

Péptidos antioxidantes de origen marino: pequeñas moléculas con gran impacto biológico

Jesús Antonio García Aguirre^{1*} y Crisantema Hernández González¹

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Mazatlán

* Dirección para correspondencia: jgarcia224@estudiantes.ciad.mx

En los últimos años, el crecimiento urbano acelerado, la contaminación ambiental y los malos hábitos, como el consumo de alimentos ultraprocesados y el sedentarismo, han provocado un aumento de algunas enfermedades crónicas (EC) como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y algunos tipos de cáncer. De acuerdo con estimaciones globales, las muertes prematuras por EC superan los 41 millones al año, lo que representa el 71 % del total de muertes en el mundo (OMS, 2025). Esta tendencia ha despertado un gran interés en la búsqueda de soluciones naturales que ayuden a prevenir o reducir el daño que causan en el organismo. Uno de los factores más importantes para el desarrollo de estas enfermedades es el estrés oxidativo. Este fenómeno ocurre cuando se rompe el equilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO, conocidas popularmente como “radicales libres”) y la capacidad del cuerpo para neutralizarlas mediante antioxidantes. Las ERO son moléculas que se generan de manera natural durante la respiración celular y que cumplen funciones importantes en procesos biológicos normales; sin embargo, cuando su cantidad excede los niveles que las células pueden controlar, estas moléculas comienzan a reaccionar con

componentes vitales como los lípidos, las proteínas o el ADN, generando daños oxidativos que pueden favorecer el deterioro celular y la aparición de enfermedades. Para contrarrestar este daño, los seres humanos cuentan con un sistema de defensa antioxidante, compuesto por enzimas como la superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y la glutatión peroxidasa (GPx), y algunas vitaminas como la vitamina E y la vitamina C. No obstante, cuando estos no son suficientes, es posible recurrir a fuentes externas que ayuden a restaurar el equilibrio entre oxidantes y antioxidantes (Gulcin, 2025). Entre los antioxidantes más prometedores se encuentran los péptidos antioxidantes, pequeñas moléculas con una sorprendente capacidad para proteger las células frente al daño oxidativo (Cunha y Pintado, 2022).

¿Qué son los péptidos antioxidantes y cómo se obtienen?

Los péptidos son pequeños fragmentos de proteínas, que se obtienen cuando enzimas específicas cortan las proteínas y las dividen en partes más simples (péptidos); a este proceso se le conoce como hidrólisis enzimática. La hidrólisis enzimática ocurre de manera natural en el cuerpo, durante la digestión de los alimentos, o bien de forma controlada en el laboratorio, usando enzimas que actúan sobre proteínas provenientes de los subproductos (desechos) de la pesca, algas, lácteos y algunos granos y semillas.

El proceso de obtención de péptidos antioxidantes contempla algunas etapas: primero, se selecciona la proteína de origen (animal o vegetal); segundo, se realiza el proceso de hidrólisis; y tercero, se caracterizan, es decir, se obtiene su tamaño (peso molecular) y su estructura (cómo están formados), para comprender cómo ejercen su acción antioxidante.

Contra los radicales libres...

Algunos péptidos antioxidantes pueden eliminar las ERO o ERN (especies reactivas de nitrógeno) mediante dos rutas principales: la transferencia de átomos de hidrógeno o la transferencia de electrones. En la práctica, ambos mecanismos suelen ocurrir de manera simultánea, y el tipo de acción dominante depende de las características químicas del péptido. En ambas rutas, estas moléculas logran estabilizar los radicales libres, impidiendo que reaccionen con otras moléculas y deteniendo así el daño celular (Lorenzo *et al.*, 2018).

Captura de metales reactivos

El hierro y el cobre son metales esenciales para el cuerpo, pero en exceso pueden generar compuestos altamente reactivos que dañan las células. Cuando hay un desequilibrio en sus concentraciones, estos metales actúan como potenciadores en la formación de radicales libres como el hidroxilo ($\bullet\text{OH}$), que son extremadamente

tóxicos (Zhu *et al.*, 2022). Los péptidos antioxidantes pueden unirse a estos metales evitando que participen en reacciones dañinas. Al hacerlo, previenen la generación de radicales y ayudan a mantener el equilibrio oxidativo del organismo (Wen *et al.*, 2020).

A proteger los lípidos...

La oxidación de lípidos es un proceso que ocurre cuando las grasas reaccionan con el oxígeno, lo que puede generar sabores y olores desagradables en los alimentos, además de producir compuestos tóxicos. En el cuerpo humano, este fenómeno se relaciona con enfermedades como la aterosclerosis, el Alzheimer y el cáncer. Los péptidos pueden adherirse a la superficie de las moléculas de grasa y bloquear su contacto con el oxígeno, lo que impide que se oxiden (Olatunde y Benjakul, 2018).

Antioxidantes al 2 x 1

Los péptidos antioxidantes no solo actúan de manera directa sobre los radicales libres, sino que también promueven la activación de enzimas antioxidantes, tales como la superóxido dismutasa (SOD), la catalasa (CAT) y la glutatión peroxidasa (GPx), las cuales forman parte de la primera defensa contra el estrés oxidativo (Han *et al.*, 2020). Gracias a este mecanismo, los péptidos no solo combaten los radicales

libres directamente, sino que también estimulan las defensas antioxidantes naturales del cuerpo, lo que les da una doble funcionalidad (Liu *et al.*, 2022).

