

DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PESCADO FRESCO DE MAYOR CONSUMO EN BOGOTÁ MARZO-ABRIL 2003

NANCY PATIÑO REYES

Química MSc, Secretaría Distrital de Salud,
Docente Departamento de Toxicología Universidad Nacional de Colombia

ÉDWAR DUARTE PORTOCARRERO

Químico, Secretaría Distrital de Salud, Bogotá

DIANA MILENA MATALLANA MUÑOZ,

ANDREA ELOÍSA MARTÍNEZ CEDIEL,

ALBA ROCÍO MEDINA MARTÍNEZ

Estudiantes de bacteriología, Universidad Colegio
Mayor de Cundinamarca

CORRESPONDENCIA

Nancy Patiño Reyes

Calle 13 No. 32-69

Correo electrónico: npatino@saludcapital.gov.co
eduarte@saludcapital.gov.co

RESUMEN

En el mundo son varios los episodios de intoxicaciones crónicas masivas debidas al consumo de pescado contaminado con mercurio, por los desechos químicos industriales en aguas de ríos y océanos en donde se capturan los peces para consumo humano. En consecuencia, se consideró importante determinar la concentración de mercurio en pescados de mayor consumo en Bogotá, como insumo en el proceso de vigilancia epidemiológica de metales pesados en alimentos, realizándose un estudio descriptivo que cuantificó la concentración de mercurio en pescado fresco de mayor consumo en la Capital, como lo son el bagre, bocachico y nicuro, procedentes del río Magdalena, mediante la técnica de absorción atómica por vapor frío, por parte de Toxicología del Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud, entre marzo-abril de 2003.

Se tuvieron en cuenta variables como la especie, la época del año y la procedencia. El universo: quince toneladas de pescado semanal, cantidad que llega aproximadamente al puerto pesquero nacional. La unidad muestral correspondió a 88 muestras de pescado (nicuro, bocachico y bagre). El cálculo del tamaño de la muestra se hizo con un nivel de confianza de 99% y un margen de error de 2%, mediante el programa EPIINFO 6.0, estableciendo un número de muestras mínimo representativo de 75 unidades de pescado fresco; se midió la concentración de mercurio. Para el respectivo análisis de estas muestras se comparó el resultado con la Norma Técnica Colombiana, NTC 1443, que hace referencia a la concentración máxima admisible de mercurio en pescado (0,5 p.p.m) y la Norma Internacional de Suecia (0,2 p.p.m). Con base en esto se halló un 7,95% con concentraciones por encima a lo sugerido por la Norma colombiana, y un 20,45% con concentraciones por encima de lo sugerido por la Norma de Suecia. De acuerdo a las especies analizadas la mayor concentración de mercurio la presentó el bagre, seguido de bocachico, y después por el nicuro; esto se relacionó con el contenido de masa muscular que tenían estos pescados por cuanto entre más grande, o mayor masa tenía, mayor fue la concentración hallada.

PALABRAS CLAVE

Mercurio, metilmercurio, mercurio en pescado, bagre, nicuro, bo-cachico.

INTRODUCCIÓN

La Secretaría Distrital de Salud tiene como objetivo garantizar la salud de los habitantes de Bogotá, para lo cual realiza intervenciones como: promoción en salud, prevención y control de enfermedades. El Laboratorio de Salud Pública da apoyo a las intervenciones anteriormente mencionadas, realizando exámenes de laboratorio y estudios científicos, los cuales permiten brindar un conocimiento de los posibles factores de riesgo, físi-co-químico, toxicológico y microbiológico que puedan afectar la salud de los consumidores y así dar soporte a un control periódico de estos. (1)

Un factor importante en salud pública es la presencia de metales pesados en alimentos de consumo masivo, debido al riesgo de presentar en la población una intoxicación crónica; por tanto, se planteó el estudio acerca de la presencia de mercurio en los pescados, sabiendo de antemano las consecuencias tóxicas de este metal en el organismo, principalmente a nivel del sistema nervioso central y en los fetos, por ser genotóxico y teratogénico. (2)

