

## 5. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

### Del agua al plato: ¿Estamos en riesgo por lo que comemos?

*Dra. Karina Ruiz-Lara<sup>1a</sup>, Dr. Leobardo Manuel Gómez-Oliván<sup>1b</sup>, Dra. Marcela Galar-Martínez<sup>2</sup>*

*<sup>1a</sup> Doctora en Ciencias Quimicobiológicas, beneficiaria del Programa Investigadoras e Investigadores COMECyT, modalidad Cátedras de Investigación. <sup>1b</sup> Investigador y responsable del Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.*

*<sup>2</sup> Investigadora y responsable del Laboratorio de Toxicología Acuática, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Adolfo López Mateos.*

*Contacto: Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México. Paseo Colón intersección Paseo Tollocan s/n. Col. Residencial Colón, 50120, Toluca, Estado de México, México. Correo electrónico: rlaraka@hotmail.com*

**Palabras clave:** Contaminantes, bioacumulación, alimentos acuáticos, salud humana.

#### Introducción

El consumo de pescado y mariscos es considerado una fuente importante de proteínas y ácidos grasos omega-3, nutrientes esenciales para la salud cardiovascular y el desarrollo neurológico. Sin embargo, junto con estos beneficios, existe un riesgo creciente: la presencia de contaminantes ambientales en los ecosistemas acuáticos, que pueden llegar a los alimentos que consumimos. Entre ellos se encuentran metales pesados, microplásticos, plaguicidas y residuos de fármacos.

Este artículo explora cómo estos contaminantes entran en la cadena alimentaria y cuáles son sus posibles implicaciones para la salud humana, con un énfasis en el consumo de pescados y mariscos en México.

#### El origen del problema: agua contaminada

El agua es esencial para la vida, pero en la actualidad está en peligro. Cada año, toneladas de residuos llegan a los océanos, presas y ríos: plásticos, plaguicidas, metales, sustancias derivadas del petróleo, sustancias químicas sintéticas y hasta restos de medicamentos (1,2). Estos contaminantes no desaparecen; al contrario, se quedan en el agua y entran en la cadena alimenticia.

Los organismos acuáticos, como los peces y los mariscos, absorben estas sustancias cuando se alimentan o simplemente cuando respiran dentro del agua. Con el tiempo, estos contaminantes se van acumulando en sus cuerpos en un proceso llamado bioacumulación (3). Pero eso no es todo. Los animales más pequeños son comidos por otros más grandes, y a medida que subimos en la cadena alimenticia, los contaminantes se concentran aún más en un proceso llamado biomagnificación (3). ¿Y quién está en la cima de la cadena alimenticia? La respuesta es, los humanos.

#### ¿Qué tipos de contaminantes podemos encontrar en los alimentos que provienen de los ecosistemas acuáticos?

Existen distintos tipos de contaminantes que pueden llegar a los productos acuáticos que consumimos. Algunos de los más preocupantes son:

- Metales, como el mercurio, el plomo, el cadmio, el arsénico y el aluminio, pueden dañar el sistema nervioso y afectar especialmente a mujeres embarazadas, bebés y niños (4,5).
- Microplásticos, éstos son pequeñas partículas de plástico que pueden acumularse en los peces y otros organismos acuáticos (6) y, al ser ingeridos, podrían tener efectos negativos en la salud humana (7).
- Plaguicidas, son productos químicos muy utilizados en la agricultura para controlar insectos, plagas o malas hierbas, éstos pueden terminar en el agua y afectar las proteínas, lípidos y el ADN de los organismos acuáticos y de quienes los consumen (8).
- Fármacos: restos de antibióticos, hormonas, analgésicos y otros medicamentos que llegan al agua pueden alterar el funcionamiento del organismo tanto en especies acuáticas como en los humanos (9).

### ¿Cómo nos afecta?

Aunque no podamos verlos, estos contaminantes pueden afectar seriamente nuestra salud. Y hay algo aún más preocupante: no suele haber un solo contaminante en los alimentos, sino varios al mismo tiempo. Estas mezclas de sustancias pueden ser más peligrosas que si actuaran por separado, ya que sus efectos se pueden potenciar entre sí. Algunos de estos contaminantes pueden alterar el equilibrio hormonal, debilitar el sistema inmunológico, causar inflamación o incluso dañar el ADN de nuestras células. Esto puede aumentar el riesgo de enfermedades graves como el cáncer, problemas en el desarrollo del cerebro o malformaciones desde el nacimiento (5,10-12).

