

### Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar, a nivel de crecimiento, metabolismo y bienestar, las posibles ventajas de la inclusión de proteínas de origen vegetal tratadas enzimáticamente y de compuestos nutraceuticos a base de microalgas en la dieta de *Sparus aurata*. Para ello, se llevaron a cabo dos sub-experimentos: i) en el sub-experimento 1, juveniles de dorada fueron alimentados con una dieta extrema (75 %), con un alto porcentaje de inclusión de materias primas de origen vegetal sin ser sometidas a un tratamiento biotecnológico, y enriquecida con un compuesto nutraceutico a base de microalgas; ii) en el sub-experimento 2, tanto las materias primas de origen vegetal como las microalgas del compuesto nutraceutico fueron sometidas a una hidrólisis enzimática; en ambos casos, se utilizó una dieta control de composición similar a las utilizadas comercialmente. Los resultados mostraron, de manera diferencial, mejoras tras la inclusión de compuestos nutraceuticos y del tratamiento biotecnológico de las proteínas vegetales. Por un lado, los nutraceuticos lograron revertir, de forma parcial o total, los efectos negativos causados por las materias primas vegetales. Por otro lado, con el tratamiento biotecnológico de las proteínas vegetales se lograron mejores parámetros de crecimiento y tasas metabólicas. Estos resultados mostraron que los tratamientos biotecnológicos de proteínas vegetales y/o la inclusión de compuestos nutraceuticos en la dieta, constituyen una alternativa prometedora para el sector acuicola debido a la creciente necesidad de prescindir de las harinas y los aceites de pescado en la formulación de alimentos dirigidos a especies de peces carnívoros.

### Introducción

Los alimentos utilizados en acuicultura dependen en gran medida de la harina (FM) y el aceite de pescado (FO) como fuente principal de nutrientes. El aumento de los costes de FM y FO, unido a la cada vez menor disponibilidad de estos productos, ha impulsado la investigación de fuentes alternativas de proteínas (FAO, 2022), incluidas las proteínas de origen vegetal. Sin embargo, estas materias primas presentan una gruesa pared celular que puede causar problemas de digestibilidad y absorción de nutrientes, sobre todo si son administradas a especies de peces carnívoros como la dorada (*Sparus aurata*). La inclusión de altos niveles de estos ingredientes en la dieta puede tener efectos perjudiciales sobre el crecimiento, la actividad enzimática y la salud de los animales cultivados, afectando el bienestar, el metabolismo, o la fisiología intestinal, entre otros aspectos (Diógenes *et al.*, 2019). No obstante, estudios recientes han mostrado que el uso de tratamientos biotecnológicos (*i.e.* hidrólisis enzimática) constituye una estrategia prometedora para paliar varios de los efectos antinutricionales causados por este tipo de materias primas (Molina-Roque *et al.*, 2022). El objetivo del presente trabajo fue analizar las ventajas del tratamiento por hidrólisis enzimática de los compuestos vegetales incluidos en dietas acuícolas y del uso de compuestos nutraceuticos a base de microalgas, sobre parámetros de crecimiento, metabolismo y bienestar de juveniles de dorada, en comparación con dietas formuladas a partir de materias primas de origen vegetal sin tratar biotecnológicamente.

### Material y Métodos

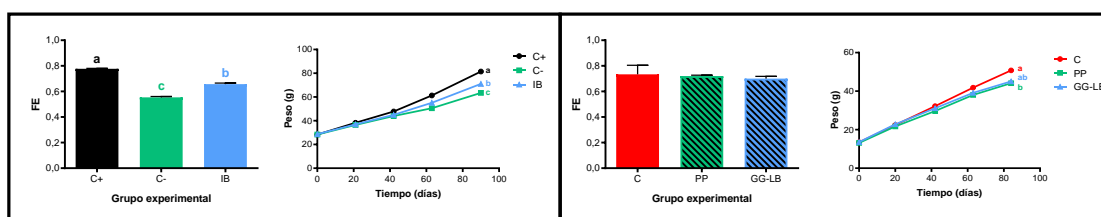
Se llevaron a cabo dos sub-experimentos. En el sub-experimento 1, juveniles de dorada de 27-28 g de peso medio inicial fueron alimentados *ad libitum*, durante 90 días, con tres dietas experimentales: i) dieta control (C+) con una composición nutricional basada en FM y FO; ii) dieta con un alto porcentaje de sustitución (75 %) por proteínas y aceites vegetales (C-) y; iii) dieta C- suplementada con un 1% del compuesto LB-IMMUNOboost (IB) formulado a base de microalgas (IB). En el sub-experimento 2, los juveniles de dorada partieron de 13-14 g de peso medio inicial y fueron alimentados *ad libitum* durante 84 días con tres dietas experimentales: i) dieta control (C) similar a la del primer sub-experimento; ii) dieta con un alto porcentaje de sustitución (75 %) por proteínas vegetales hidrolizadas enzimáticamente y aceites vegetales (PP) y; iii) dieta PP suplementada con un 2 % del compuesto nutraceutico GreenGrape-LB que está formulado a partir de un extracto liofilizado obtenido del orujo de uva blanca Albariño combinado con una mezcla de microalgas marinas y de agua dulce hidrolizadas enzimáticamente (GG-LB). Al final de ambos periodos experimentales se calcularon índices somáticos y zootécnicos y se analizaron algunos parámetros metabólicos (metabolitos plasmáticos y tisulares), así como los niveles circulantes de cortisol.

