

# IQEN

INFORME QUINCENAL  
EPIDEMIOLÓGICO NACIONAL

Volumen 21 número 19 - Bogotá, D.C. - 15 de octubre de 2016



Vigilancia epidemiológica y evaluación del impacto en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de la zona de la Mojana, Colombia, 2014 - 2015 .....429

 MINSALUD

 **TODOS POR UN  
NUEVO PAÍS**  
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

 INSTITUTO  
NACIONAL DE  
SAUD



**Ministro de Salud y Protección Social**

Alejandro Gaviria Uribe

**Directora General Instituto Nacional de Salud**

Martha Lucía Ospina Martínez

**Director de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública**

Hernán Quijada

**Comité Editorial**

Oscar Eduardo Pacheco García

Hernán Quijada

Pablo Enrique Chaparro Narváez

Orlando Castillo

Vilma Fabiola Izquierdo

Alfonso Rafael Campo Carey

Natalia Muñoz Guerrero

Santiago Fadul

Máncel Martínez Ramos

**Edición y corrección de estilo**

Máncel Enrique Martínez Durán

**Diseño y Diagramación**

Claudia P. Clavijo A.

Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública, INS

**Instituto Nacional de Salud**

Avenida calle 26 n.º 51-20

Bogotá, D.C., Colombia

El Informe Quincenal Epidemiológico Nacional (IQEN) es una publicación de la Dirección de Epidemiología y Demografía del Ministerio de Salud y Protección Social y de la Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública del Instituto Nacional de Salud.

Los datos y análisis pueden estar sujetos a cambio. Las contribuciones enviadas por los autores son de su exclusiva responsabilidad, y todas deberán ceñirse a las normas y principios éticos nacionales e internacionales.

El comité editorial del IQEN agradece el envío de sus contribuciones a la Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública del Instituto Nacional de Salud; mayor información en el teléfono 220 77 00, extensiones 1382, 1486.

Cualquier información contenida en el IQEN es de dominio público y puede ser citada o reproducida mencionando la fuente.

**Cita sugerida:**

Brote de malaria en el municipio de Quibdó Departamento del Chocó, noviembre de 2015; 21 (18): 412 - 427.

## Vigilancia epidemiológica y evaluación del impacto en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de la zona de la Mojana, Colombia, 2014 - 2015

Sonia Mireya Díaz<sup>1</sup>

Ma. Nathalia Muñoz<sup>1</sup>

Ruth Marien Palman<sup>2</sup>

### Resumen

**Introducción:** el uso no tecnificado de mercurio en la minería artesanal de oro es un problema que está originando contaminación ambiental y paralelamente un problema de salud pública por la exposición de la población.

**Objetivos:** identificar las características demográficas y sociales de la población en estudio, determinar los niveles de mercurio en muestras biológicas (orina, sangre y cabello) en población expuesta ambiental y ocupacionalmente a este metal y en muestras ambientales (agua y pescado) en los municipios priorizados e identificar los factores de riesgo presentes.

**Metodología:** estudio descriptivo transversal, en el que se determinaron los niveles de mercurio en muestras biológicas de 1226 personas (cabello, sangre, orina) y ambientales (agua 57 muestras, pescado 50 muestras).

**Resultados:** los síntomas más reportados fueron los del sistema nervioso central (insomnio, nerviosismo, temblor, depresión y pérdida de memoria). La media de los niveles de mercurio en las tres matrices superó los límites admisibles a excepción del departamento

de Bolívar que presentó niveles por debajo del límite en la matriz sangre. Especies como el bagre, moncholo, mojarra, doncella y blanquillo presentaron niveles por encima del límite permisible, mientras que en las muestras de agua no se obtuvieron niveles.

**Conclusión.** La problemática de salud generada por el uso de mercurio en la minería artesanal para la extracción de oro es un problema muy serio para la salud pública, por lo que es necesario fortalecer las acciones de reducción de mercurio expuestas en el plan de eliminación.

**Palabras clave:** mercurio, minería de oro, intoxicación, Colombia, muestras biológicas, muestras ambientales.

1 Grupo Factores de Riesgo Ambiental, Dirección de Vigilancia y Análisis de Riesgo en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud.

