



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1367>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador

Evaluation of the presence of mercury (Hg) in swordfish, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) landed in the port of Manta, Ecuador

Avaliação da presença de mercúrio (Hg) no espadarte, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado no porto de Manta, Equador

Gabriel Antonio Loor-Bravo^I
loorgabriel90@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8345-5956>

Jaime David Sánchez-Moreira^{III}
jaime.sanchez@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6466-3223>

Eduardo Xavier Pico-Lozano^{II}
eduardo.pico@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3780-1982>

Klevér Xavier Mendoza-Nieto^{IV}
klever.mendoza@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9724-1139>

Correspondencia: eduardo.pico@uleam.edu.ec

***Recibido:** 30 de junio de 2020 ***Aceptado:** 10 de julio de 2020 *** Publicado:** 18 de julio de 2020

- I. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias del Mar, Manta, Ecuador.
- II. Magíster en alimentos, Biólogo Pesquero, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- III. Magíster en alimentos, Biólogo Pesquero, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- IV. Magister en Administración Ambiental, Biólogo Pesquero, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

Resumen

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar los niveles de concentración de mercurio (Hg) en pez espada (*Xiphias gladius*), en diferentes pesos, y compararlos con los límites máximos establecidos por las normativas nacionales e internacionales. Las muestras de los organismos evaluados fueron recolectadas en el área de desembarque del Puerto de Manta desde agosto de 2016 hasta marzo de 2017, abarcando las dos estaciones climáticas del Ecuador y posteriormente analizadas en laboratorio. Estas muestras fueron procesadas con un analizador de mercurio marca LECO modelo AMA 254, el cual incinera la muestra a 750 °C. Los pesos de los organismos evaluados oscilaron entre 30 y 320 libras., con una media de 92,14 libras y una moda de 83 libras, con niveles de concentración de mercurio (Hg) entre 0,4620 – 3,3197 ppm, con una media de 1,15 ppm y una moda de 0,98 ppm, por lo que se determina que, de las 135 muestras evaluadas, el 56,30% estaban dentro de los límites permisibles y 43,70% estaban fuera del límite según las normativas internacionales; también se comparó con la normativa nacional (INEN) y obtuvimos que solo una muestra (0,74%) cumplía la norma y el 99,26% estaban por encima del límite establecido.

Palabras claves: Mercurio; pez espada; puerto de Manta, bioacumulación.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the concentration levels of mercury (Hg) in swordfish (*Xiphias gladius*), in different weights, and to compare them with the maximum limits established by national and international regulations. The samples of the evaluated organisms were collected in the landing area of the Port of Manta from August 2016 to March 2017, covering the two climatic stations of Ecuador and subsequently analyzed in the laboratory. These samples were processed with a LECO model AMA 254 mercury analyzer, which incinerates the sample at 750 ° C. The weights of the evaluated organisms ranged between 30 and 320 pounds., With a mean of 92.14 pounds and a mode of 83 pounds, with mercury (Hg) concentration levels between 0.4620 - 3.3197 ppm, with a mean of 1.15 ppm and a mode of 0.98 ppm, which is why it is determined that, of the 135 samples evaluated, 56.30% were within the permissible limits and 43.70% were outside the limit according to international standards; It was also compared with the national regulations (INEN) and we obtained that only one sample (0.74%) complied with the standard and 99.26% were above the established limit.

Keywords: Mercury; swordfish; Manta port, bioaccumulation.

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar os níveis de concentração de mercúrio (Hg) em espadarte (*Xiphias gladius*), em diferentes pesos, e compará-los com os limites máximos estabelecidos por regulamentações nacionais e internacionais. As amostras dos organismos avaliados foram coletadas na área de desembarque do Porto de Manta de agosto de 2016 a março de 2017, abrangendo as duas estações climáticas do Equador e posteriormente analisadas em laboratório. Essas amostras foram processadas com um analisador de mercúrio LECO modelo AMA 254, que incinera a amostra a 750 ° C. Os pesos dos organismos avaliados variaram entre 30 e 320 libras., Com uma média de 92,14 libras e um modo de 83 libras, com níveis de concentração de mercúrio (Hg) entre 0,4620 - 3,3197 ppm, com média de 1,15 ppm e moda de 0,98 ppm, portanto, determina-se que, dos 135 amostras avaliadas, 56,30% estavam dentro dos limites permitidos e 43,70% fora do limite de acordo com as normas internacionais; Também foi comparado com a regulamentação nacional (INEN) e obteve-se que apenas uma amostra (0,74%) atendeu a norma e 99,26% estava acima do limite estabelecido.

