

Artículo Original

Contenido de metales pesados en pescados comercializados en Iquitos, Nauta y Requena

[Heavy metal content in fish marketed in Iquitos, Nauta and Requena]

Dora García-de Sotero^{1*} & Mario Alva-Astudillo²

¹Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Av. Freyre 616, Iquitos, Perú

²Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional de Trujillo. Ciudad Universitaria. Juan Pablo II S/N.

*e-mail: doegato@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta la evaluación de la concentración de metales pesados en el músculo de los pescados colectados en los mercados de las ciudades de Iquitos (Cuenca del Río Amazonas); Nauta (Cuenca del Río Marañón) y Requena (Cuenca del Río Ucayali) en el año 2011. Para la muestra de cada lugar se consideró cinco individuos por cada especie. La metodología empleada para la determinación de Hierro, Cobre, Plomo, Cadmio, Cromo y Zinc fue el método de espectrofotometría de absorción atómica (EEA), y para la determinación de Mercurio se efectuó por la EEA acoplado la Cámara de vapor frío. De acuerdo a los resultados se observó que, en todas las especies estudiadas de las Cuencas de los Ríos Amazonas y Marañón, tanto en creciente como en vaciante, superaron los límites máximos permisibles con respecto a la acumulación de plomo y cromo comparados con los Límites Máximos Permisibles reportados por las Normas Internacionales. Para las especies de la Cuenca del Río Ucayali, en creciente algunas especies (lisa, boquichico y paco) pasaron el límite máximo permisible con respecto a la acumulación de cromo; pero en vaciante todas las especies pasaron ese límite. Con respecto al mercurio, ninguna de las especies en estudio, de las tres Cuencas pasaron el límite máximo permisible cuando fueron comparados con los valores reportados por las Normas Internacionales.

Palabras clave: Amazónicos, metales pesados, contaminación.

Abstract

In this study is presented the evaluation of concentration of heavy metals in the muscle of fishes bought at the markets from Iquitos, Nauta and Requena cities which are from the Amazonas, Marañón and Ucayali basin respectively in 2011. For the sample of each place was considered five individuals by each species. The analysis of iron, copper, lead, cadmium and zinc were by the atomic absorption spectrophotometry method (EEA) and for mercury were performed for the EEA adapted with vapour generation. According to the results is observed that in all the species studied of the Basins of the Rivers Amazon and Marañón, so much in flood season as in dry season, they surpassed the permissible maximum limits with regard to the accumulation of leads and chromium compared with the Permissible Maximum Limits reported by the International Norms. For the species of the Basin of the River Ucayali, in flood season some species (lisa, boquichico and paco) they passed the permissible maximum limit with regard to the accumulation of chromium; but in dry season all the species passed that limit. With regard to single mercury, anyone of the species in study, of the three Basins, they passed the permissible maximum limit when they were compared with the values reported by the International Norms.

Keywords: Amazonian fish, heavy metals, contamination

Recibido: 02 setiembre 2012

Aceptado: 10 febrero 2012

Este artículo puede ser citado como: D García-de Sotero, M Alva-Astudillo. 2013. Contenido de metales pesados en pescados comercializados en Iquitos, Nauta y Requena. **Cienc amaz (Iquitos)** 3(1): 33-42.

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, lo que hace inevitable su presencia en todo ser vivo. Elementos como cadmio, cromo, cobre y plomo causan efectos indeseables en el metabolismo, aún en concentraciones bajas su toxicidad depende de la dosis en que se ingieran, así como de su acumulación en el organismo (FAO/OMS, 2000).

El cadmio, mercurio y arsénico son unos de los metales más tóxicos asociados a la contaminación ambiental debido a: Efectos adversos al hombre y al medio ambiente, bioacumulación, persistencia en el medio ambiente y, viaja grandes distancias con el viento y el agua (Navarro-Aviño *et al.*, 2007).

Los peces, por representar varios niveles de la cadena alimenticia acuática, son excelentes indicadores de contaminación por metales pesados, ya que pueden bio- acumular y bio- magnificar a través de ella altas concentraciones de estos elementos. Ejemplo claro de esto es el mercurio, el cual es bioamplificado casi en su totalidad por los en forma de metil mercurio, sustancia altamente tóxica y de fácil fijación en los tejidos musculares y adiposos, convirtiéndola en elemento clave en el transporte de este metal en las cadenas alimentarias acuáticas que culminan en el consumo humano (OPS, 1978).

