

CONTENIDO DE MERCURIO EN MÚSCULO DE ALGUNAS ESPECIES ÍCTICAS DE INTERÉS COMERCIAL PRESENTES EN OCHO SITIOS DE MUESTREO DE LA CUENCA (BAJA, MEDIO Y ALTA) DEL RIO MAGDALENA

CONTENT OF MERCURY IN MUSCLE OF SOME COMMERCIAL FISH SPECIES PRESENT IN EIGHT SAMPLING SITES FROM THE MAGDALENA RIVER BASIN (LOW, MEDIUM AND HIGH)

Leidy Johanna Lancheros Ascencio
Bióloga Marina Esp. Planeación ambiental y administración de los recursos
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia
Leidybio1981@gmail.com

RESUMEN

Las diversas actividades antrópicas realizadas en las riberas de los sistemas acuáticos han ocasionados graves impactos sobre los organismos que allí habitan, uno de los principales contaminantes que afectan las pesquerías es el mercurio, el cual tiene un efecto acumulativo y letal. Mediante el uso de un analizador de mercurio directo (DMA 80) por la técnica de descomposición térmica de amalgamación 7473, se estudiaron muestras de tejido muscular de 129 individuos pertenecientes a 23 especies, capturados en ocho puntos distribuidos a lo largo del río Magdalena. La concentración media de mercurio encontrada fue de $0,338 \pm 0,517$ ppm, con un valor mínimo de 0,034 ppm correspondiente a *Tripurtheus magdalenae* y un máximo de 4,580 ppm perteneciente *Roeboides dayi*. De los individuos analizados, sólo cinco presentaron valores superiores a 1,0 ppm, los cuales, fueron capturados en inmediaciones de Puerto Berrio – Antioquia y Magangué – Bolívar, siendo las especies con las concentraciones promedio más altas *A. pardalis* y *Roeboides dayi* con 1,759 y 1,416 ppm respectivamente, en tanto, las otras especies exhibieron concentraciones promedio inferiores a 0,436 ppm de Hg.

Palabras clave: Río Magdalena, mercurio, pesquerías, contaminación.

ABSTRACT

The various anthropogenic activities on the banks of the water systems have caused serious impacts on organisms that live there, one of the main pollutants affecting the fisheries is the mercury, which has a cumulative and lethal effect. Through the use of a scanner of mercury direct (DMA 80) by the technique of thermal decomposition of amalgamation 7473, studied samples of muscle tissue of 129 individuals belonging to 23 species, captured in eight points distributed along the Magdalena river. The

average mercury concentration found was $0,338 \pm 0,517$ ppm, with a minimum value of 0.034 ppm for *Triportheus magdalenae* and a maximum of 4,580 ppm belonging *Roebooides dayi*. Of analyzed individuals, only five showed values higher than 1.0 ppm, which were captured in vicinity of Puerto Berrío - Antioquia and Magangué - Bolívar, the species with average concentrations being higher than *A. pardalis* and *R. dayi* with 1,759 and 1,416 ppm respectively, meanwhile, other species exhibited lower 0,436 ppm Hg average concentrations.

Word keys: *Magdalena river, mercury, fishery, Contamination.*

INTRODUCCION

Los contaminantes ambientales importantes son aquellos que tienden a acumularse en los organismos que son persistentes debido a su estabilidad química o escasa biodegradabilidad. Entre los innumerables contaminantes, la contaminación por metales pesados en el medio ambiente se ha convertido en un fenómeno de interés mundial debido a su toxicidad, y su persistencia durante varias décadas en el medio acuático (Rajeshkumar y Muniswamy, 2011). Los metales pesados se encuentran naturalmente en el medio ambiente en cantidades mínimas y la mayoría de ellos son esenciales para el metabolismo normal de los peces y demás organismos acuáticos, pero en altas concentraciones inducen toxicidad directa (Bradl, 2005), la cantidad de metales pesados esenciales y no esenciales en los compartimientos del medio ambiente se incrementan significativamente por diversas actividades antropogénicas tales como las actividades agrícolas, actividades metalúrgicas, actividades industriales y también la inclusión de residuos domésticos.

En los ecosistemas acuáticos el recurso ictico es de gran importancia a nivel alimenticio debido a su valor nutritivo, sin embargo en la actualidad las actividades humanas y de industrialización provocan el vertimiento de aguas servidas y por consiguiente han contaminado los sistemas acuáticos descargando un sin número de desperdicios y varios elementos químicos que son perjudiciales para el medio ambiente y para el humano. Lo anterior ha llevado a que la contaminación química en especial por metales pesados como el mercurio constituya uno de los peligros más comunes en la salud humana.

