



Revista Peruana de Biología

ISSN: 1561-0837

revistaperuana.biologia@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San

Marcos

Perú

Gonzalez-Pestana, Adriana; Alfaro-Shigueto, Joanna; Mangel, Jeffrey C.; Espinoza, Pepe
Niveles de mercurio en el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes:
Sphyrnidae) del norte del Perú

Revista Peruana de Biología, vol. 24, núm. 4, diciembre, 2017, pp. 407-411

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195053910008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

NOTA CIENTÍFICA

Niveles de mercurio en el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) del norte del Perú

Mercury levels in the Smooth Hammerhead Shark *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) from Northern Peru

Adriana Gonzalez-Pestana^{1,2*}, Joanna Alfaro-Shigueto^{1,2,3}, Jeffrey C. Mangel^{1,3} y Pepe Espinoza^{2,4}

*Autor para correspondencia

1 ProDelphinus. Jose Galvez 780-e, Lima 18, Perú.

2 Universidad Científica del Sur. Facultad de Biología Marina, Panamericana Sur, Km 19, Lima, Perú.

3 Center for Ecology and Conservation, School of Biosciences, University of Exeter. Cornwall Campus, Penryn, Cornwall TR10 9EZ, United Kingdom

4 Instituto del Mar del Perú. Esquina Gamarra con General Valle, Chucuito, Callao, Perú.

Email Adriana Gonzalez-Pestana: adriana@prodelphinus.org

Email Joanna Alfaro-Shigueto: jas_26@yahoo.com

Email Jeffrey C. Mangel: jeffrey_mangel@yahoo.com

Email Pepe Espinoza: paespinoza@gmail.com

Resumen

El tiburón martillo (*Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)) es una de las especies de elasmobranchios más utilizada para consumo humano en el Perú. Sin embargo, se desconoce los niveles de mercurio que contiene su carne. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los niveles de mercurio hallados en el músculo del tiburón martillo y su posible implicancia en la salud humana. Además, determinar si existe una correlación entre el tamaño del tiburón y los niveles de mercurio. Analizamos 27 muestras de músculo de neonatos y juveniles capturados en el norte del Perú. La concentración de mercurio varió entre 0.13 – 0.85 mg kg⁻¹ peso húmedo. Se encontró una relación negativa y significativa entre el tamaño corporal del tiburón y los niveles de mercurio. Este trabajo representa el primer estudio que evalúa los niveles de mercurio de tiburones en el Perú. Si bien los valores hallados fueron menores a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (< 1 mg kg⁻¹), se recomienda ampliar este tipo de estudios en individuos adultos de tiburón, así como en otros recursos hidrobiológicos de consumo humano.

Palabras clave: mercurio; tiburones, Perú; elasmobranchios; Bioacumulación; Biomagnificación; Metales traza; Contaminación marina; salud pública; contaminante de alimentos.

Abstract

The smooth hammerhead shark *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) is one of the elasmobranch species most used for human consumption in Peru. However, the level of mercury in hammerhead muscle tissue is unknown. This study assessed the level of mercury found in the muscle of hammerhead sharks and its relation with human health. Moreover, we evaluated the relationship between shark body size and mercury levels. We analyzed 27 muscle samples of neonates and juveniles captured in northern Peru. Mercury concentrations varied between 0.13 and 0.86 mg kg⁻¹ wet weight. Moreover, we found a negative and significant relationship between shark body size and mercury levels. This study represents the first evaluation of mercury levels of sharks in Peru. Although the values found do not exceed levels recommended by the World Health Organization (< 1 mg kg⁻¹), we recommend expanding this study to include other size classes of sharks as well as other marine resources used for human consumption.

Keywords: mercury; sharks, Peru; elasmobranchs; Bioaccumulation; Biomagnification; Trace metals; Marine pollution; public health; food contaminant.