Un problema que se ha presentado en los casos de intoxicación crónica por mercurio, es el poco conocimiento de esta patología por parte del cuerpo médico, por tanto suele pasar inadvertida o ser confundida con otra. Como ejemplo de esto, se encuentra la intoxicación masiva ocurrida en Minamata y Niigata, Japón¹, en donde la patología fue diagnosticada hasta diez años después; la causa de ello, fue el consumo de pescado contaminado con mercurio, capturado del mar en donde fueron arrojados anteriormente los desechos químicos de una industria aledaña. La intoxicación subaguda o crónica,¹ algo más frecuente, afecta en todos los casos sobre todo al sistema nervioso central. El Hg. metálico y sus derivados inorgánicos y arilos se comportan de forma similar. El cuadro clínico, que aparece a lo largo de semanas, meses o años, se caracteriza por un temblor involuntario de ex-

tremidades y lengua que aumenta con los movimientos voluntarios y desaparece durante el sueño. Se acompaña de alteraciones de conducta y estado de ánimo (ansiedad, irritabilidad, depresión), que se han descrito como una mezcla de neurastenia y eretismo, y de alteraciones mucosas (estomatitis y gingivitis con pérdida de piezas dentarias). Otros síntomas neurológicos son: una polineuropatía mixta sensitivo-motora, anosmia, constricción del campo visual y ataxia. La intoxicación crónica termina cursando con alteraciones renales que van desde la proteinuria al síndrome nefrótico. (3)

El mercurio se puede encontrar en forma libre, formando parte de diversas rocas y en la corteza terrestre en un $4 \times 10^{-5}\%$, pero la mayoría de las veces se encuentra unido a otros elementos, de donde se puede extraer para utilizarlo en la industria, por lo cual los residuos de estas empresas pueden contener este metal y causar una contaminación ambiental al arrojar estos desechos industriales de una forma ineficaz en los ríos, aumentando su concentración natural. Esta contaminación ambiental puede aumentar aún más, si se tienen en cuenta los residuos generados por los habitantes de las zonas urbanas como son las lámparas de mercurio, termómetros, tubos fluorescentes, juguetes electrónicos que han sido encontrados en los ríos, y también si se tienen en cuenta las actividades artesanales para la extracción de oro a orillas de los ríos, en donde se utiliza para capturar este metal precioso.

Cuando hay contaminación acuática por este elemento las bacterias metanogénicas (bacterias que obtienen su energía a través de la producción metabólica de gas metano, a partir del dióxido de carbono y del hidrógeno) junto con otros factores, convierten el mercurio metálico en mercurio orgánico (metilmercurio), este es captado por el fitoplancton y consumido por el zooplacton que sirve de alimento para los peces, siendo el hombre finalmente la víctima en esta cadena alimenticia, al consumir el pescado contaminado, el cual aparentemente no presenta alteración física ni química. (4)

En Colombia existe un riesgo potencial por la contaminación ambiental con el mercurio, dado que a orillas de muchos de los ríos de este país se encuentran industrias donde se maneja este metal y además se realiza la extracción artesanal de oro. El Magdalena sería uno de los ríos más afectados, al abarcar gran espacio de este territorio, teniendo frecuente contacto con otros ríos y también porque a lo largo de sus aguas

se encuentran actividades mineras y diversas líneas industriales, como lo son: la fabricación de aparatos científicos y eléctricos, plantas productoras de sodio, producción de pinturas y fungicidas. (1)

El objetivo principal de este trabajo, es determinar la concentración de mercurio en pescados frescos de mayor consumo en Bogotá de tres especies diferentes: el nicuro, el bagre y el bocachico provenientes del río Magdalena, mediante la técnica de absorción atómica por vapor frío.

Adicionalmente a esto se cuantificaron y compararon las concentraciones de mercurio entre las especies pesqueras bocachico, bagre y nicuro provenientes del río Magdalena, por ser estas las de mayor consumo en Bogotá, con la Norma Colombiana y la Norma Sueca, que corresponde a los objetivos específicos del trabajo.

METODOLOGÍA

El estudio descriptivo de corte transversal, permite evaluar un factor de riesgo "mercurio" en pescado fresco, durante marzo y abril del año 2003, en 88 muestras de tres especies diferentes, provenientes del puerto pesquero nacional ubicado en Bogotá, en la plaza de Corabastos.

VARIABLES:

- Especie.
- Época del año.
- procedencia.

UNIVERSO:

15 toneladas de pescado semanal, cantidad que llega aproximadamente al puerto pesquero nacional.

UNIDAD MUESTRAL

88 muestras de pescado (nicuro, bocachico y bagre) obtenidas mediante el programa estadístico EPIINFO 6.0 con un nivel de confianza de 99% y un margen de error de 2%, en donde se estableció el mínimo

de muestras representativas para realizar el estudio como 75, distribuidas de la siguiente manera: cinco semanas de muestreo, cinco muestras por especie para un total de 15 muestras semanales recolectadas y procesadas de acuerdo al Instituto Nacional de Pesca y Agricultura (INPA).

