

Tiburón azul: riesgo y beneficio de su consumo

Blue shark: Risk/benefits of its consumption

Ariagna Lara, Susana Perera-Valderrama, Felipe Galván-Magaña, Laura Arreola-Mendoza y Ana Judith Marmolejo-Rodríguez

Resumen

El tiburón azul es uno de los más abundantes a nivel mundial y de los más capturados. Su carne tiene un alto valor nutritivo; sin embargo, al ser una especie de gran tamaño, de alto nivel trófico, longeva y altamente migratoria, es muy propensa a acumular elementos tóxicos en sus tejidos. Varios investigadores han encontrado en el músculo de organismos adultos de esta especie concentraciones de mercurio por encima del límite máximo permisible para el consumo humano (1.0 mg/Kg). En cambio, otros han reportado valores que no representan un riesgo para la población. No obstante que la concentración de mercurio esté por debajo del límite máximo establecido para un consumo seguro, en regiones costeras lo más acertado sería que el consumo sea limitado semanalmente, manteniéndose al mínimo, en particular en niños y mujeres embarazadas, que son los sectores de la población más vulnerables a los efectos de la bioacumulación de mercurio.

Palabras clave: tiburón azul, contaminación, metales pesados, bioacumulación de mercurio, México.

Abstract

The blue shark is one of the most abundant sharks worldwide and one of the most captured. Its meat has a high nutritional value, however, being a large species, with a high trophic level, long-lived and highly migratory, it is very susceptible to accumulate toxic elements in its tissues. Several researchers have found mercury concentrations above the maximum permissible limit for human consumption (1.0 mg/Kg) in the muscle of adult organisms of this species. However, others have reported values that do not represent a risk to the population. Even if the concentration of mercury is below the maximum limit established for safe consumption, in coastal regions the most appropriate scenario would be for consumption to be limited weekly, keeping it to a minimum fundamentally in children and pregnant women, which are the sectors of the population most vulnerable to the effects of mercury bioaccumulation.

Keywords: blue shark, contamination, heavy metals, mercury bioaccumulation, Mexico.

CÓMO CITAR ESTE TEXTO

Lara, Ariagna, Perera-Valderrama, Susana, Galván-Magaña, Laura, Arreola-Mendoza, Felipe y Marmolejo-Rodríguez, Ana Judith. (2022, septiembre-octubre). Tiburón azul: riesgo y beneficio de su consumo. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 23(5). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.5.4>

Ariagna Lara

Investigadora independiente

Licenciada en Biología, graduada en la Universidad de La Habana, Cuba (2005). Es Maestra en Biología marina con mención en ecología por el Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba (2008) y Doctora en Ciencias Marinas graduada en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), México (2021). Cuenta con 17 años de experiencia profesional desempeñándose como investigadora en el Centro de Centro de Investigaciones Marinas-Universidad de La Habana y posteriormente en el Instituto de Oceanología, Cuba, como jefa del Departamento de Investigación Necton-Microbiología. Sus investigaciones han estado relacionadas con la especialidad de Ictiología, vinculando temas de ecología, taxonomía molecular y ecotoxicología. He participado en más de 10 proyectos de investigación relacionados fundamentalmente a la evaluación de la calidad de ecosistemas marinos. En ellos fue la responsable de la evaluación de las comunidades de peces.

Ha contribuido a la formación de recursos humanos, al ser docente en la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, Cuba (2006-2016) y en la Universidad Mundial, La Paz, Baja California Sur (2022).

 ariagna@gmail.com

 orcid.org/0000-0003-4708-0637

 Ariagna Lara

Dra. Susana Perera-Valderrama

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO

Es bióloga, graduada en 2004 en la Universidad de la Habana, Cuba, Maestra en Ecología marina, graduada en 2010 en Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de la Habana, Cuba y Doctora en Ecología y Desarrollo Sustentable, graduada en 2016 en el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México. Ha liderado o participado en la implementación de varios proyectos relacionados con la creación e implementación de áreas naturales protegidas, así como en la ejecución de programas de monitoreo e investigación de ecosistemas marinos y especies en peligro de extinción en áreas naturales protegidas. Actualmente trabaja en el diseño e implementación de un Programa de Monitoreo de ecosistemas y especies marino costeras en áreas naturales protegidas del Caribe mexicano.