Palavras-chave: Mercury; peixe espada; Porto Manta, bioacumulação.

Introducción

Se pronostica que el consumo de pescado en América Latina y El Caribe crecerá un 33% para el 2030, según FAO (2018). Esto es particularmente importante para la región, ya que actualmente es una exportadora neta de peces y un gran productor acuícola, pero tiene el menor consumo per cápita mundial, solo 9,8 Kg por persona/año (FAO, 2018)

En el 2030 se espera que el consumo de pescado aumente en todas las regiones y subregiones, con un gran crecimiento proyectado en América Latina (+33%), África (+37%), Oceanía (+28%) y Asia (+20%). En términos per cápita, se prevé que el consumo mundial alcance los 21,5 Kg por persona/año en 2030, frente a los 20,3 Kg en 2016 (FAO, 2018).

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

El mercurio (Hg) tiene diversos efectos adversos sobre la salud y el medio ambiente, ya que sus compuestos son sumamente tóxicos, especialmente para el sistema nervioso en desarrollo. El nivel de toxicidad en seres humanos y otros organismos varía según la forma química, cantidad, vía de exposición y vulnerabilidad de la persona expuesta. El mercurio orgánico es el de mayor importancia para la salud, sus compuestos incluyen metilmercurio, etilmercurio y fenilmercurio. Todos estos han sido producidos primariamente como biocidas y pesticidas. El metilmercurio (MeHg) es el más conocido, ya que es el que se encuentra en el ambiente, se deposita en el agua y se acumula en organismos (bioacumulación), concentrándose en las cadenas tróficas (biomagnificación), especialmente en la cadena trófica acuática (peces y mamíferos marinos) siendo luego ingerido por los humanos a través del producto del mar (Raimann et al., 2014).

La ingesta de MeHg a través de peces y alimentos del mar es actualmente un problema de salud pública, dada su toxicidad en el desarrollo neurológico en fetos y niños. La mayoría de los compuestos orgánicos de mercurio son absorbidos por ingestión, inhalación y a través de la piel. Generalmente estos compuestos son liposolubles y más del 90% son absorbidos desde el tubo digestivo, y luego aparecen en la fracción lipídica de la sangre y en el tejido cerebral (Raimann et al., 2014).

El MeHg cruza rápidamente la barrera hematoencefálica y la placenta, y su concentración en la sangre fetal es mayor que en la madre. Permanece en la sangre entre 40 a 50 días en el adulto, de la cual 90% es excretada a través de la bilis y las heces, un porcentaje menor se excreta en el pelo y la orina (Raimann et al., 2014).

Las actividades humanas tienen un impacto considerable sobre las comunidades marinas. Proyectos artesanales, semi-industriales e hidrocarburíferas, las descargas domésticas alteran las condiciones de los ecosistemas y agregan contaminación adicional, ejerciendo fuertes presiones sobre las actividades pesqueras, teniendo efectos directos sobre abundancia y estructura de dichas comunidades (Armijos et al., 2015).

La minería es uno de los principales rubros económicos que genera divisas en Ecuador, pero el arduo trabajo ergonómico y el uso de sustancias químicas, afectan directamente al ecosistema y por consiguiente a la salud humana. En estos procesos el mercurio inorgánico se combina con el oro formando una amalgama o torta, que luego es sometida a temperaturas extremas con fuego evaporándose y contaminando el aire, suelo y agua, ingresando al organismo humano por la piel,

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

mucosas y vías aéreas superiores. En exposiciones crónicas los metales pesados tienen características específicas de bioacumulación y biodisponibilidad en el organismo humano alterando la fisiología de la sinapsis neuronal, membrana alveolo respiratoria, aparato locomotor, así también como alteraciones en el sistema genético y displasias celulares (López et al., 2016).

