B. Alimentación y Nutrición I, II, III

Digestibilidad *in vitro* de larvas de *Hermetia illucens* y *Tenebrio molitor* alimentadas con subproductos agrícolas

Varga A.T.[1], Fabrikov, D.[1], Vargas García, M.C.[1], Barroso, F.G.[1], Martin D.[2], Sánchez-Muros, M.J.[1]

[1]CEIMar, Dept. Biología y Geología, Universidad de Almería

[2]Sección Departamental de Ciencias de la Alimentación, Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

La composición nutricional de los insectos puede ser modificada mediante cambios en su dieta, esto junto a la posibilidad de utilizar subproductos agrícolas como alimento, contribuye a la economía circular además de incorporar compuestos bioactivos en las harinas de insecto para su posterior inclusión en dietas de acuicultura. Sin embargo, la ingesta de estos subproductos puede tener efectos sobre la digestibilidad proteica de las harinas de insecto. Debido a la relevancia que suponen los niveles y calidad de proteína en la nutrición acuícola, en el presente estudio se ha evaluado la digestibilidad proteica *in vitro* de harinas preparadas a partir de insecto (*Hermetia illucens* y *Tenebrio molitor*) alimentado con tres tipos de residuos agrícolas (hoja de olivo, cascarilla de quinoa y orujo graso seco) a varios niveles de sustitución. Los resultados mostraron que los diferentes niveles de inclusión de los residuos en las dietas de ambos insectos no afectaron significativamente al grado de hidrolisis proteico y no influyeron negativamente en la digestibilidad proteica en comparación a los insectos alimentados con la dieta control.

Introducción

En los últimos años las harinas de insectos han emergido como fuentes alternativas de proteína prometedoras en acuicultura. Los insectos forman parte de la dieta natural de muchas especies acuáticas, contienen altos niveles de proteína y presentan un menor impacto ambiental. Este menor impacto se traduce en un menor uso de agua y suelo, menor emisión de gases invernadero, mejor índice de conversión del alimento y la posibilidad de ser alimentados con subproductos agroalimentarios (van Huis, 2013). Dentro de los insectos permitidos por la Unión Europea para su uso en dietas en acuicultura las larvas de *Tenebrio molitor* (TM) y *Hermetia illucens* (HI) son las más relevantes. Las harinas de estos insectos, además de presentar altos niveles de proteína, contienen otros compuestos con un gran rango de actividades biológicas. Sin embargo, la presencia de estos compuestos bioactivos está estrechamente relacionada con la dieta administrada a los insectos. Los residuos agrícolas presentan altos niveles de sustancias bioactivas y su inclusión en las dietas de insectos podría modular la presencia de compuestos bioactivos acumulables en los insectos. No obstante, es preciso encontrar los residuos agrícolas más adecuados junto con el balance ideal en el porcentaje de inclusión, así como la especie de insecto utilizada para revalorizar estos subproductos. La acumulación de estos compuestos bioactivos vegetales por parte de los insectos puede desencadenar efectos negativos sobre la digestibilidad proteica de las harinas de insecto, afectando a su valor como fuente proteica en dietas de acuicultura. En este estudio se ha evaluado la digestibilidad proteica de harinas elaboradas a partir de TM y HI alimentados con tres subproductos agrícolas a distintos niveles de sustitución: hoja de olivo (H), cascarilla de quinoa (Q) y orujo graso seco (O).

Material y métodos

Tres dietas fueron elaboradas con inclusión parcial de hojas de olivo (15, 30 y 50 %), cascarilla de quinoa (15, 30, 50 %) y orujo graso seco (30, 50, 70 y 90 %) por una dieta control (pienso de gallinas ponedoras a base de salvado). Las larvas de HI y TM fueron suministradas por Entomo Agroindustrial (Murcia, España) e Insectorium (Guadalajara, España). Las larvas se distribuyeron en 3 cajas por dieta con una densidad de 2,5 larvas/cm^2 y se alimentaron con las 10 dietas experimentales y control durante 80 días para TM y 12 días para HI. Tras la conclusión del periodo de cría, las larvas se sacrificaron por escaldado y se secaron en horno a 65 ºC. Las harinas se obtuvieron mediante molienda en un molinillo de cuchillas y posterior desgrasado por extracción mediante fluido supercrítico (Model Thar SF2000, Thar Technology, Pittsburgh, PA, USA).

La digestibilidad proteica *in vitro* se realizó simulando la digestión gástrica e intestinal según el método de Huang *et al*. (2019). Para determinar el contenido total de aminoácidos en las harinas de insecto, 0,05 g de las distintas harinas se calentaron a 110±1 ºC durante 24 h con 2,5 mL de HCl 6 N. El grado de hidrolisis de enlaces peptídicos se obtuvo mediante la cuantificación de grupos NH_2 liberados en las distintas etapas de la digestión. La digestibilidad proteica se obtuvo mediante la hidrolisis con HCl 6 M de las fracciones solubles obtenidas tras la finalización de la digestión y posterior cuantificación de aminoácidos libres.

Los aminoácidos fueron cuantificados como grupos -NH_2 siguiendo el método descrito por Church *et al*. (1985).