Trabaja desde 2017 en la Subcoordinación de Monitoreo Marino de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad en México (CONABIO). Trabajó desde 2004 hasta 2016 en el Centro Nacional de Áreas Protegidas de Cuba (CNAP) en el grupo de Áreas Marinas Protegidas (AMP). Ha publicado más de 30 artículos científicos, y ha participado en seis capítulos de libros y tres libros. Es profesora del Posgrado de Ciencias Marinas y Costeras (CIMACO) y de la Licenciatura en Ciencias Ambientales (LICAM) de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Actualmente forma parte del comité editorial, de revisión y evaluación en varias revistas científicas (ej. *Plos One*, *PeerJ*, *Frontiers in Marine Science*, *Coral Reefs*, *Ocean & Coastal Management*, *Scientific Reports*, entre otras). Es Investigadora Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores de México.

 sperera@conabio.gob.mx

 orcid.org/0000-0002-7714-9271

Felipe Galván Magaña

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional

Realizó sus estudios de Biología Marina y Maestría en Ciencias Marinas en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional en la ciudad de La Paz, Baja California Sur y el Doctorado en Ecología Marina en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Comisión Interamericana del Atún Tropical en San Diego, California.

Tiene nivel 3 en el Sistema Nacional de investigadores. Realiza sus investigaciones con peces de lagunas costeras e islas de Baja California Sur y Golfo de California, así como estudios de dinámica poblacional en tiburones, peces picudos, atunes y dorados.

Ha publicado 272 artículos de difusión nacional e internacional y es revisor de artículos científicos de 40 revistas internacionales. Ha dirigido 157 tesis de licenciatura, maestría y doctorado. En 2003 recibió el premio nacional al mejor investigador del Instituto Politécnico Nacional. En 2019 el premio estatal de ciencia y tecnología y en 2021 el premio a la investigación en el IPN. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.

 fgalvan@ipn.mx

 orcid.org/0000-0002-7613-4617

 www.tiburonesyrayascicimar.com

Laura Arreola Mendoza

Secretaría de Investigación y Posgrado, Instituto Politécnico Nacional

Médico, Cirujano y Partero por la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Es Maestra y Doctora en Ciencias con la especialidad de Toxicología por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Autora de 29 artículos publicados en revistas nacionales e internacionales y 5 capítulos de libros, incluyendo temas sobre el estudio de los mecanismos de acción del efecto hipoglucemiante de plantas medicinales empleadas en el tratamiento de la diabetes y en el impacto de la contaminación ambiental en la salud. Actualmente es parte del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel II.

Cuenta con una trayectoria profesional de más de 22 años al interior del IPN, donde ha desempeñado cargos académicos y directivos. De estos últimos, fue Jefa del Departamento de Biociencias e Ingeniería en el Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD), Subdirectora Interina Académica y de Investigación, y Directora Interina de este mismo Centro. Posteriormente, fungió como Directora de Investigación del Instituto. Desde enero del 2022 es la titular de la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN.

 larreola@ipn.mx

 orcid.org/0000-0003-2547-0335

Ana Judith Marmolejo Rodríguez

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (cicimar) del Instituto Politécnico Nacional (ipn), La Paz, México

