

Resumen

La formulación de dietas sostenibles es un factor clave para la expansión del cultivo industrial de *S. dumerili*. En consonancia, el objetivo de este trabajo es evaluar los efectos sobre el crecimiento, el metabolismo intermediario y el bienestar animal de dos dietas experimentales de alta digestibilidad, formuladas con diferentes porcentajes de inclusión de proteína y de ingredientes vegetales, durante la fase de pre-engorde de *S. dumerili* cultivadas en RAS. El análisis conjunto de los resultados obtenidos en relación al rendimiento productivo y metabolismo nutricional, parece indicar la no idoneidad de las dietas experimentales formuladas, al menos con los ingredientes utilizados en el presente estudio, para la fase de preengorde/engorde de juveniles de *S. dumerili* en sistemas RAS.

Introducción

Seriola dumerili es considerada una de las especies con mayor potencial para la actividad acuícola. Sin embargo, actualmente existen diferentes aspectos biológicos y zootécnicos a optimizar para garantizar la expansión sostenible de su cultivo, como la formulación de piensos adecuados para su nutrición y bienestar. En este contexto, son cada vez más los esfuerzos científico-técnicos orientados al diseño de dietas más sostenibles, independientes de insumos procedentes de la pesca extractiva y formuladas con fuentes proteicas de origen vegetal, altamente digestibles, que permitan maximizar la biodisponibilidad y aprovechamiento de nutrientes, además de reducir la cantidad de nitrógeno excretado al medio (Milián-Sorribes et al., 2024; Monge-Ortiz et al., 2018). No obstante, desde el punto de vista productivo y nutricional, existen aspectos fisiológicos, así como otros ligados al bienestar de los peces alimentados con estos nuevos ingredientes vegetales, cuyo estudio resulta clave para la óptima implantación de estas dietas incipientes en el sector acuícola. En base a esto, el objetivo de este trabajo es evaluar los efectos sobre el crecimiento, el metabolismo intermediario y el bienestar animal de dos dietas experimentales, formuladas a partir de ingredientes de alta digestibilidad, diseñadas con diferentes proporciones de ingredientes vegetales, durante la fase de pre-engorde de *S. dumerili* cultivadas en sistemas de recirculación o RAS.

Material y métodos

Un total de 270 juveniles de *S. dumerili* ($55,14 \pm 12,5$ g) fueron distribuidos en 9 tanques (30 peces/tanque) de 400 L (37 ‰ de salinidad, 22 °C, 12L:12D). Se evaluaron tres dietas, en triplicado: pienso comercial (Gemma Silk de 1,8 mm y R-Europa de 3mm, Skretting España S.A) tomada como dieta control (CTRL); y dos dietas experimentales (D1 y D2) diseñadas *ex profeso* con una sustitución parcial de harinas y aceites de pescado por una mezcla de ingredientes vegetales. Los peces fueron alimentados diariamente durante 96 días hasta saciedad visual aparente. Al término del ensayo, se realizó un muestreo, en el que 12 ejemplares (4 peces/tanque) de cada una de las dietas evaluadas, previamente anestesiados, se pesaron y midieron individualmente. A continuación, se les extrajo muestras de mucus, sangre, músculo e hígado para su posterior análisis en el laboratorio. Además, se extrajeron tejidos para el cálculo de diferentes índices biométricos: índice hepatosomático (HSI), índice mesentérico (MSI) e índice de longitud intestinal (ILI). Los parámetros metabólicos analizados en cada una de las muestras incluyeron: glucosa, lactato, colesterol, triglicéridos, proteínas (plasma) y glucógeno muscular y hepático. Complementariamente, se analizaron los niveles de cortisol en muestras de plasma, mucus y agua de cultivo. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente a partir de un análisis de varianza de una vía (one-way ANOVA), y posterior Tukey's Test (p-valor < 0,05) empleando el Software GraphPad Prism 8.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en los diferentes parámetros productivos e índices somáticos se muestran en la Tabla 1. Se observan diferencias significativas entre los grupos experimentales, principalmente entre el CTRL y los peces alimentados con ambas dietas experimentales D1 y D2 en todas las variables calculadas, excepto para el porcentaje de supervivencia y ambos índices hepatosomático y de longitud intestinal. Esto sugiere que una sustitución parcial de FM y FO no afectaría a la supervivencia de los animales ni a la morfología hepática e intestinal de *S. dumerili* (Milián-Sorribes et al., 2024; Monge-Ortiz et al., 2018), aunque sí a su funcionalidad al estar influenciando al crecimiento y a su productividad, durante el periodo estudiado.