Ramos *et al.* (2000) encontraron que el 40% del mercurio contenido en se bioacumula en forma de metil mercurio quedando disponible hasta llegar al hombre por medio de la cadena trófica. La contaminación química, en especial por metales pesados, constituye una de las más peligrosas para los ecosistemas acuáticos y las especies presentes en ellos. Los, por su capacidad para bioacumular el mercurio, implican un serio riesgo ambiental, ya que su consumo se puede convertir en un problema de salud para las poblaciones que se alimentan de este recurso (Mancera *et al.*, 2006; OMS, 2003; Gutiérrez, 2008).

Según Veiga *et al.*, (1994), estiman que la quema de los bosques amazónicos, incrementan la carga de mercurio en cerca de 90 toneladas por año, sugiriendo que esta emisión de mercurio a la atmósfera es aun más perjudicial que la producida por la minería del oro y que posiblemente esta no

sea una causa significativa de la contaminación en y humanos.

En Ecuador, en la parte alta de la cuenca del río Puyango, donde se practica una minería aurífera desde tiempos similares a los de Madre de Dios, se reporta que la contaminación por mercurio en Madre de Dios, ya existía desde la década de los 80, los niveles de contaminación por mercurio en agua, sedimentos, y productos agrícolas sobrepasaron los límites permisibles. En la Amazonía brasileña, la minería aurífera (*garimpo*) está muy extendida. La "fiebre del oro" comenzó a fines de la década de 1970; desde entonces, esta actividad está causando un enorme daño al frágil ecosistema amazónico en numerosas cuencas y a la salud de las personas que viven en ella. Unas 130 toneladas de mercurio son vertidas cada año a los ríos, para extraer unas 90 toneladas de oro (Álvarez, *et. al.* 1911).

En Madre de Dios se ha realizado estudios para determinar las concentraciones de mercurio en seres humanos, y mamíferos. Un estudio realizado en el Parque Nacional del Manu, reporta que se ha encontrado concentraciones de mercurio por encima del máximo permisible de 67% en las 34 muestras de analizadas, siendo los grandes bagres los que mostraron los niveles más altos (1.54 ppm). Dos de las 7 especies adquiridas en el mercado de Puerto Maldonado mostraron niveles de 1.01 ppm de mercurio (Gutleg, 1997).

La Amazonía peruana, no es ajena a estos problemas ambientales. Así como en Bolivia, Brasil, Ecuador y Colombia la contaminación de los ríos comenzó en la década de los 70, con el surgimiento de dragas en el río Nanay y que actualmente, aún continúan en la cuenca del Putumayo. Cabe mencionar también que por esa época comenzó la actividad petrolera en nuestra Amazonía con todos sus problemas ambientales. Por tanto, se hace necesario realizar trabajos de investigación para tener información concreta sobre la contaminación con mercurio de las aguas, y pobladores ribereños de nuestra Amazonía.

Los valores límite biológicos hacen comúnmente referencia a la concentración de mercurio en orina y en sangre, por ser estos

los parámetros biológicos más utilizados para el control de trabajadores expuestos (Arce, *et. al.*, 1981). Se admite una buena correlación entre mercurio en orina y mercurio ambiental (Lauwerys, 1982), aunque algunos autores indican que es mejor la existente entre mercurio en aire y mercurio en sangre (Göthe, *et. al.*, 1985)

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el contenido de metales pesados en comercializados en Iquitos, Nauta y Requena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras Biológicas

Para el estudio se seleccionaron las ciudades de Iquitos, Nauta y Requena pertenecientes a las provincias de Maynas, Loreto y Requena, respectivamente, todas ellas en el Departamento de Loreto. En la ciudad de Iquitos se comercializa los que llegan de la Cuenca del Río Amazonas; en la ciudad de Nauta los procedentes de la Cuenca del Río Marañón y en la ciudad de Requena los procedentes de la Cuenca del Río Ucayali (Figura 1.)



Figura 1. Zonas de muestreo de peces en la Región Loreto, Perú.

El material utilizado en el trabajo está formado por el músculo dorsal de los de cinco especies de comercializados y más consumidos por los pobladores de las ciudades de Iquitos, Nauta y Requena, en época de creciente y la vaciante de los Ríos, en el año 2011.