UNIDAD DE ANÁLISIS:

0,8 g de músculo de la muestra que se analiza.

PROCEDIMIENTO

Trabajo de campo: en diciembre de 2002 se realizó una encuesta a los transportadores y expendedores de pescado que laboraban en el puerto pesquero nacional (Corabastos y Agrópolis), en donde se logró definir que el pescado de mayor consumo en Bogotá, es aquel proveniente del río Magdalena, comercializado principalmente en presentación de pescado fresco, cuyas especies de mayor demanda son bagre, bocachico y nicuro. De acuerdo a la literatura consultada y a la encuesta realizada, estos son más fáciles de capturar en la época de marzo-abril, por existir en este período un fenómeno conocido como subienda, en donde el pescado migra para captar mayor cantidad de oxígeno a lo largo del río, facilitando su pesca.

Se utilizó para el análisis el espectrofotómetro de vapor frío UNICAM 929, con un límite de detección de 0,07ng/ml (p.p.b.), límite de cuantificación de 0,253 ng/ml, coeficiente de variación de correlación de 0,99% y un coeficiente de variación de 3,169%.

RESULTADOS

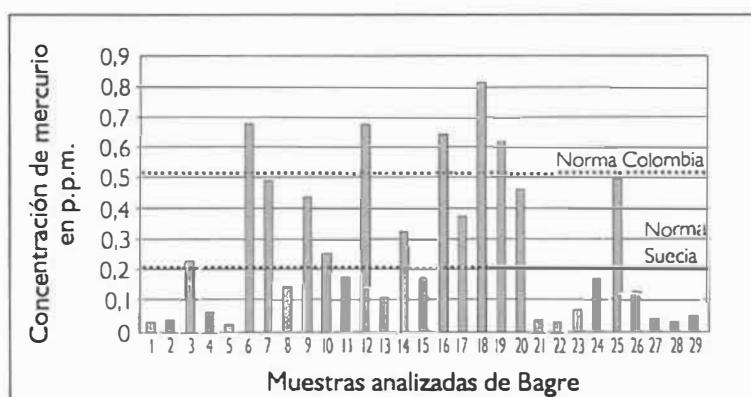
Las muestras fueron recolectadas utilizando el manual de toma de muestras del INPA (Instituto Nacional de Pesca y Agricultura) durante cinco semanas y tomando quince muestras semanales correspondientes a cinco por especie.

Resultados por especie

De las 29 muestras de bagre analizadas el 44,82% sobrepasaron la norma de Suecia, con valores entre 0,23 hasta 0,80 p.p.m; y el 17,24%

sobrepasaron la norma colombiana con valores entre 0,61 hasta 0,80 p.p.m; teniendo en cuenta que existen cuatro muestras (7, 9, 20 y 25 de la Figura 1) muy cercanas a lo sugerido por la NTC 1443 (0,5 p.p.m), cuyos valores son superiores a 0,4 p.p.m.

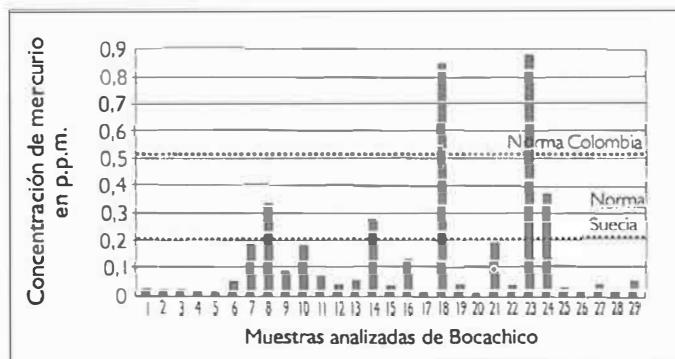
FIGURA I
CONCENTRACIÓN DE MERCURIO HALLADA EN LAS 29 MUESTRAS DE BAGRE ANALIZADAS



Fuente: Tomado de la base de datos "Determinación de mercurio en pescado fresco de mayor consumo en Bogotá, marzo-abril de 2003".

