

Ciencia e Ingeniería

Revista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias

Básicas e Ingenierías

ISSN 2389-9484

Año 2025, julio-diciembre, Vol. 12, N.º 2, e15702259

Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e Ingeniería.

Universidad de La Guajira

La Guajira, Riohacha, Colombia

<http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei>

Este documento fue depositado en Zenodo. DOI:

<https://www.doi.org/10.5281/zenodo.15702259>

Para cita prefiera el ARK:

<https://n2t.net/ark:/60540/15702259>

PÉPTIDOS ANTIOXIDANTES: SOLUCIÓN SOSTENIBLE PARA ALIMENTOS Y NUTRACÉUTICOS

EDITORIAL

Omar Figueroa Moreno<https://orcid.org/0000-0001-9859-9661>ofigueroam@uniguajira.edu.co

Universidad de La Guajira, Riohacha, Colombia

En línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente aquellos relacionados con la producción y el consumo responsables (ODS 12), la salud y el bienestar (ODS 3), y la innovación y el desarrollo industrial (ODS 9), las tendencias globales apuntan hacia una transformación sin precedentes de los modelos productivos. El uso eficiente de los recursos y la valorización de los residuos son alternativas claves para optimizar las dinámicas de producción desde los territorios, con enfoque global. La investigación en compuestos bioactivos de origen natural es, en la actualidad, una estrategia destacable para generar soluciones sostenibles, saludables y económicamente viables. En este contexto, los péptidos bioactivos, y en particular aquellos con capacidad antioxidante, han demostrado un gran potencial para la formulación de alimentos funcionales y nutraceuticos orientados a la prevención de enfermedades y a la conservación de los alimentos.

Los péptidos bioactivos son péptidos cortos, de aproximadamente 2–30 aminoácidos de longitud. Ellos son inactivos dentro de la secuencia de la proteína matriz y pueden ser liberados durante la hidrólisis gastrointestinal en la digestión de los alimentos, o en esquemas de producción in vitro por: hidrólisis exógena con enzimas comerciales (Di Bernardini et al., 2011), fermentación microbiana, síntesis química y tecnologías recombinantes de ADN. En definición, un péptido bioactivo es cada fragmento producido por escisión de un enlace peptídico en una cadena proteica que, al ser consumido por los seres humanos, tiene la capacidad de producir efectos benéficos para la salud, debido tanto al impacto de su valor nutritivo, como a las funciones biológicas ejercidas a nivel celular en el cuerpo (Bhandari et al., 2020). Estos péptidos con actividad biológica han sido aislados a partir de proteínas de varias fuentes, como leche, maíz, soja, huevo, gelatina, arroz, pescado, garbanzo, etc. (Du & Li, 2022; Felix et al., 2020; Gao et al., 2021; Rani et al., 2018). En hidrolizados de proteínas de plasma y hemoglobina bovina, por ejemplo, se confirmó actividad inhibidora de la enzima convertidora de la angiotensina (ACE) (Hyun & Shin, 2000a) y antioxidante (Liu et al., 2010; Seo et al., 2015). Según un reporte de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, la investigación sobre componentes bioactivos de origen

Recibido: 01-05-2025

Aceptado: 30-05-2025

Publicado: 01-07-2025



alimentario constituye un área focal clave en la investigación futura para mejorar la salud humana a través de la nutrición (Korhonen & Pihlanto, 2006).