Su principal interés se centra en la biogeoquímica de elementos mayores y trazas en diversas matrices de sistemas costeros. Ha participado en 53 artículos científicos en revistas indexadas y tiene 560 citas (SCOPUS), en 457 documentos, lo que la clasifica en un índice $h = 13$. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II. Ha dirigido proyectos de investigación relacionados con su tema principal y actualmente es directora del proyecto multidisciplinario y multired 2022 titulado: Modelación ecogeoquímica de sistemas costeros hacia una sola salud. Ha participado en numerosos programas de cruceros científicos oceanográficos desde 1986 hasta la fecha. Trabaja con elementos mayores y traza en sedimentos de diferentes sistemas costeros con un aporte natural (líneas de base) y/o influencias antropogénicas. Recientemente, colabora con investigadores del CICIMAR centrándose en diversos aspectos de la contaminación (elementos potencialmente tóxicos, hidrocarburos, pesticidas y microplásticos) del mar y de diferentes tejidos de organismos marinos, así como en la transferencia materna de metales en algunos elasmobranchios. También es revisora de numerosos artículos en revistas indexadas. Su doctorado y maestría se centró en Ciencias ambientales y alimentarias, aspectos analíticos y toxicológicos de la Universidad de Vigo, España, su tesis doctoral se desarrolló en el Laboratorio de Biogeoquímica del Instituto de Investigaciones Marinas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IIM-CSIC) en Vigo, España. También tiene Maestría en Acuicultura y Licenciatura en Oceanografía Química de la Universidad de Colima en México. En el CICIMAR-IPN, ha sido directora/codirectora de tesis de estudiantes de doctorado y de maestría y actualmente tiene a cargo a tres estudiantes de posgrado realizando su investigación. También es profesora en los cursos de posgrado de: Geoquímica Marina, Oceanografía Química e Impacto Ambiental. Durante sus primeros años de carrera, trabajó como técnico académico en el Laboratorio de Físicoquímica Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMYL, Ciudad Universitaria) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). También trabajó en los laboratorios de Geología Marina y Oceanografía Química del ahora Instituto Oceanográfico del Pacífico, en la Secretaría de Marina de la Armada de México en Manzanillo, México.

 amarmole@ipn.mx

 orcid.org/0000-0002-8913-2522

Los elasmobranquios

Los elasmobranquios¹ han ganado relevancia en todo el mundo debido a la creciente demanda mundial de sus aletas, músculo, aceite de hígado, escualeno y cartílago, que se destinan principalmente al consumo humano y a otras aplicaciones en una amplia gama de productos industriales (Gilbert et al., 2015). En México, constituyen aproximadamente 80% de los desembarques de la pesca artesanal y casi todo es consumido dentro del país (Bonfil, 1997).

Pero, el lento crecimiento de los elasmobranquios, las bajas tasas reproductivas y la sobreexplotación de sus poblaciones ha conducido a que muchas especies de este grupo de peces cartilaginosos se hayan incluido en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), bajo las categorías de "En peligro", "Vulnerable" y "Casi

amenazado". Además, al ser especies de alto nivel trófico, los tiburones, son muy susceptibles a la acumulación de elementos potencialmente tóxicos del medio marino, como el mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb) y arsénico (As). Así, por su relevancia en el consumo humano, constituyen una ruta potencial de exposición del hombre a dichos elementos.

Durante años, los ecosistemas marinos han recibido cargas de metales producidas por diversas actividades humanas (Alves et al., 2016). La concentración de mercurio (Hg) en los océanos casi se ha triplicado en las últimas décadas, producto de la influencia antropogénica (Kim et al., 2019). La bioacumulación de estos elementos en los organismos puede ser muy variable, incluso dentro de una misma especie, pues depende de varios factores como: la disponibilidad del elemento en el hábitat, tamaño corporal, edad, sexo, hábitos de alimentación y



Imagen 1. Individuos de tiburón azul capturados en Yucatán.
Crédito: Francisco Javier Aguilar Chávez/CONABIO.

¹ Peces de esqueleto cartilaginoso. Las especies más representativas son los tiburones, las rayas y quimeras

tasa de crecimiento (Jardine et al., 2013). De ahí la relevancia de realizar estudios periódicos en especies de importancia comercial, que puedan resultar un riesgo para las personas, fundamentalmente en zonas donde la pesca es la actividad económica fundamental y se consideran una fuente principal de nutrición.

La carne de pescado y la alimentación

La carne de pescado contribuye a una dieta saludable al proporcionar aminoácidos y nutrientes de alto valor (vitaminas y minerales) y es una fuente excelente de ácidos grasos omega-3 esenciales, asociados con muchos beneficios para la salud (Domingo et al., 2006). Aunque altamente nutritivo, el consumo excesivo de organismos marinos puede tener efectos adversos significativos en la salud

humana, justo por la acumulación de elementos tóxicos (Castro-González y Méndez-Armenta, 2008; Järup, 2003). Debido a ello, organizaciones de salud y protección ambiental de diferentes países han establecido límites máximos de concentración de estos elementos en determinadas especies, para un consumo seguro.