2 Grupo Salud Ocupacional y Ambiental, Dirección de Investigación en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud.

## Introducción

En Colombia, son muchas las regiones que desarrollan minería de oro en pequeña y mediana escala, utilizando la amalgamación para separar el metal del resto del material que lo contiene, proceso en el cual las personas que desarrollan la actividad inhalan directamente los vapores producto de la quema. Parte de este mercurio evaporado también llega a la atmósfera, se deposita en los cuerpos de agua cercanos y es transformado por las bacterias en metilmercurio, biomagnificándose a través de la cadena trófica, llegando a los peces y a quienes consumen estos pescados (1).

El gran impacto en el ambiente que tiene la explotación minera en Colombia, sobre todo en las fuentes hídricas, lleva a que esto se convierta en un círculo vicioso en el que la población contamina el ambiente y este revierte a la población alimentos y ambientes contaminados que lo enferman y disminuyen su capacidad de trabajo y productividad (1).

La informalidad en la que se desarrolla la actividad minera, hace que existan pobres condiciones de salud ocupacional y seguridad industrial para los trabajadores expuestos, presentándose intoxicaciones, agudas o crónicas (3). La intoxicación aguda se da por exposición a altas concentraciones de mercurio y en las intoxicaciones crónicas, la exposición es por períodos prolongados a bajas concentraciones o por el consumo de pescado que contiene metilmercurio. En este tipo de intoxicación se presentan síntomas sutiles e inespecíficos y con un gran periodo de latencia, lo que la hace muy difícil de diagnosticar en una evaluación clínica habitual, por su caracterización subclínica (4). En Colombia se realiza la notificación al Sistema de Vigilancia en Salud Pública (Sivigila), de las intoxicaciones por sustancias químicas, en la cual se registran las intoxicaciones por el grupo de metales. Para el 2014, se reportaron 839 intoxicaciones por metales de las cuales, 779 correspondía a mercurio; este aumento de casos reportados al sistema fue producto del fortalecimiento de la vigilancia en salud pública y de la notificación de casos realizada mediante este estudio desarrollado por el Instituto Nacional de Salud (5).

Los objetivos específicos del estudio fueron identificar las características demográficas y sociales de la población en estudio, determinar los niveles de mercurio

en muestras biológicas (orina, sangre y cabello) en población expuesta ambiental y ocupacionalmente a este metal y en muestras ambientales (agua y pescado) en los municipios priorizados e identificar los factores de riesgo presentes.

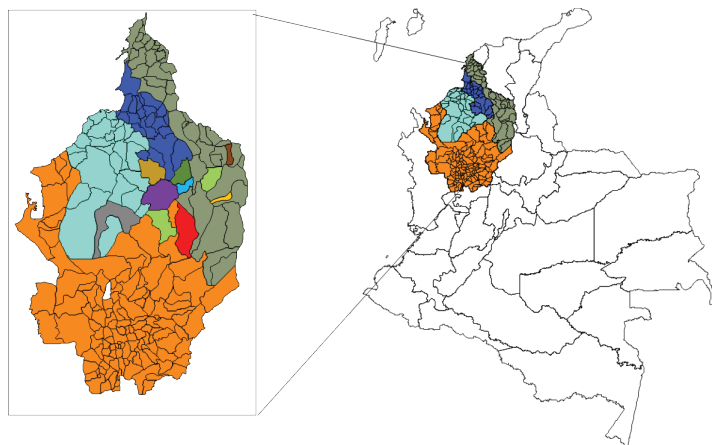
## Metodología

**Tipo de estudio:** estudio descriptivo transversal, en el que se determinaron los niveles de mercurio en muestras biológicas (cabello, sangre, orina) y ambientales (agua y pescado).

**Área de estudio:** se desarrolló en los municipios priorizados de la Zona de La Mojana (mapa 1) comprendida por los departamentos de:

- Bolívar: Tiquisio, San Martín de Loba, Arenal.
- Sucre: Guaranda, Majagual, San Marcos.
- Antioquia: Buriticá, Caucasia, El Bagre.
- Córdoba: Montelíbano y Ayapel.

