

Resumen en extenso

Estrés nutricional en peces y los nuevos desafíos de la nutrición

Mata-Sotres, J. A.*¹, Viana, M.T.², Tinajero, A.², Del Río-Zaragoza, O.², Skrzyńska, A.².

¹ CONACYT – Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC, México.

² Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), km 107 carretera Tij/Eda, 22860 Ensenada, Baja California, México.

*E-mail: mata@uabc.edu.mx



Cite this paper/Como citar este artículo: Mata-Sotres, J. A., Viana, M. T., Tinajero, A., Del Río-Zaragoza, O., Skrzyńska, A. (2021). Estrés nutricional en peces y los nuevos desafíos de la nutrición. *Revista Bio Ciencias* 8: (Suppl) Memorias del 3er Coloquio de Nutrigenómica y Biotecnología Acuícola 2020 (CONYBA) e1179. <http://doi.org/10.15741/revbio.08Suppl.e1179>

Resumen

En la actualidad el uso de harina de soya (SBM) se ha considerado una alternativa viable para reemplazar parte de la haría de pescado (FM) en los alimentos para peces marinos, debido a la alta disponibilidad en el mercado y su alto contenido de proteína cruda (40-48%), con un perfil constante de aminoácidos a bajo costo. Sin embargo, la inclusión de altos niveles de SBM en las dietas de peces carnívoros se ha asociado con la aparición de enteritis. El objetivo del presente estudio fue investigar los efectos del aumento de los niveles de SBM en la dieta (control, bajo, medio y alto) en la salud intestinal en juveniles de jurel de Castilla (*Seriola dorsalis*) y totoaba (*Totoaba macdonaldi*), después de 30 días de alimentación. Los análisis histológicos muestran una clara la presencia de enteritis, con las típicas alteraciones estructurales, relacionadas directamente con el nivel de inclusión de SBM en la dieta. Además, los niveles de expresión de interleucina (*il8*), muestran patrones de expresión relacionados con el daño celular provocado por la inclusión de SBM en altos niveles. Con base en los resultados obtenidos, es necesario seguir buscando alternativas proteicas a partir de fuentes terrestres que no comprometan la integridad y salud intestinal de los organismos.

Abstract

Soybean meal (SBM), has been considered a viable alternative to replace the fish meal (FM) in marine fish feed, due to the high availability in the market and the high content of crude protein (40 -48%), with a constant amino acid profile at low cost. However, the inclusion of high levels of SBM in carnivorous fish diets has been associated with the appearance of enteritis. The aim of the present study was to investigate the effects of increased levels of SBM in the diet (control, low, medium and high) on intestinal health in juvenile *Seriola dorsalis* and *Totoaba macdonaldi*, after 30 days of feeding.

Histological analyzes clearly show the presence of enteritis, with the typical structural alterations, directly related to the level of inclusion of SBM in the diet. Furthermore, the expression levels of interleukin (*il8*) show expression patterns related to the cellular damage caused by the inclusion of SBM at high levels. Based on the results obtained, it is necessary to continue looking for protein alternatives from terrestrial sources that do not compromise the integrity and intestinal health of the organisms.

Introducción

La creciente necesidad de producir alimentos sustentables sin la dependencia de fuentes marinas, es fundamental para lograr hacer frente a la creciente industria de la acuicultura (Booman *et al.*, 2018; Jobling, 2016). Aunque las pesquerías de pelágicos menores de las que se producen la harina de pescado (FM) y aceite de pescado se consideran estables, las demandas de FM aumentan a medida que se expande la acuicultura. La acuicultura consume anualmente cerca del 70% de la FM producida en todo el mundo, destinándose un gran porcentaje a la alimentación de especies carnívoras. La búsqueda de nuevas fuentes de proteínas para sustituir la FM sigue siendo una gran preocupación en la investigación acuícola. Las fuentes vegetales alternativas, en particular la harina de soya (SBM), que contiene uno de los niveles más altos de proteínas entre las fuentes vegetales (Gatlin *et al.*, 2007; NRC, 2011). Sin embargo, la inclusión de altos niveles de SBM en las dietas de peces carnívoros se ha asociado con la aparición de enteritis (Bakke-McKellep *et al.*, 2000; Fuentes-Quesada *et al.*, 2018; Krogdahl *et al.*, 2003; Viana *et al.*, 2019), que se define como inflamación no infecciosa del intestino distal. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue investigar los efectos del aumento de los niveles de SBM en la dieta (control, bajo, medio y alto) en la

salud intestinal en juveniles de *Seriola dorsalis* y *Totoaba macdonaldi*.