La polución del mercurio afecta a los mineros, poblaciones de su alrededor y comunidades distantes, debido a que el mercurio que se deposita en las cuencas hídricas, es arrastrado hasta su desembocadura en el mar, donde existen bacterias sulfato reductoras que metilizan el mercurio inorgánico, produciendo metilmercurio (MeHg), el cual se impregna en el fitoplancton marino, ingerido por peces pequeños y otros organismos marinos, incorporándose a la cadena trófica, que por su propiedad de bioacumulación y biomagnificación se lo encuentra en los peces grandes (López et al., 2016).

La contaminación de las aguas está definida según la Ley Ecuatoriana de Recursos Hídricos como la “Acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica” (Collaguazo et al., 2017).

Desde la antigüedad, los caudales de agua, esteros, ríos, lagos, lagunas son receptores de todo tipo de desechos, ya sean de manera directa o indirecta. Al principio eran capaces de soportar cargas contaminantes gracias a su autodepuración, pero al incrementar la población, incrementó también la cantidad de desechos, quitándole así esta capacidad a los cursos fluviales, lo que ocasionó alteraciones en la calidad de las aguas y sus efectos en la salud de la población (Collaguazo et al., 2017).

Manta es el principal puerto pesquero del Ecuador, en el cual hay abundantes plantas procesadoras de la pesca, en un parque industrial donde se realizan diferentes procesos, referente a esta actividad, como lo es la recepción, descarga y aprovisionamiento de materia prima que demanda el mercado nacional e internacional (Villareal et al., 2016).

Manta cuenta con la flota pesquera más numerosa del país, con más de 300 barcos industriales y alrededor de 3000 embarcaciones artesanales, desembarcando alrededor del 85% de las capturas a escala nacional, siendo esta la actividad más productiva de la ciudad, aportando el 7% al PIB del país (Villareal et al., 2016).

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

El pez espada *Xiphias gladius* es un predador oportunista, de amplio espectro trófico, mesopelágico, oceánico, solitario y altamente migratorio, distribuido en todos los océanos del mundo entre los 50°N y 50°S. Esta especie se asocia a temperaturas superficiales entre 14° y 18°C. Estos individuos cazan durante la noche entre 0 – 90 m de profundidad, mientras que en el día descienden entre 650 – 900 m (Letelier et al., 2009).

Su alimentación se basa en cefalópodos, peces y crustáceos. En algunos aspectos tróficos demuestran diferencias ontogénicas y estacionales, como es el caso con la mayoría de estos grandes peces pelágicos que cambian de hábitat y dieta durante su historia de vida (Letelier et al., 2009).

Por estudios realizados en el Puerto de Santa Rosa, Santa Elena – Ecuador, se pudo determinar que la especie *X. gladius* es un depredador principalmente teutófago y secundariamente piscívoro, ya que el contenido estomacal de esta especie se basó fundamentalmente en cefalópodos *Dosidicus gigas* (calamar) en un 75%, mientras que los peces representan el 25% *Exocoetus* spp (pez volador), alcanzando su punto de estabilización a los 47,50 estómagos de los 95 analizados (Alava, 2013). Sin embargo, la disponibilidad de presas en una región influye en la dieta de *X. gladius*. En este sentido se reportó que los peces de la familia Bramidae, Clupeidae y Dactylopteridae constituyeron el 73% en número de las presas observadas en 114 estómagos de *X. gladius* capturados en el Mar Caribe, representando los cefalópodos (*Ilex* sp.) un 20% y los crustáceos el 6% (Barreto et al., 1994).

Por su parte, Scott y Tibbo (1968) trabajaron con ejemplares capturados en el noroeste del Atlántico y señalan a los peces como el ítem de mayor importancia (94%), seguidos por los cefalópodos (Scott et al., 1968).

Así mismo, Stillwell y Kohler (1985) determinaron que los cefalópodos fueron el alimento predominante del pez espada, seguido de los peces (Stillwell et al., 1985).

De todos los peces de pico, *X. gladius* es la especie que presenta una mayor tolerancia a diversas temperaturas. De amplísima distribución geográfica en todos los océanos del mundo, aparece en zonas oceánicas de aguas tropicales y templadas. Los individuos más longevos, que por lo general son hembras, se encuentran principalmente en zonas templadas, alcanzando incluso los dos hemisferios (Mejuto et al., 2012).