**Mapa No. 1**  
**Área de estudio en la región de La Mojana, Colombia, 2015**



Fuente: Elaboración propia, equipo investigación, INS, 2015



**Población en estudio:** la selección de los individuos se realizó previa sensibilización de la población a través de reuniones organizadas con la participación de la autoridad sanitaria departamental donde se les explicó el estudio y sus beneficios.

Al hacer la visita a cada uno de los lugares se captaron todas aquellas personas que aceptaron participar en el estudio, seleccionando a aquellos dedicados a la compraventa de oro y minería como población ocupacionalmente expuesta y habitantes de cada municipio como población ambientalmente expuesta; es desconocido el número de personas que se dedican a esta labor, pues la informalidad e ilegalidad con que es desarrollada impide que las autoridades competentes tengan un control de la misma, así como el registro aproximado del número de personas que se encuentran vinculadas a cualquiera de los procesos que integran la extracción del oro en los departamentos de la Zona de La Mojana.

Se tomaron diez muestras ambientales para agua, de las cuales cinco son de agua potable y cinco de agua no potable y para pescado se tomaron las muestras de las especies que más se consumieran en cada uno de los municipios seleccionados.

**Variables:** sociales y demográficas, hábitos alimenticios, ocupacionales, síntomas, toxicológicas, ambientales y biológicas: sangre, orina y cabello como indicadores de exposición. Las muestras de sangre se utilizan como indicador de exposición aguda, las de orina como indicador de exposición crónica ocupacional y las de cabello como indicador de exposición crónica en general en el tiempo.

Se contó con el apoyo de las Secretarías de Salud departamentales y municipales, se identificaron las áreas y lugares con exposición a mercurio donde se realiza la extracción de oro; en dichas áreas se informó acerca de la realización del presente estudio, explicando sus objetivos y características.

**Criterios de inclusión y exclusión:** se incluyeron hombres y mujeres que llevaran al menos seis meses en labores de minería del oro y que hubieran vivido al menos seis meses en la zona, mujeres en estado de embarazo; se excluyeron los individuos con antecedentes neurológicos.

**Definición de caso:** persona residente en el área de

estudio con antecedentes de exposición a mercurio o de una alta frecuencia de consumo de pescado, que presente uno o más síntomas evaluados, como temblor, sabor metálico, alteraciones de la memoria, alteraciones del comportamiento como depresión o insomnio, salivación excesiva, cefalea, asociados a la presencia de niveles de laboratorio mayores a los permisibles en cualquiera de las muestras biológicas tomadas ( $> 7 \mu\text{g/l}$  en orina, ó  $> 5 \mu\text{g/l}$  en sangre total, ó  $> 1 \mu\text{g/g}$  de cabello).

**Recolección de los datos:** se recolectaron en dos formularios (uno para población ocupacional y otro para población ambiental) adaptados del instrumento de evaluación en salud del Global Mercury Project (6).

**Plan de análisis:** se realizó mediante una base de datos en Excel y migrada a Epi Info v 7. Se realizaron estadísticas descriptivas para obtener medidas de tendencia central y dispersión, en el caso de las variables numéricas promedios y para las variables categóricas porcentajes. Se realizaron comparaciones entre los dos grupos poblacionales, frente a los niveles en sangre, orina, cabello (niveles por encima y por debajo del límite permisible); tanto en los que presentaron signos y síntomas compatibles con intoxicación por mercurio como en los que no.

Los valores de referencia de las matrices biológicas difirieron en los expuestos ocupacionalmente y ambientalmente (tabla 1).

**Tabla No. 1 Valores de referencia para mercurio de acuerdo con la matriz biológica de evaluación**

Matriz	Expuesto ocupacional	Unidad de medida	Expuesto ambiental	Unidad de medida
Orina	25	microgramos/l	7	microgramos/l
Sangre	15	microgramos/l	5	microgramos/l
Cabello	5	microgramos/g	1	microgramos/g

Fuente: WHO World Health Organization, UNEP United Nations Environment Programme, IOMC Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure, 2008.

Los valores límites permisibles para muestras ambientales, difieren en agua y pescados (tabla 2).

