



Industria química y petroquímica en la cuenca del río Coatzacoalcos, México

La concentración de mercurio en los peces del río Coatzacoalcos en el contexto de las negociaciones del convenio internacional



Informe de la campaña de IPEN
Por un mundo libre de mercurio
Abril del 2013



un futuro sin tóxicos



un futuro sin tóxicos

IPEN es una red internacional constituida por más de 700 organizaciones de interés público en 116 países, que tiene como misión trabajar por un futuro libre de tóxicos para todos, mediante el establecimiento de políticas públicas sobre las sustancias químicas que protejan la salud humana y el medio ambiente. IPEN cuenta con un grupo de trabajo sobre metales pesados coordinado por ARNIKA. www.ipen.org



ARNIKA es una organización no gubernamental de la República Checa que busca unir a las personas que buscan un mejor medio ambiente. Sus actividades se basan en tres pilares: la participación del público, el trabajo con expertos y la difusión con los medios de comunicación.
Contacto: Jan Samánek jan.samanek@arnika.org

Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C. es una asociación civil mexicana sin fines de lucro que trabaja problemas ambientales y de la biodiversidad en beneficio de la población.

Contacto: Dr. Lorenzo Bozada Robles lmbozadarobles@gmail.com



El Centro de Análisis y Acción en Tóxicos y sus Alternativas (CAATA) es un programa de la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en México (RAPAM) A.C., y tiene como objetivo fortalecer la participación ciudadana en las políticas públicas para lograr un futuro libre de sustancias químicas tóxicas que amenacen los derechos a la salud y a un

medio ambiente saludable para las generaciones presentes y futuras. www.caata.org

Contacto: Fernando Bejarano González: coordinacion@caata.org.mx

El informe *Industria química y petroquímica en la cuenca del río Coatzacoalcos. La concentración de mercurio en peces en los peces del río Coatzacoalcos, en el contexto de las negociaciones del convenio internacional* está disponible en inglés y español en la página de IPEN: www.ipen.org/hgmonitoring/ y es parte del proyecto internacional *Global Fish and Community Mercury Monitoring Project* coordinado por IPEN y el Biodiversity Research Institute (BRI).

Participaron en la redacción de este informe: Jindrich Petrlík, Joseph Di Gangi, Lorenzo Bozada y Fernando Bejarano.

Agradecimientos:

Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C., CAATA, Asociación Arnika e IPEN agradecen el apoyo financiero de los gobiernos de Suecia y Suiza, entre otros, así como el apoyo técnico del Instituto de Investigación en Biodiversidad (BRI) que analizó las muestras. El contenido y las opiniones expresadas en este informe son de los autores y de IPEN, y no necesariamente son de las instituciones que dieron el apoyo financiero y técnico.

Fotos de la portada: Panorámica del Complejo Petroquímico Pajaritos, Antonio Balderas; peces robalo, chucumite y tiburón en el mercado de Coatzacoalcos, Lorenzo Bozada; panorámica de la refinería de Pemex en Minatitlán.

Industria química y petroquímica en la cuenca del río Coatzacoalcos, México

La concentración de mercurio en los peces del río Coatzacoalcos en el contexto de las negociaciones del convenio internacional

Informe de la Campaña *Por un mundo libre de mercurio* de IPEN

*Preparado por el Grupo de trabajo sobre metales pesados de IPEN, Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C., el Centro de Análisis y Acción en Tóxicos y sus Alternativas - CAATA (México) y Asociación Arnika (República Checa)
Coatzacoalcos – Ciudad de México - Praga – Estocolmo, 3 de abril de 2013*

Introducción

En 2009, el Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) tomó la decisión de desarrollar un convenio jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio, a fin de reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente (UNEP GC25/5). El Consejo de Administración del PNUMA indicó que el mercurio es una sustancia de preocupación mundial debido a su transporte a gran distancia, su persistencia, su capacidad para bioacumularse y su toxicidad. En parte, sus conclusiones se basaron en la Evaluación Mundial del Mercurio, PNUMA 2002, que daba cuenta de que el mercurio está presente en los peces a lo largo de todo el mundo, a niveles que afectan en forma negativa a los seres humanos y a los animales. (UNEP 2002). En los seres humanos, el cabello es ampliamente aceptado como una matriz para las estimaciones fiables de la carga corporal de metilmercurio, que probablemente proviene del consumo de pescado (Grandjean, Weihe *et al.* 1998), (Harada, Nakachi *et al.* 1999), (Knobeloch, Gliori, *et al.* 2007), (Myers, Davidson *et al.* 2000).