En cuanto a las 29 muestras de bocachico analizadas, el 17,24% sobre pasó la norma según Suecia y 6,90% sobre pasó la colombiana; aquellas que sobre pasaron la norma de Suecia manejaron concentraciones de 0,28 hasta 0,87 p.p.m de mercurio, es decir, se encontraron valores hasta 4,35 veces mayores que lo reglamentado en esta norma. A las otras muestras que resultaron aceptables para ambas normas se les halló concentraciones en promedio por debajo de 0,05 p.p.m de mercurio, salvo cuatro muestras (7, 10, 16 y 21 de la Figura 2) con concentraciones de mercurio de 0,19; 0,18; 0,13; 0,19 respectivamente, valores que a pesar de ser aceptables para ambas normas, son altos con respecto a las otras veinte muestras clasificadas como aceptables.

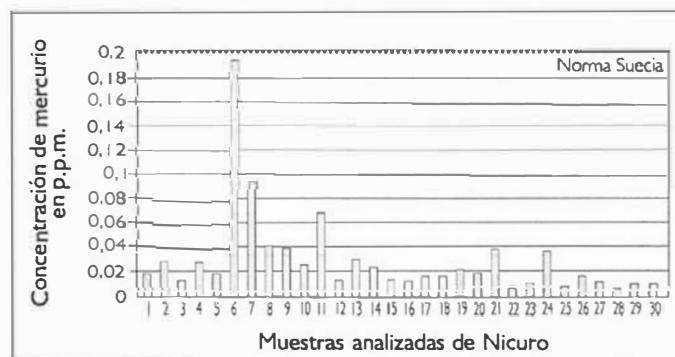
FIGURA 2
CONCENTRACIÓN DE MERCURIO HALLADA EN LAS 29 MUESTRAS
DE BOCA CHICO ANALIZADAS



Fuente: Tomado de la base de datos "determinación de mercurio en pescado fresco de mayor consumo en Bogotá, marzo-abril, 2003"

En promedio, las concentraciones de mercurio halladas en las 30 muestras de nicuro es de 0,03 p.p.m., teniendo en cuenta que sólo a una muestra se le halló una concentración de mercurio con un valor de 0,19 p.p.m., cuyo valor es muy cercano a la norma de Suecia. Con base en los resultados obtenidos en esta especie, se puede decir que todas las muestras manejan unos valores de concentración de mercurio por debajo de las normas.

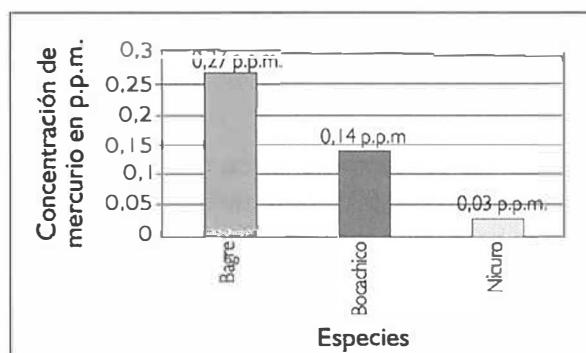
FIGURA 3
CONCENTRACIÓN DE MERCURIO HALLADA EN LAS 30 MUESTRAS DE NICURO ANALIZADAS



Fuente: Tomado de la base de datos "Determinación de mercurio en pescado fresco de mayor consumo en Bogotá, marzo-abril, 2003"

Al bagre se le detectó un promedio de 0,27 p.p.m de mercurio, lo cual es 1,9 veces mayor a lo hallado en el bocachico y 9,0 veces mayor a lo encontrado en el nicuro. En cuanto al nicuro, en promedio (0,03 p.p.m) no alcanzó a sobrepasar la norma de Suecia, pero se encontraron tres muestras con valores significativos que aumentaron el promedio de concentración de mercurio en esta especie (0,19, 0,09 y 0,07 p.p.m de Hg). Las 30 muestras de nicuro analizadas presentaron un coeficiente de variación del 1,27; para el bagre 0,90 y para el bocachico 1,59, analizándose para estas últimas 29 unidades para cada especie (Figura 4).