Se ha encontrado que en la ingesta de peces con presencia de dicho metal produce enfermedades de tipo cancerígeno y otras a nivel cerebral, debido a que este tipo de organismo tienen la capacidad de almacenar en su organismo altas concentraciones de metales pesados en diferentes formas toxicas tal como es el metilmercurio (MeHg), la cual es la más fácilmente bioacumulada y biomagnificada en las cadenas alimenticias. Por esta razón la evaluación de los niveles de este compuesto es de vital importancia para la salud pública. Sin embargo la falta de estudios locales que

describan dicha problemática no ha permitido de alguna manera mitigar las descargas de contaminantes en los ecosistemas acuáticos. Y con base a los pocos estudios y a la normatividad vigente se han realizado bioensayos como criterio para comprobar los efectos de metales pesados y la contaminación sobre la biota acuática. Es de vital importancia brindar información de uno de los principales efluentes hídricos colombianos como es el Río Magdalena evaluando la acumulación de mercurio en especies de peces comerciales colectados en diferentes zonas de la cuenca. El objetivo de este estudio es evaluar las concentraciones de mercurio encontrados en peces comerciales de la cuenca (baja, media y alta) del Magdalena y su posible efecto a la salud humana.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: la cuenca del Magdalena abarca una extensión de 256. 000 Km² y se encuentra localizada a los 1° 33' y 11° 6' latitud Norte, es decir, la cuenca se encuentra en la zona tropical. Sus extremos en el sentido Oriente-Occidente se localizan entre los 72° 22' y los 76° 58' longitud Oeste. Geográficamente la cuenca está limitada al Norte por el Mar Caribe, donde desemboca el Magdalena, al sur por la estrella fluvial del Macizo colombiano que distribuye las aguas de las grandes vertientes del Pacífico, del Caribe y del Amazonas. Al oriente está limitada por el filo de la cordillera Oriental que separa las aguas que corren a través de las llanuras orientales y al Occidente colinda con la cordillera occidental. La cuenca Magdalena constituye el sistema de drenaje más importante de la región andina, y permite el acceso hacia el interior de nuestro territorio desde la costa del Caribe. Los ríos homónimos que la recorren, y en particular el Magdalena, por ser más caudaloso y tener grandes trayectos navegables de poca pendiente, permitiendo que este fuese el eje del desarrollo del País.

En el país la cuenca del Magdalena es de vital importancia económica por la diversidad de actividades que se realizan en este sistema hídrico, sin embargo la cantidad de descargas y vertimientos sobre dicho sistema ha ocasionado problemáticas ambientales fuertes que afectan directamente a las comunidades acuáticas en especial la ictiofauna de la cual la población de la región buscan sustento económico y consumo local. Para este estudio se tomaron ocho puntos de muestreo (Figura 1) los cuales presentaron características específicas (puntos de vertimientos).