Este informe se basa en el análisis de los niveles de mercurio en peces del río Coatzacoalcos, en el área de Coatzacoalcos-Minatitlán, en el estado de Veracruz, México, donde existe una planta de cloro-álcali y un incinerador de residuos dentro de un complejo petroquímico, y donde se ubica una refinería de petróleo y gas. Los niveles de mercurio en el cabello de la población que vive en esta área fueron examinados en nuestro informe previo publicado en enero de 2013. (Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, CAATA *et al.* 2013).¹

Por añadidura, dado que las liberaciones locales de mercurio se transforman en problemas mundiales debido al transporte a gran distancia, consideramos la forma en que el proyecto de texto del convenio de mercurio abordará estas fuentes.

¹ Ver Mexico en Country Hot Spot Report en <http://ipen.org/hgmonitoring/>

Industria química y petroquímica en el área de Coatzacoalcos–Minatitlán

El municipio de Coatzacoalcos, ubicado en el estado de Veracruz, forma parte de la llamada región Olmeca, que comprende 25 municipios y está dominada por la conurbación de las ciudades de Coatzacoalcos y Minatitlán. El área tiene una población de casi dos millones y comprende aproximadamente el 41% de la actividad económica en el estado.

Existen dos fuentes industriales principales de contaminación por mercurio en el área de estudio: una planta de cloro-álcali dentro de un complejo petroquímico cerca de la ciudad de Coatzacoalcos, incluyendo un incinerador de residuos, y una refinería de petróleo y gas en Minatitlán, Veracruz.

La planta de producción de cloro-álcali es Industrias Químicas del Istmo, SA (IQUISA), que forma parte del grupo empresarial Cydsa. La planta comenzó la producción de cloro en 1968 utilizando la tecnología de células de mercurio. En 1981, Cloro de Tehuantepec (Mexichem) inició sus operaciones con mercurio, pero actualmente emplea celdas de diafragma y no libera mercurio en sus descargas.

La refinería General Lázaro Cárdenas, instalada en Minatitlán, Veracruz, comenzó a operar en 1906, y fue la primera gran refinería de América Latina. En 2011 se completó la reconfiguración de la refinería, con lo que su capacidad de producción de petróleo crudo aumentará a 350.000 barriles por día (bpd), con un incremento en el porcentaje de crudo maya procesado.

Además de las instalaciones de producción, en el complejo petroquímico de Pajaritos funcionaron en distintos momentos del período 1995 -2002 dos incineradores que quemaban subproductos de la industria química. El segundo de ellos tenía capacidad para quemar 1.5 toneladas por hora (aproximadamente 100 toneladas al día). En 2005 comenzó a operar un tercer incinerador destinado principalmente a la quema de residuos de la producción del monómero de cloruro de vinilo (MCV).

Otras fuentes de posible contaminación por mercurio son las industrias químicas privadas establecidas en los tres complejos petroquímicos (Pajaritos, Cangrejera y Morelos). Además, hay hospitales regionales y crematorios situados en la zona.

Materiales y métodos

Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, AC llevó a cabo el muestreo de peces, en colaboración con los pescadores locales, utilizando protocolos desarrollados por BRI (2011). Quince muestras de peces en total se tomaron para este estudio en el área de Coatzacoalcos-Minatitlán (ver Mapa Figura 1, siguiente página). El Instituto de Investigación sobre la Biodiversidad (Biodiversidad Research Institute (BRI) midió los niveles de mercurio (contenido total de mercurio = THg) de las muestras de peces en su laboratorio en Gorham, Maine, EE.UU. Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, AC y CAATA caracterizaron el sitio y proporcionaron información sobre la historia y fuentes posibles de liberación de mercurio.