Para cada ciudad se han tomado 5 individuos de cada una de las siguientes especies:

- a. Iquitos
Palometa (*Mylossoma duriventre*), Lisa (*Leporellus fasciatus*), boquichico (*Prochilodus nigricans*), Paco (*Piaractus brachypomus*) y Chambira (*Hydrolycus pectoralis*).
- b. Nauta
Palometa (*Mylossoma duriventre*), Lisa (*Leporellus fasciatus*), boquichico (*Prochilodus nigricans*), Carachama (*Liposarcus* spp) y Shirui (*Hoplosternum littorale*).
- c. Requena
Palometa (*Mylossoma duriventre*), Carachama (*Liposarcus* spp), Lisa (*Leporellus fasciatus*), boquichico (*Prochilodus nigricans*), Paco (*Piaractus brachypomus*) y Chambira (*Hydrolycus pectoralis*).

Métodos

Para el tratamiento de las muestras biológicas se siguió el protocolo descrito por (Radojevic, 1999).

Recolección y caracterización de la Muestra

Este proceso se ha efectuado primero en época de creciente, en el mes de enero a marzo del 2011 y un segundo muestreo en época de vaciante, mes de agosto a octubre del mismo año, cerrando así el ciclo anual. Los fueron colectados en los principales mercados de abasto de cada una de las ciudades seleccionadas, tomando al azar 5 individuos por cada especie, los cuales fueron transportados en Cooler con hielo hasta el Laboratorio de Biotecnología del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana.

Los especímenes fueron pesados y se midió el largo y el ancho de cada uno de ellos. Luego se les retiró el músculo dorsal, colocándolo en bolsas herméticas, las cuales fueron almacenadas en congelador a -4°C, hasta el momento de realizar el análisis respectivo.

Metodología para el análisis de los metales

Para el análisis de los metales: Plomo, Cadmio, Hierro, Zinc, Cobre y Cromo. Se

siguió el método 999.10, dado por AOAC (2007) y que utiliza la espectrofotometría e absorción atómica., y para el mercurio se utilizó el método 971.2 dado por la AOAC (2007), utilizando la cámara de vapor frío acoplada al espectrofotómetro de absorción atómica.

Análisis Estadístico

Cada muestra se analizará por triplicado. Se utilizó la estadística descriptiva para tratar los resultados. (ZAR, 1984), el procesamiento de los datos se realizó con el programa Statgraph.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observando la Tabla 2, se tiene que el promedio de minerales en los pescados se encuentra en 1,15 y 1,29 g/100g de peso fresco. Siendo que la mayor concentración se encuentra en la especie paco con 1.78 g/100g (fresco) y la menor en lisa con 0,69 g/100g (fresco). Estos resultados se encuentran dentro del rango dado por Cortez (1992), quien encontró un promedio de 1,01 – 3,41 g/100g de minerales para dieciséis especies de la amazonia peruana.

Analizando los resultados de la concentración de metales pesados determinados en procedentes de la Cuenca del Río Amazonas en época de creciente, presentados en la Tabla 3 y comparando con los límites máximos permisibles, de acuerdo a la WHO (1982 y 1983) y Wyse *et al.*(2003), la concentración de hierro y zinc ninguna de las especies estudiadas pasa el límite máximo permisible; y comparando con la EPA (2002), en la acumulación del plomo, cadmio, cobre y cromo ninguna especie ha pasado los límites máximos que son de 4,0 ppm 0,20 ppm, 120,0 ppm y 8,0 ppm respectivamente; comparando con la FAO/WHO (1989), en plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0,22 ppm, siendo que el boquichico y el paco son las especies que han acumulado mayor cantidad (2,634 ppm y 2,594 ppm respectivamente); en la acumulación del cadmio ninguna de las especies pasan el límite máximo que es de 0,1ppm; con respecto al cromo todas las especies han pasado el límite máximo de 0,5 ppm, siendo que la única especie que no pasó fue la lisa con 0,480 ppm de acumulación;

comparando con los datos reportados por UNEP (1985), Wyse *et al* (2003), TFC (2002), y EC (2005), en la acumulación del plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0.2 ppm; con respecto al cadmio ninguna especie pasa el límite máximo que es de 0,3 ppm; en la acumulación del cobre ninguna pasa el límite máximo que es de 20 ppm, siendo que el boquichico ha reportado mayor acumulación de este metal con 2,245 ppm; con respecto al cromo, todas las especies pasaron el límite máximo de 0,73 ppm, siendo que el boquichico y la chambira son las especies que más acumularon este metal con 1,072 y 1,011ppm respectivamente.