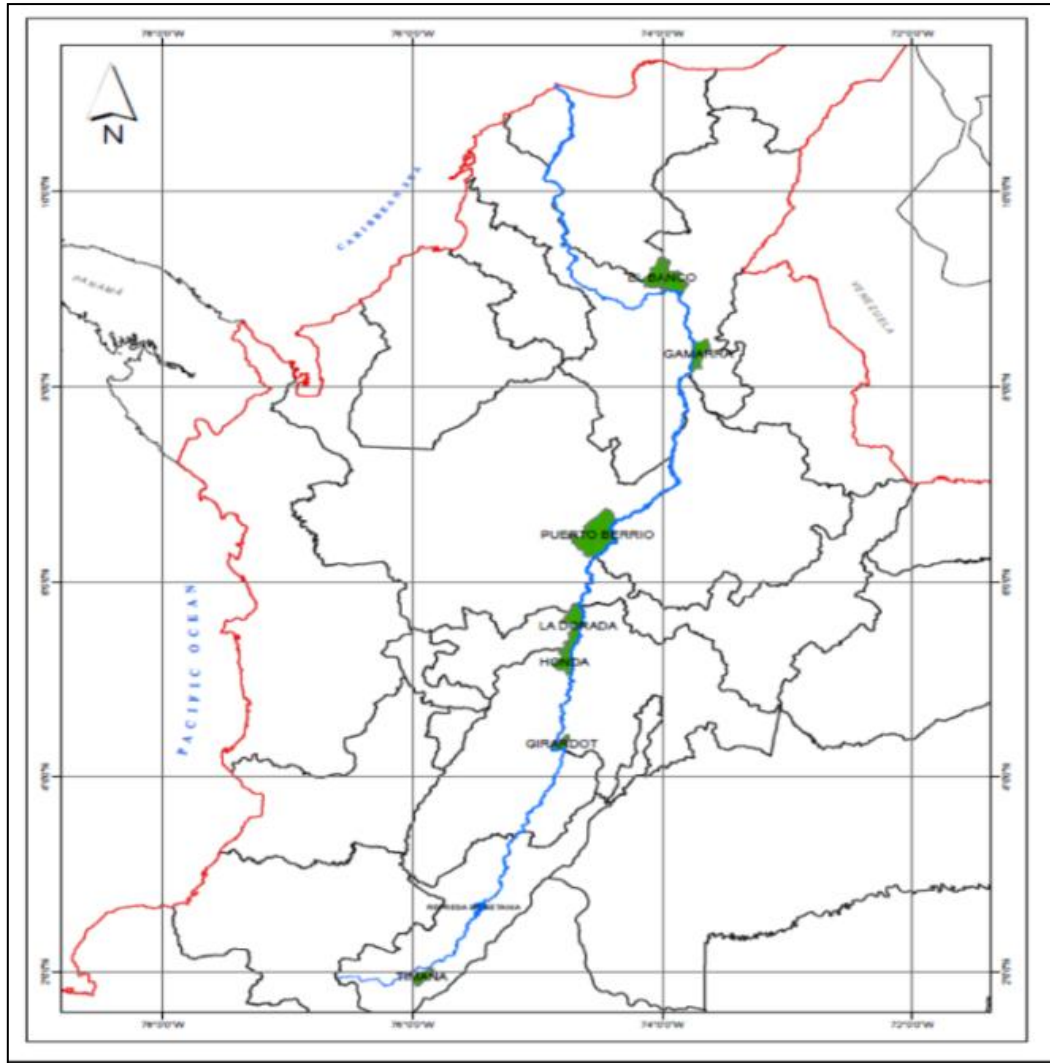


Figura 1. Mapa de Distribución de puntos de muestreo en la cuenca del Rio Magdalena. Magdalena - Bolívar 2. El Banco – Magdalena 3. Gamarra – Cesar 4. Puerto Berrio - Antioquia 5. La Dorada- Caldas 6. Honda – Tolima 7. Girardot – Cundinamarca 8. Timaná – Huila.
Fuente: *Lancheros-Ascencio,2013*

1.1.1. FASE DE CAMPO

1.1.2. Colecta y tratamiento de muestras:

Mediante la técnica artesanal con chinchorro (Fotografía 1) fueron capturados las 129 especies ícticas en los ocho puntos de muestreo (El banco, Gamarra, Girardot, Honda, La Dorada, Magangué, Puerto Berrio y Timaná) (Tabla 1) de la cuenca del

Magdalena, posteriormente se dispusieron en unanvera en fresco (refrigerados agua y hielo) y se enviaron al laboratorio para realizar su análisis.

Fotografía 1. Técnica de chinchorro para colecta de organismos



Fuente: Lancheros-Ascencio,2013

Tabla 1. Puntos de muestreos y especies ícticas colectadas.

Localidad	Especie	Nombre Comun	Cantidad de organismos
El banco	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelon/Moino/Muelon	3
	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	4
Gamarra	<i>Pimelodus blochii</i>	Nicuro	1
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	1
	<i>Spatuloricaria sp.</i>	Alcalde	1
	<i>Centropomus sp</i>	Robalo	1
	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelon/Moino/Muelon	1
	<i>Hypostomus hondae</i>	Cucha	1
Girardot	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelon/Moino/Muelon	1
	<i>Ichthyoelphas longirostris</i>	Jeton/Patalo	1
	<i>Chaetostoma sp</i>	Corroncho	2
	<i>Pimelodus blochii</i>	Nicuro	2
	<i>Crossolicaria variegata</i>	Alcalde	1
	<i>Triporheus magdalenae</i>	Arenca	1
	<i>Apteronotus eschmeyeri</i>	Mayupa	1
	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Bragre rallado	1
	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	1
Honda	<i>Pterygoplichthys undecimalis</i>	Corroncho/Coroncoro negro	1
	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelon/Moino/Muelon	1
	<i>Triporheus magdalenae</i>	Arenca	1
	<i>Pimelodus blochii</i>	Nicuro	1
	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Bagre rallado	1
	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	1
	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	1
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	1
<i>Sternopygus aequilabiatu</i>	Cucho/Raton	1	

Continuación Tabla 2. Puntos de muestreos y especies ícticas colectadas.

Localidad	Especie	Nombre Comun	Cantidad de organismos
La Dorada	<i>Pimelodus blochii</i>	Nicuro	1
	<i>hypostomus hondae</i>	Cucha	1
	<i>cyphocharax magdalenae</i>	Madre Bocachico	1
	<i>sternopygus aequilabiatus</i>	Cucho/Raton	1
	<i>leporinus muyscorum</i>	Comelon/Moino/Muelon	1
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	1
	<i>Triporheus magdalenae</i>	Arenca	1
	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Bagre rallado	1
Magangue	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	1
	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	Bagre rallado	1
	<i>Ageneiosus pardalis</i>	Doncella	3
Puerto Berrio	<i>Crossolicaria variegata</i>	Alcalde	1
	<i>Cyphocharax magdalenae</i>	Madre Bocachico	7
	<i>Hypostomus hondae</i>	Cucha	1
	<i>Leporinus muyscorum</i>	Comelon/Moino/Muelon	9
	<i>Pimelodus blochii</i>	Nicuro	24
	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico	12
	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	1
	<i>Roeboides dayi</i>	Chango/Juanviejo	5
	<i>Sorubim cuspicaudus</i>	Blanquillo	4
<i>Triporheus magdalenae</i>	Arenca	12	
Timana	<i>Brycon henni</i>	Sabaleta	1
	<i>Aequidens pulcher</i>	Mojarra Azul	1
	<i>Parodon suborbitales</i>	Tuso	2
	<i>Pimelodus grosskopfii</i>	Capaz	1
	<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	Bagre sapo	1
TOTAL DE ESPECIES COLECTADAS			129