En el Atlántico noroeste se distribuye hasta las zonas de convergencia producidas entre las corrientes del Golfo y Labrador, próximas a Canadá. En el Atlántico noreste es observado en el

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

periodo estival hasta el talud continental de caladeros del oeste de Irlanda, situados sobre 52° N, pudiendo alcanzar esporádicamente mayores latitudes, hasta los países nórdicos – europeos (Mejuto et al., 2012).

En el Atlántico suroeste han sido descritas concentraciones estacionales en áreas oceánicas próximas a la ZEE de Uruguay y Argentina, en las zonas de convergencia entre Brasil y las Malvinas. En el Atlántico sureste han sido descritas concentraciones estacionales en las proximidades de África del Sur, aunque existen posibilidades de que estos individuos provengan del Océano Índico aprovechando los ciclos estacionales de la corriente cálida de Agulhas. Su presencia en estas regiones límite de su distribución está generalmente relacionada con sus migraciones estacionales y necesidades tróficas (Mejuto et al., 2012)

La presente investigación describe la concentración de mercurio (Hg) en el músculo de *X. gladius*, desembarcados en el puerto de Manta, Ecuador y la relación entre este parámetro y la talla de los ejemplares.

Materiales y Métodos

Las muestras de pez espada (*Xiphias gladius*) fueron recolectadas entre agosto 2016 y marzo 2017 en el puerto pesquero de Manta (0°56'27" S – 80°43'33" O), provincia de Manabí, Ecuador (Figura 1).

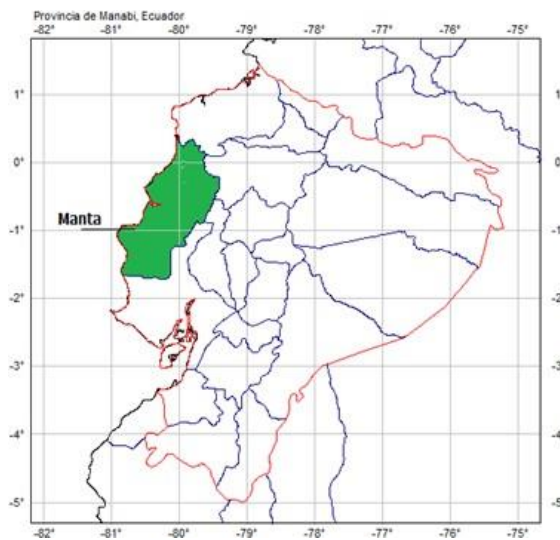


Figura 1. Manta, Provincia de Manabí, Ecuador.

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

Se cubrieron las dos estaciones climáticas del país, como son la estación seca (abril a noviembre) y la estación lluviosa (diciembre a marzo).

Las muestras fueron tomadas de ejemplares desembarcados sin cabeza y eviscerados en la rada del puerto pesquero de Manta, estimándose el peso de cada uno con una balanza Mettler Toledo modelo Panther Plus con capacidad 2,5 ton. Con desviación de 1,5 Kg. Las muestras de músculo para análisis fueron extraídas con un instrumento llamado “chuzo”. Este es un instrumento metálico que perfora la piel y la capa de grasa del pescado, pudiendo llegar hasta la parte muscular. En el músculo se concentran los compuestos químicos que indican la contaminación a la que están expuestos estos organismos. Una vez tomadas las muestras en fundas de polietileno, se procedió a rotular con la fecha, y se mantuvo en refrigeración a 4 °C para su posterior análisis en un intervalo de 24 h.

En el laboratorio, se seleccionó 1 submuestra de 40-60 mg de cada muestra y se colocó en un crisol metálico del analizador de mercurio marca LECO modelo AMA254 para muestras líquidas y sólidas (Figura 2), conectado a un tanque de oxígeno, y a una computadora marca Dell, donde se encuentra toda la base de datos y el histórico de los análisis de mercurio. La muestra fue incinerada a 750 °C en el equipo con tubo de combustión directa (calentamiento hasta 750 °C) aprobada por ASTM, AOAC, AACC, AOCS, para muestras de todo tipo, que descompone la muestra en un ambiente enriquecido en oxígeno y extrae los elementos interferentes. Una cámara de oro recolecta el mercurio de los gases provenientes de la descomposición y una cubeta espectrofotométrica determina específicamente el mercurio en un amplio rango dinámico.