El mar: un recurso valioso para la obtención de péptidos antioxidantes

El océano alberga una gran diversidad de organismos que producen compuestos naturales con propiedades útiles. Con el crecimiento de la población mundial y la necesidad de una economía más sostenible, la industria pesquera y acuícola ha tomado un papel clave en la obtención de nuevos ingredientes funcionales. Cada año, esta industria genera millones de toneladas de subproductos (desechos) pesqueros, como cabezas, vísceras, pieles, escamas y huesos, que pueden representar hasta el 70 % del peso total de pescados y mariscos (Ozogul *et al.*, 2021). Anteriormente, estos residuos eran desechados o usados como alimento para animales y fertilizante, pero hoy se sabe que contienen proteínas de alto valor que pueden transformarse en péptidos antioxidantes con propiedades benéficas para la salud. Gracias a los avances en biotecnología, estos subproductos se están convirtiendo en fuentes sostenibles de ingredientes funcionales para las industrias alimentaria, cosmética, farmacéutica y médica. De esta manera, la ciencia contribuye a reducir el desperdicio y a aprovechar al máximo los recursos marinos, promoviendo una economía circular que une la salud humana con la sostenibilidad ambiental.

Limitaciones y desafíos en el estudio de péptidos antioxidantes

A pesar del potencial antioxidante de los péptidos, cabe señalar que existen limitaciones importantes. Por ejemplo, su biodisponibilidad puede verse reducida durante la digestión, ya que muchos de los péptidos pueden degradarse previamente antes de liberar su potencial antioxidante. Por otra parte, las dosis observadas en estudios *in vitro* y en modelos animales son más elevadas que las que una persona pueda obtener mediante la dieta; por lo tanto, el impacto real en humanos sigue siendo incierto. Además, es necesario considerar los posibles efectos adversos y las interacciones con otros compuestos. En conjunto, estos factores determinan que, si bien los péptidos antioxidantes presentan un potencial prometedor, su estudio aún se encuentra en desarrollo y no deben interpretarse como agentes terapéuticos ya establecidos.

Conclusión

La investigación sobre péptidos antioxidantes ha producido resultados prometedores para prevenir el daño oxidativo y promover una mejor salud. No obstante, es importante señalar que la mayoría de estos efectos han sido observados en estudios celulares o en modelos animales, por lo que la evidencia clínica en humanos aún es limitada; por tanto, estos beneficios deben interpretarse como un campo de investigación en desarrollo. Su versatilidad para actuar tanto

dentro como fuera de las células, junto con la posibilidad de obtenerlos de fuentes marinas sostenibles, los convierte en aliados ideales para el futuro de la nutrición y la biotecnología. Además, su producción a partir de subproductos pesqueros es una forma inteligente de dar valor a lo que antes se consideraba desperdicio.

Agradecimientos

El autor agradece a la doctora Crisantema Hernández, y a los doctores Aarón Salazar, Rogerio Sotelo y Pablo Rojas, miembros del comité de tesis doctoral del cual se deriva esta publicación, así como al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo por el apoyo brindado.

Referencias

Cunha SA and Pintado ME (2022). Bioactive peptides derived from marine sources: Biological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology* 119:348–370. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.017>.

Gulcin İ (2025). Antioxidants: a comprehensive review. *Archives of Toxicology* 99(5):1893–1997. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00204-025-03997-2>.

Han J, Huang Z, Tang S *et al.* (2020). The novel peptides ICRD and LCGEC screened from tuna roe show antioxidative activity via Keap1/Nrf2-ARE pathway regulation and gut microbiota modulation. *Food Chemistry* 327:127094. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127094>.

Liu H, Liang J, Xiao G *et al.* (2022). Active sites of peptides Asp-Asp-Asp-Tyr and Asp-Tyr-Asp-Asp protect against cellular oxidative stress. *Food Chemistry* 366:130626. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130626>.

Lorenzo JM, Munekata PES, Gómez B *et al.* (2018). Bioactive peptides as natural antioxidants in food products – A review. *Trends in Food Science & Technology* 79:136–147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.003>.

Olatunde OO and Benjakul S (2018). Natural Preservatives for Extending the Shelf-Life of Seafood: A Revisit. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17(6):1595–1612. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12390>.

OMS. (2025). WHO. Non-Communicable Diseases. Disponible en línea: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>.

Ozogul F, Cagalj M, Šimat V *et al.* (2021). Recent developments in valorisation of bioactive ingredients in discard/seafood processing by-products. *Trends in Food Science & Technology* 116:559–582. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.007>.

Wen C, Zhang J, Zhang H *et al.* (2020). Plant protein-derived antioxidant peptides: Isolation, identification, mechanism of action and application in food systems: A review. *Trends in Food Science & Technology* 105:308–322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.019>.

Zhu Y, Lao F, Pan X and Wu J (2022). Food Protein-Derived Antioxidant Peptides: Molecular Mechanism, Stability and Bioavailability. *Biomolecules* 12(11):1622. DOI: <https://doi.org/10.3390/biom12111622>.