

# Revista Ciencias del Mar UAS



Abril - Junio 2026

Núm. 3 Vol. 3

U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



ISSN 3061-8959



## Revisión Científica

### Efectos del cobre en la salud humana por consumo de peces marinos.

### Effects of copper on human health from consumption of marine fish.



CREATIVE COMMONS



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

1. Nancy Lorena Garzón-Raygoza

**id** 0000-0003-1318-9319

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

Autor de correspondencia: [nancy\\_facimar@uas.edu.mx](mailto:nancy_facimar@uas.edu.mx)

2. Marisela Aguilar-Juárez

**id** 0000-0003-0862-5542

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

3. Carmen Cristina Osuna-Martínez

**id** 0000-0003-4934-5790

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

4. Carolina Bojórquez-Sánchez

**id** 0000-0002-3371-059X

Universidad Politécnica de Sinaloa. Carretera Municipal Libre Mazatlán Higuera Km 3, Mazatlán, Sinaloa, CP 82199. México.

5. Magdalena Elizabeth Bergés-Tiznado

**id** 0000-0002-3993-763X

Universidad Politécnica de Sinaloa. Carretera Municipal Libre Mazatlán Higuera Km 3, Mazatlán, Sinaloa, CP 82199. México.

6. Ofelia Escobar-Sánchez

**id** 0000-0002-7841-0080

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, Ciudad de México, Mexico.

Recibido 6 de mayo 2026

Aceptado 1 de junio 2026



---

## Efectos del cobre en la salud humana por consumo de peces marinos.

---

---

## Effects of copper on human health from consumption of marine fish.

---

### ▶ RESUMEN

El cobre es un elemento químico presente de manera natural en el ambiente, cuya principal vía de exposición para los seres humanos es a través del agua y los alimentos. Este metal es liberado tanto por fuentes naturales como antropogénicas, lo que favorece su amplia distribución en ecosistemas terrestres y acuáticos a escala global. Además, forma parte esencial de los organismos vivos, desempeñando funciones clave en procesos biológicos fundamentales, incluyendo el mantenimiento de los sistemas inmunológico y cardiovascular. Asimismo, el cobre tiene propiedades antimicrobianas y participa en el crecimiento y desarrollo del ciclo de vida de diversos organismos. Sin embargo, a pesar de su carácter esencial, la exposición a concentraciones elevadas de cobre puede causar daños a la salud humana, generando efectos adversos dependientes de la dosis y el tiempo de exposición. En este contexto, el presente trabajo constituye una revisión de la literatura enfocada en evaluar el riesgo potencial asociado al consumo de peces en México como vía de exposición a este elemento. Se enfatiza la importancia de comprender la biodisponibilidad del cobre en los alimentos de origen acuático, así como la necesidad de profundizar en estudios que permitan establecer con mayor precisión la relación entre su ingesta y los posibles efectos tóxicos en el organismo humano.

**Palabras claves:** metal pesado, consumo, biodisponibilidad, riesgo.



### OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



## ► ABSTRACT

Copper is a chemical element that occurs naturally in the environment, and the main route of exposure for humans is through water and food. This metal is released by both natural and anthropogenic sources, which favors its wide distribution in terrestrial and aquatic ecosystems on a global scale. Furthermore, it is an essential part of living organisms, playing key roles in fundamental biological processes, including immune and cardiovascular systems maintenance. Likewise, copper has antimicrobial properties and participates in the growth and development of the life cycle of various organisms. However, despite its essential nature, exposure to high concentrations of copper may pose a risk to human health, causing adverse effects depending on the dose and exposure time. In this context, the present work constitutes a review of the literature focused on evaluating the potential risk associated with the consumption of fish in Mexico as a route of exposure to this element. Emphasis is placed on the importance of understanding the bioavailability of copper in foods of aquatic origin, as well as the need to delve deeper into studies that allow for a more precise establishment of the relationship between its intake and the possible toxic effects on the human body.