Figura 2. Colocación de submuestra en crisol metálico

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

Estos resultados se almacenan automáticamente, creando una base de datos con los resultados de cada uno de los análisis, con su respectiva identificación que está conformada por hora, fecha, especie, código, peso de la pieza en libras y la concentración de mercurio de la muestra en ppm. Cabe indicar que, al equipo analizador de mercurio, se le realiza diariamente calibraciones, utilizando material de referencia marca LECO con concentración de 0,107 ppm +/- 0,013) para asegurar que los resultados de los análisis sean confiables. Se realizó análisis estadístico descriptivo e inferencial con nivel de significancia de 0.05, para determinar, la correlación entre la concentración del Hg y el peso en libras. Se utilizó la prueba Kruskal-Wallis para comparar las concentraciones de mercurio en las dos estaciones climáticas del país, y comprobar si existen diferencias significativas.

Resultados y discusión

El mercurio (Hg) es un elemento tóxico que se bioacumula en los organismos a través de la red trófica acuática, en un fenómeno denominado biomagnificación, por lo cual los depredadores topos tendrían una mayor bioacumulación de este metal (Escobar Sánchez, 2008).

135 organismos intervinieron en este estudio, los cuales 90 corresponden a la estación seca, de agosto a noviembre del año 2016 (66,67%), mientras que 45 corresponden a la estación lluviosa, de diciembre del año 2016 a marzo del año 2017 (33,33%). (Figura 3).



Figura 3. Distribución de análisis según estación

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

El peso promedio de los ejemplares fue 92,14 Lbs. (30 – 320 Lbs.) y la moda estuvo en 83 Lbs. (Figura 4).

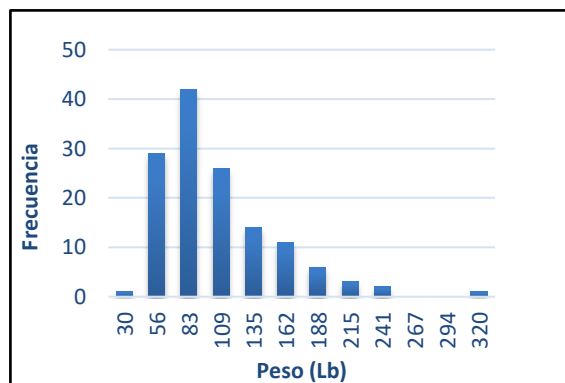


Figura 4. Distribución de frecuencias de peso (Lb)., agosto 2016 a marzo 2017.

Los valores máximos de mercurio en pez espada y otras especies del mar, están fijados en 1 ppm según diferentes fuentes de referencias internacionales y en 0,5 ppm según el límite máximo de contaminantes de la Norma INEN N°183 (Tabla 1).

Tabla 1. Valores referenciales de mercurio

Metal	Producto	Contenido máximo	Fuente
Hg	Pescados, mariscos, crustáceos y otros animales acuáticos.	1 ppm de CH ₃ Hg en porción comestible	Legislación de metales pesados de USA (Díaz, 2014)
CH ₃ Hg	Peces depredadores, tiburones, atún, pez espada y otros	1 mg./Kg.	Legislación del Codex Alimentarius (Díaz, 2014)
Mercurio como Hg	Pescado fresco, refrigerado o congelado	0,5 mg./Kg.	Norma INEN N° 183

Los análisis de mercurio en las 135 muestras de *X. gladius* indican que solo 76 muestras (56,30%), estuvieron dentro de los límites permisibles internacionales para el consumo humano y 59 muestras (43,70%) (Figura 5) están sobre estos límites permisibles (1 mg/kg) de peso fresco, de acuerdo con la legislación de metales pesados de USA y revisión de agosto del 2014 de Metales Pesados para CH₃Hg (metilmercurio) de la Legislación del Codex Alimentarius (Díaz, 2014).

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

Mientras que solo 1 muestra (0,74%) estuvo dentro del límite permisible nacional para el consumo humano, y 134 muestras (99,26%) están sobre el límite, según el límite máximo de contaminantes de la Norma NTE INEN 183. (Figura 6).