Las dosis de consumo, la edad de la persona, y las formas químicas de los elementos, son algunos de los factores principales que determinan la ocurrencia y severidad de los efectos adversos a la salud humana (Zuluaga-Rodríguez et al., 2015).

Efectos del mercurio

El mercurio está entre los metales pesados más estudiados, por el daño potencial que puede provocar en los organismos. Entre las principales



Imagen 2. Individuos de varias especies de elasmobranquios capturados en Oaxaca. Crédito: Minerva Guillen Lugo/CONABIO.

consecuencias asociadas al consumo excesivo de carne de pescado con elevadas concentraciones de mercurio están la degeneración de la corteza occipital y el cerebelo, lo que causa *parestesia* (sensaciones anormales de cosquilleo, calor o frío en la piel), *ataxia* (falta de coordinación), daño sensorial y pérdida de la memoria, síntomas auditivos, accidente cerebrovascular isquémico, demencia y depresión (Castro-González et al., 2008; Dietz et al., 2013). Además de atacar al sistema nervioso central, el mercurio afecta la función renal, las células sanguíneas, y el metabolismo de la vitamina D y el calcio. Los fetos en desarrollo, los bebés y los niños pequeños son especialmente vulnerables a los efectos del Hg en su desarrollo neuronal, debido a que su cerebro y sistema nervioso todavía se están desarrollando y la barrera hematoencefálica² es incompleta (Ordiano-Flores et al., 2011).



Imagen 3. Esquema del tiburón azul (*Prionace glauca*). Crédito: elaboración propia.

Tiburón azul (*Prionace glauca*)

El tiburón azul se caracteriza por presentar un cuerpo largo y delgado con el dorso azul oscuro, azul brillante en los costados, y una clara delimitación con la parte inferior de color blanco.

Es una especie longeva (aproximadamente 20 años) y de gran talla, pues alcanza hasta 4.0 m de largo total (Compagno et al., 2005). Estos tiburones presentan un comportamiento migratorio, con patrones de movimientos verticales y horizontales complejos en la columna de agua, que han sido relacionados con la búsqueda activa de sus presas, con su reproducción y con las variaciones temporales de acuerdo con la temperatura del agua (Kohler et al., 2002; Pikitch et al., 2008; Skomal y Natanson, 2003). De hecho, se ha determinado que pueden moverse entre los 200 y 600 m de profundidad, lo cual ha sido asociado a la búsqueda de alimento (Carey et al., 1990; Kohler et al., 2002).

El tiburón azul es uno de los más abundantes a nivel mundial y uno de los más pescados, con un estimado de 20 millones de individuos capturados anualmente como especie objetivo o captura secundaria (Bonfil, 1994; Stevens, 2009). Es la especie principal de la pesca artesanal en la costa oeste de la península de Baja California, México, al representar alrededor de 33% de todas las especies de tiburones capturadas en la zona (Cartamil et al., 2011; Ramírez-Amaro et al., 2013).

Al ser una especie de gran tamaño, alto nivel trófico, longeva y altamente migratoria es muy propensa a acumular elementos potencialmente tóxicos en sus tejidos. En la región de Baja California Sur, varios investigadores encontraron en el músculo de los adultos de esta especie concentraciones de mercurio por encima del límite máximo permisible establecido para

²La barrera hematoencefálica permite que ciertas sustancias como el agua, el oxígeno, el dióxido de carbono y los anestésicos generales, pasen al encéfalo. También impide la entrada de bacterias y otras sustancias que pueden ser contaminantes o dañinas.



Imagen 4. Tiburón azul (*Prionace glauca*). Crédito: Colección ictiológica CICIMAR/CONABIO.

el consumo humano: (1.0 mg/Kg) por la Norma Oficial Mexicana (NOM-242-SSA1-2009) (Escobar-Sánchez et al., 2011; Barrera-García et al., 2012; Maz-Courrau et al., 2012). Sin embargo, Lara et al. (2022), en individuos juveniles del tiburón azul, reportaron una concentración promedio de mercurio inferior al límite máximo permisible, por lo que su ingesta no representa un riesgo para la población. No obstante, estos autores sugieren como medida de precaución que los niños, como sector más vulnerable, no consuman más de 0.09 kg de carne de tiburón azul a la semana.