**Keywords:** heavy metal, consumption, bioavailability, risk.

## ► INTRODUCCIÓN

El consumo de pescado proporciona proteínas de excelente calidad debido a que es rico en ácidos grasos Omega-3 (esenciales para la nutrición infantil, siendo fundamental en el desarrollo del cerebro), dispone de una gran variedad de minerales (calcio, fósforo, sodio, zinc, hierro, magnesio, etc.). vitaminas (A, B, D, E, K) y algunos otros micro nutrientes. Sin embargo, es importante saber el contenido de metales pesados de estos organismos para estar informados del consumo seguro para que no afecte a la salud humana (Traverso y Avdalov, 2014). Dado que, en los últimos años, la contaminación por metales pesados ha ido en



### OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



aumento, afectando el medio ambiente (Manahan, 2007). Estos contaminantes ambientales son preocupantes, ya que tienden a acumularse en los organismos, son persistentes por su composición química y poseen baja biodegradabilidad (Rajeshkumar y Munuswamy, 2011).

En México, existen reportes de la presencia de metales pesados en ríos, lagos, cultivos, suelos y aire, así como en ambientes costeros y marinos, donde se ha detectado la acumulación de metales tóxicos en diferentes tejidos de peces, crustáceos y moluscos destinados al consumo humano (Frías-Espéricueta *et al.*, 2008; González-Dávila *et al.*, 2012; García-Hernández *et al.*, 2015).

Los metales pesados se encuentran distribuidos en la naturaleza, lo que hace inevitable su presencia en todo ser vivo. Su principal fuente de contaminación son las actividades antropogénicas, entre ellas la minería, llegando por medio de escorrentías a los ecosistemas marinos (Díaz-Báez *et al.*, 2004; Penicaud *et al.*, 2017).

De los agentes contaminantes que ingresan a los ambientes marinos, se ha encontrado que el cobre (Cu) tiene una alta afinidad por los tejidos grasos de los peces, como el músculo, riñón, gónada e hígado donde tiende a bioacumularse (Ruelas-Inzunza *et al.*, 2014). Debido a su persistencia, puede biomagnificarse a través de la cadena trófica, esto significa que puede existir una mayor concentración del metal conforme incrementa los niveles tróficos (Mancera-Rodríguez y Álvarez-León, 2006; Ivanina y Sokolova, 2015; Valle-López, 2021).

Para conocer los niveles de cobre en el medio marino, se realizan monitoreos a través de muestreos de especies de peces, de los grupos más capturados y uno de los de mayor importancia comercial y económica, que son organismos acuáticos que tienden a bioacumular elementos tóxicos a concentraciones superiores a las del medio. La toxicidad en cada organismo depende del nivel de concentración, el tiempo de exposición, tasa de absorción celular y factores bióticos (plantas, animales, microorganismos) y abióticos (temperatura, oxígeno, el agua, la luz solar) del ecosistema (Castañé, 2003).



## OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

### Presencia de cobre en peces

Las principales fuentes de cobre en los cuerpos de agua provienen de las actividades mineras, de los procesos industriales, los ciclos biológicos y de la erosión de las rocas. Generando considerables niveles de este metal, que llegan a los cuerpos de agua por medio de escorrentías. En cuanto al ser humano, el cobre se obtiene a través de la cadena alimenticia (Sadeghi *et al.*, 2011).

En la tabla I, se muestra la presencia de Cu en peces de diferentes áreas de México. Los mayores niveles de Cu reportados por Pérez-Rojo (2022) en *Lutjanus peru* en La Paz, Baja California Sur (BCS) Y los niveles más bajos son reportados por Valle-López (2021) en *Lutjanus guttatus* en Santa Rosalía, La Paz, BCS. Sin embargo, en México no se cuenta con una normatividad que especifique los valores límites permisibles para el Cu, debido a que es considerado un elemento esencial. No obstante, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013) tiene como límite máximo permisible en Cu de 100 mg/kg.