Analizando los resultados de la concentración de metales pesados determinados en procedentes de la Cuenca del Río Marañón en época de creciente, presentados en la Tabla 4 y comparando con los límites máximos permisibles, de acuerdo a la WHO (1982 y 1983) y Wyse *et al.*(2003), la concentración de hierro y zinc ninguna de las especies estudiadas pasa el límite máximo permisible; comparando con la EPA (2002), la acumulación del plomo, cadmio, cobre y cromo ninguna de las especies pasan los límites máximos que son de 4,0 ppm, 0,20 ppm, 120,0 ppm y 8,0 ppm respectivamente; comparando con la FAO/WHO (1989), en plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0,22 ppm; en la acumulación del cadmio ninguna de las especies pasan el límite máximo que es de 0,1 ppm; con respecto al cromo todas las especies han pasado el límite máximo de 0,5 ppm, menos el shirui (0,312 ppm) fue la única especie que no pasó el límite máximo de 0,5 ppm; comparando con los datos reportados por UNEP (1985), Wyse *et al* (2003), TFC (2002), y EC (2005), en la acumulación del plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0.2 ppm; con respecto al cadmio y cobre, ninguna de las especie pasa el límite máximo que es de 0,3 ppm y 20 ppm respectivamente; con respecto al cromo todas las especies, menos el shirui (0,312 ppm), han pasado el límite máximo de 0,73 ppm, siendo que la palometa y la carachama las especies que más acumularon con 1,685 y 1,124 ppm respectivamente.

Analizando los resultados de la concentración de metales pesados determinados en procedentes de la Cuenca del Río Ucayali en época de creciente, presentados en la Tabla 5 y comparando con los límites máximos permisibles, de acuerdo a la WHO (1982 y 1983) y Wyse *et al.* (2003), la concentración de hierro y zinc ninguna de las especies estudiadas pasa el límite máximo permisible; comparando con la EPA (2002), la acumulación del plomo, cadmio, cobre y cromo ninguna de las especies han pasado los límites máximos que son de 4,0 ppm, 0,20 ppm, 120,0 ppm y 8,0 ppm respectivamente; comparando con la FAO/WHO (1989), en plomo y cadmio ninguna de las especies han pasado los límites máximos de 0,22 ppm y 0,1ppm; con respecto al cromo la carachama (0,418 ppm) y la chambira (0,305 ppm) fueron las especies que no pasaron el límite máximo de 0,5 ppm; comparando con los datos reportados por UNEP (1985), Wyse *et al.* (2003), TFC (2002), y EC (2005), en la acumulación del plomo, cadmio y cobre ninguna de las especies pasan los límites máximo de 0.2 ppm, 0,3 ppm y 20 ppm respectivamente; con respecto al cromo, la lisa (1,052 ppm) y el boquichico (1,348 ppm) fueron las únicas especies que han pasado el límite máximo de 0,73 ppm.

Analizando los resultados de la concentración de metales pesados determinados en procedentes de la Cuenca del Río Amazonas en época de vaciante, presentados en la Tabla 6 y comparando con los límites máximos permisibles, de acuerdo a la WHO (1982 y 1983) y Wyse *et al.* (2003), la concentración de hierro y zinc ninguna de las especies estudiadas pasa el límite máximo permisible; comparando con la EPA (2002), la acumulación del plomo, cadmio, cobre y cromo ninguna especie ha pasado los límites máximos que son de 4,0 ppm 0,20 ppm, 120,0 ppm y 8,0 ppm respectivamente; comparando con la FAO/WHO (1989), en plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0,22 ppm, siendo que la palometa ha acumulado mayor cantidad de este metal con 3,172 ppm; con respecto a la acumulación del cadmio ninguna de las especies pasan el límite máximo que es de 0,1ppm; con respecto al cromo todas las especies pasaron el límite máximo de 0,5 ppm; comparando con

los datos reportados por UNEP (1985), Wyse *et al.* (2003), TFC (2002), y EC (2005), en la acumulación del plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0.2 ppm; con respecto al cadmio y cobre ninguna de las especies han pasado los límites máximo de 0,3 ppm y 20 ppm respectivamente; con respecto al cromo, todas las especies han pasado el límite máximo de 0,73 ppm, siendo que el paco fue la especie que ha acumulado mayor cantidad de este metal con un valor de 5,043 ppm, seguido de la lisa con 2,683 ppm.