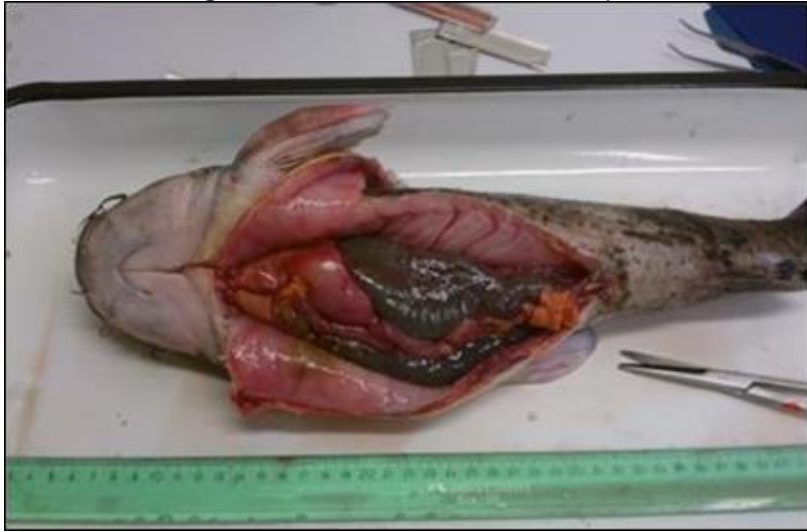
Fuente: Lancheros-Ascencio, 2013

1.2. FASE DE LABORATORIO

1.2.1. Tratamiento de las muestras

En el laboratorio se estableció un proceso metodológico desarrollado en cinco etapas para garantizar la rigurosidad del análisis y la obtención de resultados representativos; estas fases son: Identificación taxonómica y toma de medidas morfométricas y merística, disección, extracción de órganos y preparación de la muestra para llevar a cabo el análisis de metales (mercurio) en musculo (Figura 2).

Fotografía 2. Técnica de disección de peces



Fuente: *Lancheros-Ascencio, 2013*

Una vez identificado y separado el musculo de todas las especies ícticas se procede a realizar la técnica de obtención de mercurio (Hg) la cual consiste en un análisis directo por medio de la utilización del instrumento DMA – 80, esta herramienta utiliza un calentamiento del musculo por seis minutos, del cual se liberan vapores que contienen Hg y son atrapados por una amalgama de oro, posteriormente se lleva a un espectrofotómetro de absorción atómica a 254 nm y se toman los valores de dicho metal (Figura 2).

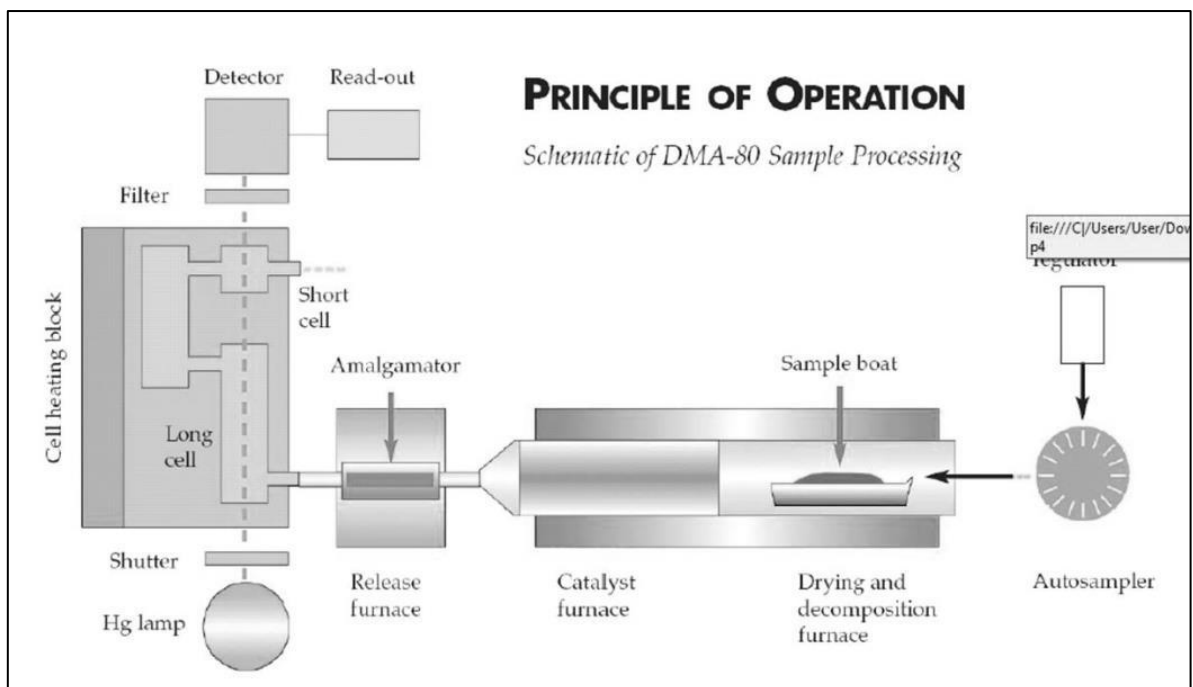


Figura 2. Operación de DMA-80 para la obtención de mercurio en tejido de peces
Fuente: Milestone Helping Chemist, 2013