### Resultados y Discusión

En el sub-experimento 1 los resultados mostraron un mejor rendimiento del crecimiento (Fig. 1) en los peces alimentados con la dieta control (C+) y una mejora parcial con la dieta vegetal suplementada con el compuesto nutraceutico (IB) respecto a la dieta vegetal sin tratar (C-). A nivel metabólico se observó una disminución en los niveles de glucosa, lactato, triglicéridos y proteínas en plasma en los animales alimentados con la dieta C- respecto a los grupos C+ e IB, entre los que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas. Además, los animales alimentados con la dieta IB mostraron niveles

plasmáticos de cortisol similares a los del grupo control (C+) e inferiores respecto a los niveles más elevados de esta hormona en el grupo alimentado con la dieta extrema (datos no mostrados). Por lo que el compuesto IB fue capaz de revertir, parcial o totalmente, algunos de los efectos negativos producidos por las materias primas de origen vegetal sin un tratamiento previo, aunque sin alcanzarse los niveles óptimos en cuanto a crecimiento.

En el sub-experimento 2, y a diferencia del primero, la inclusión de proteína vegetal hidrolizada en la dieta indujo mejoras a nivel de crecimiento, metabolismo y bienestar en el grupo alimentado con la dieta extrema (PP), así como en la dieta vegetal enriquecida con el nutraceutico GG-LB (también formulado a partir de microalgas hidrolizadas enzimáticamente), sin observarse cambios significativos en la mayoría de los parámetros de crecimiento (Fig. 1). En cuanto a los parámetros metabólicos analizados (metabolitos plasmáticos, hepáticos, musculares y en mucus) y los niveles de cortisol en plasma (datos no mostrados), no se observaron, en la mayoría de estos, diferencias significativas entre los grupos experimentales.



**Figura 1.** Eficiencia de alimentación (FE) y evolución del peso medio (g) de juveniles de *Sparus aurata* en el sub-experimento 1 (a la izquierda) y en el sub-experimento 2 (a la derecha).

Estos resultados sugieren que la inclusión en la dieta de *S. aurata* de proteínas vegetales tratadas mediante hidrólisis enzimática y de compuestos nutraceuticos a base de microalgas, constituye una herramienta eficaz para paliar varios de los efectos adversos provocados por una alta sustitución de proteínas animales por proteínas de origen vegetal en los piensos acuícolas de especies carnívoras.

### Palabras clave

Crecimiento, microalgas, nutraceuticos, *Sparus aurata*.

### Bibliografía

Diógenes, A.F., A. Basto, T.T. Estevão-Rodrigues, S. Moutinho, T. Aires, A. Oliva-Teles y H. Peres. 2019. Soybean meal replacement by corn distillers dried grains with solubles (DDGS) and exogenous non-starch polysaccharidases supplementation in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*. 500: 435-442.

FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Towards Blue Transformation. 236 pp.

Molina-Roque, L., A. Barany, M.I. Sáez, F.J. Alarcón, S.T. Tapia, J. Fuentes, J.M. Mancera, E. Perera y J.A. Martos-Sitcha. 2022. Biotechnological treatment of microalgae enhances growth performance, hepatic carbohydrate metabolism and intestinal physiology in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles close to commercial size. *Aquaculture Reports*. 25: 101248.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Unión Europea (ERDF 2014-2020) y por la Junta de Andalucía (FEDER-UCA18-107182), y cofinanciado por LifeBioencapsulation S.L. El producto GreenGrape-LB ha sido desarrollado por I-Grape y la empresa Lifebioencapsulation dentro del proyecto NeoGiant de H2020 (# 101036768). Anyell Caderno está siendo financiada por un contrato predoctoral por la Junta de Andalucía 2021 (PREDOC\_02015).

### Correo del Autor

anyell.caderno@uca.es