

C. Bienestar animal.

El carácter gregario de los juveniles de *Seriola dumerili* condiciona la densidad óptima de su cultivo en RAS

Luis- Molina-Roque¹, Miguel Torres^{2,3}, Pablo de Terry Castro⁴, Jose F. Cabello-Gómez⁴, María del Mar Agraso Martínez⁴, J. Roo¹, Gonzalo Martínez-Rodríguez⁵, Juan A. Martos-Sitcha².

¹Grupo de Investigación en Acuicultura (GIA), Instituto Universitario de Investigación en Acuicultura Sostenible y Ecosistemas Marinos (ECOQUA), Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), 35214 Telde, Las Palmas, España.

²Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Instituto Universitario de Investigación Marina (INMAR), Campus de Excelencia Internacional del Mar (CEI-MAR), Universidad de Cádiz, 11519 Puerto Real, Cádiz, España.

³Universitat Politècnica de València (UPV), 46022 Valencia, España.

⁴Centro Tecnológico de la Acuicultura (CTAQUA), El Puerto de Santa María, Spain.

⁵Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN-CSIC), 11519 Puerto Real, Cádiz, Spain.

Resumen

En acuicultura, el bienestar y desarrollo de los animales está estrechamente ligado a las condiciones de cultivo. Este factor adquiere especial relevancia en especies de reciente domesticación piscícola como es el caso de la *Seriola dumerili*, especie de la que aún se desconocen factores clave para su producción como es la densidad óptima de cultivo, a lo que se une su interés de cultivo en sistemas de recirculación (RAS). El presente estudio evalúa tres densidades de cultivo (8, 16 y 32 kg/m³ de densidad final) en juveniles de *S. dumerili* con el fin de conocer sus efectos a nivel de crecimiento y bienestar. Los resultados muestran un mayor bienestar en aquellos peces mantenidos a una densidad relativamente alta (32 kg/m³). Esto podría significar, no solo un mayor rendimiento económico del cultivo de este teleosteo, sino unas mejores condiciones para las especies cultivadas en sistemas RAS.

Introducción

Una de las especies que suscitan mayor interés para la industria acuícola europea es la seriola (*Seriola dumerili*). Esto se debe principalmente a su alta tasa de crecimiento, su buen rendimiento en cautividad y su alto valor en el mercado internacional. Sin embargo, son numerosas las incógnitas que existen en torno a las condiciones óptimas para su cultivo. Así, resulta crucial determinar aspectos como la temperatura, el pH o la densidad de carga, parámetros que resultan cruciales para la optimización del desarrollo productivo de esta especie. Estas condiciones no solo son importantes desde un punto de vista productivo, sino que condicionan el bienestar de los individuos y, con ello, su estado sanitario. En el caso de los cultivos en RAS (*Recirculation Aquaculture Systems*), cada vez más implantados en el sector acuícola, la densidad de cultivo resulta especialmente importante ya que, si esta no se encuentra optimizada, afectará de manera directa a la calidad del agua (Mugwanya et al., 2022) y, por tanto, al bienestar de los peces, pudiendo incluso inferir en la calidad del producto. En este contexto, el objetivo del presente estudio es determinar el impacto de diferentes densidades de cultivo en el crecimiento y bienestar de juveniles de *S. dumerili*.

Material y Métodos

Los juveniles de *S. dumerili* se obtuvieron de una puesta natural en el Parque Científico y Tecnológico Marino del Instituto Universitario ECOAQUA de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas, Islas Canarias, España) y se trasladaron al Centro Tecnológico de la Acuicultura (CTAQUA, El Puerto de Santa María, Cádiz, España). Un total de 588 individuos (24,35 ± 5,40 g) fueron distribuidos en un sistema RAS con 9 tanques de 400 L, constituyendo 3 grupos experimentales (por triplicado): i) densidad baja (LSD), con una densidad final estimada de 8 kg/m³; ii) densidad media (MSD), con una densidad final estimada de 16 kg/m³ y iii) densidad alta (HSD), con una densidad final estimada de 32 kg/m³. Cada tres semanas se realizaron muestreos biométricos y se tomaron muestras de agua de los tanques de forma individualizada. Tras 72 días, se realizó un muestreo final donde se obtuvieron, entre otras, muestras de plasma, mucus, hipotálamo e hipófisis para determinar la expresión génica de diferentes hormonas y factores relacionados con el bienestar. Los resultados en cuanto a crecimiento y niveles de cortisol fueron tratados mediante un análisis de varianza de una vía (one-way ANOVA), y el posterior Test de Tukey (p-valor < 0,05) empleando el Software GraphPad Prism 8. En el caso de los análisis de expresión génica, se utilizó el software Biorad CFX Maestro.