**Tabla I.** Contenido de cobre en músculo de peces de acuerdo a estudios recientes en México.

Especie	Área de estudio	Cu (mg/kg)	Referencia
<i>Oreochromis niloticus</i> (Mojarra)	Álamos, Sonora	0.004	Balderrama-Carmona <i>et al.</i> (2018)
<i>Lutjanus guttatus</i> (Pargo)	Santa Rosalia, La Paz, BCS	0.002	Valle-López (2021)
<i>Carcharhinus falciformis</i> (Tiburón)	Manzanillo, Colima	3.58	Álvaro-Berlanga <i>et al.</i> (2021)
<i>Lutjanus peru</i> (Pargo)	La Paz, BCS	22.1	Pérez-Rojo (2022)
<i>Merluccius productus</i> (Merluza)	Norte del Golfo de California	0.12	Bergés-Tiznado <i>et al.</i> (2022)
<i>Carcharhinus limbatus</i> (Tiburón cabeza de pala)	Arrecife Santiaguillo, Veracruz	0.06	Montoya-Mendoza <i>et al.</i> (2023)
<i>Sphyrna tiburo</i> (Tiburón)	Litoral de Campeche	0.67	Esparza-May <i>et al.</i> (2023)
<i>Rhizoprionodon terraenovae</i> (Cazón)	Litoral de Campeche	0.39	Baños-Baños <i>et al.</i> (2023)

#### OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



## Beneficios del cobre

El Cu es un elemento esencial que, a niveles bajos, ayuda a mantener una buena salud, contribuyendo a diferentes funciones metabólicas como la formación del tejido conectivo, formación de melanina, producción de tiroxina en la glándula tiroides, esencial en el metabolismo del hierro y sistema inmunitario, por eso es necesario para la vida humana (Tábora, 2017; Feoktistova y Feoktistova, 2018).

En cuanto a la cantidad promedio recomendada de ingesta para Cu es de 0.9 mg para adultos mayores a 19 años de edad, una alimentación variada suele cubrir estos requerimientos, siendo el límite máximo tolerable de 10 mg (ODS, 2023).

## Efectos negativos del cobre en la salud humana

La exposición al cobre en un largo periodo puede ser perjudicial, ya que puede ocasionar irritación en la nariz, boca, ojos, dolor de estómago y cabeza, mareo, náusea y diarrea; aún no se ha determinado que sea cancerígeno, pero su consumo excesivo puede causar daño al hígado y los riñones (ATSDR, 2004; Rodríguez-Heredia, 2017) Sin embargo, la deficiencia de este elemento puede causar daños a la salud humana; con un funcionamiento inadecuado de las enzimas, anomalías óseas, defensas debilitadas y problemas en el desarrollo del sistema nervioso central (Torres-Peters, 2002).

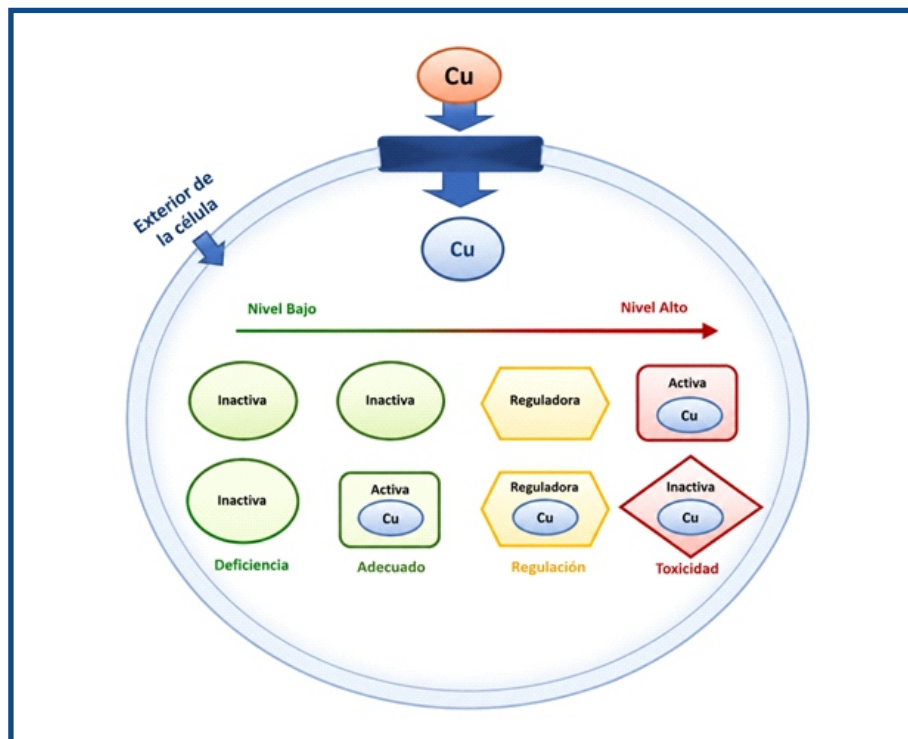
## Escala de efectos posibles de concentraciones de cobre (Fig. 1).

