

B. Alimentación y Nutrición I, II, III

Influencia de las microalgas en la dieta sobre la dinámica de crecimiento muscular en postlarvas de dorada, *Sparus aurata* L.

Autores:

María Dolores Ayala^{1*}, Elena Chaves-Pozo², Estrella Hermoso Siles¹, María Isabel Sáez³, Francisco Javier Alarcón³, Tomás Francisco Martínez³ y Marta Arizcun²

¹Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas, Facultad de Veterinaria, Campus de Espinardo, Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España.

²Centro Oceanográfico de Murcia, Instituto Español de Oceanografía (COMU-IEO), CSIC, Puerto de Mazarrón, 30860 Murcia, España.

³Departamento de Biología y Geología, Universidad de Almería, CEIMAR, 04120 Almería, España.

Resumen

El presente trabajo comenzó con doradas de 66 días post-eclosión, que fueron clasificadas en 5 grupos, alimentados con 5 piensos diferentes durante 42 días: pienso control libre de microalgas (C) y 4 dietas experimentales similares a C, pero en las que se sustituyó parcialmente la proteína vegetal y el aceite de pescado por una mezcla de microalgas, al 5 y 10 % en forma cruda (grupos C5, C10) o hidrolizada (H5 y H10). A los 19 y 42 días del experimento se midieron los parámetros corporales y musculares en todos los grupos. El peso y longitud corporales fueron siempre mayores en C5 que en C10, acompañado de un mayor número de fibras en C5. A los 19 días, al comparar las dietas crudas con las hidrolizadas (C5 *versus* H5 y C10 *versus* H10), las dietas hidrolizadas produjeron mayor crecimiento corporal, de forma significativa en H5. A los 42 días, H10 mostró mayor crecimiento corporal y mayor número de fibras que H5, aunque no de forma significativa. Por otra parte, las dietas hidrolizadas aceleraron la madurez del músculo, de tal forma que a los 19 días, los grupos H5 y H10 ya presentaban una fase de crecimiento en mosaico, que indica la madurez fibrilar. Sin embargo, C5 y C10 aún presentaban una fase de crecimiento aposicional previa a la de mosaico. Estos resultados muestran que, en estado crudo, las microalgas son mejor asimiladas a bajas concentraciones (5%), mientras que en estado hidrolizado, las altas concentraciones (10%) son bien asimiladas, generando mayor número de fibras.

Material y métodos

Al inicio de la prueba, los peces tenían una edad de 66 días post-eclosión, un peso y una talla media de 0,034 g y 14,3 mm. Las doradas se distribuyeron en 5 grupos (3 tanques/grupo, 400 peces/tanque) en tanques de 170L y se alimentaron con los piensos experimentales durante 42 días. Las 5 dietas experimentales fueron las siguientes: dieta control libre de microalgas (C), dietas en las que se sustituyó parcialmente la proteína vegetal y el aceite de pescado por una mezcla de biomasa cruda de microalgas (*Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis gaditana*, *Arthrospira platensis*, *Schizochytrium sp.* y *Dunaliella salina*) al 5 y al 10 % (C5 y C10), dietas similares a C5 y C10, pero sometidas a hidrólisis enzimática fibrilítica y proteolítica, para provocar la rotura de las paredes celulares (H5 y H10). A los 19 y 42 días del inicio del experimento se midieron la longitud y peso corporales de 35-45 peces por tanque. Los parámetros musculares (área transversa del miotomo, área y número de fibras) fueron medidos en 9 peces por grupo, a nivel de la apertura anal, según la metodología de Ayala *et al.* (2013).

Resultados y Discusión

A los 19 y 42 días, el crecimiento corporal (peso y longitud) fue mayor en C5 que en C10, y ello fue acompañado de mayor número de fibras (hiperplasia) en C5 (Tabla 1). Estos datos sugieren que las microalgas en forma cruda se asimilan mejor en bajos porcentajes, probablemente debido a la presencia de factores antinutricionales o de la pared celular entre otros factores (Chen *et al.* 2021a). Así, al suplementar la dieta de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) con la microalga *Tribonema ultriculosum* al 5 %, se obtuvieron valores mayores de crecimiento, peso y supervivencia que al suplementarla al 10% (Chen *et al.*, 2021b). A los 19 días, la hidrólisis de las microalgas mejoró su asimilación, de tal forma que al comparar H5 *versus* C5 y H10 *versus* C10, las dietas hidrolizadas produjeron mayor crecimiento corporal y mayor madurez fibrilar que las dietas crudas. Al comparar H5 con H10, el crecimiento corporal fue mayor en H5