Tabla 1. Efecto del empleo de dietas de alta digestibilidad (D1, D2) sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación, porcentaje de supervivencia e índices somáticos evaluados en juveniles de *S. dumerili*. Se muestran los valores medios y desviación estándar por grupo experimental. Diferentes letras (a, b) denotan diferencias significativas (ANOVA y prueba Tukey HSD, $P \leq 0.05$) entre grupos experimentales.

Parámetros	Grupos experimentales		
	CTRL	D1	D2
Peso inicial (g/pez)	55,19 ± 0,17	55,11 ± 0,22	55,14 ± 0,07
Peso final (g/pez)	256,49 ± 3,24 ^a	176,52 ± 11,38 ^b	186,46 ± 11,10 ^b
Δ peso (g/pez)	201,30 ± 3,32 ^a	121,41 ± 11,17 ^b	131,32 ± 11,14 ^b
Δ peso (%)	364,76 ± 6,66 ^a	220,26 ± 19,40 ^b	238,19 ± 20,35 ^b
SGR	1,60 ± 0,01 ^a	1,21 ± 0,06 ^b	1,27 ± 0,06 ^b
FCR	1,45 ± 0,09 ^a	1,85 ± 0,03 ^b	1,63 ± 0,13 ^{ab}
Factor de condición (K)	1,99 ± 0,04 ^a	1,69 ± 0,06 ^b	1,74 ± 0,06 ^b
Supervivencia (%)	92,22 ± 6,94	93,33 ± 3,33	94,44 ± 1,92
MSI	0,36 ± 0,12 ^a	0,17 ± 0,08 ^b	0,06 ± 0,03 ^b
HSI	1,20 ± 0,26	1,12 ± 0,25	1,05 ± 0,37
ILI	64,85 ± 7,66	60,97 ± 6,98	58,79 ± 4,83

El análisis bioquímico de las muestras evaluadas (plasma, hígado y músculo), denota la ausencia de diferencias significativas en los niveles de glucosa y proteínas plasmáticas entre los grupos experimentales. No obstante, se observa un patrón caracterizado por una reducción en los niveles de las formas lipídicas analizadas (triglicéridos y colesterol) en los peces alimentados con ambas dietas experimentales (D1 y D2) en comparación con los peces alimentados con la dieta CTRL. Esto podría ser indicativo de una inadecuada ingesta de lípidos, en cantidad y/o calidad, en los peces alimentados con las dietas experimentales y, por consiguiente, su impacto en la deposición tisular de lípidos y su aprovechamiento para un óptimo crecimiento. También podría deberse a la presencia de factores antinutricionales (ANFs) presentes en los ingredientes de origen vegetal empleados en la formulación de las dietas experimentales, así como a una reducción en la digestibilidad de los nutrientes debido al aumento en la velocidad del tránsito intestinal (Francis et al., 2001). En cuanto a los niveles de cortisol en plasma, se observan unos mayores valores en aquellos peces alimentados con la dieta D2 con respecto a la dieta CTRL. De esta forma, el análisis preliminar de los resultados obtenidos parece indicar la no idoneidad de dietas formuladas con alto % de proteínas vegetales, al menos las utilizadas, para la fase de preengorde/engorde de *S. dumerili* en RAS.

Palabras clave: *Seriola dumerili*; Nutrición; Ingredientes vegetales; RAS.

Bibliografía

- Francis, G., Makkar, H. P. S., Becker, K. 2001. Antinutritional Factors Present in Plant-Derived Alternate Fish Feed Ingredients and Their Effects in Fish. *Aquaculture*, 199, 197-227.
- Milián-Sorribes, M. C., Martínez-Llorens, S., Peñaranda, D. S., Jauralde, I., Jover-Cerdá, M., Tomás-Vidal, A. 2024. Growth, Survival, and Intestinal Health Alterations in Mediterranean Yellowtail (*S. dumerili*) Due to Alternatives to Fishmeal and Fish Oil. *Current Issues in Molecular Biology*, 46(1), 753-772.
- Monge-Ortiz, R., Tomás-Vidal, A., Rodríguez-Barreto, D., Martínez-Llorens, S., Pérez, J. A., Jover-Cerdá, M., Lorenzo, A. 2018. Replacement of fish oil with vegetable oil blends in feeds for greater amberjack (*Seriola dumerili*) juveniles: Effect on growth performance, feed efficiency, tissue fatty acid composition and flesh nutritional value. *Aquaculture Nutrition*, 24(1), 605-615

Agradecimientos

Estudio financiado por el Proyecto “Plan Nacional de consolidación del cultivo de la *Seriola* (PLANASER)” financiado por los Planes Nacionales de Acuicultura (MAPA) y co-financiado por fondos FEMP. Miguel Torres agradece a las Ayudas Margarita Salas (Universidad Politécnica de Valencia) para la formación de jóvenes doctores con fondos NextgenerationEU.

Correo del autor: miguel.torres@uca.es/mitorrod@upv.edu.es