Analizando los resultados de la concentración de metales pesados determinados en procedentes de la Cuenca del Río Marañón en época de vaciante, presentados en la Tabla 7 y comparando con los límites máximos permisibles, de acuerdo a la WHO (1982 y 1983) y Wyse *et al.* (2003), la concentración de hierro y zinc ninguna de las especies estudiadas pasa el límite máximo permisible; y comparando con la EPA (2002), la acumulación del plomo el shirui (15,733 ppm) es la especie que pasa el límite máximo que es de 4,0 ppm; con respecto al cadmio, cobre y cromo ninguna especie ha pasado los límites máximos que son de 0,20 ppm, 120,0 ppm y 8,0 ppm respectivamente; comparando con la FAO/WHO (1989), en plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0,22 ppm; con respecto a la acumulación del cadmio ninguna de las especies pasan el límite máximo que es de 0,1ppm; con respecto al cromo todas las especies a excepción de la palometa (0,250 ppm) pasan el límite máximo de 0,5 ppm; comparando con los datos reportados por UNEP (1985), Wyse *et al.* (2003), TFC (2002), y EC (2005), en la acumulación del plomo todas las especies pasan el límite máximo de 0.2 ppm; con respecto al cadmio y cobre ninguna de las especies han pasado los límites máximos de 0,3 ppm y 20 ppm; con respecto al cromo, todas las especies a excepción de la palometa (0,250 ppm) ha pasado el límite máximo de 0,73 ppm.

Analizando los resultados de la concentración de metales pesados determinados en procedentes de la Cuenca del Río Ucayali en época de vaciante, presentados en la Tabla 8 y comparando con los límites máximos permisibles, de acuerdo a la WHO (1982 y

1983) y Wyse *et al.*(2003), la concentración de hierro y zinc ninguna de las especies estudiadas pasa el límite máximo permisible; comparando con la EPA (2002), la acumulación del plomo, cadmio, cobre y cromo ninguna especie ha pasado los límites máximos que son de 4,0 ppm, 0,20 ppm, 120,0 ppm y 8,0 ppm respectivamente; comparando con la FAO/WHO (1989), en plomo y cadmio ninguna de las especies pasan los límites máximos de 0,22 ppm y 0,1 ppm respectivamente; con respecto al cromo todas las especies han pasado el límite máximo de 0,5 ppm; comparando con los datos reportados por UNEP (1985), Wyse *et al.* (2003), TFC (2002), y EC (2005), en la acumulación del plomo, cadmio y cobre ninguna de las especies pasan los límites

máximos de de 0.2 ppm, 0,3 ppm y 20 ppm respectivamente; con respecto al cromo, todas las especies pasan el límite máximo de 0,73 ppm.

Analizando los resultados de la concentración de mercurio determinado en procedentes de la Cuenca del Río Amazonas, Cuenca del Río Marañón y Cuenca del Río Ucayali en época de creciente y vaciante, presentados en la Tabla 9, 10 y 11 respectivamente; comparando con los límites máximos permisibles de acuerdo con la EPA (2002) y FAO/WHO, 1989 que es de 0,5 ppm en ambos, ninguna de las especies estudiadas de esas Cuencas pasa dicho límite.

Tabla 1. Límites máximos permisibles de metales pesados en peces según varias fuentes (mg/kg)

Metal	EPA, 2002	FAO/WHO, 1989	WHO, 1982	WHO, (1983)	UNEP, 1985	Wyse <i>et al.</i> , 2003	TFC, 2002	EC, 2005
Pb	4,0	0,22				0,12	0,2	0,2
Cd	0,20	0,10			0,3	0,18	0,05	0,05
Hg	0,50	0,50						
Ni	1,0							
Cu	120,0					3,28	20	
Cr	8,0	0,50				0,73		
Zn			190,0					
Fe				190,0		146,00		

Tabla 2. Concentración de minerales (cenizas) de siete especies de peces de la Amazonía peruana, según el origen.

Nº	Muestras	Procedencia	Promedio
1	Lisa	Iquitos	0,69 ± 0,08
2	Boquichico	Iquitos	0,83 ± 0,15
3	Paco	Iquitos	1,78 ± 0,05
4	Chambira	Iquitos	1,00 ± 0,07
5	Palometa	Iquitos	1,46 ± 0,22
6	Shirui	Nauta	1,03 ± 0,04
7	Palometa	Nauta	1,18 ± 0,22
8	Lisa	Nauta	1,32 ± 0,12
9	Boquichico	Nauta	0,98 ± 0,06
10	Carachama	Nauta	1,01 ± 0,24
11	Lisa	Requena	1,24 ± 0,31
12	Boquichico	Requena	1,11 ± 0,13
13	Paco	Requena	1,13 ± 0,10
14	Carachama	Requena	1,03 ± 0,15
15	Chambira	Requena	1,54 ± 0,26
Promedio:			1,16 ± 0,27

Tabla 3. Determinación de metales pesados en procedentes del mercado de Iquitos, Cuenca del Río Amazonas, época de creciente, 2011