Citación:

Gonzalez-Pestana A., J. Alfaro-Shigueto, J.C. Mangel y P. Espinoza. 2017. Niveles de mercurio en el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) del norte del Perú. Revista peruana de biología 24(4): 407 - 411 (diciembre 2017). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i4.14066>

Presentado: 26/04/2017

Aceptado: 20/10/2017

Publicado online: 14/12/2017

Información sobre los autores:

AGP lideró el diseño de la investigación, la colección y análisis de la data y preparación del manuscrito. JAS y JCM asistieron en la preparación del manuscrito. PE asistió en el diseño de la investigación y la preparación del manuscrito.

Los autores no incurren en conflictos de intereses

Fuentes de financiamiento: La fundación PADI financio la colecta de las muestras y el Laboratorio Littoral Environnement et Sociétés Laboratory de la Université de La Rochelle financio el análisis de las muestras.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

El tiburón martillo (*Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)) es L T) y se xado s. Ade m ás, se cate gorizó el esta di uno de los pe ces más gran des del Pa cí f i c o, se gún el pu nta do de la c i c a t r i z a c i ó n de la abe r t u r a hasta 4 m e t r o s de l o n g i t u d (F o w l e r e t a l ., 2005). E n e s o p o r t e se d e t a n u n a r e p r o d u c c i ó n Perú es u n a i m p o r t a n t e z o n a de c r i a n z a. Se c o n s i d e r ó a (i) h e r i d a a b i e r t a, (i i) h e r i d a p a e s p e c i e, y e l l u g a r d o n d e c u m p l e u n r o l i i i) h e r i d a p e r m a n e n t e c e r r a d a, (i v) c i c a t a l a l i m e n t a r s e p r i n c i p a l m e n t e de c e f a l o p o d e s, a l ., 2011). E l l e a q u i t i b u r o n e s f u e r o n c o de H u m b o l d t (*Sphyrna tiburo*) y e l c a l a m a (*Dorichthys*) c u a n d o m o s t r a b a n l a s c o n d i c i o n e s (i) y (i i) (*Sphyrna tiburo*) y e l c a l a m a (*Dorichthys*) c u a n d o m o s t r a b a n l a s c o n d i c i o n e s (i i i) y (i v) (B u s h g a h i) (C a s t a ñ e d a 2001, G o n z á l e z - P e s t a n a 2004).

[illegible]

Debido al estado de sus poblaciones, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) determinó que *S. zygaena* se encuentra en estado vulnerable (Categoría 2.3). La calidad analítica y la confiabilidad de las lecturas de mercurio certificadas por el Comité de Pesca del Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES), al principio y al final de cada año, se utilizaron para determinar las concentraciones de Hg en el tejido de la aleta pectoral (CITES, 2016). En Perú, desde el 2016, se estableció una comparación con otros estudios temporales y una cuota de pesca para esta especie (RM-008-2016-PRODUCE), siendo ésta la primera medida de gestión tal fue logarítmica en que se establece para tiburones en el Perú.

El tiburón martillo es un depredador de gran importancia en la red trófica de la zona de estudio. Su presencia en la zona de estudio ha sido reportada por varios autores (Pineda et al. 2002, Storelli et al. 2003, García et al. 2012). En el Perú el consumo promedio de pescado es de 15.4 kg por persona (CNE I 2015), siendo una fuente importante de proteína. En la zona peruana han evaluado los niveles de contaminación por metales pesados (Rabitto et al. 2011), sin embargo, los estudios hidrobiológicos marinos y su relación con la salud humana han sido poco explorados.

Este trabajo tiene como objetivo informar sobre los niveles de mercurio en el músculo del tiburón entre 0,13 y 0,85 mg/kg en peso húmedo. La correlación entre los valores de Hg y la edad aritméticamente promedio de los tiburones fue negativa ($r = -0,5$, $p < 0,001$) (Fig. 1). Además, se encontraron diferencias significativas entre los valores de Hg en los tiburones de diferentes edades ($p < 0,001$) (Fig. 1). No se pudo determinar la correlación entre el tamaño del tiburón y los niveles de mercurio. Además, considerando que estudios previos han determinado una relación entre el tamaño del tiburón y los niveles de mercurio (Adam et al. 1999, Pinho et al. 2001, Kiszka et al. 2015), también discutimos la correlación entre el tamaño del tiburón, su estado de desarrollo y los niveles de mercurio.