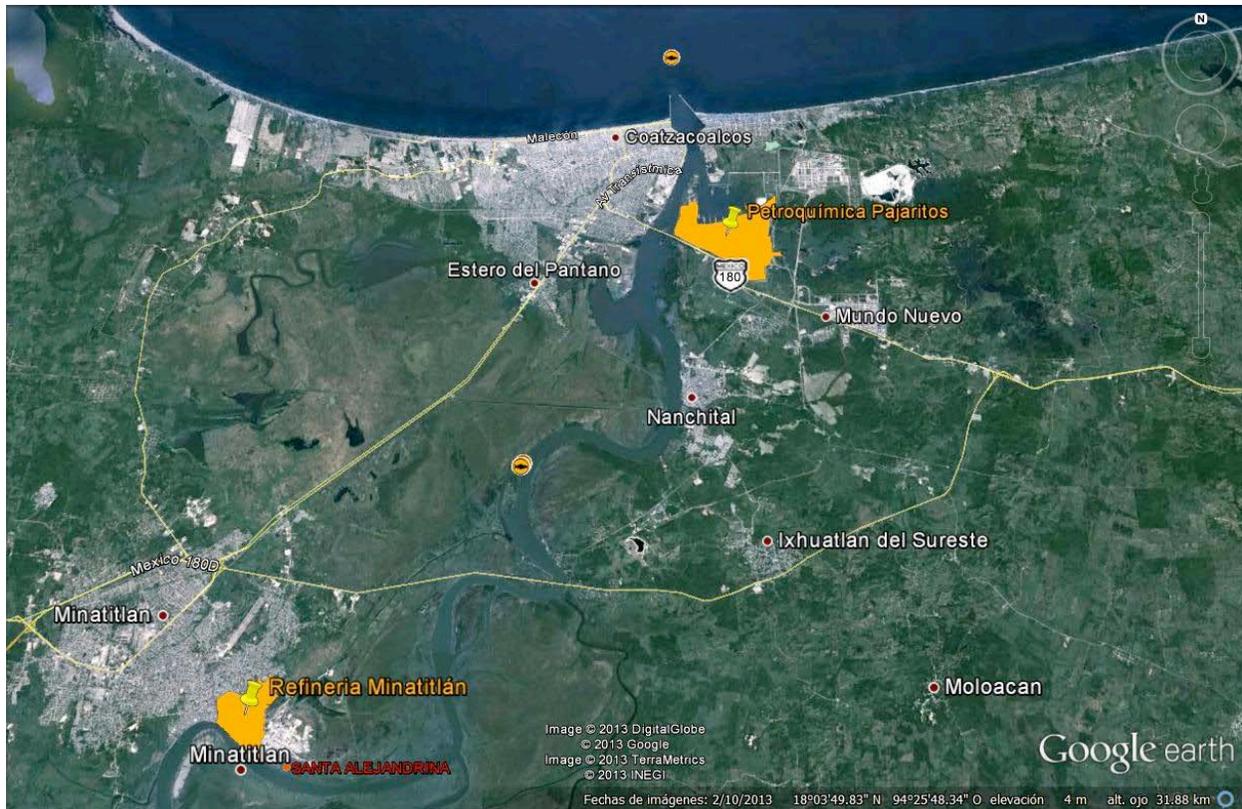


Figura 1: Mapa de la región de la cuenca del río Coatzacoalcos que indica  la localización de los sitios donde se tomaron las muestras de peces para el análisis de mercurio.

Resultados y discusiones

Existe una amplia literatura acerca de la presencia de mercurio en los ecosistemas acuáticos del área de Coatzacoalcos y hay algunas mediciones realizadas en peces y en el cabello de los habitantes, pero la mayor parte de estos datos tienen más de 35 años y no se cuenta con una evaluación clínica o epidemiológica de los impactos en la población que sea de conocimiento público. En estos estudios previos, la refinería de Minatitlán nunca ha sido considerada como una posible fuente de liberación de mercurio ni su contribución al contenido de mercurio en el pescado o los seres humanos en la región. Según Lang, Gardner, Holmes (2012) las concentraciones globales de mercurio en petróleo crudo y gas van desde 0.1 a 20,000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ en el petróleo crudo y desde 0.05 a 5000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ en el gas natural. Acosta *et al.* (2001) indican que es probable que la mayor parte del mercurio presente en el petróleo crudo procesado en las refinerías de México se concentre en el combustible aunque una porción del mercurio presente al inicio del proceso puede transferirse a las fracciones más ligeras, como el diésel o el gas que se genera en la torre de enfriamiento atmosférico.

Para este estudio se obtuvieron muestras de tres especies de peces de dos lugares diferentes del río Coatzacoalcos (ver mapa de la Figura 1): robalo blanco (*Centropomus undecimalis*), chucumite (*Centropomus paralellus*) y bandera o banderilla (*Bagre marinus*). En el Cuadro 1 aparecen los niveles de mercurio encontrados en cada especie.

Cuadro 1: Contenido de mercurio de las muestras de peces del río Coatzacoalcos en el área de Coatzacoalcos – Minatitlán, México.