Muestras	Fe ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Zn ppm
Lisa	10,017 ± 0,081a	< 0,025a	0,827 ± 0,181a	< 0,001a	0,480 ± 0,015a	3,436 ± 0,573a
Boquichico	9,094 ± 1,219a	2,245 ± 0,002b	2,634 ± 0,127b	< 0,001a	1,072 ± 0,077c	5,058 ± 1,804ab
Paco	17,870 ± 4,564b	< 0,025a	2,594 ± 0,123b	< 0,001a	0,740 ± 0,107b	5,108 ± 0,345b
Chambira	18,585 ± 4,150b	< 0,025a	1,079 ± 0,088ab	< 0,001a	1,011 ± 0,269bc	4,631 ± 1,169ab
Palometa	13,965 ± 2,215ab	< 0,025a	1,394 ± 0,212b	< 0,001a	0,787 ± 0,151b	4,259 ± 0,652ab

Tabla 4. Determinación de metales pesados en peces procedentes del mercado de Nauta, Cuenca del Río Marañón, época de creciente, 2011.

Muestras	Fe ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Zn ppm
Lisa	7,444 ± 1,811a	< 0,025a	0,650 ± 0,022a	< 0,001a	0,831 ± 0,190a	7,707 ± 2,126ab
Boquichico	10,668 ± 3,659ab	0,147 ± 0,030a	0,853 ± 0,116b	< 0,001a	0,958 ± 0,191c	8,081 ± 2,144ab
Shirui	11,440 ± 1,366ab	< 0,025a	0,870 ± 0,011b	< 0,001a	0,312 ± 0,088b	7,733 ± 0,882ab
Carachama	12,499 ± 2,774b	< 0,025a	0,453 ± 0,021a	< 0,001a	1,124 ± 0,216c	9,523 ± 1,641b
Palometa	10,563 ± 3,134ab	< 0,025a	0,528 ± 0,019a	< 0,001a	1,685 ± 0,090c	9,654 ± 1,526b

Tabla 5. Determinación de metales pesados en peces procedentes del mercado de Requena, Cuenca del Río Ucayali, época de creciente, 2011

Muestras	Fe ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Zn ppm
Lisa	14,282 ± 2,474a	1,542 ± 0,225a	< 0,025a	< 0,001a	1,052 ± 0,207ac	6,374 ± 0,619abc
Boquichico	5,107 ± 0,663bc	0,950 ± 0,019bc	< 0,025a	< 0,001a	1,348 ± 0,270c	6,654 ± 0,326abc
Paco	2,824 ± 0,494c	0,789 ± 0,182c	< 0,025a	< 0,001a	0,667 ± 0,131ab	5,487 ± 0,254b
Carachama	6,859 ± 0,331b	1,106 ± 0,076b	< 0,025a	< 0,001a	0,418 ± 0,064b	7,482 ± 0,345c
Chambira	5,297 ± 0,989bc	1,471 ± 0,044a	< 0,025a	< 0,001a	0,305 ± 0,004b	6,373 ± 0,623abc

Tabla 6. Determinación de metales pesados en peces procedentes del mercado de Iquitos, Cuenca del Río Amazonas, época de vaciante, 2011

Muestras	Fe ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Zn ppm
Lisa	5,795 ± 0,993a	1,028 ± 0,187a	0,672 ± 0,034a	< 0,001a	2,683 ± 0,087a	11,654 ± 1,558a
Boquichico	5,979 ± 0,548a	< 0,025	1,424 ± 0,286bc	< 0,001a	0,834 ± 0,056d	4,839 ± 0,520b
Paco	14,934 ± 2,295b	< 0,025	1,433 ± 0,261c	< 0,001a	5,043 ± 0,181b	3,863 ± 0,141b
Chambira	5,743 ± 1,273a	< 0,025b	1,261 ± 0,027b	< 0,001a	1,879 ± 0,056c	3,968 ± 0,591b
Palometa	17,044 ± 3,161b	< 0,025b	3,172 ± 0,235d	< 0,001a	0,899 ± 0,169d	3,512 ± 0,358b

Tabla 7. Determinación de metales pesados en peces procedentes del mercado de Nauta, Cuenca del Río Marañón, época de vaciante, 2011