B. Alimentación y Nutrición I, II, III

a los 19 días, mientras que a los 42 días, H10 mostró mayor crecimiento corporal y muscular y mayor número de fibras (Tabla 1). Ayala *et al.* (2023) también observaron mayor hiperplasia en doradas previamente alimentadas con microalgas hidrolizadas en la fase juvenil. Similarmente, Ayala *et al.* (2024) observaron que, en el engorde final de la dorada, la hiperplasia era mayor en el grupo que recibió microalgas hidrolizadas en la dieta. La generación de fibras requiere más energía que la hipertrofia, por lo que parece ser que la hidrólisis de las microalgas favorece la asimilación de los nutrientes. El mayor número de fibras suele indicar mayor potencial de crecimiento (Ayala *et al.*, 2023), por lo que la dieta H10 puede favorecer el crecimiento futuro de los peces. Asimismo, el mayor número de fibras suele estar correlacionado con mayor firmeza textural de la carne (Periago *et al.*, 2005), por lo que este grupo puede presentar mejor calidad del filete. Para determinar esto, paralelamente estamos estudiando el efecto a medio y largo plazo de estas dietas en los grupos del presente experimento (resultados no publicados).

Tabla 1: Valores medios corporales y musculares de todos los grupos al final del experimento.

Edad	Doradas de 108 días (42 días de experimentación)				
Grupos	Control	C5	C10	H5	H10
Longitud (mm)	32.07 ^{abc}	33.74 ^a	31.18 ^{bc}	31.93 ^{bc}	33.13 ^{abc}
Peso (g)	0.45 ^{abc}	0.53 ^a	0.43 ^{bc}	0.43 ^{bc}	0.52 ^{abc}
B (mm ²)	4.4 ^a	4.99 ^a	4.67 ^a	4.57 ^a	4.92 ^a
A (µm ²)	2074.75 ^a	1831.41 ^a	2738.27 ^a	2331.35 ^a	1759.23 ^a
N	6067.79 ^a	6983.26 ^a	4680.43 ^a	4786.83 ^a	9120.27 ^a

B: área transversa del músculo blanco. A: área de las fibras blancas. N: número de fibras blancas. Diferentes superíndices en cada fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos.

Palabras clave

microalgas, hidrólisis, crecimiento, hiperplasia

Bibliografía

- Ayala, M.D., Abellán, E., Arizcun, M., García-Alcázar, A., Navarro, F., Blanco, A. y O. López-Albors. 2013. Muscle development and body growth in larvae and early postlarvae of shi drum, *Umbrina cirrosa* L., reared under different larval photoperiod. Muscle structural and ultrastructural study. *Fish Physiology and Biochemistry*. 39: 807-827.
- Ayala, M.D., N. Balsalobre, E. Chaves-Pozo, M.I. Sáez, A. Galafat, F.J. Alarcón, T.F. Martínez y M. Arizcun. 2023. Long-term effects of a short juvenile feeding period with diets enriched with the microalgae *Nannochloropsis gaditana* on the subsequent body and muscle growth of gilthead seabream, *Sparus aurata* L. *Animals*, 13, 482.
- Ayala, M.D., E. Chaves-Pozo, M.I. Sáez, A. Galafat, F.J. Alarcón, T.F. Martínez y M. Arizcun. 2024. Influencia de las algas en la dieta de la dorada durante la fase de engorde final. XIX Congreso Nacional de Acuicultura. Las Palmas de Gran Canaria.
- Chen, F., Y. Leng, y Q. Lu. 2021a. The application of microalgae biomass and bio-products as aquafeed for aquaculture. *Algal Research* 60, 2014, 102541
- Chen, W., L. Luo, D. Han, F. Long, Q. Chi y Q. Hu, 2021b. Effect of dietary supplementation with filamentous microalga *Tribonema ultriculosum* on growth performance, fillet quality and immunity of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture Nutrition*, 27, 1232–1243.
- Periago, M.J., M.D. Ayala, O. López-Albors, I. Abdel, C. Martínez, A. García-Alcázar, G. Ros y F. Gil. 2005. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 249, 175–18

Agradecimientos

Financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER (PID2021-122287OB-C22); y por Horizonte 2020 de la UE (SABANA 727874) que suministró la biomasa de microalgas.

* e-mail del autor: mdayala@um.es