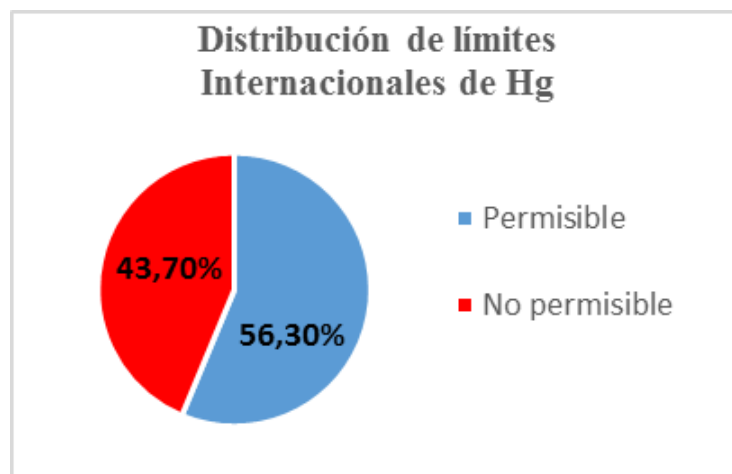


Figura 5. Distribución de límites internacionales de mercurio (Hg).

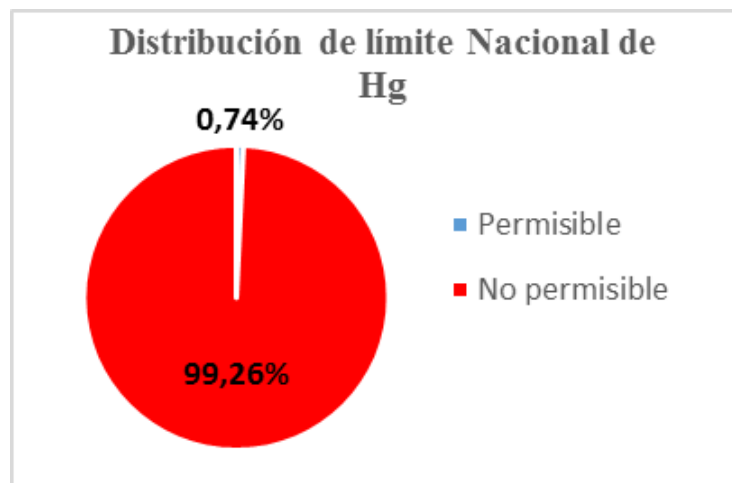


Figura 6. Distribución de límite nacional de mercurio (Hg)

El contenido de mercurio entre los ejemplares evaluados mostró una media de 1,15 ppm y la moda del contenido de Hg estuvo en 0,98 ppm. (Figura 7).

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

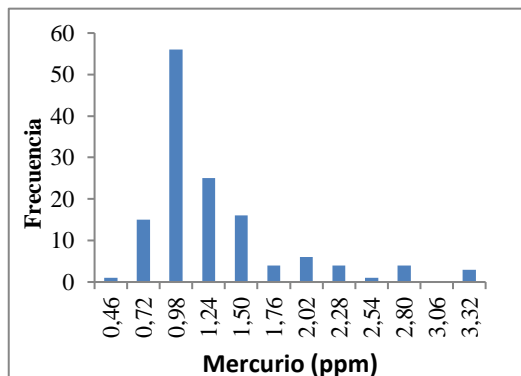


Figura 7. Distribución de frecuencia de concentración de mercurio (ppm) durante agosto 2016 a marzo 2017.

Se registró una correlación estadísticamente significativa entre el contenido de mercurio (Hg) con el peso de los ejemplares. La regresión indica que la concentración de Hg sigue una relación lineal con el peso durante la estación seca $R^2 = 0.70$ $p < 0.05$ (Figura 8) y durante la estación lluviosa presentó una $R^2 = 0.46$ $p < 0.05$ (Figura 9), similar a lo reportado en estudios anteriores para pelágicos grandes (Wild, 1986).

