

PREMIO MEJOR TESIS DOCTORAL 2019

Otorgado por la Sociedad Española de Acuicultura (SEA)

**Antioxidant minerals in alternative diets for gilthead sea bream
(*Sparus aurata*): biomarkers, sources and adequate levels**

David Domínguez Montesdeoca

Directoras:

Dra. Marisol Izquierdo López

Dra. Lidia Robaina Robaina

Defendida el 15 de marzo de 2019 en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)

Realizada en el Grupo de investigación en Acuicultura (GIA), Instituto ECOAQUA

Mención internacional y *cum laude*

Resumen

Dentro de la situación actual de la industria de la acuicultura, la tendencia es aumentar el uso de ingredientes vegetales en detrimento de ingredientes insostenibles derivados de la pesca. Este cambio trae consigo una serie de alteraciones en el perfil mineral del alimento que aún no se han entendido completamente. La nutrición mineral de dorada ha recibido poca atención a pesar de ser uno de los buques insignia de la acuicultura europea. La hipótesis de esta tesis fue que la reducción actual de FM y FO en las dietas comerciales puede afectar el equilibrio de los minerales dietéticos y sus niveles óptimos en las dietas para dorada y que el tipo de fuente mineral suplementada también puede afectar la utilización de minerales en la dieta. En un estudio preliminar que formó parte de una tesis de maestría, se suministró una premezcla mineral completa a dorada en 6 concentraciones diferentes en dietas prácticas. Se diseñaron las dietas con altos niveles de inclusión de ingredientes vegetales y una gran variedad de parámetros específicos para cada mineral. Ese estudio proporcionó una buena aproximación de los niveles dietéticos óptimos para los diferentes minerales y, en particular, los requisitos clarificados para Zn inorgánico. Sin embargo, en ese estudio, ni los niveles óptimos para otros minerales con funciones antioxidantes como Mn, Se o Cu fueron aclarados, ni se estudió la importancia de las diferentes fuentes de minerales. Por lo tanto, la primera parte de la presente tesis tuvo como objetivo arrojar luz sobre el uso de diferentes fuentes minerales, actualmente disponibles para algunos minerales con potencial antioxidante (Mn, Se y Zn) y su combinación en dietas prácticas con altos niveles de inclusión de ingredientes vegetales, mientras que la segunda parte consistió en una serie de estudios con varios niveles de minerales individuales destinados a comprender mejor los requisitos de Mn, Se y Cu en juveniles de dorada alimentados con dietas prácticas.

Más específicamente, los objetivos de esta tesis incluyen:

1. Comprender el efecto de diferentes fuentes de minerales (Zn, Mn y Se) complementadas con dietas prácticas con altos niveles de ingredientes vegetales en el rendimiento del crecimiento de dorada y los indicadores seleccionados del estado nutricional de esos minerales. Para ello, se realizó un ensayo con una representación de las fuentes minerales disponibles, a saber, inorgánicos (óxidos de Mn y Zn y selenito de sodio), orgánicos (quelatos de aminoácidos de Mn y Zn y metionina de Se) y minerales encapsulados inorgánicos.
2. Para comprender mejor los efectos específicos de las diferentes fuentes minerales para Mn y Zn, estos minerales se probaron en un ensayo con juveniles de dorada alimentados con sus fuentes inorgánicas como óxidos, sus fuentes orgánicas como quelatos de aminoácidos y combinaciones de estas fuentes.
3. Determinar el nivel óptimo de suplementación de Mn para juveniles de dorada alimentados con dietas con altos niveles de ingredientes vegetales.
4. Definir el efecto de la suplementación con Se en dietas prácticas para juveniles de dorada que contienen altos niveles de ingredientes vegetales.
5. Establecer niveles seguros de suplementación de Cu en dietas para juveniles de dorada con altos niveles de ingredientes vegetales.

