

Antioxidant Peptides: A Sustainable Solution for Food and Nutraceuticals

 Omar Figueroa Moreno
Universidad de La Guajira, Colombia
ofigueroam@uniguajira.edu.co

Ciencia e Ingeniería
vol. 12, no. 2, e15702259, 2025
Universidad de La Guajira, Colombia
ISSN-E: 2389-9484
revistas@uniguajira.edu.co

Received: 01 May 2025
Accepted: 30 May 2025

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

Resumen: Este artículo editorial aborda el potencial de los péptidos bioactivos antioxidantes como herramienta para promover sistemas productivos sostenibles, saludables y económicamente viables, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3, 9 y 12). A partir de una revisión crítica de literatura científica reciente, se expone el creciente interés por la obtención de antioxidantes naturales derivados de subproductos agroindustriales, destacando su aplicación en las industrias alimentaria, nutracéutica y cosmética. Se analizan las propiedades funcionales de estos péptidos, su capacidad para prevenir procesos oxidativos y los factores que determinan su eficacia, como la secuencia de aminoácidos y la especificidad enzimática en su producción. Asimismo, se subraya el valor estratégico de los territorios agropecuarios para el desarrollo de bioeconomías locales a partir de tecnologías de valorización de residuos. Finalmente, se discuten los principales desafíos técnicos y regulatorios que aún limitan su adopción masiva, proponiendo como vía de solución el fortalecimiento de redes territoriales de ciencia, tecnología e innovación que impulsen el desarrollo y validación de estas aplicaciones funcionales.

Abstract: This editorial explores the potential of antioxidant bioactive peptides as a tool for fostering sustainable, health-promoting, and economically viable production systems, aligned with Sustainable Development Goals (SDGs 3, 9, and 12). Drawing on recent scientific literature, it highlights the growing interest in natural antioxidants derived from agro-industrial by-products, emphasizing their applications in the food, nutraceutical, and cosmetic industries. The article examines the functional properties of these peptides, their ability to mitigate oxidative processes, and the structural and enzymatic factors influencing their bioactivity. It also stresses the strategic value of rural and agricultural regions for developing localized bioeconomies through waste valorization technologies. Finally, the editorial addresses the main technical and regulatory challenges that limit the widespread use of bioactive peptides, suggesting that intensified research efforts and robust territorial networks of science, technology, and innovation are key to advancing the design, formulation, and clinical validation of these functional compounds.

EDITORIAL

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

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 nutracéuticas 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>

AmeliCA

Available in:

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/690/6905375001/6905375001.pdf>

How to cite

Complete issue

More information about this article

Journal's webpage in redalyc.org

Scientific Information System Redalyc
Network of Scientific Journals from Latin America and the
Caribbean, Spain and Portugal

Omar Figueroa Moreno

**Péptidos antioxidantes: solución sostenible para
alimentos y nutracéuticos**

**Antioxidant Peptides: A Sustainable Solution for Food
and Nutraceuticals**

Ciencia e Ingeniería

vol. 12, no. 2, e15702259, 2025

Universidad de La Guajira, Colombia

revistas@uniguajira.edu.co

ISSN-E: 2389-9484

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



CC BY-NC-ND 4.0 LEGAL CODE

**Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs
4.0 International.**