Materiales y métodos

Las muestras fueron colectadas en los puertos de Aca pulco (CE 2006) en el norte del Perú, entre los meses de enero y febrero, en la Comisión Europea (CE 2006) y San José (Lambayeque) en el norte del Perú, (LMP) para el consumo humano de mercurio.

Discusión

Según la Organización Mundial de la Salud (OM), los puertos de Acapulco (CE 2006) el ítem más que en el norte del Perú, (LMP) para el consumo humano de mercurio, entre los meses de enero

Tabla 1. Valores de los niveles de mercurio (en peso húmedo) encontrados en el músculo de tiburones martillo durante el año 2013. Sexo (H: hembra, M: macho), grado de cicatrización de la abertura umbilical (i: herida abierta, ii: herida parcialmente abierta, iii: herida completamente cerrada).

Longitud total (cm)	Sexo	Grado cicatrización abertura umbilical	Localidad	Hg (mg/kg) seco	Hg (mg/kg) húmedo
57	H	ii	Acapulco	2.93	0.73
60	H	i	Acapulco	1.66	0.42
61	H	i	Acapulco	3.42	0.85
62	M	i	Acapulco	2.52	0.63
63	H	iii	Acapulco	1.37	0.34
65	M	ii	Acapulco	1.74	0.44
66	M	i	Acapulco	2.30	0.57
68	H	ii	Acapulco	1.78	0.45
68	M	iii	Acapulco	2.50	0.63
69	H	ii	Acapulco	1.60	0.40
70	H	ii	Acapulco	1.46	0.36
70	M	i	Acapulco	2.02	0.51
70	H	i	Acapulco	1.51	0.38
71	H	ii	Acapulco	2.72	0.68
72	M	iii	Acapulco	1.42	0.35
72	M	iii	Acapulco	0.80	0.20
72	M		San Jose	1.69	0.42
72.5	M	iii	Acapulco	0.92	0.23
74	H		San Jose	1.12	0.28
76	M	iii	Acapulco	0.56	0.14
77	H	iii	Acapulco	0.73	0.18
78	M	iii	Acapulco	0.83	0.21
78	H	iii	Acapulco	0.74	0.18
83	M	iii	Acapulco	0.93	0.23
87	H	iii	Cancas	0.99	0.25
89	M	iii	Cancas	0.54	0.13
93	M	iii	Cancas	0.85	0.21

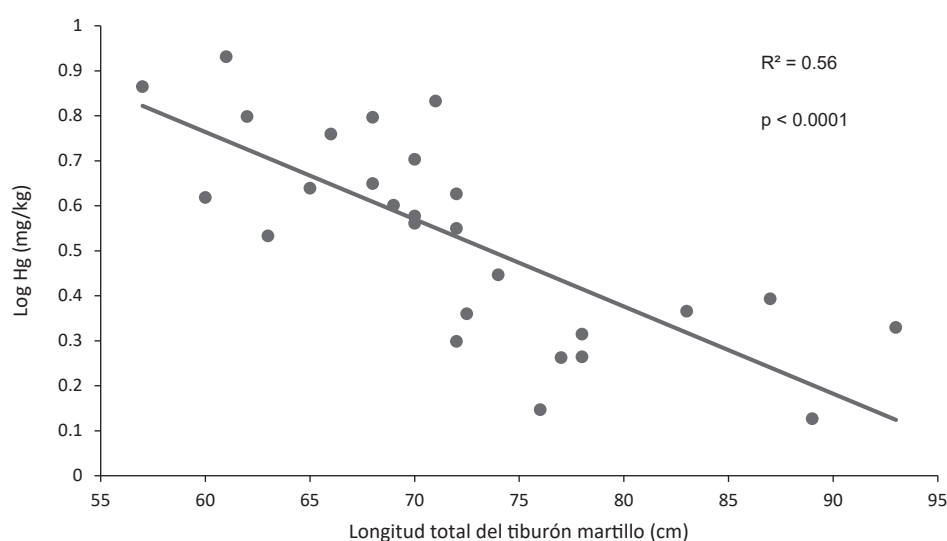


Figura 1. Relación entre el tamaño corporal del tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*) y los niveles de mercurio total logarítmicamente transformados hallados en músculo. N= 27.