1.3. FASE GABIENTE

El resultado del análisis para cada muestra se presenta como el promedio (\pm) las desviaciones estándares (SD) de las muestras analizadas. Se utilizó el estadístico Kruskal Wallis para datos no paramétricos para determinar las diferencias entre las estaciones y entre las especies. El análisis estadístico fue realizado con el programa Statgraphics Centurion con un nivel de significancia de P Value ≥ 0.05 .

2. RESULTADOS Y DISCUSION

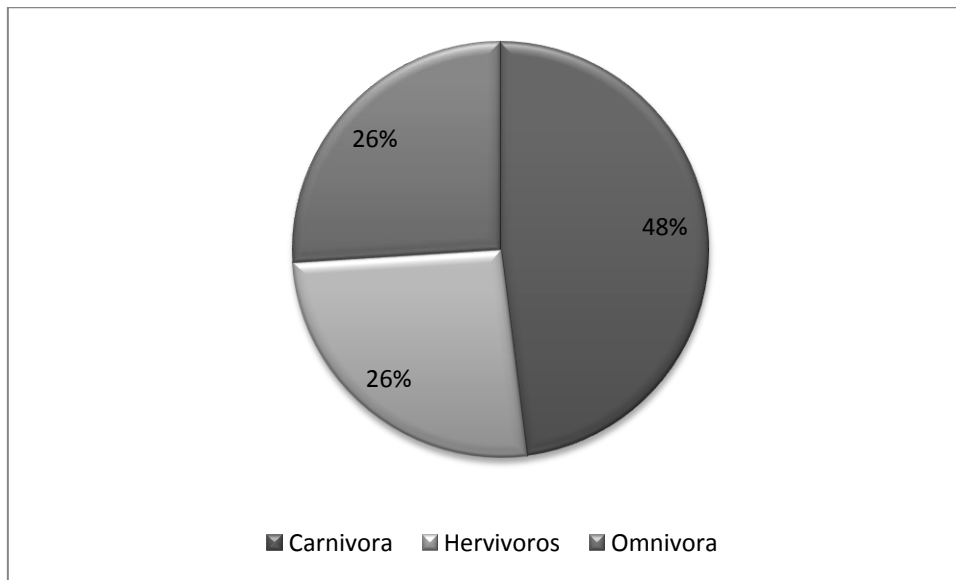
Se capturaron 129 individuos correspondiente a 23 especies ícticas colectadas las especies más abundantes fueron *Pimelodus blochii* (26), *Leporinus muyscorum* (16) *Triporthus magdalenae* (15), *Prochilodus magdalenae* (15), *Sorubim cuspicaudus* (11) y *Cyphocharax magdalenae* (8), los 30 individuos restantes corresponden a otros grupos de peces. En la tabla 2 se resume los resultados obtenidos de número de especies (n), promedio, desviación estándar (SD), valores máximos (Máx) y mínimos (Mín) de mercurio encontrado en musculo para las diferentes especies obtenidas en los 8 puntos de muestreos de la cuenca (Baja, Media y Alta) del río Magdalena.

Tabla 3. Valores de Promedio, Desviación Estándar (SD) valores Mínimos y Máximos de mercurio encontrado en musculo de peces colectados en la cuenca del Río Magdalena.