Muestras	Fe ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Zn ppm
Lisa	25,300 ± 1,344a	2,472 ± 0,349a	0,650 ± 0,022a	0,034 ± 0,009a	0,583 ± 0,0a	6,934 ± 1,321a
Boquichico	13,833 ± 2,901c	0,817 ± 0,198b	0,853 ± 0,116b	0,043 ± 0,006a	1,333 ± 0,118bc	6,458 ± 1,141a
Shirui	1,574 ± 0,369e	0,958 ± 0,177bc	15,733 ± 4,593c	0,020 ± 0,017b	1,208 ± 0,176bc	7,212 ± 2,250a
Carachama	32,113 ± 1,785b	1,0477 ± 0,081bc	0,453 ± 0,021a	0,036 ± 0,009a	1,500 ± 0,354c	8,140 ± 1,358a
Palometa	7,867 ± 2,296d	1,123 ± 0,115c	0,528 ± 0,019a	0,059 ± 0,006c	0,250 ± 0,118a	8,389 ± 0,203a

Tabla 8. Determinación de metales pesados en peces procedentes del mercado de Requena, Cuenca del Río Ucayali, época de vaciante, 2011.

Muestras	Fe ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm	Zn ppm
Lisa	3,960 ± 0,441a	0,418 ± 0,054a	< 0,025a	< 0,001a	2,872 ± 0,354a	9,030 ± 1,807ab
Boquichico	9,697 ± 2,117b	0,856 ± 0,206b	< 0,025a	< 0,001a	2,436 ± 0,265b	6,086 ± 2,685c
Paco	7,780 ± 0,710a	0,318 ± 0,054b	< 0,025a	< 0,001a	2,772 ± 0,259d	8,830 ± 0,807c
Carachama	12,292 ± 0,465c	1,106 ± 0,188c	< 0,025a	< 0,001a	1,374 ± 0,178c	9,821 ± 0,539b
Chambira	7,780 ± 1,810b	1,139 ± 0,105c	< 0,025a	< 0,001a	2,623 ± 0,177ab	9,323 ± 0,361ab

Tabla 9. Determinación de mercurio en cinco especies de peces procedentes de la cuenca del Río Amazonas, época de creciente y vaciante, 2011.

Muestras	Procedencia	Creciente	Vacante
		Hg ppm	Hg ppm
Lisa	Iquitos	0,1346 ± 0,0067a	0,0950 ± 0,0025abc
Boquichico	Iquitos	0,0986 ± 0,0068b	0,1014 ± 0,0015c
Paco	Iquitos	0,1988 ± 0,0023c	0,0911 ± 0,0015b
Chambira	Iquitos	0,2092 ± 0,0037d	0,0880 ± 0,0046b
Palometa	Iquitos	0,1220 ± 0,0063e	0,0943 ± 0,0037abc

Tabla 10. Determinación de mercurio en cinco especies de peces procedentes de la cuenca del Río Marañón, época de creciente y vaciante, 2011.

Muestras	Procedencia	Creciente	Vacante
		Hg ppm	Hg ppm
Lisa	Nauta	0,0266 ± 0,0011a	0,0773 ± 0,0021a
Boquichico	Nauta	0,0173 ± 0,0014b	0,0859 ± 0,0031b
Carachama	Nauta	0,0220 ± 0,0014c	0,0814 ± 0,0025a
Shirui	Nauta	0,0210 ± 0,0014bc	0,0695 ± 0,0050c
Palometa	Nauta	0,0264 ± 0,0021a	0,0723 ± 0,0019c

Tabla 11. Determinación de mercurio en cinco especies de peces procedentes de la cuenca del Río Ucayali, época de creciente y vaciante, 2011.

Muestras	Procedencia	Creciente	Vacante
		Hg ppm	Hg ppm
Lisa	Requena	0,0392 ± 0,0044a	0,1006 ± 0,0013ab
Boquichico	Requena	0,0250 ± 0,0084b	0,0902 ± 0,0026c
Carachama	Requena	0,0334 ± 0,0025a	0,0969 ± 0,0037a
Paco	Requena	0,0362 ± 0,0009a	0,0996 ± 0,0013d
Chambira	Requena	0,0536 ± 0,0026c	0,1048 ± 0,0026b

CONCLUSIONES

En todas las muestras de peces tanto en vaciante como en creciente, se observa presencia de metales pesados. Las concentraciones de Pb y Cr en los peces de la cuenca del Amazonas, sobrepasan los límites dados por las Normas Internacionales. Los peces de las cuencas de Marañón y Ucayali, son los que presentan menor acumulación de metales pesados de acuerdo a las Normas Internacionales. Ninguna de las muestras presenta contaminación por hierro, cobre, cadmio y Zinc, de acuerdo a las Normas Internacionales. La concentración de plomo en las muestras de Iquitos es alta en cuanto a boquichico, paco y palometa. El cromo está presente en el boquichico tanto de Iquitos, Nauta y Requena. Hay escasa contaminación por mercurio en los peces procedentes del mercado de Iquitos, Nauta y Requena.