Además, muchos de estos compuestos no se eliminan fácilmente del cuerpo, sino que se van acumulando con el tiempo. Aunque la cantidad que ingerimos sea pequeña, el daño puede aparecer años después. También se ha observado que estos contaminantes no solo afectan a quienes están expuestos directamente, sino que pueden causar efectos en futuras generaciones, haciéndolas más vulnerables a distintas enfermedades (13).

Sin embargo, esto no significa que debamos dejar de consumir pescado y mariscos. Estos alimentos son una excelente fuente de proteínas y grasas saludables como los omega-3, que son esenciales para nuestro cuerpo (14). La clave está en consumirlos de manera informada y responsable.

### Contexto en México y recomendaciones internacionales

En México, el consumo anual per cápita de pescados y mariscos se estima en 13 a 15 kg (FAO, CONAPESCA). Entre las especies más consumidas se encuentra el atún, la sardina, la mojarra y el camarón.

-Atún: es una de las principales fuentes de proteína animal enlatada, pero su consumo frecuente puede implicar mayor exposición a mercurio.

-Sardina: constituye una alternativa más segura, pues al ser un pez pequeño acumula menores cantidades de contaminantes.

-Camarón y mojarra: su riesgo depende de la zona de captura o cultivo, ya que la contaminación de cuerpos de agua en algunas regiones puede favorecer la presencia de metales y plaguicidas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) han establecido guías sobre los límites de ingesta segura de algunos contaminantes. En el caso del metilmercurio, el valor de referencia es de hasta 1.6 µg por kilogramo de peso corporal a la semana; para el cadmio, 25 µg por kilogramo de peso corporal al mes. En cuanto al plomo, no se ha definido un nivel seguro de exposición, por lo que la recomendación es reducirla al mínimo posible.

### **¿Cómo podemos reducir el riesgo?**

No todo está perdido. Existen formas de protegernos y reducir la exposición a estos contaminantes (14,15):

**Varía tu consumo:** no comas siempre el mismo tipo de pescado. Alternar entre diferentes especies ayuda a evitar la acumulación de un solo contaminante y esto puede ser peligroso porque al estar presente en mayores cantidades en el cuerpo, puede tener efectos más intensos y duraderos.

**Prefiere pescados pequeños:** los peces más grandes suelen tener más contaminantes acumulados en su organismo porque han comido muchos peces pequeños. Optar por sardinas o anchovetas puede ser una mejor opción.

**Consume productos de origen confiable:** busca alimentos provenientes de zonas donde haya control de la contaminación. Algunas etiquetas pueden indicar si el producto proviene de pesca sustentable.

**Reduce el uso de plásticos y sustancias química en general:** cada acción cuenta. Usar menos plástico, evitar tirar medicamentos por el desagüe y apoyar asociaciones ambientales que ayudan a proteger y limpiar nuestros cuerpos de agua son medidas simples pero poderosas. En México, los medicamentos no utilizados o caducados deben ser depositados en contenedores del Sistema Nacional de Gestión de Residuos de Envases y Medicamentos (SINGREM), lo que asegura su correcta eliminación y evita que sustancias químicas peligrosas lleguen a los ecosistemas acuáticos.

### **En conclusión: ¿Estamos en riesgo?**

El agua y los alimentos que vienen de ella son esenciales para nuestra vida, pero la contaminación es un problema que no podemos ignorar. Aunque no podemos evitar completamente la exposición a estos contaminantes, sí podemos tomar decisiones más informadas para reducir el riesgo y exigir mejores regulaciones para proteger nuestros recursos naturales.

La próxima vez que disfrutes un platillo de pescado o mariscos, recuerda que cada elección que hacemos puede marcar la diferencia. ¡Cuidar el agua es cuidar nuestra salud!