Especie	n	Alimentación	Mercurio en musculo Hg ppm			
			Promedio	DS	Min	Máx.
<i>Aequidens pulcher</i>	1	Carnívora	0,125	---	---	---
<i>Apteronotus eschmeyeri</i>	1	Carnívora	0,262	---	---	---
<i>Brycon henni</i>	1	Omnívora	0,091	---	---	---
<i>Centropomus sp.</i>	1	Carnívora	0,202	---	---	---
<i>Ichthyoelephas longirostris</i>	1	Herbívoros	0,064	---	---	---
<i>Pimelodus grosskopfii</i>	1	Carnívora	0,284	---	---	---
<i>Pterygolicthys undecimalis</i>	1	Carnívora	0,053	---	---	---
<i>Spatuloricaria sp.</i>	1	Herbívoras	0,156	---	---	---
<i>Chaetostoma sp.</i>	2	Herbívoras	0,333	0,287	0,130	0,536
<i>Crossoloricaria variegata</i>	2	Herbívoras	0,210	0,061	0,167	0,253
<i>Parodon suborbitalis</i>	2	Omnívora	0,259	0,035	0,234	0,284
<i>Sternopygus aequilabiatus</i>	2	Omnívora	0,298	0,147	0,194	0,402
<i>Ageneiosus pardalis</i>	3	Carnívora	0,263	0,143	0,112	0,396
<i>Hypostomus hondae</i>	3	herbívoras	0,165	0,073	0,103	0,245
<i>Pseudopimelodus bufonius</i>	4	Carnívora	0,314	0,257	0,124	0,686
<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>	4	Carnívora	0,647	0,423	0,250	1,040
<i>Roeboides dayi</i>	5	Carnívora	1,086	1,958	0,064	4,580
<i>Cyphocharax magdalenae</i>	8	Omnívora	0,341	0,288	0,085	0,881
<i>Sorubim cuspicaudus</i>	11	Carnívora	0,247	0,131	0,052	0,446
<i>Prochilodus magdalenae</i>	15	Omnívora	0,214	0,122	0,039	0,564
<i>Triporthus magdalenae</i>	15	Herbívoras	0,328	0,324	0,034	1,310
<i>Leporinus muyscorum</i>	16	Omnívora	0,458	0,790	0,055	3,360
<i>Pimelodus blochii</i>	29	Carnívora	0,302	0,257	0,076	1,160
Σ	129		0,338	0,517		

Fuente: Lancheros-Ascencio, 2013

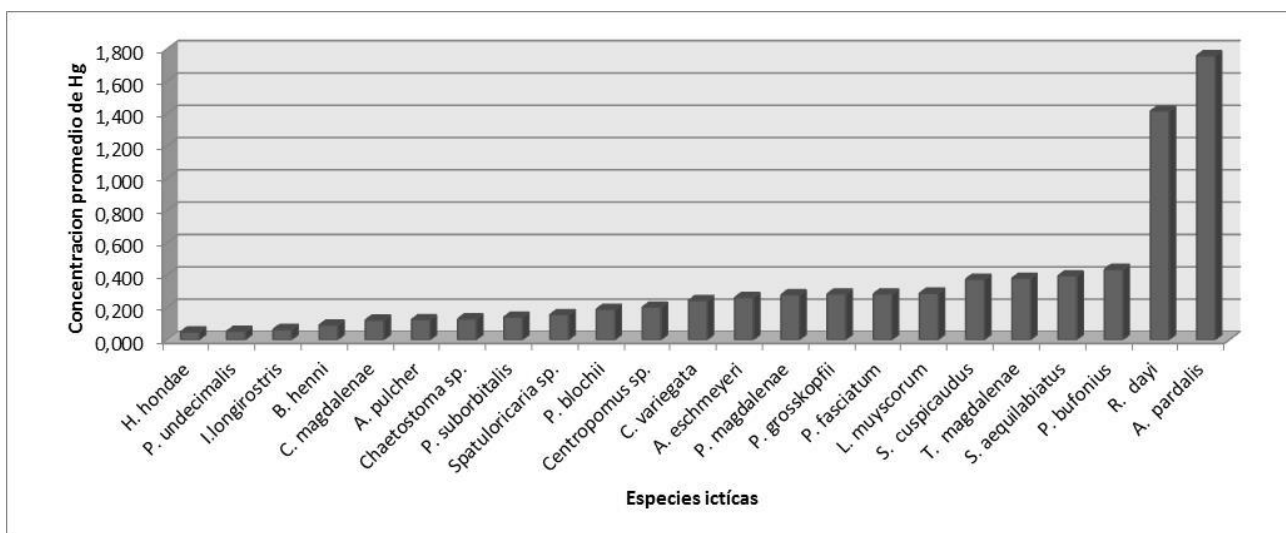
Del total de las especies provenientes del Río Magdalena el 48% corresponde a organismos con hábitos alimenticios de tipo carnívoros con *Aequidens pulcher*, *Apteronotus eschmeyeri*, *Centropomus* sp., *Pimelodus grosskopfii*, *Pterygolicthys undecimalis*, *Ageneiosus pardalis*, *Pseudopimelodus bufonius*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Roeboides dayi*, *Sorubim cuspicaudus* y *Pimelodus blochii*, seguido de los herbívoros con un 26% con los taxones *Ichthyoelephas longirostris*, *Spatuloricaria* sp., *Chaetostoma* sp., *Crossoloricaria variegata*, *Hypostomus hondae*, *Triportheus magdalenae*, y finalmente los omnívoros reportaron un 26% de individuos *Brycon henni*, *Parodon suborbitalis*, *Sternopygus aequilabiatus*, *Cyphocharax magdalenae*, *Prochilodus magdalenae*, *Leporinus muyscorum* (Grafica 1) .