REFERENCIAS

- Álvarez J, Sotero V, Ipenza C, Brack A. 2011. Minería aurífera en madre de Dios y contaminación con mercurio- IIAP-MINAM. Lima. Ed. Súper Gráfica. 103p.
- Arce R, Mazarrasa O, Silva JV y Breñosa A. 1981 Valores ambientales y biológicos en trabajadores expuestos a vapores de mercurio. Contribución al esclarecimiento de la relación aire/orina. IV Simposium de Higiene Industrial. Fundación MAPFRE. Majadahonda (MADRID)
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 2007. Official methods and recommended practices of the AOAC 18th ed. Maryland. USA.
- http://www.fao.org/es/esn/jecfa/whatisnew_en.stm
- Cortez J. 1992. Características bromatológicas de dieciséis especies hidrobiológicas de la amazonía peruana. *Folia Amazónica*. 4(1), 115-122.
- EC (European Commission). 2005. Commission Regulation (EC) N° 78/2005 of 19 January 2005 amending Regulation (EC) N° 466/2001 as regards heavy metals, L 16/43-45.
- EPA (*Environment Protection Agency*). Risk assessment: Technical background. RBG Table. Available from <http://www.epa.gov./reg3hwm/risk>. 2002
- FAO/SIDA. 1983. Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático. Parte 9. Análisis de presencia de metales y organoclorados. FAO, Doc. Téc. Pesca 212. pp. 1-35.
- FAO/OMS. 2000. "Informe de la 32ª reunión del Comité Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos" <http://www.codexalimentarius.net> [Consultado Julio 2004]
- FAO/WHO. 1989. Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium. WHO Technical Report Series N° 505.
- Göthe CJ, Langworth S, Carleson R, Tufversson B. 1985. Biological monitoring of exposure to metallic mercury. *Clinical Toxicology* 23(4-6), 381-389.
- Gutiérrez MS. 2008. Metales pesados y metaloides. MERCURIO. Urgencias Toxicológicas. Cap. 7. Ministerio de la Protección Social-Universidad Nacional de Colombia.
- Gutleg AC, SCHENCK C and STAIB E. 1997. Giant Otter (*Pteronura brasiliensis*) at risk? Total mercury and methylmercury in fish and otter scats, Peru. *Ambio* 26, 511-514.
- Lauwerys R. 1982. Toxicologie Industrielle et intoxications professionnelles Ed. Masson PARIS.
- Mancera NI, Álvarez-León R. 2006. Estado del Conocimiento de las concentraciones de Mercurio y otros metales Pesados en Dulceacuícolas de Colombia. *Rev. Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 3 – 23.
- Navarro-Aviño JP, Aguilar A, López-Moya JR. 2007. Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Ecosistemas*. 18(29), 10-25.
- OMS. 2003. Un Committee of FAO and OMS recommends new dietary intake limits for mercury. <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2003/np20/en/>

- Organización Panamericana de la Salud-OPS. 1978. Criterios de salud ambiental No. 1. Mercurio. Organización Panamericana de la Salud Publicación Científica 362. Washington D.C. (USA).
- Radojevic MV. 1999. Practical environmental analysis. Royal Society of chemistry, CAMBRIDGE, UK, 366p.
- Ramos CX, ESTÉVEZ SL, GIRALDO E. 2000. Nivel de contaminación por metilmercurio en la región de la Mojana. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental (CIIA), Universidad de Los Andes.
http://www.hruschka.com/hg-net/members/claudia/metilmercurio_en_la_mojana.doc.
- TFC, Turkish Food Codes. 2002. Official Gazette, 23 Septiembre 2002, N° 24885.
- UNEP. 1985. Referente Methods for Marine Pollution Studies, Determination of total Hg in marine sediments and suspended solids by cold vapour AAS, 26.
- WHO. 1982. Safety evaluation of certain food additives and contaminants: zinc. WHO food additives series, No. 17
- WHO. 1982: Toxicological evaluation of certain food additives: copper. WHO food additives series, No. 17
- WHO. 1983. Toxicological evaluation of certain food additives: iron. WHO food additives series, No. 18
- Wyse EJ, Azemard S and Mora SJ. 2003. Report on the World-wide Intercomparison Exercise for the Determination of Trace Elements and Methylmercury in fish Homogenate IAEA-407, IAEA/AL/144 (IAEA/MEL/72), IAEA, Monaco.