Materiales y métodos

Para cada una de las especies se formularon cuatro dietas isoproteicas e isolipídicas a modo de lograr incluir niveles crecientes de SBM: 0% (control), 22% (bajo), 44% (medio) y 64% (alto) para totoaba; mientras que para jurel de Castilla 0% (control), 10% (bajo), 15% (medio) y 20% (alto). Para determinar el grado de alteraciones histológicas, se cortaron secciones transversales de intestino distal (DI) de 3 μ m y se tiñeron con hematoxilina y eosina (H&E), y posteriormente se tiñeron con Azul Alcian, para la correcta observación de las células de moco. Se realizaron mediciones para determinar el número y la longitud de pliegues mucosos (MF) por cada corte intestinal. Además, se midió la expresión relativa en el DI del gen inflamatorio interleucina (*il-8*), utilizando *18S* y *b-actina* como genes de

referencia para totoaba y jurel de Castilla, respectivamente.

Resultados

Una vez finalizada la prueba de alimentación de 30 días, SBM provocó respuestas dependientes de la dosis en el rendimiento del crecimiento y los procesos de fisiología digestiva para ambas especies. Además, se observó el mismo efecto en el DI dependiente de los niveles de inclusión de SBM, en relación a la longitud y número de los pliegues de la mucosa, así como un notable incremento en las células de moco con los altos niveles de inclusión (Fig. 1).

Además, los patrones de expresión de interleucina (*il-8*) mostraron una respuesta inflamatoria durante las cuatro semanas en presencia de los niveles más altos de SBM tanto en jurel de Castilla como en totoaba, lo que sugiere una respuesta inmunológica deteriorada (Fig. 2).

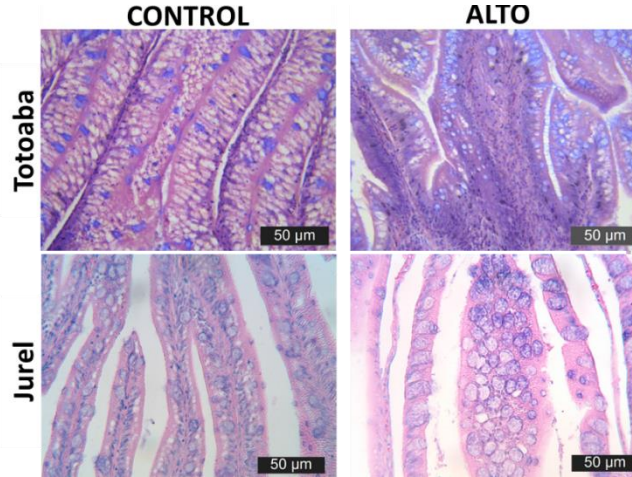


Fig. 1. Cambios morfológicos asociados al proceso inflamatorio en el intestino distal derivado de la inclusión de soya en dietas de totoaba y jurel de Castilla.

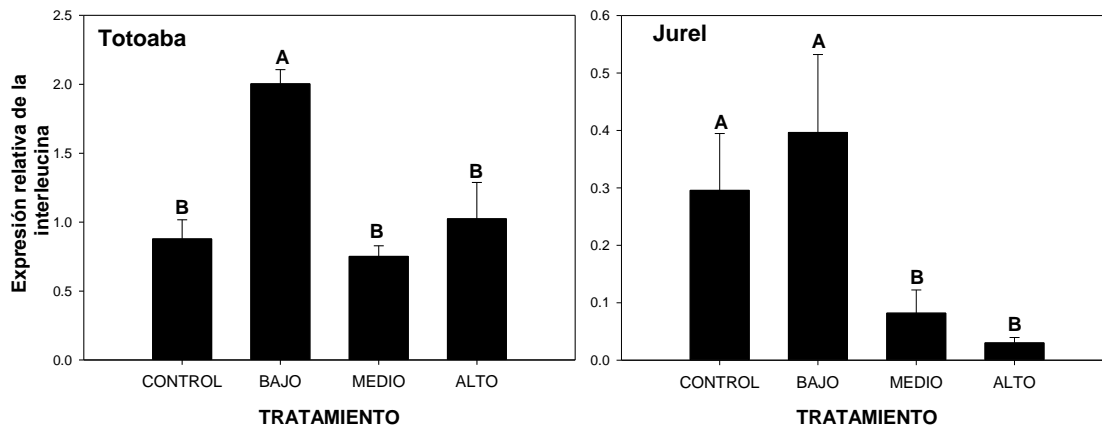


Fig. 2. Patrones de expresión de la interleucina (*il8*) en Totoaba y jurel de Castilla alimentados con diferentes niveles de SBM. Media \pm S.E.