FIGURA 4
CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE MERCURIO EN LAS TRES ESPECIES ANALIZADAS



Fuente: Tomado de la base de datos "Determinación de mercurio en pescado fresco de mayor consumo en Bogotá, marzo-abril, 2003"

TABLA I
DATOS CORRESPONDIENTES A LA ACEPTABILIDAD DE LAS MUESTRAS
RESPECTO DE LAS NORMAS

Aceptación	%
No admisibles para Suecia	19,32 (18 muestras)
Admisibles para Suecia	79,54
No admisibles para Colombia	6,82 (7 muestras)
Admisibles para Suecia	92,04

Al 35,22% de las muestras cuyo lugar de captura a nivel del río Magdalena era de origen desconocido, se le hallaron concentraciones

cerca de los límites de aceptabilidad por las normas o por encima de las mismas, nueve de ellas sobrepasaron la norma de Suecia y tres la colombiana; los rangos que se encuentran adjuntos al número de muestras no aptas para cada una de las normas significa la concentración de mercurio mínima y máxima hallada en estos pescados (Tabla 2).

TABLA 2
DATOS CORRESPONDIENTES AL SITIO DE CAPTURA Y CONCENTRACIÓN DE MERCURIO
HALLADA EN LAS ESPECIES ANALIZADAS

PROCEDENCIA	>0.2p.p.m®		>0.5p.p.m®		TOTAL ADMISIBLES	TOTAL MUESTRAS
	n	Rango	n	Rango		
Sin dato	9	0.2-0.67p.p.m	3	0.61-0.67p.p.m	22	31
El Banco	3	0.5-0.84 p.p.m	2	0.80-0.84p.p.m	14	17
Dorada	2	0.37-0.67 p.p.m	1	0.67p.p.m	9	11
Puerto Berrio	1	0.87 p.p.m	1	0.87ppm	8	9
Cesar	1	0.28 p.p.m	--	--	2	3
B./meja	2	0.2-0.37p.p.m	--	--	6	8
Honda	1	1.23 p.p.m	--	--	7	8
La Mata	--	--	--	--	1	1

DISCUSIÓN

Con base en los datos obtenidos a través del espectrofotómetro de absorción atómica por vapor frío y a la conversión de estos datos a p.p.m de acuerdo al peso de la muestra se pudieron comparar estas concentraciones con lo sugerido por la norma colombiana y la de Suecia, en donde se logró determinar que:

* Norma Técnica Colombiana, NTC 1443.

® Biomédica. Mercuro: un contaminante ambiental ubicuo y peligroso para la salud humana. 1995:15-144-154.

En bagre, de las 29 unidades analizadas el 17,24% resultó con concentraciones superiores a lo establecido por la Norma Técnica Colombiana (NTC 1443, 0,5 p.p.m), y el 44,82 % con niveles superiores a lo establecido por la Norma de Suecia (0,2 p.p.m). Posiblemente las concentraciones altas de mercurio se pueden presentar por ser una de las especies con mayor masa muscular y por ser un pescado migratorio, el cual al pasar por los diferentes puntos del río contaminado con mercurio, lo acumula en sus tejidos.

En bocachico, de las 29 unidades analizadas el 6,90% resultó con concentraciones superiores a lo establecido en la norma colombiana y el 17,24%, con niveles superiores establecidos por la norma de Suecia. Esta especie, al igual que el bagre, son peces migratorios con gran masa muscular en donde a través del tiempo se va acumulando este metal por vivir en partes profundas de las ciénagas, en donde es muy fácil consumir organismos vegetales que pueden estar absorbiendo el mercurio del sedimento de estos suelos.

En cuanto al nicuro, ninguna muestra resultó con concentraciones superiores a lo sugerido por las normas. Los niveles hallados de mercurio en las muestras analizadas son admisibles para las dos normas de referencia utilizadas; pero cabe resaltar el contenido muscular de este pez, el cual es menor en comparación a las otras dos especies contempladas en el estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los resultados de la presente investigación realizada por parte del Laboratorio de Salud Pública de la Secretaría Distrital de Salud, para controlar al mercurio como factor de riesgo de consumo para los habitantes de la ciudad, se halló la presencia de este elemento en todas las muestras de pescado fresco analizadas, constituyendo un factor de riesgo debido a la frecuencia de consumo.

Las concentraciones de mercurio halladas, se correlacionaron con el valor propuesto por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1443, que hace referencia a la concentración máxima permisible de mercurio en pescado, hallándose un 7,95% del total de las muestras con niveles de

este metal por encima de esta norma (0,5 p.p.m). En cuanto a la correlación con el valor propuesto por un ente internacional, como punto de comparación para la aceptabilidad del pescado, se utilizó lo sugerido por Suecia, en donde se halló que un 20,45% (18 unidades) de las muestras sobrepasaron este valor (0.2 p.p.m).