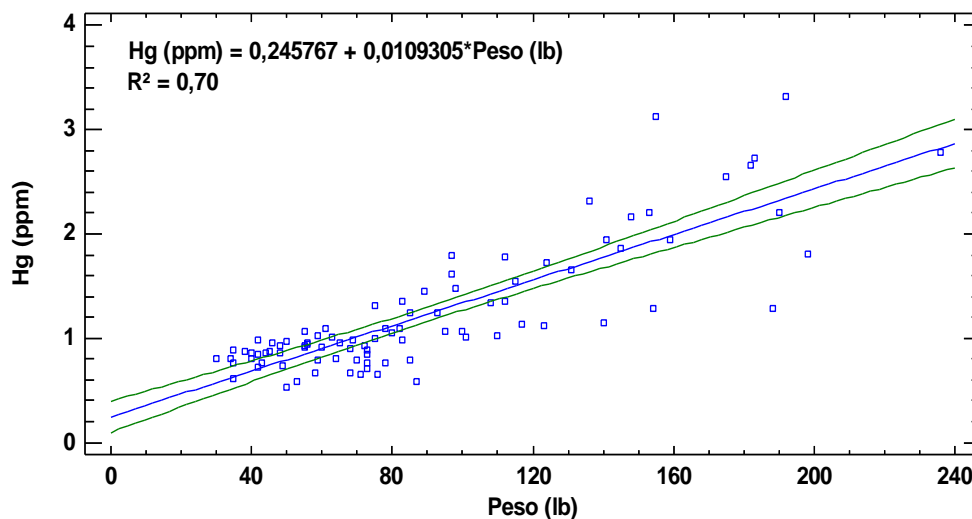


Figura 8. Correlación peso (Lb.) y concentración de Hg (ppm), durante la estación seca agosto 2016 a noviembre 2016.

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

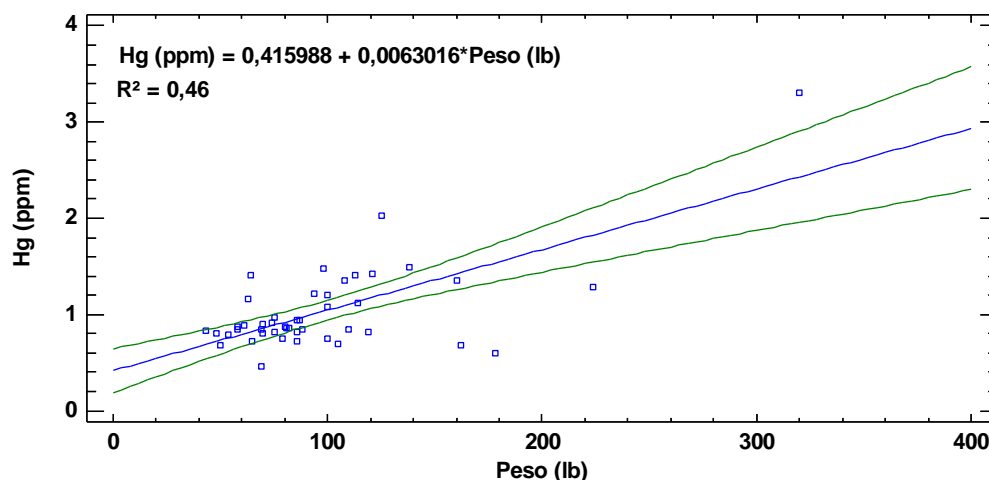


Figura 9. Correlación peso (Lb.) y concentración de Hg (ppm), durante la estación lluviosa diciembre 2016 a marzo 2017.

Se evidenció que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las concentraciones de mercurio de las dos estaciones climáticas del país (K-W=3.41 p-valor>0.05).

Los valores obtenidos en este estudio difieren a lo reportado por el Instituto Nacional de Pesca, INP en el año 2006 al 2009, donde en forma general la concentración de Hg en pelágicos grandes estuvo dentro de los límites permisibles según la EPA (Moncayo, 2010).

Conclusiones

Las muestras analizadas presentaron una media de 1,15 ppm de Hg durante todo el periodo de estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que el 43,70% de los individuos de *X. gladius*, según la norma de la legislación de metales pesados de USA y la normativa del Codex alimentarius, demostraron estar por encima del límite permisibles, y el 99,26% demostraron estar por encima del límite permisible establecido en la norma NTE INEN 183:2013. Estos resultados coinciden con estudios hechos con anterioridad a especies predatoras, en el Ecuador y en otros países de la región, por lo que se entiende que es un problema general y no específico del Ecuador.

Se concluye que todos los organismos de pez espada (*Xiphias gladius*) que tienen concentraciones no permisibles para el consumo humano, se comercializan en nuestro país, exponiendo así a la salud de la población, al ser un país con alto consumo per cápita de mariscos y sobre todo de pescados.