Resultados y discusión

Respecto a los niveles de aminoácidos totales en las distintas harinas, en las harinas de HI, por lo general, disminuyen los niveles de aminoácidos al incrementar el nivel de sustitución por subproductos agrícolas. En TM, los niveles de aminoácidos en las harinas no disminuyen significativamente respecto a control, llegando incluso a aumentar significativamente para los animales alimentados con la dieta Q15.

El grado de hidrolisis (figura 1) en la digestibilidad gástrica e intestinal no mostró diferencias significativas para TM y HI alimentados con las dietas experimentales respecto a los animales alimentados con la dieta control. Sin embargo, para las harinas de HI se puede observar una ligera tendencia de que la inclusión de un 50 % resultó en un mayor grado de hidrolisis en cada uno de los residuos respecto al resto de niveles de sustitución. Al comparar el grado de hidrolisis de ambos insectos se observó una mayor hidrolisis de enlaces peptídicos en las harinas de TM respecto a las harinas de HI, con una media de 21 y 45 % respectivamente. En su estudio, Rodríguez-Rodríguez et al. (2024) observó un grado de hidrolisis inferior para HI respecto a TM, aunque la diferencia entre ambos insectos era inferior a la encontrada en el presente estudio. Una posible explicación a esta diferencia entre HI y TM son los altos niveles de grupos amino libres al inicio de la digestión gástrica respecto a los totales en las harinas de HI (5-10 %), mientras que para las harinas de TM estos niveles no fueron superiores a 3 % para ningunas de las harinas.

Los resultados obtenidos para la digestibilidad proteica (figura 1) en las harinas de HI y TM no mostraron una disminución significativa respecto a la harina control. Se observó una mayor digestibilidad proteica para las harinas de TM respecto a las de HI siguiendo la misma tendencia observada para el grado de hidrólisis.

Estos resultados muestran la posibilidad de alimentar tanto larvas de HI como de TM con subproductos agrícolas sin afectar a su digestibilidad proteica. Sin embargo, son necesarios otros tipos de ensayos a fin de evaluar la acumulación de compuestos bioactivos, composición proximal de las harinas obtenidas y las posibles actividades biológicas, tanto de las harinas como de extractos de los insectos.

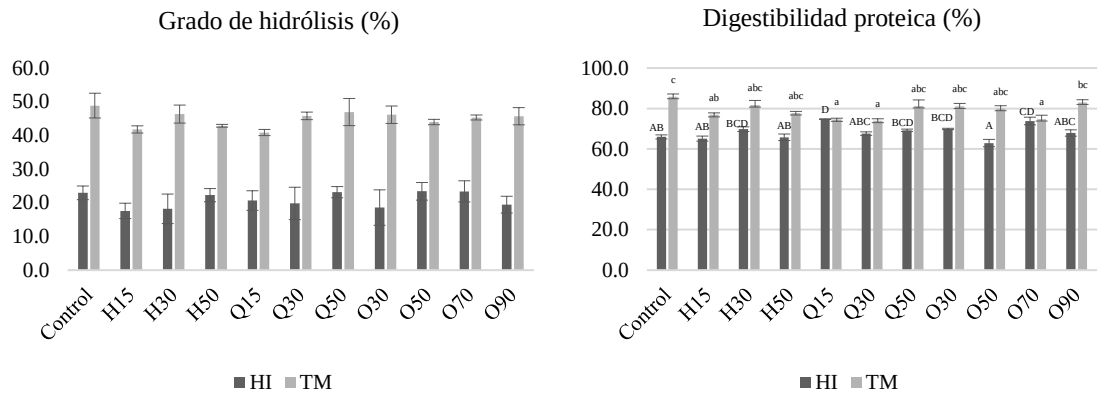

***Figura 1**. Grado de hidrolisis y digestibilidad proteica de HI Y TM alimentados con distintas dietas experimentales con subproductos agrícolas.*

Palabras Clave:
Hermetia illucens y *Tenebrio molitor*; digestibilidad proteica *in vitro*; economía circular, dietas acuicultura.

Bibliografía

Church, F. C., Porter, D. H., Catignani, G. L., & Swaisgood, H. E., 1985. An o-phthalaldehyde spectrophotometric assay for proteinases. *Analytical biochemistry*, *146*(2), 343-348.

Huang, C., Feng, W., Xiong, J., Wang, T., Wang, W., Wang, C., Yang, F., 2019. Impact of drying method on the nutritional value of the edible insect protein from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) larvae: Amino acid composition, nutritional value evaluation, in vitro digestibility, and thermal properties. *European Food Research and Technology*, 245(1), 11-21. https://doi.org/10.1007/s00217-018-3136-y.

Rodríguez-Rodríguez, M., Sánchez-Muros, M.J., Vargas-García, M.d.C., Varga, A.T.; Fabrikov, D., Barroso, F.G. Evaluation of In Vitro Protein Hydrolysis in Seven Insects Approved by the EU for Use as a Protein Alternative in Aquaculture. Animals 2024, 14, 96. https://doi.org/10.3390/ani14010096

van Huis, A., 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annual Review of Entomology 58, 563-583. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704.

Agradecimientos

Proyecto ENTOMOTIVE, PID2022-136238OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE.

Empresas colaboradoras: Entomo Agroindustrial, Insectorium, Natac Group, Troil Vegas Altas, Naturquinoa

Correo del Autor: avarga@ual.es