	Tamaño de la muestra	Promedio de Hg (ppm, peso húmedo)	Desviación estándar	Mín de Hg (ppm)	Máx de Hg (ppm)	Dosis de referencia ² (ppm)	Fracción de las muestras que excedió la dosis de referencia
Todas las muestras de peces	15	0.258	0.065	0.155	0.395	0.22	67%
Robalo blanco	3	0.268	0.062	0.197	0.314	0.22	67%
Chucumite	3	0.306	0.096	0.205	0.395	0.22	67%
Bandera o banderilla	9	0.239	0.053	0.155	0.339	0.22	67%

Abreviaturas: Hg, mercurio; ppm, partes por millón o mg/kg; ww, peso húmedo; mín, mínimo; máx, máximo.

Los resultados del Cuadro 1 muestran que el nivel promedio de mercurio en el total de las 15 muestras de peces es más alto que la dosis de referencia de la US EPA de 0.22 ppm³. Los peces que contienen mercurio de 0.22 partes por millón (ppm) no deben ser consumidos más de una vez al mes. Dos tercios de las muestras de peces tenían niveles de mercurio más altos que la dosis de referencia. El valor máximo de mercurio observado en las muestras de peces del río Coatzacoalcos correspondió al chucumite y excedió 1,8 veces la dosis de referencia de la US EPA.

Báez *et al.* (1976) encontraron mercurio en el tejido muscular de los peces en niveles más altos que los observados en nuestro estudio. Para robalo los niveles fueron de 0,20 a 0,97 ppm peso húmedo reportados en 1973, y 0.08-1.7 ppm peso húmedo en 1974. En corvina (*Bairdiella ronchus*) los niveles de mercurio reportados fueron mayores, de 0.45-3.54 ppm peso húmedo.

² Cifra derivada de la dosis de referencia utilizada como directriz de la US EPA para el consumo de pescado (0.2 mg.kg⁻¹ de metilmercurio) basada en la presunción de que el metilmercurio corresponde al 90% de los niveles totales, THg; el valor límite utilizado por Canadá es similar. Japón y/o el Reino Unido utilizan la dosis de referencia de 0.3. Fuente: US EPA (2001). Water Quality Criterion for the Protection of Human Health: Methylmercury. Final. EPA-823-R-01-001, Office of Science and Technology, Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC: 303.

³ En base a la dosis de referencia de la US EPA de 0.0001 mg de metilmercurio por kg de masa corporal por día, BRI calculó las pautas para el consumo de pescado utilizando una masa corporal promedio de 60 kg (132 libras) y una porción promedio de pescado de 170 gramos (6 onzas). El pescado que contiene concentraciones de mercurio de 0.22 partes por millón (ppm) no debe consumirse más de una vez por mes. El pescado con concentraciones de mercurio inferiores a este valor (<0.22 ppm) puede ser consumido con mayor frecuencia. Debe evitarse totalmente el consumo de pescado con concentraciones de mercurio superiores a 0.95. Para mayor información ver Anexo en *Global Mercury Hotspots* BRI-IPEN Jan 9, 2013 <http://ipen.org/hgmonitoring/pdfs/ipen-bri-report-global-hg-hostpots-2013-01-09.pdf>

Guentzel, Portilla *et al.* (2007, 2011) realizaron mediciones de mercurio en personas que viven cerca del sistema lagunar de Alvarado, así como en peces de este ecosistema. Las concentraciones de mercurio total en diversas especies del sistema lagunar de Alvarado variaron entre 0,01 a 0,35 ppm peso húmedo: chucumite (*Centropomus parallelus* (0.152 ±0.034 ppm peso húmedo); mojarra rayada (*Eugerres plumieri* (0.35 ppm peso húmedo)) y los mariscos (camarón café (*Penaeus aztecus* (0.008 ±0.001 ppm peso húmedo) y jaiba prieta (*Callinectes rathbunae* (0.026 ±0.002 ppm peso húmedo)

La concentración de mercurio en el tejido muscular del bagre (*Ariopsis felis*) al sur del Golfo de México (entre los años 2001-2004) oscilaba entre 0.006 y 0.157 ppm peso seco (Vázquez, Florville-Alejandre *et al.* 2008). La concentración de mercurio de las muestras de peces de nuestro estudio osciló entre 0.640 y 1.920 ppm peso seco; por lo tanto, se registra la presencia de niveles más altos de mercurio en especies de peces distintas al bagre.

Recientemente se reportaron niveles muy altos de mercurio en peces de México, específicamente en carpas, con una media de 0.87 ppm peso húmedo, en un estudio realizado en el Lago de Chapala, Jalisco (Trasande, Cortés *et al.* 2010).