Además, el consumo debe mantenerse al mínimo en niños y mujeres embarazadas que son los sectores de la población más vulnerables a los efectos de la bioacumulación de mercurio, ya que hay que tener en cuenta las afectaciones en el desarrollo neuronal que puede provocar el consumo excesivo en los fetos, los bebés y los niños pequeños, pues su cerebro y sistema nervioso están en fase de desarrollo y la barrera hematoencefálica es incompleta.

Referencias

- ❖ Alves, L. M., Nunes, M., Marchand, P., Le Bizec, B., Mendes, S., Correia, J. P., y Novais, S. C. (2016). Blue sharks (*Prionace glauca*) as bioindicators of pollution and health in the Atlantic Ocean: Contamination levels and biochemical stress responses. *Science of the Total Environment*, 563-564, 282-92.. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.085>
- ❖ Barrera-García, A., O'Hara, T., Galván-Magaña, F., Méndez-Rodríguez, L. C., Castellini, J. M., y

Consideraciones finales

De manera independiente a que la concentración de mercurio esté por debajo del límite máximo establecido para un consumo seguro, en regiones costeras donde las especies de tiburón constituyen una fuente importante de alimentación y puede que no se tenga claridad con la identificación de la especie que se esté consumiendo, lo más acertado sería que el consumo a la semana sea limitado.

- Zenteno-Savín, T. (2012). Oxidative stress indicators and trace elements in the blue shark (*Prionace glauca*) off the east coast of the Mexican Pacific Ocean. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 156(2), 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2012.04.003>
- ❖ Bonfil, R. (1994). *Overview of World Elasmobranch Fisheries*. Food & Agriculture Organization of the UN (FAO).
- ❖ Bonfil, R. (1997). Status of shark resources in the Southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fisheries Research*, 29(2), 101-117. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(96\)00536-X](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00536-X)
- ❖ Carey, F. G., Scharold, J. V., y Kalmijn, A. J. (1990). Movements of blue sharks (*Prionace glauca*) in depth and course. *Marine biology*, 106(3), 329-342. <https://doi.org/10.1007/BF01344309>
- ❖ Cartamil, D., Santana-Morales, O., Escobedo-Olvera, M., Kacev, D., Castillo-Geniz, L., Graham, J. B., Rubin, R. D. y Sosa-Nishizaki, O. (2011). The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California, Mexico. *Fisheries Research*, 108(2-3), 393-403. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.01.020>
- ❖ Castro-González, M. I., y Méndez-Armenta, M. (2008). Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental toxicology and pharmacology*, 26(3), 263-271. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2008.06.001>
- ❖ Compagno, L., Dando, M. y Fowler, S. (2005). *Sharks of the world: Princeton Field Guides*. Princeton University Press.
- ❖ Dietz, R., Sonne, C., Basu, N., Braune, B., O'Hara, T., Letcher, R. J., M., Scheuhammer, Andersen, Andreassen, C., Andriashek, D., Asmund, G., Aubail, A., Baagøe, H., Born, E. W., Chan, H. M, A., Derocher, E., Grandjean, P., Knott, K., Kirkegaard, M., Krey, A., Lunn, N., Messier, F., Obbard, M., Olsen, Ostertag, M. T., S., E. Peacock, A. Renzoni, F. F., Rigét, J. U. Skaare, G. Stern, I. Stirling, M. Taylor, O. Wiig, S. Wilson y Aars, J. (2013). What are the toxicological effects of mercury in Arctic biota? *Science of the Total Environment*, 443, 775-790. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.046>
- ❖ Domingo, J. L., Bocio, A., Falcó, G., y Llobet, J. M. (2006). Benefits and risks of fish consumption: Part I. A quantitative analysis of the intake of omega-3 fatty acids and chemical contaminants. *Toxicology*, 230(2-3), 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2006.11.054>
- ❖ Escobar-Sánchez, O., Galván-Magaña, F., y Rosiles-Martínez, R. (2011). Biomagnification of mercury and selenium in blue shark *Prionace glauca* from the Pacific Ocean off Mexico. *Biological Trace Element Research*, 144(1), 550-559. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9040-y>
- ❖ Gilbert, J. M., Reichelt-Brushett, A. J., Butcher, P. A., McGrath, S. P., Peddemors, V. M., Bowling, A. C., y Christidis, L. (2015). Metal and metalloid concentrations in the tissues of dusky *Carcharhinus obscurus*, sandbar *C. plumbeus* and white *Carcharodon carcharias* sharks from south-eastern Australian waters, and the implications for human consumption. *Marine pollution bulletin*, 92(1-2), 186-194. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.037>