- Niveles bajos de Cu impiden la aceleración de una proteína vital y producirá una falla metabólica (deficiencia de Cu).
- Si los niveles de Cu son adecuados, se unirá a la proteína y cumplirá su función.
- Si los niveles aumentan por encima de lo que la célula necesita, entran en riesgo los mecanismos de regularización.
- Cuando los mecanismos regulatorios se sobrecargan, el exceso de cobre provoca inactivaciones y actúa como toxina.



### OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



**Figura 1.** Escala de efectos posibles de concentraciones variables de cobre al interior de la célula. Esquema tomado de Torres-Peters (2002).

### Cobre y la enfermedad de Wilson

La enfermedad de Wilson es una enfermedad hereditaria (heredada del padre o de la madre), se caracteriza por la acumulación tóxica en el organismo de Cu procedente de la alimentación. Los principales síntomas son cansancio, pérdida de apetito o molestias abdominales. Puede manifestarse como enfermedad hepática, renal, cardíaca, neurológica o psiquiátrica (Figura 2) (Moreira y López San Román, 2010).

#### OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

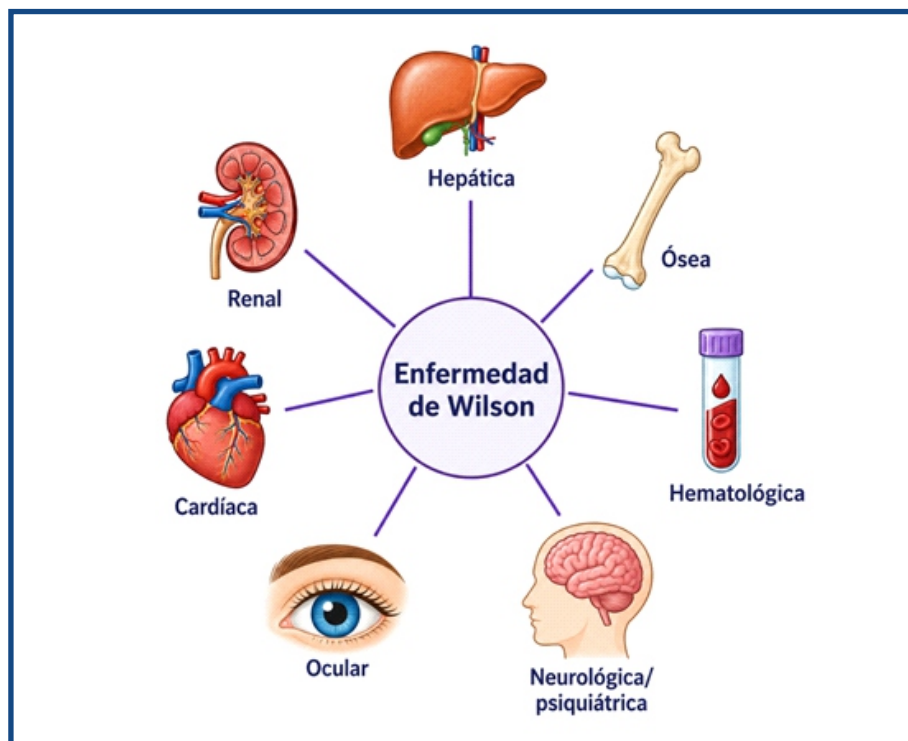


Figura 2. Manifestaciones clínicas de la enfermedad de Wilson.