Gráfica 1. Hábitos alimenticios de las especies colectadas en la cuenca del Río Magdalena
Fuente: Lancheros-Ascencio, 2013

Para el total de las especies ícticas colectadas, las concentraciones de mercurio en la muestra de tejido muscular tuvieron un valor promedio de $0,338 \pm 0,517$ ppm con un valor mínimo de 0,034 ppm correspondiente a *Triportheus magdalenae* y un máximo de 4,580 ppm perteneciente *Roeboides dayi* (Tabla 2). Los valores más altos de mercurio se encontraron en especies carnívoras caso contrario para las hervivoras y omnívoras. Las concentraciones de Hg en algunas especies son altas, de los 129 individuos 54 exhibieron valores altos de mercurio 38 pertenecen a hábitos carnívoros y 16 entre omnívoros y herbívoros, sin embargo las concentraciones promedio de mercurio la presentó las especies *R. dayi* y *A. pardalis* 1,759 y 1,416 ppm respectivamente, en tanto, las otras especies exhibieron concentraciones promedio inferiores a 0,436 ppm de Hg. (Grafica 2), con lo anterior se establece que se presentaron valores por encima del límite permisible. Según los

datos encontrados por Marrugo *et al* (2007) en la Ciénaga de Ayapel, y los arrojados para la cuenca del Magdalena las concentraciones encontradas son similares y muy superiores a las reportadas en otras zonas sometidas a la contaminación con mercurio en Colombia. Es importante establecer que el mercurio en el ambiente acuático es sedimentado y convertido principalmente en metilmercurio (MeHg) por acción bacteriana en un proceso de biometilación aumentando de esta manera su disponibilidad para la biota acuática (Jewet y Duffy, 2007; Hassan *et al.*, 2010), la acumulación del mercurio se da por la falta o ineficiencia de eliminación de Hg de forma natural entonces se tiene a biomagnificación (acumulación de mercurio) en los tejidos, este proceso se da más en peces con alimentación carnívoros y de gran tamaño (Marrugo- Negrette *et al.*, 2008), corroborando los datos arrojados para la cuenca.



Gráfica 2. Concentraciones promedio encontradas en 23 especies de peces colectadas en la cuenca del Río Magdalena

Fuente: Lancheros-Ascencio, 2013

En general, los contaminantes son tóxicos para los humanos y los alimentos contaminados han sido asociados con efectos devastadores para la salud humana, con lo anteriormente establecido el consumo frecuente de especies de peces carnívoros representa un riesgo mayor en la salud humana en comparación con el consumo de las no-carnívoras, aunque algunos individuos de éstas últimas también pueden presentar altos niveles de Hg que son peligrosos para la salud humana. La bioacumulación aumenta el riesgo de la exposición crónica a metilmercurio compuesto que en cantidades significantes puede llegar a provocar efectos nerotóxicos especialmente a mujeres en estado de embarazo, jóvenes y niños

Adicionalmente para establecer diferencias entre las 8 estaciones se corrió un estadístico no paramétrico La prueba de Kruskal – Wallis (Tabla 3) la cual establece

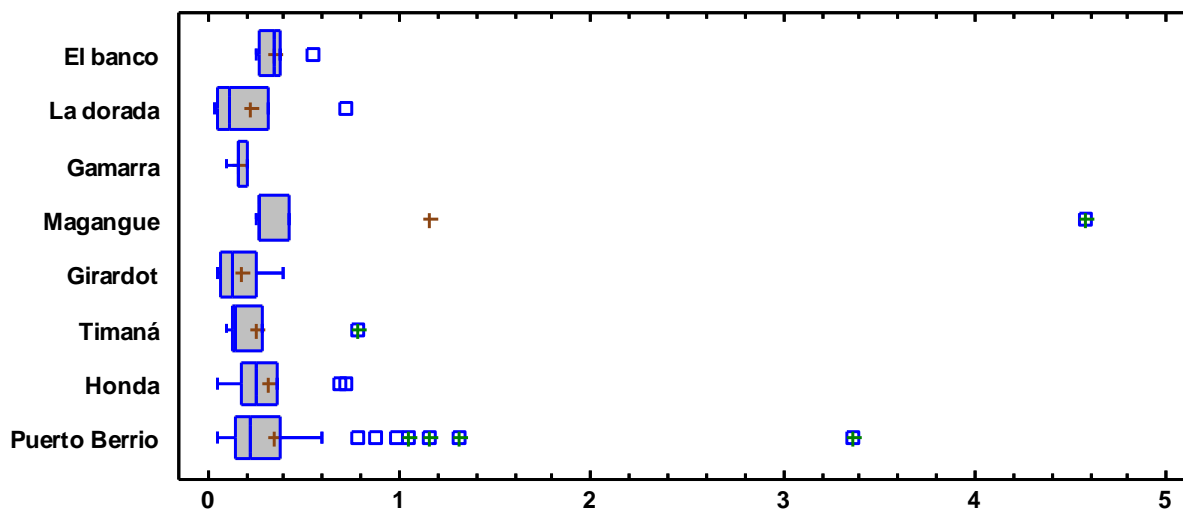
que se encontraron diferencias estadísticamente significativas con un P valué= 0,023 entre la medida de las ocho estaciones de muestreo con un nivel de significancia del 95 % de confianza

