. Gonçalves, M. Machado, B. Reis, J. Silva y B. Costas. 2021. Microalgal biomasses have potential as ingredients in microdiets for Senegalese sole (*Solea senegalensis*) post-larvae. *Journal of Applied Phycology*. 33: 2241-2250.

Taylor, W. R. y G.C. Van Dyke. 1985: Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium*. 9: 107–119.

#### **Agradecimientos**

Financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER (PID2021-122287OB-C22); y por LifeBioencapsulation SL que suministró la biomasa de microalgas.

**Correo del autor:** marta.arizcun@ieo.csic.es