Discusión

Trabajos recientes de nuestro grupo de investigación, han caracterizado los efectos del aumento de los niveles de harina de soja (SBM) en el deterioro intestinal en juveniles de jurel de Castilla (*Seriola dorsalis*) y totoaba (*Totoaba macdonaldi*), a partir del desempeño de los organismos, perfiles hematológicos, cambios estructurales y expresión de genes en el intestino distal (DI). Los resultados indican un claro detrimento en la fisiología digestiva cuando la totoaba y el jurel de Castilla se alimentan con dietas con un nivel de inclusión de SBM superiores al 20% (Fuentes-Quesada *et al.*, 2018; Viana *et al.*, 2019). Sin embargo, al igual que lo que se ha reportado para otras especies, las diferencias encontradas estarán relacionadas con la resistencia de cada una de las especies.

Las modificaciones encontradas en la estructura de las células del DI en relación a los niveles de inclusión de SBM, han sido reportada para una gran variedad de especies, en donde el acortamiento y la reducción de número de pliegues, son la principal característica. Por otro lado, se observó un aumento significativo ($p > 0.05$) en el número de las células de moco, lo que llega incluso a deformar la

estructura de los pliegues (Fuentes-Quesada *et al.*, 2018; Viana *et al.*, 2019). Las alteraciones que han encontrado se relacionan directamente con una disminución en la capacidad digestiva, así como en los procesos de asimilación que se efectúan en el DI (Fuentes-Quesada *et al.*, 2018).

Los niveles de expresión de *il8* son un buen indicador de la respuesta inmunológica por parte de los organismos.

La reducción de los niveles de expresión encontrados en las concentraciones más altas de inclusión de SBM, para ambas especies, nos muestra como la célula ha agotado su capacidad de respuesta.

Esta respuesta de agotamiento se observa cuando el estímulo negativo es muy intenso y se prolonga a lo largo del tiempo (Viana *et al.*, 2019).

Conclusión

A partir de los resultados negativos obtenidos para totoaba y jurel de Castilla, es necesario seguir buscando alternativas proteicas a la SBM, las cuales no comprometan la salud intestinal de los organismos.

Referencias

- Bakke-McKellep, A. M., McL Press, C., Baeverfjord, G., Krogdahl, A. and Landsverk, T. (2000). Changes in immune and enzyme histochemical phenotypes of cells in the intestinal mucosa of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., with soybean meal-induced enteritis. *J. Fish Dis.* 23 (2): 115–127. <http://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2000.00218.x>
- Booman, M., Forster, I., Vederas, J. C., Groman, D. B. and Jones, S. R. M. (2018). Soybean meal-induced enteritis in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) but not in pink salmon (*O. gorbuscha*). *Aquaculture*, 483: 238–243. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.025>
- Fuentes-Quesada, J. P., Viana, M. T., Rombenso, A. N., Guerrero-Renteria, Y., Nomura-Solis, M., Gomez-Calle, V. and Mata-Sotres, J. A. (2018). Enteritis induction by soybean meal in *Totoaba macdonaldi* diets: effects on growth performance, digestive capacity, immune response and distal intestine integrity. *Aquaculture*, 495: 78–89. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.05.025>
- Gatlin, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, R. W., Herman, E., Hu, G. S., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E. J., Stone, D., Wilson, R. and Wurtele, E. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquac. Res.* 38: 551–579. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>
- Jobling, M. (2016). Fish nutrition research: past, present and future. *Aquac. Int.* 24 (3): 767–786. <https://doi.org/10.1007/s10499-014-9875-2>
- Krogdahl, A., Bakke-McKellep, A. M. and Baeverfjord, G., 2003. Effects of graded levels of standard soybean meal on intestinal structure, mucosal enzyme activities, and pancreatic response in Atlantic salmon (*Salmo solar* L.). *Aquacult. Nutr.* 9(6): 361–371. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00264.x>
- NRC (2011). Nutrient Requirements of Fish and Shellfish. National Academy Press, Washington D.C. <https://doi.org/10.17226/13039>.
- Viana, M. T., Rombenso, A. N., Del Rio-Zaragoza, O. B., Nomura, M., Díaz-Argüello, R. and Mata-Sotres, J. A. (2019). Intestinal impairment of the California yellowtail, *Seriola dorsalis*, using soybean meal in the diet. *Aquaculture*, 513: 734443. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734443>