- ❖ Jardine, T. D., Kidd, K. A., y O'Driscoll, N. (2013). Food web analysis reveals effects of pH on mercury bioaccumulation at multiple trophic levels in streams. *Aquatic toxicology*, 132-133, 46-52. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.01.013>
- ❖ Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British medical bulletin*, 68(1), 167-182. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg032>
- ❖ Kim, H., Lee, K., Lim, D.-I., Nam, S.-I. y Han, S.H. (2019). Increase in anthropogenic mercury in marginal sea sediments of the Northwest Pacific Ocean. *Science of the Total Environment*, 654, 801-810. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.076>
- ❖ Kohler, N. E., Turner, P. A., Hoey, J. J., Natanson, L. J., y Briggs, R. (2002). Tag and recapture data for three pelagic shark species: blue shark (*Prionace glauca*), shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*), and porbeagle (*Lamna nasus*) in the North Atlantic Ocean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54(4), 1231-1260. <https://corpora.tika.apache.org/base/docs/govdocs1/244/244059.pdf>
- ❖ Lara, A., Galván-Magaña, F., Elorriaga-Verplancken, F. R., Marmolejo-Rodríguez, A. J., González-Armas, R., Arreola-Mendoza, L., Sujitha, B., Jonathan, M.P. y Pantoja-Echevarría, L. M. (2022). Mercury, selenium and cadmium in juvenile blue (*Prionace glauca*) and smooth hammerhead (*Sphyrna zygaena*) sharks from the Northwest Mexican Pacific coast. *Marine Pollution Bulletin*, 175, 113311. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113311>
- ❖ Maz-Courrau, A., López-Vera, C., Galvan-Magaña, F., Escobar-Sánchez, O., Rosiles-Martínez, R., y Sanjuán-Muñoz, A. (2012). Bioaccumulation and biomagnification of total mercury in four exploited shark species in the Baja California Peninsula, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88(2), 129-134. <https://doi.org/10.1007/s00128-011-0499-1>
- ❖ Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba. (2011). *Diario Oficial de la Federación*. Secretaría de Gobernación. <https://cutt.ly/rXQY8UY>
- ❖ Ordiano-Flores, A., Galván-Magaña, F., y Rosiles-Martínez, R. (2011). Bioaccumulation of mercury in muscle tissue of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, of the eastern Pacific Ocean. *Biological trace element research*, 144, 606-620. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9136-4>
- ❖ Pikitch, E. K., Camhi, M. D. y Babcock, E. A. (2008). Introduction to Sharks of the open ocean. En M. D. Camhi, Ellen K. Pikitch, y E. A. Babcock (Eds.), *Sharks of the open ocean: biology, fisheries and conservation* (pp. 3-13). Blackwell Scientific Publications. <https://doi.org/10.1002/9781444302516.ch1>
- ❖ Ramírez-Amaro, S. R., Cartamil, D., Galván-Magaña, F., González-Barba, G., Graham, J. B., Carrera-Fernández, M., Escobar-Sánchez, O., Sosa-Nishizaki, O. y Rochín-Alamillo, A. (2013). The artisanal elasmobranch fishery of the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico, management implications. *Scientia Marina*, 77(3): 473-487. <https://doi.org/10.3989/scimar.03817.05A>

- ❖ Skomal, G. B., y Natanson, L. J. (2003). Age and growth of the blue shark (*Prionace glauca*) in the North Atlantic Ocean. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54(4), 1212-1230. <https://cutt.ly/IXQSEYL>
- ❖ Stevens, J. D. (2009). *Prionace glauca*. UICN Red List of Threatened Species. Consultado el 11 de septiembre de 2011 de www.iucnredlist.org
- ❖ Zuluaga Rodríguez, J., Gallego Ríos, S. E., y Ramírez Botero, C. M. (2015). Content of Hg, Cd, Pb and as in fish species: a review. *Vitae*, 22(2), 148-159.