Tabla 4. Resultado del estadístico no paramétrico Prueba de Kruskal-Wallis

	<i>Tamaño de Muestra</i>	<i>Rango Promedio</i>
El banco	7	92,6429
La dorada	9	47,2778
Gamarra	5	44,3
Magangue	5	95,0
Girardot	12	42,25
Timaná	6	53,5833
Honda	9	70,4444
Puerto Berrio	76	67,7895

Fuente: Lancheros-Ascencio, 2013

En la gráfica 3 se establece que según la medida de medianas las estaciones Magangue y Puerto Berrio son diferentes en un rango promedio a los seis puntos de muestreo restantes. En la cuenca del Magdalena existe un problemática ambiental seria y se le atribuye a la cantidad de actividades antrópicas que se ejercen sobre este sistema tales como la minería, extracción de crudo, vertimientos industriales y rellenos sanitarios cercanos a la orilla del rio esto ocasiona que en ciertos puntos de ríos la cantidad de metales pesados sea más abundante, como sucede en los puntos del Banco, Puerto Berrio, Magangue y Girardot.



Gráfica 3. Medidas de las medianas con un nivel de significancia del 95 % prueba Kruskal-Wallis

Fuente: Lancheros-Ascencio, 2013

Según la Resolución 776 de 2008 del Ministerio de la Protección Social, “Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir los productos de la pesca, en particular pescados, moluscos y crustáceos para consumo humano”. La concentración máxima de mercurio en productos pesqueros es de 0,50 mg/Kg (ppm) y en comparación con los valores arrojados de las especies colectadas más del 50% arrojaron valores por encima de este valor estableciendo que dichas especies no son aptas para el consumo humano.

3. CONCLUSIONES

- Colombia es un país que se encuentra en proceso de crecimiento lo que genera una diversidad de actividades económicas que a su vez desencadena una serie de efectos a los ecosistemas y así mismo a la biota que se encuentra en relación con ellos.
- Con el análisis de obtención de Mercurio se presentó una clara tendencia a la acumulación de dicho metal en las especies carnívoras.
- Las concentraciones de mercurio para los 129 individuos capturados en la cuenca del Magdalena presentaron un valor promedio de $0,338 \pm 0,517$ ppm con un valor mínimo de 0,034 de ppm y un máximo de 4,58 ppm.
- Se encontró que para la cuenca del río Magdalena las especies *Triportheus magdalene* y *Roeboides dayi* presentaron altas concentraciones de mercurio en el tejido muscular y son especies altamente consumidas en la región.
- Debido a la variedad de actividades ejercidas sobre la cuenca del Magdalena se evidenció que las estaciones Magangue y Puerto Berrio presentaron los índices más altos de carga de mercurio, esto se debe principalmente por vertimientos de aguas y relleno solitario.
- Al comparar con la norma los valores arrojados por la comunidad íctica analizada el 50% de las especies superan el valor permisible para consumo humano

4. RECOMENDACIONES

- Hacer seguimiento a la calidad de las pesquerías industriales y artesanales.
- Estudios que permitan establecer el grado de perturbación ocasionado por actividades antrópicas que vierten metales pesados en los sistemas hídricos.
- Seguimiento a las capturas realizada, ya que se evidenciaron tallas inferiores a las establecidas para algunas especies como mínima de captura.

BIBLIOGRAFIA

- BRADL, HB. 2005. Heavy Metals in the environmental Chapter I: Sources and origins of heavy metals. Ed. H.B. Bradl.
- HASAN,MAA, AHMED MK, AKHAND AA, AHSAN N Y ISLAM MM. 2012. Toxicity Effects and Molecular Changes Due to Mercury Toxity in Freshwater Snakehead (Channa Punctatus Bloch, 1973) Int J. Environ. Res 4(1) 91-98 pp.
- JEWETT SC, DUFFY LK. 2007. Mercury in fishes of Alaska, with emphasis on subsistence species. Science of the total Enviromental. 387 3-27 pp.
- MARRUGO,J; LANS, E y BENITEZ, L. 2007. Hallazgo de Mercurio en Peces de la Cienaga de Ayapel, Cordoba, Colombia. Rev MVZ 12(1) 878-886 pp.
- MARRUGO – NEGRETE J. BENITEZ LN, OLIVERO – VERBEL J. 2008. Distribution of Mercury in Several Enviromental Compartments in a Aquatic Ecosistem Impacted by Gol Minin in Northern Colombia. Arch Environ Contam Toxicol. 55: 305-316 pp.
- OLIVERO J, JHONSON B, ARGUELLO E. 2002. Human exposure to mercury due to fish consumption in San Jorge river basin, Colombia (South America). Sci Total Environ, 289: 41- 47
- RAJESHKUMAR S. MUNUSWAMY N. 2011. Impactp or metals on histopathology and expression of HSP 70 in difefferents tissues of Milk Fish (Chanos Chanos) of Kaattuppalli Island. South East Coast. India. Chemosphere 83. 415-421 pp.