## ► CONCLUSIÓN

Es importante para la sociedad tener el conocimiento de la calidad de los productos marinos que se consume en la región, así como los posibles efectos que pueden generar estos organismos en la salud humana. Por tanto, se requiere seguir realizando estudios que monitoreen los niveles de metales u otros contaminantes que puedan estar presentes en los tejidos de los organismos marinos, ya que estos pueden ser un riesgo para la salud humana.

## ► LITERATURA CITADA

Álvaro-Berlanga, S., Calatayud-Pavía, C. E., Cruz-Ramírez, A., Soto-Jiménez, M. F., Liñán-Cabello, M. A. (2022). Trace elements in muscle tissue of three commercial shark species: *Prionace glauca*, *Carcharhinus falciformis*, and *Alopias pelagicus* off the Manzanillo, Colima coast, Mexico. *Environmental Science and Pollution Research*, 28:22679–22692. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12234-5>



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



ATSDR. (2004). Copper División of Toxicology T, (Vol. CAS # 7440-50-8): Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ASTDR) Agency for Toxicity Substance and Disease Registry.

**Balderrama-Carmona A. P., Bisher-Álvarez Y., Silva-Beltrán N., Ayala-Parra P., Ortega-Fonseca, F. (2018).** Estimación del riesgo a la salud por consumo de *Oreochromis niloticus*, agua de grifo, agua superficial y sedimentos de presa, contaminados con metales pesados en comunidades cercanas a una mina de cobre y a la presa Adolfo Ruiz Cortines, Sonora, México. *Revista Bio Ciencias*, 6 ( n e s p ) : e 5 2 2 .  
<https://doi.org/10.15741/revbio.06.nesp.e522>

**Baños-Baños, J. J., Bojórquez-Sánchez, C., Bergés-Tiznado, M. E., Páez-Osuna, F., Torres-Rojas, Y. E. (2023).** Concentración de oligoelementos metálicos (cobre y zinc) en músculo e hígado del cazón picudo del Atlántico (*Rhizoprionodon terraenovae*), capturado en el litoral de Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 94 .  
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2023.94.4265>

**Bergés-Tiznado, M. E., Bojórquez-Sánchez, C., Acosta-Lizárraga, L. G., Zamora-García., O. G., Márquez-Farías, J., F., Paez-Osuna, F. (2022).** Tissue dynamics of potential toxic elements in the Pacific hake (*Merluccius productus*): distribution and the public health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research* 29 : 7 7 9 4 5 – 7 7 9 5 7  
<https://doi.org/10.1007/s11356-022-21325-4>

**Castañé P. M., Topalián M. L., Cordero R., Salibián A. (2003).** Influencia de la especiación de los metales pesados en medio acuático como determinante de su toxicidad, 20: 13-18.

**Díaz-Báez, M., Bustos-López, M. C., Espinosa-Ramírez, A. J. (2004).** Pruebas de toxicidad acuática: fundamentos y métodos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 118 p.

**Esparza-May, T., Berges-Tiznado, M. E., Bojórquez-Sánchez, C., Torres-Rojas, Y. E., Paez-Osuna, F. (2023).** Primer registro de concentración de zinc y cobre en *Sphyrna tiburo*: bioindicador de la salud de la costa de Campeche, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 39, 583-594.  
<https://doi.org/10.20937/RICA.54635>