Recomendaciones

Se recomienda a los organismos de control fortalecer el seguimiento, control y vigilancia a la comercialización nacional de especies predatoras con valores no permisibles de mercurio (Hg), ya que atenta contra la salud de los consumidores. Así mismo a utilizar este tipo de investigaciones o estudios para crear, mejorar o modificar las normativas nacionales para una eficiente aplicación.

Referencias

1. Armijos, H. A., Rodriguez, J. P., Abad, C. Q., Ochoa, A. S., & Suarez, L. C. (2015). Cuantificación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cr) en organismos acuáticos: cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) / Quantification of heavy metals (Hg, As, Pb and Cr) in aquatic organisms: red crab (*Ucides occidentalis*). *Ciencia Unemi*, 8(16), 54-60. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol8iss16.2015pp54-60p>
2. Collaguazo, N. Y., Armijos, H. A., & Loja, G. M. (2017). Cuantificación de metales pesados en *Anadara tuberculosa* (Mollusca: bivalvia) del estero Huaylá de Puerto Bolívar, por espectrofotometría de absorción atómica. // Quantification of heavy metals in *Anadara tuberculosa*, (Mollusca: bivalvia) from the Huaylá estuary of Puerto Bolívar, by atomic absorption spectrophotometry. *Ciencia Unemi*, 10(24), 1-10. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss24.2017pp1-10p>
3. El consumo de pescado en América Latina y el Caribe crecerá un 33% para 2030 | FAO. (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2019, de <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1144411/>
4. Espada, D. P. (s. f.). ANALISIS PRELIMINAR DEL CONTENIDO ESTOMACAL. 13.
5. Letelier, S., Melendez, R., Carreño, E., López, S., & Barría, P. (2009). Alimentación y relaciones tróficas del pez espada (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758), frente a Chile centro-norte durante 2005. *Latin american journal of aquatic research*, 37(1), 107-119. <https://doi.org/10.4067/S0718-560X2009000100009>

Evaluación de la presencia de mercurio (Hg) en pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus, 1758) desembarcado en el puerto de Manta, Ecuador.

6. Lopez Bravo, M., Santos Luna, J., Quezada Abad, C., Segura Osorio, M., & Perez Rodriguez, J. (2016). ACTIVIDAD MINERA Y SU IMPACTO EN LA SALUD HUMANA. Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro. Recuperado de <http://repositorio.unemi.edu.ec//handle/123456789/3134>
7. Moncayo, D. (2010). NIVELES DE MERCURIO, CADMIO Y PLOMO EN PRODUCTOS PESQUEROS DE EXPORTACION. Revista Ciencias del Mar y Limnología, 4(1), 65-74. Mejuto, J., & García, B. (2012). Sinopsis sobre la biología y el comportamiento del pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus. 17.
8. Pincay, A., & Iliana, P. (2013). Contenido estomacal del pez espada *Xiphias gladius* desembarcado en el Puerto de Santa Rosa, Provincia de Santa Elena-Ecuador 2010. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4744>
9. Raimann, X., Rodríguez O, L., Chávez, P., & Torrejón, C. (2014). Mercurio en pescados y su importancia en la salud. Revista médica de Chile, 142(9), 1174-1180. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872014000900012>
10. Scott, W. B., & Tibbo, S. N. (1968). Food and Feeding Habits of Swordfish, *Xiphias gladius*, in the Western North Atlantic. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 25(5), 903-919. <https://doi.org/10.1139/f68-084>
11. Stillwell, C., & Kohler, N. (1985). Food and feeding ecology of the sword-fish *Xiphias gladius* in the western North Atlantic Ocean with estimates of daily ration. Marine Ecology Progress Series, 22, 239-247. <https://doi.org/10.3354/meps022239>
13. Torre, D. V. de L., Moreira, J. S., & Pin, J. C. (2016). Comparación y valoración de mercurio (Hg) y cadmio (Cd) en la especie Dorado (*Coryphaena hippurus*) que se consume en Manta, Ecuador. La Técnica, (16), 32-43. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6087663>
14. Wild, A. 1986. Growth of Yellowfin Tuna, *Thunnus albacares*, in the Eastern Pacific Ocean Based on Otolith Increments. INTER•AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION, La Jolla, California

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>