Resultados y Discusión

Los resultados relativos al rendimiento productivo no muestran diferencias significativas en el peso final de los tres grupos, por lo que las densidades testadas en este ensayo, *a priori*, no estarían afectando el rendimiento productivo de esta especie en etapas tempranas. Resultados similares se han obtenido en otros teleosteos cultivados en sistemas RAS (Van de Nieuwegiessen et al., 2009; Palm et al., 2018), donde un aumento de la densidad no afectó de manera negativa al crecimiento de los individuos. En cuanto al bienestar, este fue analizado mediante dos enfoques (**Figura 1**). El primero, a través de la medición de los niveles de cortisol en diferentes matrices como son el mucus, el plasma y el agua de los tanques de cultivo. Y el segundo, a través de la expresión de genes relacionados con el crecimiento y la respuesta al estrés. En este sentido, los resultados muestran tanto una menor presencia de cortisol en plasma, como una menor expresión de genes relacionados con el eje de estrés en el grupo HSD. Así, a nivel hipotalámico, los peces mantenidos a alta densidad muestran una menor expresión de *crh*, *crhr1* y *ghr2*, mientras que en hipófisis se observa igualmente una disminución significativa en la expresión de *nr3c1*, *gh*, *ghr1* y *ghr2*, lo que podría estar indicando una menor estimulación del eje de estrés en este grupo, afectando por tanto a la presencia de cortisol y, en consecuencia, a los efectos fisiológicos producidos por esta hormona al disminuir la expresión

de sus receptores. Resultados similares se han observado en lubina, donde el aumento de densidad produce una disminución en la expresión del receptor de glucocorticoides (Terova et al., 2005). Por lo tanto, en este estudio se ha observado un mayor grado de bienestar del cultivo en los grupos de alta densidad (HSD) probablemente debido a la biología gregaria de los juveniles de *S. dumerili* (Mazzola et al., 2000). Estos resultados podrían ayudar a la producción de *S. dumerili*, no solo desde un punto de vista económico, ya que una mayor densidad lleva asociado un margen de beneficio superior, sino también en términos de ética y calidad productiva, ya que las directrices agropecuarias a nivel europeo van enfocadas a la mejora del bienestar animal.

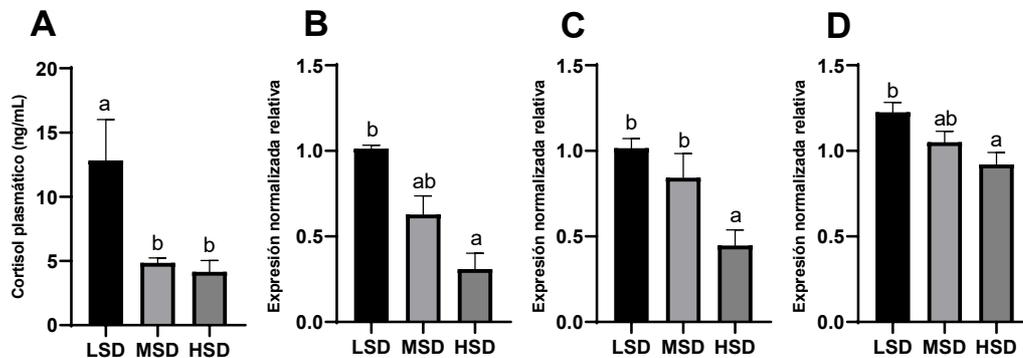


Figura 1. Niveles de cortisol en plasma (A) y expresión génica de *crh* (B) y *chr1* (C) en hipotálamo y de *nc3r1* (D) en hipófisis. Los resultados se expresan como el promedio \pm SD. Diferentes letras (a, b) representan diferencias estadísticamente significativas para un p-valor $< 0,05$ resultante del análisis ANOVA de una vía.

Palabras clave

Seriola dumerili; densidad; RAS; bienestar.

Bibliografía

- Mazzola, A., Favalaro, E., & Sarà, G. (2000). Cultivation of the Mediterranean amberjack, *Seriola dumerili* (Risso, 1810), in submerged cages in the Western Mediterranean Sea. *Aquaculture*, 181(3-4), 257-268.
- Mugwanya, M., Dawood, M. A., Kimera, F., & Sewilam, H. (2022). A review on recirculating aquaculture system: Influence of stocking density on fish and crustacean behavior, growth performance, and immunity. *Annals of Animal Science*, 22(3), 873-884.
- Palm, H. W., Knaus, U., Wasenitz, B., Bischoff, A. A., & Strauch, S. M. (2018). Proportional up scaling of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) commercial recirculating aquaculture systems disproportionately affects nutrient dynamics. *Aquaculture*, 491, 155-168.
- Terova, G., Gornati, R., Rimoldi, S., Bernardini, G., & Saroglia, M. (2005). Quantification of a glucocorticoid receptor in sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) reared at high stocking density. *Gene*, 357(2), 144-151.
- Van de Nieuwegeessen, P. G., Olwo, J., Khong, S., Verreth, J. A., & Schrama, J. W. (2009). Effects of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Aquaculture*, 288(1-2), 69-75.

Agradecimientos

Estudio financiado por el Proyecto “Plan Nacional de consolidación del cultivo de la *Seriola* (PLANASER 2.0)” 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

luis.molina@ulpgc.es