A raíz de los resultados obtenidos durante la elaboración de la presente tesis, se alcanzaron las siguientes conclusiones:

1. Se requiere la suplementación de dietas basadas en harinas vegetales (que contengan un 15% de FM) con óxido de Zn para promover el crecimiento en dorada.
2. La suplementación de dietas basadas en harinas vegetales (que contienen un 15% de FM) con SeMet es más efectiva que el NaSe para reducir el riesgo oxidativo.
3. La encapsulación de minerales inorgánicos con quitosán para evitar su lixiviación reduce la deposición de minerales y afecta negativamente al crecimiento de doradas alimentadas con dietas a base de harinas vegetales (que contienen un 15% de FM).
4. La suplementación de dietas basadas en harinas vegetales (que contienen un 15% de FM) con óxido de Zn, en combinación con formas orgánicas o inorgánicas de Mn, es necesaria para promover el crecimiento de la dorada y promover la proteína corporal total y la deposición de Zn en dorada.
5. La presencia de Mn en concentraciones más altas en los ingredientes de las plantas que en las fuentes animales sugiere que las dietas prácticas basadas en ingredientes de plantas (que contienen un 10% de FM) pueden contener suficiente Mn para cubrir los requisitos para los alevines de dorada.
6. Un contenido dietético basal de 19 mg Mn kg⁻¹ es suficiente para cubrir los requisitos de crecimiento, utilización del alimento, contenido mineral en los tejidos, composición química de todo el cuerpo, morfología hepática o prevalencia de anomalías esqueléticas.
7. Los niveles óptimos de la suplementación con Se como NaSe en las dietas basadas en ingredientes vegetales (que contienen un 10% de FM), con niveles basales de 0,45 mg Se kg⁻¹, son alrededor de 0,94 mg Se kg⁻¹ para promover el crecimiento de juveniles de dorada, lo cual está por encima de los niveles máximos permitidos por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.

8. El aumento en los niveles dietéticos de Se de 1,00 mg Se kg⁻¹ a 1,70 mg Se kg⁻¹ mediante la suplementación con NaSe reduce el crecimiento, aumenta el riesgo oxidativo y causa la degeneración hidrópica en el hígado, lo que indica que estos niveles ya son tóxicos para la dorada.
9. Se requiere poca o incluso ninguna suplementación de Cu en las dietas a base de ingredientes vegetales (que contienen un 10% de FM), con niveles basales de 5,5 mg de Cu kg⁻¹ para dorada.
10. A pesar de que el contenido máximo de Cu en la dieta permitido por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria es de 25 mg kg⁻¹, incluso el contenido dietético de 11-32 mg de Cu kg⁻¹, suplementado como sulfato de Cu, afectó negativamente el rendimiento de la dorada al reducir el crecimiento de los peces, aumentando el riesgo oxidativo e induciendo daño hepático y colestasis.

Palabras clave: dorada, nutrición, minerales, requerimientos, fuentes minerales.

Publicaciones de la Tesis

Enlace al documento completo: <http://hdl.handle.net/10553/73526>

- Dominguez, D., Montero, D., Robaina, L., Hamre, K., Terova, G., Karalazos, V., Izquierdo, M. (2020a). Effects of graded levels of minerals in a multi-nutrient package on Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed a plant-based diet. *Aquac. Nutr.*, 1–12. DOI: 10.1111/anu.13057
- Dominguez, D., Sehnine, Z., Castro, P., Zamorano, M. J., Robaina, L., Fontanillas, R., Antony Jesu Prabhu, P., Izquierdo, M. (2020b). Dietary manganese levels for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fingerlings fed diets high in plant ingredients. *Aquaculture*. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2020.735614
- Dominguez, D., Robaina, L., Zamorano, M. J., Karalazos, V., Izquierdo, M. (2019a). Effects of zinc and manganese sources on gilthead seabream (*Sparus aurata*) fingerlings. *Aquaculture*, 505: 386–392. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.03.004
- Dominguez, D., Sarmiento, P., Sehnine, Z., Castro, P., Robaina, L., Fontanillas, R., Prabhu, P. A. J., Izquierdo, M. (2019b). Effects of copper levels in diets high in plant ingredients on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fingerlings. *Aquaculture*, 507: 466–474. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019.04.044
- Dominguez, D., Sehnine, Z., Castro, P., Robaina, L., Fontanillas, R., Prabhu, P. A. J., Izquierdo, M. (2019c). Optimum selenium levels in diets high in plant-based feedstuffs for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fingerlings. *Aquac. Nutr.*, 26: 579–589. DOI: 10.1111/anu.13019
- Dominguez, D., Rimoldi, S., Robaina, L. E., Torrecillas, S., Terova, G., Zamorano, M. J., Karalazos, V., Hamre, K., Izquierdo, M. (2017). Inorganic, organic, and encapsulated minerals in vegetable meal based diets for *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758). *PeerJ*, 5: e3710. DOI: 10.7717/peerj.3710