El transporte del mercurio en la atmósfera fue inferido por Báez (1976) a partir de la lluvia ácida de Coatzacoalcos, producto de las emisiones aéreas generadas por los tres complejos petroquímicos de Morelos, Pajaritos y Cangrejera, y transportadas con rumbo sur y sureste por las corrientes de aire que prevalecen en la región de Coatzacoalcos.

Las plantas de cloro-álcali que usan mercurio, las refinерías de petróleo y los incineradores de residuos en el convenio sobre el mercurio

El área crítica de la industria química en Coatzacoalcos hace surgir interrogantes acerca de qué medidas podrá exigir el convenio internacional sobre el mercurio para eliminar la contaminación del medio ambiente y de los peces proveniente de las plantas de cloro-álcali y de otras fuentes importantes de contaminación por mercurio.

Estudios más recientes (Pirrone, Cinnirella *et al.* 2010) y (Mukherjee, Bhattacharya *et al.* 2009) estiman que el sector del cloro-álcali produce tres veces más de emisiones de mercurio al aire que la indicada originalmente en el inventario de emisiones atmosféricas de la División de Productos Químicos del PNUMA (2008), en tanto que las liberaciones mundiales al agua causadas por las plantas de cloro-álcali no fueron calculadas en lo absoluto. Estos hallazgos, al igual que el caso documentado en este estudio subrayan la necesidad de establecer la fecha más temprana posible para la eliminación progresiva del uso de mercurio en la producción de cloro; sin embargo, de las dos opciones planteadas en el borrador del Anexo D del convenio⁴ (2020 ó 2025) fue elegida la última, durante la quinta reunión final del Comité Intergubernamental de Negociación (INC), lo que permite que el uso de mercurio continúe durante un largo tiempo.

4 UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3 ; dos opciones de eliminación estaban entre corchetes en el Anexo D, Parte I: Procesos sujetos al Artículo 7, párrafo 2.

Para evitar la continua contaminación con mercurio del área de Coatzacoalcos-Minatitlán, incluyendo todos los ecosistemas acuáticos y las personas que dependen de esos ecosistemas, es necesario evitar que se produzcan nuevas liberaciones de mercurio por la industria química en su totalidad, por lo que debe ponerse fin a los desechos y especialmente al uso continuado de mercurio en la producción de cloro.

Por otra parte, se han reportado niveles importantes de mercurio en el entorno de la refinería de petróleo de Minatitlán, cuya reconfiguración fue terminada en 2011. Esto aumentará su capacidad de procesamiento de petróleo crudo a 350.000 barriles por día (bpd), lo que equivale a un incremento del 187% en la producción. Esto puede conducir a un aumento importante de las emisiones de mercurio en la región de Coatzacoalcos- Minatitlán, de acuerdo a la US EPA (2001) y los recientes hallazgos en el Reino Unido (Lang, Gardner *et al.* 2012). El texto actual del convenio no aborda el tema de las emisiones de mercurio de las refinerías de petróleo (UNEP (DTIE) 2012)⁵; sin embargo, es necesario que se establezca un control estricto de las liberaciones de mercurio en este sector.

Recomendamos que las autoridades de salud realicen un monitoreo regular de las concentraciones de mercurio en los peces de la cuenca del río Coatzacoalcos y desarrollen una estrategia de alerta hacia los consumidores, con la participación de la comunidad académica pertinente, las ONG y las organizaciones sociales, incluidas las que puedan resultar afectadas por el mercurio en el pescado.

También se recomienda que las autoridades ambientales federales en México aseguren que las nuevas instalaciones industriales en la cuenca del Coatzacoalcos no usen catalizadores de mercurio siendo consistentes con el Convenio del mercurio. Un ejemplo, es el nuevo complejo petroquímico Etileno Siglo XXI, en construcción, en el municipio de Nanchital cerca de Coatzacoalcos, Veracruz, con inversión mexicana y brasileña.⁶ El proyecto está planeado para producir 1 millón de toneladas anuales de etileno y polietileno en tres plantas de polimerización a partir de 2015; sin embargo, el Convenio sobre mercurio recientemente adoptado desalienta que se use mercurio en este tipo de proceso industrial.⁷

Hasta que estos problemas sean abordados, el mercurio seguirá contaminando el área local y contribuyendo a la contaminación por mercurio a nivel mundial.