### **Referencias**

1. Fuller R, Landrigan PJ, Balakrishnan K, Bathan G, Bose-O'Reilly S, Brauer M, et al. Pollution and health: a progress update. Lancet Planet Health. 1 de junio de 2022;6(6):e535-47.
2. Rathi BS, Kumar PS, Vo DVN. Critical review on hazardous pollutants in water environment: Occurrence, monitoring, fate, removal technologies and risk assessment. Sci Total Environ. 25 de noviembre de 2021;797:149134.

3. Streit B. Bioaccumulation of contaminants in fish. *EXS*. 1998;86:353-87. Streit B. Bioaccumulation of contaminants in fish. *EXS*. 1998;86:353-87.
4. Cunningham PA, Sullivan EE, Everett KH, Kovach SS, Rajan A, Barber MC. Assessment of metal contamination in Arabian/Persian Gulf fish: A review. *Mar Pollut Bull*. 1 de junio de 2019;143:264-83.
5. Collado-López S, Betanzos-Robledo L, Téllez-Rojo MM, Lamadrid-Figueroa H, Reyes M, Ríos C, et al. Heavy Metals in Unprocessed or Minimally Processed Foods Consumed by Humans Worldwide: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*. enero de 2022;19(14):8651.
6. Kim JH, Yu YB, Choi JH. Toxic effects on bioaccumulation, hematological parameters, oxidative stress, immune responses and neurotoxicity in fish exposed to microplastics: A review. *J Hazard Mater*. 5 de julio de 2021;413:125423.
7. Kumar R, Manna C, Padha S, Verma A, Sharma P, Dhar A, et al. Micro(nano)plastics pollution and human health: How plastics can induce carcinogenesis to humans? *Chemosphere*. julio de 2022;298:134267.
8. Reeves WR, McGuire MK, Stokes M, Vicini JL. Assessing the Safety of Pesticides in Food: How Current Regulations Protect Human Health. *Adv Nutr*. 1 de enero de 2019;10(1):80-8.
9. dos Santos CR, Arcanjo GS, de Souza Santos LV, Koch K, Amaral MCS. Aquatic concentration and risk assessment of pharmaceutically active compounds in the environment. *Environ Pollut*. 1 de diciembre de 2021;290:118049.
10. Peillex C, Pelletier M. The impact and toxicity of glyphosate and glyphosate-based herbicides on health and immunity. *J Immunotoxicol*. enero de 2020;17(1):163-74.
11. Rahman MF, Yanful EK, Jasim SY. Endocrine disrupting compounds (EDCs) and pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in the aquatic environment: implications for the drinking water industry and global environmental health. *J Water Health*. junio de 2009;7(2):224-43.
12. Álvarez-Ruiz R, Picó Y, Campo J. Bioaccumulation of emerging contaminants in mussel (*Mytilus galloprovincialis*): Influence of microplastics. *Sci Total Environ*. 20 de noviembre de 2021;796:149006.
13. Jena M, Mishra A, Maiti R. Environmental pharmacology: source, impact and solution. *Rev Environ Health*. 1 de marzo de 2019;34(1):69-79.
14. Santos HO, May TL, Bueno AA. Eating more sardines instead of fish oil supplementation: Beyond omega-3 polyunsaturated fatty acids, a matrix of nutrients with cardiovascular benefits. *Front Nutr (Internet)*. 14 de abril de 2023 (citado 9 de marzo de 2025);10. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2023.1107475/full>
15. Jeejeebhoy KN. Benefits and risks of a fish diet—should we be eating more or less? *Nat Clin Pract Gastroenterol Hepatol*. abril de 2008;5(4):178-9.
16. Quintana-Salazar EA, Reyes-Mendoza M, Heyerdahl-Viau I, Aedo-Sordo JA, Prado-Galbarro FJ, Martínez-Núñez JM. Economic Cost of the Waste of Anti-inflammatory and Analgesic Drugs in Mexico City. *Biol Pharm Bull*. 1 de junio de 2023;46(6):781-7.

## Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) por su apoyo a través del programa "Investigadoras e Investigadores COMECyT" en Cátedras de Investigación. Su respaldo ha sido fundamental para el desarrollo de mi trabajo, permitiéndome contribuir al avance del conocimiento en el área de Toxicología Ambiental.