Halliwell y Gutteridge (1998) definen a los antioxidantes como compuestos capaces de inhibir o retrasar los procesos oxidativos que afectan a biomoléculas susceptibles, incluso cuando se encuentran presentes en concentraciones significativamente inferiores a las del sustrato oxidativo (Korhonen & Pihlanto, 2006). Muchos estudios, en la literatura científica actual, han documentado una correlación inversa entre la ingesta de compuestos con actividad antioxidante y la incidencia de diversas patologías crónicas. En particular, la capacidad antioxidante atribuida a los péptidos bioactivos se relaciona con mecanismos como la neutralización de especies reactivas de oxígeno, la inhibición de procesos de peroxidación lipídica y la capacidad de quelar iones metálicos prooxidantes (Sarmadi & Ismail, 2010). La evidencia científica ha relacionado esta actividad antioxidante con la existencia de varios aminoácidos como la tirosina, triptófano, metionina, lisina, histidina y cisteína (Zheng et al., 2016). No obstante, la presencia de estos aminoácidos con potencial antioxidante no garantiza por sí sola la manifestación de dicha actividad. Esta depende, en gran medida, de la estructura primaria del péptido, es decir, de la secuencia específica de aminoácidos, la cual influye directamente en sus propiedades funcionales. Además, dicha estructura está determinada, en parte, por la especificidad de la enzima utilizada durante el proceso de hidrólisis proteica (Deng, Butré et al., 2018), lo que resalta la importancia del diseño de una adecuada estrategia para la hidrólisis enzimática en la obtención de péptidos bioactivos con actividad antioxidante.

La creciente demanda de los consumidores por alimentos naturales y seguros ha provocado la sustitución de antioxidantes sintéticos en la industria alimentaria. Compuestos como el butilhidroxitolueno (BHT) y el butilhidroxianisol (BHA), tradicionalmente empleados por su eficacia antioxidante, son objeto de restricciones regulatorias en su uso, debido a su asociación con efectos adversos para la salud cuando son utilizados en concentraciones elevadas (B. Xu et al., 2022). Los antioxidantes obtenidos a partir de fuentes naturales, como los péptidos antioxidantes generados a partir de proteínas (principalmente de origen alimentario), tienen hoy un gran interés científico e industrial, en virtud de su perfil de seguridad, su potencial eficacia biológica y los bajos costos asociados a su obtención, especialmente cuando se aprovechan materias primas de bajo valor comercial o subproductos agroindustriales.

Otro enfoque sugiere que los hidrolizados enzimáticos pueden ser potencialmente empleados en la prevención de la oxidación lipídica de alimentos en etapa de almacenamiento. Al respecto, Dekkers et al. (2011) encontraron que es posible disminuir los niveles de oxidación de filete de dorada a través de su inmersión en hidrolizados enzimáticos de proteína de tilapia, lo que evidentemente indica mejoras en su estabilidad y aumento de vida útil del filete (He et al., 2013).

Múltiples estudios han documentado, con resultados destacados, la actividad antioxidante de hidrolizados obtenidos a partir de diversas fuentes alimentarias, entre las cuales se resaltan proteínas presentes en: el plasma de cerdo (Liu et al., 2010), plasma bovino (Gómez et al., 2013), subproductos de peces (He et al., 2013) y variadas fuentes lácteas (Korhonen & Pihlanto, 2006), evidenciando su potencial funcional en aplicaciones nutraceuticas y alimentarias. Sobresalen, las investigaciones orientadas al aprovechamiento de subproductos generados por la industria acuícola marina, tales como las espinas dorsales de especies como el atún, el jurel y el bacalao, los cuales han demostrado ser matrices proteicas promisorias para la obtención de péptidos con actividad antioxidante (Sabeena Farvin et al., 2014). Investigaciones hechas con subproductos de merluza y bacalao han demostrado un potencial antioxidante in vitro superior incluso al obtenido por antioxidantes sintéticos como el tocoferol y el BHA (He et al., 2013).

La posibilidad de obtener antioxidantes peptídicos a partir de subproductos agroindustriales puede significar una estrategia innovadora para la dinamización de economías rurales, en particular en aquellos territorios con fuerte vocación agropecuaria. Se ha visto que estos compuestos, obtenidos bien por hidrólisis enzimática controlada o por fermentación microbiana, tienen potencial para convertirse en ingredientes funcionales de interés para las industrias alimentaria, nutracéutica y cosmética. Esto aporta, por un lado, a la sostenibilidad de los sistemas productivos, al tiempo que impulsa la diversificación de las perspectivas económicas en territorios donde la actividad primaria ocupa un renglón preponderante.

Mediante técnicas avanzadas de hidrólisis, purificación y cromatografía, complementadas con detectores de alta resolución, se pueden obtener fracciones peptídicas con elevada actividad biológica (Kandi Sridhar et al.). Aunque la infraestructura y los requerimientos técnicos para la adopción de estas tecnologías pueden resultar significativos, es posible avanzar de manera progresiva en esquemas de bioeconomía territorial empleando subproductos derivados de la producción cárnica, láctea y piscícola (incluyendo la de agua dulce y salada).