Tabla 2. Comparación con otros valores de mercurio hallados en músculo de otras especies de tiburones (valores en mg/kg en peso húmedo). Se presenta la desviación estándar (\pm DE) de estudios sin rangos de niveles de mercurio.

Especie	Lugar	Niveles de Hg promedio	Rango niveles de Hg	Referencia
<i>Sphyrna zygaena</i>	Peru	0.39	0.13-0.85	Este estudio
<i>Sphyrna zygaena</i>	Baja California Sur	0.16	0.005-1.93	Escobar et al. (2010)
<i>Sphyrna zygaena</i>	Baja California Sur	0.25	0.06-0.70	Maz-Courrau et al. (2012)
<i>Sphyrna zygaena</i>	Mediterráneo	12.15	8.55-21.07	Storelli et al. (2003)
<i>Sphyrna lewini</i>	Norte de Australia	1.15	0.29-4.92	Lyle (1984)
<i>Sphyrna mokarran</i>	Norte de Australia	1.59	0.21-4.33	Lyle (1984)
<i>Sphyrna mokarran</i>	Sudeste de Florida	1.65 (\pm 0.4)		Rumbold et al. (2014)
<i>Prionace glauca</i>	Chile	0.05 (\pm 0.03)		López et al. (2013)
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Chile	0.04 (\pm 0.02)		López et al. (2013)

kg⁻¹ en peso húmedo para peces de predador en el mar, los resultados contradicen a los tiburones. Así, de las muestras analizadas, se vio que en la reproducción de tiburones por debajo del LMP. Sin embargo, de los embriones estudiados, el número de muestras analizadas fue bajo y a diferencia de un bilical que las tallas correspondientes a sub-adultos y adultos (Eow et al. 2005). Por ende, es recomendable realizar más estudios. El mercurio observado en los neonatos y juvenes

Los tiburones son indicadores del estado de salud de los ecosistemas marinos, porque como depredadores de otros organismos, estos tiburones acumulan los mayores niveles de mercurio en la red alimenticia. Debido a la bioacumulación y biomagnificación (Wheeler 1996, Maz-Courrau et al. 2012), por lo tanto, la Agencia de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (Food and Drug Administration, FDA) aconseja no consumir de predadores como el tiburón en el Pacífico Sur y los tiburones y peces espada (https://www.fda.gov/oc/ohrt/ohrt.htm) en el Perú. De mercurio del tiburón martillo en el Pacífico (México y más capturados y consumidos en Chile) son menores comparados con los de los tiburones de la zona de Chile y Australia y Florida (Tabla 2). Si bien los niveles de mercurio en tiburones son bajos, la contaminación por mercurio en el medio ambiente humano. Por otro lado, los bajos niveles de mercurio en los tiburones de Chile y Australia y Florida son bajos, lo que sugiere que el ecosistema marino de Chile y Australia y Florida es saludable y no necesita otros estudios que lo demuestren. La contaminación por mercurio en el medio ambiente humano es un problema de salud pública y se necesita más estudios que lo demuestren. La contaminación por mercurio en el medio ambiente humano es un problema de salud pública y se necesita más estudios que lo demuestren.

Los bajos niveles de mercurio que se presentaron en los tiburones de Chile y Australia y Florida son bajos, lo que sugiere que el ecosistema marino de Chile y Australia y Florida es saludable y no necesita otros estudios que lo demuestren. La contaminación por mercurio en el medio ambiente humano es un problema de salud pública y se necesita más estudios que lo demuestren. La contaminación por mercurio en el medio ambiente humano es un problema de salud pública y se necesita más estudios que lo demuestren.

Los bajos niveles de mercurio que se presentaron en los tiburones de Chile y Australia y Florida son bajos, lo que sugiere que el ecosistema marino de Chile y Australia y Florida es saludable y no necesita otros estudios que lo demuestren. La contaminación por mercurio en el medio ambiente humano es un problema de salud pública y se necesita más estudios que lo demuestren. La contaminación por mercurio en el medio ambiente humano es un problema de salud pública y se necesita más estudios que lo demuestren.