Con base en los resultados obtenidos, se puede establecer la necesidad de seguir realizando este tipo de control en los alimentos por parte de esta Institución. En el pescado, además de controlar la concentración de mercurio, también se sugiere un análisis en cuanto a la presencia de otros metales pesados. También se hace necesaria una ampliación de este estudio a otras especies, las cuales pueden ser provenientes tanto del río Magdalena, como de otros ríos de importancia por la captura de pescado para consumo humano.

Como se observa, al comparar la norma actual no oficial nacional (ICONTEC) con una norma internacional, se evidencia que el número de muestras no aceptables aumenta significativamente, por lo cual se sugiere la revisión de la norma sobre la permisibilidad de mercurio en pescado para que sea más estricta, colocando valores similares a los vigentes actualmente en otros países.

Teniendo en cuenta que las muestras analizadas en este estudio eran provenientes de zonas ubicadas a lo largo del río Magdalena, según lo atestiguaban los transportadores del producto, pero sin afirmación concreta en cuanto al sitio de captura, se sugiere realizar un estudio futuro más puntual en cuanto a estos sitios específicos, con el fin de establecer cuál de estos estaría con mayor contaminación, para así poder brindar soluciones a un posible problema sanitario.

También se sugiere realizar otro estudio con el fin de determinar los diferentes puntos del ecosistema que están siendo afectados por un mal manejo de desechos industriales, y determinar así, la presencia de minerías artesanales, de tal forma que se puedan relacionar con el grado de contaminación de los pescados y el riesgo que podría causar a las personas de las riberas, por ser los que consumen mayor cantidad de estos productos.

Este estudio coincide con los resultados de los anteriores trabajos realizados en Colombia por parte de la Universidad Nacional, el Instituto Nacional de Salud y la Universidad de los Andes, en los que se

encontraron concentraciones altas de mercurio en pescados de los ríos colombianos².

Y por último, se sugiere la aplicación de estrategias de información, educación y comunicación de la intoxicación crónica por mercurio a la población y cuerpo médico, que incluya cómo se adquiere la intoxicación, síntomas y signos, cuadro clínico en general, medidas preventivas y, lo más importante, la común confusión con otras patologías.

BIBLIOGRAFÍA

1. Protocolos de vigilancia epidemiológica, Secretaría Distrital de Salud, 2002
2. CÓRDOBA, Darío, *Toxicología*, tercera edición, Medellín, Colombia, 1996.
3. SUE, Y., "Mercury", en: Goldfrank, L.R.; Flomenbaum, N.E.; Lewin, N.A.; Weisman, R.S.; Howland, M.A.; Hoffman, R.S. (editors), *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*.
4. WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Mercury. Environmental health criteria*, Ginebra, 1976.
5. THEROUX, Paúl, revista *Time* de Nueva York, junio 8 de 1975.
6. CÓRDOBA, Darío, *Toxicología*, tercera edición, Medellín, Colombia, 1996.
7. THEROUX, Paúl, revista *Time* de Nueva York, junio 8 de 1975.
8. CAMACHO, Germán, "Organismos bentónicos de la bahía de Cartagena", Cartagena, septiembre de 1997.
9. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, Washington, D.C. OEA, 1995, Vol. 119, No 5.
10. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, *Investigaciones sobre el contenido de mercurio en aguas de ríos colombianos. Informe final*, Bogotá, D.E., Colciencias, 1976.

* THEROUX, Paul, revista *Time* de Nueva York, junio 8 de 1975.

* INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS, *Investigaciones sobre el contenido de mercurio en aguas de ríos colombianos*, 1976.

11. Protocolos de vigilancia epidemiológica, Secretaría Distrital de Salud, 2002.
12. WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Mercury. Environmental health criteria*, Ginebra, 1976.
13. WORLD HEALTH ORGANIZATION, *Programe of Chemical Safety. Environmental Health Criteria. Mercury*, Environmental, Génova, 1989.
14. SUE, Y., "Mercury", en: Goldfrank, L.R.; Flomenbaum, N.E.; Lewin, N.A., Weisman, R.S.; Howland, M.A.; Hoffman, R.S. (editors), *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*.
15. RAMOS, Claudia, "Nivel de contaminación por metilmercurio en la región de La Mojana, Colombia", 2000.
16. GOMEZ, Carmenza, "Contenido de mercurio en varias especies de peces del río Magdalena, Colombia", 1983.
17. ALBERT, Liliana, "Introducción a la toxicología ambiental", Metepec, Estado de México, México, 1997.