Pese a la gran oportunidad que representan estas aplicaciones, lo cierto es que la obtención competitiva de péptidos bioactivos tiene retos significativos que afrontar. La mayoría de estos desafíos son de naturaleza técnica, como, por ejemplo, su limitada estabilidad durante el tránsito gastrointestinal, su interacción con otras moléculas de la matriz alimentaria y su baja biodisponibilidad, lo que puede afectar su eficacia en el organismo humano (Bidram et al., 2023). Algunos de estos elementos limitan fuertemente su masificación en el mercado, en la medida en que está por definirse claramente aspectos como la capacidad de penetración celular, las interacciones inespecíficas con proteínas plasmáticas, y la necesidad de pruebas más rigurosas de toxicidad, eficacia y viabilidad económica (Kanaujia et al., 2021). En la literatura científica se sigue discutiendo, con bastante rigor y frecuencia, la necesidad de desarrollar soluciones tecnológicas que mejoren la formulación, protección y liberación dirigida de estos compuestos, así como ensayos clínicos y estudios de estabilidad digestiva que permitan validar la seguridad y eficacia de uso.

Una estrategia interesante para el abordaje de estos retos desde los territorios pasa por intensificar las dinámicas de investigación científica en la temática y la articulación efectiva de estas estrategias con los ecosistemas de ciencia, tecnología e innovación que impulsen pruebas piloto, centros de valorización de residuos y unidades de bioprocesamiento.

LITERATURA CITADA

- Bhandari, D., Rafiq, S., Gat, Y., Gat, P., Waghmare, R., & Kumar, V. (2020). A Review on Bioactive Peptides: Physiological Functions, Bioavailability and Safety. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, 26(1), 139–150. <https://doi.org/10.1007/s10989-019-09823-5>
- Bidram, M., & Ganjalikhany, M. R. (2024). Bioactive peptides from food science to pharmaceutical industries: Their mechanism of action, potential role in cancer treatment and available resources. *Heliyon*, 10(23), e40563. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40563>
- Deng, Y., Butré, C. I., & Wierenga, P. A. (2018). Influence of substrate concentration on the extent of protein enzymatic hydrolysis. *International Dairy Journal*, 86, 39–48. <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2018.06.018>

- Di Bernardini, R., Harnedy, P., Bolton, D., Kerry, J., O'Neill, E., Mullen, A.M., Hayes, M., 2011. Antioxidant and antimicrobial peptidic hydrolysates from muscle protein sources and by-products. *Food Chem.* 124, 1296–1307. doi:10.1016/j.foodchem.2010.07.004
- Du, Z., & Li, Y. (2022). Review and perspective on bioactive peptides: A roadmap for research, development, and future opportunities. *Journal of Agriculture and Food Research*, 9, 100353. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100353>
- Felix, M., Cermeño, M., & FitzGerald, R. J. (2020). Influence of Hydrolysis on the Bioactive Properties and Stability of Chickpea-Protein-Based O/W Emulsions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(37), 10118–10127. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c02427>
- Gao, R., Yu, Q., Shen, Y., Chu, Q., Chen, G., Fen, S., Yang, M., Yuan, L., McClements, D. J., & Sun, Q. (2021). Production, bioactive properties, and potential applications of fish protein hydrolysates: Developments and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 687–699. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.031>
- Gómez, L.J., Figueroa, O.A., Zapata, J.E., 2013. Actividad Antioxidante de Hidrolizados Enzimáticos de Plasma Bovino Obtenidos por Efecto de Alcalasa® 2.4 L. *Inf. Tecnológica* 24, 33–42. doi:10.4067/S0718-07642013000100005
- He, S., Franco, C., Zhang, W., 2013. Functions, applications and production of protein hydrolysates from fish processing co-products (FPCP). *Food Res. Int.* 50, 289–297. doi:10.1016/j.foodres.2012.10.031
- Hyun, C.-K., & Shin, H.-K. (2000a). Utilization of bovine blood plasma proteins for the production of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. *Process Biochemistry*, 36(1–2), 65–71. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(00\)00176-X](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(00)00176-X)
- Kanaujia, K. A., Wagh, S., Pandey, G., Phatale, V., Khairnar, P., Kolipaka, T., Rajinikanth, P. S., Saraf, S. A., Srivastava, S., & Kumar, S. (2025). Harnessing marine antimicrobial peptides for novel therapeutics: A deep dive into ocean-derived bioactives. *International Journal of Biological Macromolecules*, 307(Part 3), 142158. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.142158>
- Kandi, S., Inbaraj, B. S., & Chen, B.-H. (2021). Recent developments on production, purification and biological activity of marine peptides. *Food Research International*, 147, 110468. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110468>
- Korhonen, H., Pihlanto, A., 2006. Bioactive peptides: Production and functionality. *Int. Dairy J.*, 4th NIZO Dairy Conference - Prospects for Health, Well-being and Safety 4th NIZO Dairy Conference - Prospects for Health, Well-being and Safety 16, 945–960. doi:10.1016/j.idairyj.2005.10.012
- Liu, Q., Kong, B., Xiong, Y. L., & Xia, X. (2010). Antioxidant activity and functional properties of porcine plasma protein hydrolysate as influenced by the degree of hydrolysis. *Food Chemistry*, 118(2), 403–410. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2009.05.013>
- Rani, S., Pooja, K., & Pal, G. K. (2018). Exploration of rice protein hydrolysates and peptides with special reference to antioxidant potential: Computational derived approaches for bio-activity determination. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 61–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.013>

