

## B. Alimentación y nutrición.

### Resumen

Juveniles de múgil *Chelon labrosus* fueron alimentados con 5 dietas formuladas con ingredientes alternativos (macroalgas y bagazo de cerveza). Las dietas diferían en contenido de proteína (35 vs 40 %) y origen de la proteína (vegetal: V vs vegetal + animal: VA). Tras 153 días de experimentación, los peces alimentados con las dietas V obtuvieron resultados de crecimiento mayores que los alimentados con proteína animal. Esto responde en gran medida a las diferencias en ingesta, ya que los piensos VA tuvieron una aceptación mucho menor. Las diferencias en alimentación se reflejaron en la cantidad de reservas de grasa perivisceral y tamaño del hígado, aunque no en los niveles relativos de metabolitos en este órgano. Los peces de los grupos V presentaron mayores concentraciones de lípidos, lactato y proteínas en plasma, indicando un mayor gasto energético relacionado, entre otros, con el crecimiento. No se observaron alteraciones histopatológicas asociadas a la dieta en el intestino de ninguno de los grupos. Todo esto pone en evidencia el potencial de *C. labrosus* para ser alimentado con proteínas vegetales.

### Introducción

Las especies acuícolas de bajo nivel trófico tienen el potencial de ser alimentadas con una amplia gama de ingredientes para piensos de diversos orígenes, pudiendo evitar así el uso de ingredientes tradicionales tales como las harinas de pescado (Tacon & Metian, 2015). En la presente investigación se han formulado diferentes piensos para el teleosteo omnívoro *Chelon labrosus* a partir de ingredientes alternativos, con dos niveles de inclusión de proteína y dos orígenes proteicos diferentes, y se han analizado los efectos de las mismas en su crecimiento, metabolismo energético y bienestar animal.

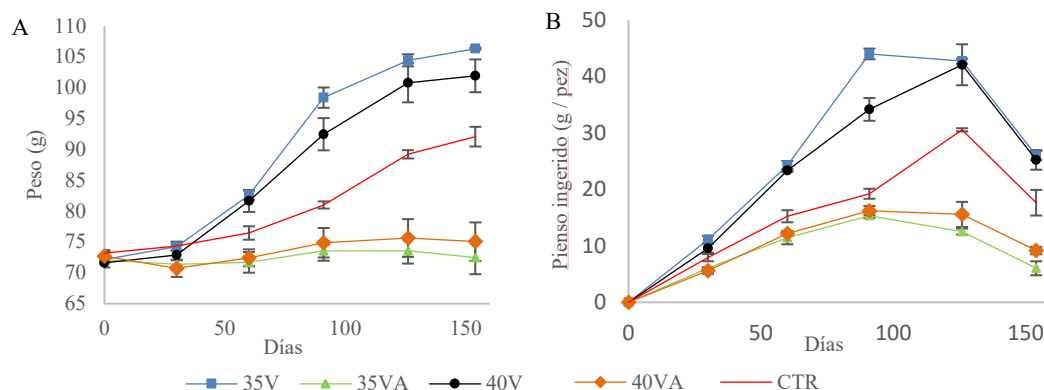
### Métodos

Trescientos juveniles de *C. labrosus* (peso inicial  $72,3 \pm 18,5$  g,  $n = 20$  / tanque) fueron distribuidos en 15 tanques y alimentados con 5 dietas formuladas con fuentes de proteína alternativas (bagazo de cerveza y macroalga *Ulva lacunculata*), en triplicado. Las dietas contenían diferentes niveles (35 % y 40 %) y orígenes (V: vegetal y VA: mezcla de vegetal + animal) de proteína, resultando en los piensos 35V, 40V, 35VA, 40VA, además de un control (CTR) con un 40 % de proteína. Las dietas VA y CTR contenían hemoglobina de cerdo como fuente de proteína y la CTR también harina de pescado. La alimentación fue realizada a demanda dos veces al día durante 153 días. Al final del experimento se pesaron todos los individuos y se sacrificaron 8 de cada grupo para la obtención de diferentes muestras. Los análisis se centran en las medidas de peso total, índices somáticos, metabolitos en plasma e hígado (glucosa, glucógeno, lactato, triglicéridos, colesterol y proteínas) y el análisis histológico del intestino.