Diversos estudios han demostrado una correlación positiva entre el tamaño corporal del tiburón y los niveles de mercurio (Adams et al. 1999, Penedo de Pinho et al. 2001, Barrera-García et al. 2015), debido a que son organismos longevos y tienen una tasa metabólica, por lo que sus niveles de mercurio se acumulan con la edad y por ende con su tamaño. (Wetherbee et al. 2004, Maz-Courrau et al. 2012).

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. David Sánchez por el apoyo en la toma de muestras y al Dr. David Sánchez por el apoyo en la toma de muestras.

Literatura citada

- Adams D. H. & R. H. Jr. McMichael 1999. Mercury levels in four species of sharks from the Atlantic coast of Florida. *Fishery Bulletin* 97:372-379.
- Barrera-García A., T. O'Hara, F. Galván-Maga-a, L.C. Mendez-Rodríguez, J.M. Castellini & T. Zenteno-Savín. 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* 156:59-66. https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2012.04.003

- Bush A. 2003. Diet and diel feeding periodicity of juvenile scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, in Kane'ohe Bay, O'ahu, Hawaii. *Environmental Biology of Fishes* 67:1-11. <https://doi.org/10.1023/A:1024438706814>
- Casper B.M., A. Domingo, N. Gaibor, M.R. Heupel, E. Kotas, A.F. Lamónaca, J.C. Pérez-Jimenez, C. Simpfendorfer, W.D. Smith, J.D. Stevens, A. Soldo, & C.M. Vooren. 2005. *Sphyrna zygaena*. The IUCN Red List of Threatened Species 2005: e.T39388A10193797. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2005.RLTS.T39388A10193797.en>. Downloaded on 19 October 2017.
- Castañeda J. 2001. Biología y Pesquería del tiburón martillo (*S. zygaena*) en Lambayeque, 1991-2000. Instituto del Mar del Perú, Informe Progresivo 139: 17-32.
- Cheung G.C.K. & C.Y. Chang. 2011 Cultural identities of Chinese business: networks of the shark-fin business in Hong Kong. *Asia Pacific Business Review* 17(3): 343-359. <https://doi.org/10.1080/13602380903461623>
- Coelho R., J. Fernandez-Carvalho, S. Amorim & M. N. Santos. 2011. Age and growth of the smooth hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, in the Eastern Equatorial Atlantic Ocean, using vertebral sections. *Aquatic Living Resources* 24(4): 351-357. <https://doi.org/10.1051/alr/2011145>
- Comisión Europea (CE). 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Disponible en: <http://ec.europa.eu>.
- Fowler S.L., R.D. Cavanagh & M. Camhi. 2005. International Union for the Conservation of Nature Red List assessments. In: Fowler S.L., R.D. Cavanagh, M. Camhi, G.H. Burgess, G.M. Cailliet, S.V. Fordham, C.A. Simpfendorfer, J.A. Musick (eds) *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes*: 332-333. Status Survey. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- García-Hernandez J., L. Cadena-Cardenas, M. Betancourt-Lozano, L.M. García-De-La-Parra, L. García-Rico & F. Marquez-Fariás. 2007. Total mercury content found in edible tissues of top predator fish from the Gulf of California, Mexico. *Toxicological Environmental Chemistry* 89:507-522. <https://doi.org/10.1080/02772240601165594>
- Gilly W.F., U. Markaida, C.H. Baxter, B.A. Block, A. Boustany, L. Zeidberg, K. Reisenbichler, B. Robison, G. Bazzino & C. Salinas. 2006. Vertical and horizontal migrations by the jumbo squid *Dosidicus gigas* revealed by electronic tagging. *Marine Ecology Progress Series* 324:1-17. <https://doi.org/10.3354/meps324001>
- Gonzalez-Pestana A. 2014. Ecología trófica y áreas de crianza del tiburón martillo, *Sphyrna zygaena*, juvenil en la zona norte del Perú. Tesis de pregrado. Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
- Gonzalez-Pestana A., J.C. Kouri & X. Velez-Zuazo. 2016. Shark fisheries in the Southeast Pacific: A 61-year analysis from Peru. *F1000 Research* 3:164. <https://doi.org/10.12688/f1000research.4412.2>