- Sabeena Farvin, K. H., Andersen, L. L., Nielsen, H. H., Jacobsen, C., Jakobsen, G., Johansson, I., & Jessen, F. (2014). Antioxidant activity of Cod (*Gadus morhua*) protein hydrolysates: In vitro assays and evaluation in 5% fish oil-in-water emulsion. *Food Chemistry*, 149, 326–334. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2013.03.075>
- Sarmadi, B.H., Ismail, A., 2010. Antioxidative peptides from food proteins: A review. *Peptides* 31, 1949–1956. doi:10.1016/j.peptides.2010.06.020
- Seo, H.-W., Jung, E.-Y., Go, G., Kim, G.-D., Joo, S.-T., & Yang, H.-S. (2015). Optimization of hydrolysis conditions for bovine plasma protein using response surface methodology. *Food Chemistry*, 185, 106–111. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.133>
- Xu, B., Wang, X., Zheng, Y., Li, Y., Guo, M., & Yan, Z. (2022). Novel antioxidant peptides identified in millet bran glutelin-2 hydrolysates: Purification, in silico characterization and security prediction, and stability profiles under different food processing conditions. *LWT*, 164, 113634. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113634>
- Zheng, L., Zhao, Y., Dong, H., Su, G., & Zhao, M. (2016). Structure–activity relationship of antioxidant dipeptides: Dominant role of Tyr, Trp, Cys and Met residues. *Journal of Functional Foods*, 21, 485–496. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.12.003>

BIODATA

Omar Figueroa Moreno: Doctor en Ingeniería Ambiental, docente del programa de Ingeniería Industrial en la Universidad de La Guajira. Colombia., editor de la revista Ciencia e Ingeniería. Publicaciones recientes Aplicación de la metodología de huella ecológica como indicador de sostenibilidad en el uso de ensilaje de pescado en dietas para alimentación de aves YS Gaviria Gaviria, OA Figueroa Moreno 2021 - Centro de Información Tecnológica; Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos YS Gaviria, OA Figueroa, JE Zapata - Información tecnológica, Kinetic-conceptual model of the hydrolysis of bovine plasma proteins-ALCALASE® 2.9 L: The role of inhibition by product OA Figueroa, JD Alean, I Marcet, M Rendueles - Heliyon, 2023; Análisis de los mecanismos cinéticos asociados a la hidrólisis enzimática de proteínas de sangre bovino y su relación con la actividad biológica de los hidrolizados obtenidos OA Figueroa Moreno - 2023