### Resultados y discusión

Los tratamientos V y VA formaron dos grupos diferentes en cuanto a rendimiento desde el inicio del experimento, con el grupo CTR situado entre ambos (Figura 1 A). Los mejores resultados en cuanto a ganancia de peso y SGR se obtuvieron con los piensos que contenían fuentes proteicas 100 % vegetales, mientras que los peces alimentados con los piensos VA mostraron una limitada ganancia en peso (Figura 1 A). A pesar de las diferencias a favor de los ingredientes vegetales, la interpretación de estos resultados es menos evidente al tener en cuenta que los datos de crecimiento reflejan en gran medida la ingesta, ya que en los grupos V esta fue mayor que en el grupo CTR, que a su vez fue mayor que en los grupos VA (Figura 1 B). Estas diferencias pueden deberse a una palatabilidad inadecuada de los piensos con proteínas animales, probablemente causada por los ingredientes de origen porcino. Cabe destacar que el pienso CTR también contenía hemoglobina de cerdo, pero en menor medida que los piensos VA, y también harina de pescado, un ingrediente que generalmente aumenta la palatabilidad (Dong *et al.*, 2016). Entre los piensos con una mayor aceptación no hay diferencias significativas en SGR ni FCR, lo que a priori sugiere que no existe un beneficio relevante al aumentar la inclusión de proteína del 35 al 40 % para esta especie. Los peces de los grupos V presentaron mayores reservas energéticas que los VA al final del experimento, en forma de hígados proporcionalmente mayores (IHS) y más grasa perivisceral (Tabla 1), mientras que los grupos VA estarían consumiendo esas reservas, reflejo de una pobre alimentación. A pesar de ello, los niveles relativos de los diferentes metabolitos en el hígado se mantuvieron constantes en todos los grupos (datos no representados). En cambio, los niveles de lactato, triglicéridos, colesterol y proteínas en plasma sí presentaron diferencias,

todos ellos generalmente más altos en los grupos V (Tabla 1), lo que indica una mayor movilización de energía y proteínas, en consonancia con las observaciones previamente realizadas. No se detectó ninguna alteración morfométrica asociada al tratamiento en el análisis histológico del intestino (datos no representados). Esto sugiere que ninguno de los piensos utilizados tiene efectos que puedan llegar a ser nocivos sobre la salud intestinal y funcionalidad digestiva de *C. labrosus* (Gai *et al.*, 2023). En conclusión, los resultados obtenidos son prometedores de cara a la formulación de dietas con proteína 100 % vegetal para *C. labrosus*.



**Figura 1.** Peso (A) e ingesta (B) de *C. labrosus* durante 153 días de alimentación con dietas experimentales. Los datos se expresan como el promedio  $\pm$  desviación estándar.

**Tabla 1.** Tasa Específica de Crecimiento (SGR), índice hepatosomático (IHS), índice mesentérico (MSI) y lactato (Lact), triglicéridos (TAG), colesterol (Col) y proteínas (Prot) en plasma de *C. labrosus* tras 153 días de alimentación con dietas experimentales. Los datos se expresan como el promedio  $\pm$  desviación estándar.

	35V	40V	35VA	40VA	CTR
SGR (% / día)	0,311 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,283 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,004 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	0,025 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	0,184 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
IHS	0,92 $\pm$ 0,05 <sup>ab</sup>	1,03 $\pm$ 0,33 <sup>ab</sup>	0,69 $\pm$ 0,09 <sup>bc</sup>	0,64 $\pm$ 0,11 <sup>c</sup>	1,00 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
MSI	0,04 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,04 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,02 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,02 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,03 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Lact (mM)	0,86 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	0,74 $\pm$ 0,12 <sup>ab</sup>	0,60 $\pm$ 0,11 <sup>bc</sup>	0,45 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	0,64 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>
TAG (mM)	3,86 $\pm$ 2,07 <sup>ab</sup>	6,03 $\pm$ 2,56 <sup>a</sup>	2,56 $\pm$ 0,87 <sup>b</sup>	2,52 $\pm$ 0,75 <sup>b</sup>	3,19 $\pm$ 1,40 <sup>ab</sup>
Col (mM)	9,15 $\pm$ 1,37 <sup>a</sup>	8,50 $\pm$ 0,64 <sup>ab</sup>	5,87 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	5,88 $\pm$ 1,52 <sup>b</sup>	8,67 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>
Prot (mg / mL)	37,11 $\pm$ 5,0 <sup>a</sup>	36,85 $\pm$ 4,57 <sup>a</sup>	28,25 $\pm$ 3,38 <sup>b</sup>	30,43 $\pm$ 4,52 <sup>b</sup>	34,08 $\pm$ 3,45 <sup>ab</sup>

### Palabras clave

Nutrición, mugílidos, macroalgas, bagazo de cerveza.

### Bibliografía

Dong, C., He, G., Mai, K., Zhou, H., & Xu, W. (2016). Palatability of water-soluble extracts of protein sources and replacement of fishmeal by a selected mixture of protein sources for juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Journal of Ocean University of China*, 15, 561-567.

Gai, F., Cusimano, G. M., Maricchiolo, G., Caccamo, L., Caimi, C., Macchi, E., ... & Gasco, L. (2023). Defatted black soldier fly meal in diet for grow-out gilthead seabream (*Sparus aurata* L. 1758): Effects on growth performance, Gill Cortisol level, digestive enzyme activities, and intestinal histological structure. *Aquaculture Research*, 2023.

Tacon, A. G., & Metian, M. (2015). Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23(1), 1-10.

### Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Gobierno de España con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.11) y el Gobierno de Cantabria como parte del Plan Complementario de Ciencias Marinas ThinkInAzul, y por el Gobierno Vasco a través del proyecto AKURA IV (00005-2101022023) y la beca predoctoral concedida a Markel Sanz-Latorre (00010-PIT2020-22). Rocker Beer proporcionó gratuitamente el bagazo de cerveza.

Contacto: [markel.sanz@ehu.eus](mailto:markel.sanz@ehu.eus)