- Kiszka J., A. Aubail, N. Hussey, M. Heithaus & F. Caurant. 2015. Plasticity of trophic interactions among sharks from the oceanic south-western Indian Ocean revealed by stable isotope and mercury analyses. *Deep Sea Research I* 96:49-58. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2014.11.006>
- López S., N. L. Abarca & R. Meléndez. 2013. Heavy metal concentrations of two highly migratory sharks (*Prionace glauca* and *Isurus oxyrinchus*) in the southeastern Pacific waters: comments on public health and conservation. *Tropical Conservation Science* 6(1): 126-137. <https://doi.org/10.1177/194008291300600103>
- Lyle J. M. 1984. Mercury concentrations in four carcharhinid and three hammerhead sharks from coastal waters of the Northern Territory. *Marine and Freshwater Research* 35(4): 441. <https://doi.org/10.1071/MF9840441>
- Maz-Courrau A., C. López-Vera, F. Galván-Maga-a, O. Escobar-Sánchez, R. Rosiles-Martínez & A. Sanjuán-Mu-oz. 2011. 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>
- Mundy-Taylor V. & V. Crook. 2013. Into The Deep: Implementing CITES Measures For Commercially-Valuable Sharks And Manta Rays. Report prepared for the European Commission, European Union. <http://www.eoht.org/into-the-deep-implementing-cites-for-sharks-and-rays/>
- Ochoa-Díaz M.R. 2009 Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en Baja California Sur: aplicación de ^{13}C y ^{15}N . Tesis de maestría. La Paz, B. C. S., Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Olin J.A., N.E. Hussey, M. Fritts, M.R. Heupel, C.A. Simpfendorfer, G.R. Poulakis & A.T. Fisk. 2011. Maternal meddling in neonatal sharks: implication for interpreting stable isotopes in young animals. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 25:1008-1016. <https://doi.org/10.1002/rcm.4946>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 1997. Codex General standard for contaminants and toxins in foods. CODEX STAN 193-1995. Disponible en: <http://www.codexalimentarius.net>.
- Penedo de Pinho A.P, J.R.D. Guimares, A.S. Martins, P.A.S. Costa, G. Olavo & J. Valentin. 2002. Total mercury in muscle tissue of five shark species from Brazilian offshore waters: effects of feeding habit, sex, and length. *Environmental Research* 89:250-258. <https://doi.org/10.1006/enrs.2002.4365>
- Rabbito I.S., W.R. Bastos, R. Almeida, A. Anjos, I.B. Barbosa de Holanda, R.C. Ferreira Galvao, F. Filipak Neto, et al. 2011. Mercury and DDT exposure risk to fish-eating human populations in Amazon. *Environment International* 37: 56-65. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.07.001>
- RM N° 008-2016-PRODUCE. 2016. Establecen temporada de pesca del recurso tiburón martillo a nivel nacional. El Peruano, NORMAS LEGALES. Viernes 15 de enero de 2016: 575501-575502
- Storelli M., E. Ceci, A. Storelli & G. Marcotrigiano. 2003. Polychlorinated biphenyl, heavy metal and methylmercury residues in hammerhead sharks: contaminant status and assessment. *Marine Pollution Bulletin* 46:1035-1039. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00119-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00119-X)
- Walker T.I. 1976. Effects of species, sex, length and locality on the mercury content of school shark *Galeorhinus australis* (Macleay) and gummy shark *Mustelus antarcticus* Guenther from south-eastern Australian waters. *Australian Journal Marine Freshwater Research* 27: 603-16. <https://doi.org/10.1071/MF9760603>
- Wheeler M. 1996. Measuring mercury. *Environmental Health Perspectives* 104: 826-830. <https://doi.org/10.1289/ehp.96104826>
- Wetherbee B.M. & E. Cortes. 2004. Food consumption and feeding habits. In: Carrier J.A., J.C. Musick & M.R. Heithaus (eds) *Biology of sharks and their relatives*: 223-244. CRC Press, Boca Raton, Florida. <https://doi.org/10.1201/9780203491317.ch8>