5 UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3; La producción y refinación de petróleo y gas estaban entre corchetes en la propuesta del Anexo F sin establecer límites. Finalmente, todo el sector fue sacado del ámbito de aplicación del Convenio de Mercurio en el texto final negociado.

⁶ Ver <http://www.grupoidesa.com/es/content/etileno-xii>

⁷ Ver Art 5 p7 <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/INC5/INC5Report/tabid/3496/Default.aspx>

Referencias

Acosta, I., et al., (2001). Inventario Preliminar de Emisiones Atmosféricas de Mercurio en México. Informe Final. Agua Prieta, Sonora, México: 93.

Báez, A. P., R. Nulman, I. Rosas and L. Gálvez (1976). "Aquatic organism contamination by mercury residues in the Coatzacoalcos River Estuary, Mexico." International Atomic Energy Agency, Viena: 73-99.

BRI (2011). Standard Operating Procedure for Fish Tissue Sampling. Global Fish & Community Mercury Monitoring Project. Gorham, Maine, USA, BioDiversity Research Institute: 14.

Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, CAATA, Arnika Association and IPEN Heavy Metals Working Group (2013). Chemical and petrochemical industry site: Coatzacoalcos region in Mexico. Coatzacoalcos - Mexico City, Prepared by Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C. and Centro de Análisis y Acción en Tóxicos y sus Alternativas – CAATA (Mexico) and Arnika Association (Czech Republic) and the IPEN Heavy Metals Working Group: 7.

Guentzel, J. L., E. Portilla, K. M. Keith and E. O. Keith (2007). "Mercury transport and bioaccumulation in riverbank communities of the Alvarado Lagoon System, Veracruz State, Mexico." Science of The Total Environment **388**(1–3): 316-324.

Guentzel, J. L., E. Portilla, Ortega-Argueta, A., B.E. Cortina-Julio, Keith, E. O. (2011). The Alvarado Lagoon-Environment, Impact, and Conservación. Capitulo 14, Pp397-415. In: Friedman, G. (ed). Lagoons Biology, Management and Environmental Impact . Hauppauge NY: Nova Science Publishers, Inc.

Lang, D., M. Gardner and J. Holmes (2012). Mercury arising from oil and gas production in the United Kingdom and UK continental shelf, IKIMP - Mercury Knowledge Exchange; University of Oxford. Department of Earth Sciences. South Parks Road, Oxford, Reino Unido. : 42.

Mukherjee, A., P. Bhattacharya, A. Sarkar and R. Zevenhoven (2009). Mercury emissions from industrial sources in India and its effects in the environment. Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere. R. Mason and N. Pirrone, Springer US: 81-112.

Pirrone, N., S. Cinnirella, X. Feng, R. B. Finkelman, H. R. Friedli, J. Leaner, R. Mason, A. B. Mukherjee, G. B. Stracher, D. G. Streets and K. Telmer (2010). "Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources." Atmospheric Chemistry and Physics Discussions **10**: 4719-4752.

Trasande, L., J. E. Cortes, P. J. Landrigan, M. I. Abercrombie, R. F. Bopp and E. Cifuentes (2010). "Methylmercury exposure in a subsistence fishing community in Lake Chapala, Mexico: an ecological approach." Environmental Health **9**(1).

UNEP (2002). Global Mercury Assessment. Geneva, Switzerland, UNEP: 258.

UNEP (DTIE) (2012). UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3: Draft text for a global legally binding instrument on mercury. Chair's draft text. Intergovernmental negotiating committee to prepare a global legally binding instrument on mercury - Fifth session - Geneva, 13– 18 January 2013, United Nations Environment Programme: 44.

UNEP Chemicals Branch (2008). The Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport. Geneva, UNEP - Chemicals: 44.

US EPA (2001). Mercury in Petroleum and Natural Gas: Estimation of Emissions from Production, Processing, and Combustion. Research Triangle Park, NC 27711, Prepared for Office of Air Quality Planning and Standards, and by National Risk Management, Research Laboratory

US EPA (2001). Water Quality Criterion for the Protection of Human Health: Methylmercury. Final. EPA-823-R-01-001, Office of Science and Technology, Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC: 303.

Vázquez, F., T. R. Florville-Alejandre, M. Herrera and L. M. D. de León (2008). "Metales pesados en tejido muscular del bagre *Ariopsis felis* en el sur del golfo de México (2001-2004) - Heavy metals in muscular tissue of the catfish, *Ariopsis felis*, in the southern Gulf of Mexico (2001-2004)." Lat. Am. J. Aquat. Res. **36**(2): 223-233.