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Feoktistova V. L., Feoktistova, C. Y. (2018).** El metabolismo del cobre. Sus consecuencias para la salud humana. *Medisur*, 16(4), 579-587.
- Frías-Espericueta, M. G., Osuna-López, J. I., Voltolina, D., López-López, Izaguirre-Fierro, G., Muy-Rangel M. D. (2008).** The metal content of bivalve mollusks of a coastal lagoon of NW Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 80: 90-92.
- García-Hernández, J., Espinosa-Romero, M. J., Cisneros-Mata, M. A., Leyva-García, G., Aguilera-Márquez, D., Torre-Cosío, J. (2015).** Concentración de mercurio y plaguicidas organoclorados (POC) en tejido comestible de jaiba café *Callinectes bellicosus* de las costas de Sonora y Sinaloa, México. *Ciencia pesquera*, 23: 65-79.
- González-Dávila, O., Gómez-Bernal, J. M., Ruíz-Huerta, E. A. (2012).** Plants and soil contamination with heavy metals in agricultural areas of Guadalupe, Zacatecas, Mexico. *Environmental Contamination*, 37-50.
- Ivanina, A. V., Sokolova, I. M. (2015).** Interactive effects of metal pollution and ocean acidification on physiology of marine organisms. *Current Zoology*, 61(4): 653-668.
- Manahan, S. E. (2007).** Introducción a la química ambiental. Ed. Reverté. México, 725 p.
- Mancera-Rodríguez, N. J., Álvarez-León, R. (2006).** Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11(1): 3-23.
- Montoya-Mendoza, J., Lara Esparza, K. E., Castañeda-Chávez, M. R., Salgado-Maldonado, G., Lango-Reynoso, F. (2023).** Metales pesados en tejidos y céstodos intestinales del tiburón puntas negras, *Carcharhinus limbatus* (Müller y Henle, 1839) del arrecife Santiaguillo, PNSAV, Veracruz, México. *Biología, Ciencia y Tecnología*, 16, 1188 - 1193 .  
<https://doi.org/10.22201/fesi.20072082e.2023.16.86420>
- Moreira, V. F., López San Román. (2010).** Enfermedad de Wilson. Servicio de Gastroenterología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*. Vol. 102. N.º 1, p. 55



## OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- ODS (2023).** Office of Dietary Supplements. National Institutes of Health. Cobre. Última revisión, 18 octubre del 2022.
- Penicaud, V., Lacoue-Labarthe, T., Bustamante, P. (2017).** Metal bioaccumulation and detoxification processes in cephalopods: a review. *Environment Research*, 155: 123-133.
- Pérez-Rojo, M. P. (2022).** Biomagnificación e impacto de metales pesados en la salud del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru*, en el puerto minero de Santa Rosalía, B.C.S., México e implicaciones de ingesta en humanos. Instituto Politécnico Nacional. Tesis Doctorado en Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur. 91 p.
- Rajeshkumar, S., Munuswamy, N. (2011).** Impact of metal on histopathology and expression of HSP 70 in different tissues of milk fish (*Chanos chanos*) of Kaattuppalli Island, South East Coast, India. *Chemosphere*, 83: 415-421.
- Rodríguez-Heredia, D. (2017).** Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan*, 21(12), 3372-3385.
- Ruelas-Inzunza, J. R., Escobar-Sánchez, O., Páez-Osuna, F. (2014).** Mercury in fish, crustaceans and mollusks from estuarine areas in the Pacific Ocean and Gulf of Mexico under varying human impact en book: Fisheries Management of Mexican and Central American Estuaries. 3: 39-44. DOI:10.1007/978-94-017-8917-2\_3.
- Sadeghi, O., Tavassoli, N., Amini, M. M., Ebrahimzadeh, H., Daei, N. (2011).** Pyridine-functionalized mesoporous silica as an adsorbent material for the determination of nickel and lead in vegetables grown in close proximity by electrothermal atomic adsorption spectroscopy. *Food Chemistry*, 127, 364–368. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.159
- Tábora, S. D. (2017).** Efecto del cobre y zinc en la comunidad microbiana del río Arkansas, Leadville, Colorado, Estados Unidos.
- Torres-Peters, J. C. (2002).** Cobre, medio ambiente y Salud. Comisión chilena de cobre. Una conexión vital. 87 p.
- Traverso-Judith, Avdalov-Nelson. (2014).** Beneficios del consumo de pescado. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección Nacional de Recursos Acuático. 39 p.



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



**Valle-López, F. L. (2021).** Biomagnificación, bioacumulación diferencial de metales pesados en tejidos y órganos e impacto en la condición de salud del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en Santa Rosalía B.C.S. Tesis Doctorado en Ciencias Marinas. La Paz, Baja California Sur. 97 p.



## OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original