**Tabla No. 2**  
**Valores límites permisibles mercurio total para muestras ambientales**

Matriz	Valores límites permisibles
Agua <sup>1</sup>	1,0 ug/l
Pescado <sup>2</sup>	0,5 mg/kg
	1 mg/kg con alto potencial de biocumulación

Fuente: <sup>1</sup>Resolución 2115 de 2007; <sup>2</sup>Resolución 022 de 2012, Ministerio de Salud

## Aspectos éticos

Se hizo una investigación con riesgo mínimo de acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud. A cada individuo se le informó y proporcionó una hoja de consentimiento informado para su firma y aceptación de la participación en el proyecto.

## Resultados

En el estudio participaron 1226 personas de los departamentos de Antioquia con 368 individuos, de Bolívar con 316 individuos, de Sucre con 263 individuos y de Córdoba con 279 individuos.

Según la exposición, 735 individuos (el 60,0 %) eran ambientalmente expuestos y 491 (el 40,0 %) expuestos de forma ocupacional. Del total de la población en estudio, 797 (el 65,0 %) son hombres y 429 mujeres (el 35,0 %).

Por afiliación al Sistema General de Seguridad Social en Salud, 746 de los individuos (el 60,9 %) informaron pertenecer al régimen subsidiado, 299 (el 24,4 %) de la población habían cursado primaria incompleta (tabla 3).

**Tabla No. 3**  
**Variables demográficas y sociales de los participantes, zona La Mojana, Colombia, 2015**

Variable	Categorías	Antioquia		Bolívar		Sucre		Córdoba		Total		RP	IC 95%
		n (368)	%	n (316)	%	n (263)	%	n (279)	%	n (1226)	%		
Grupos de exposición	Ocupacional	190	51,6	131	41,5	58	22,1	112	40,1	491	40,0	1.31	1,19 – 1.44
	Ambiental	178	48,4	185	58,5	205	77,9	167	59,9	735	60,0		
Sexo	Masculino	253	68,8	202	63,9	181	68,8	161	57,7	797	65,0		
	Femenino	115	31,3	114	36,1	82	31,2	118	42,3	429	35,0		
Afiliación al SGSSS	Contributivo	200	54,3	75	23,7	53	20,2	59	21,1	387	31,6		
	Subsidiado	148	40,2	211	66,8	190	72,5	197	70,6	746	60,9		
	No afiliado	20	5,4	30	9,5	19	7,3	23	8,2	92	7,5		
	Analfabeto	18	5,8	22	8,4	22	6,0	33	11,9	95	7,8		
	Primaria incompleta	74	23,8	73	27,8	79	21,5	73	26,3	299	24,5		
	Primaria completa	65	20,9	43	16,3	57	15,5	38	13,7	203	16,6		
	Secundaria incompleta	48	15,4	51	19,4	71	19,3	52	18,7	222	18,2		
	Secundaria completa	45	14,5	37	14,1	59	16,0	28	10,1	169	13,9		
Escolaridad	Técnico incompleto	4	1,3	1	0,4	10	2,7	2	0,7	17	1,4		
	Técnico completo	31	10,0	19	7,2	37	10,1	37	13,3	124	10,2		
	Universitario incompleto	5	1,6	1	0,4	6	1,6	2	0,7	14	1,1		
	Universitario completo	21	6,8	14	5,3	22	6,0	13	4,7	70	5,7		
	Especialista	0	0,0	1	0,4	3	0,8	0	0,0	4	0,3		
Prejardin	0	0,0	1	0,4	2	0,5	0	0,0	3	0,2			

Fuente: encuesta individual, INS, 2014-2015

Todos los individuos que participaron en el estudio, manifestaron vivir en sus municipios por un periodo de 6 a 840 meses, con una media de 245,8 meses (IC 95% de 228,22–263,53); para los individuos ocupacionalmente expuestos, la media fue de 244,6 meses (IC 95% de 226,9–262,2) y para los individuos ambientalmente expuestos la media fue de 259,7 meses (IC 95% de 243,0–276,0).

En relación con la edad, los individuos expuestos ocupacionalmente tenían entre 14 y 72 años, con una media de 37,6 años (IC 95% de 36,4–38,7) y los individuos ambientalmente expuestos tenían entre 2 y 80 años con una media de 38 (IC 95% de 36,7–39,3) (tabla 4).

**Tabla No. 4**

**Distribución de los individuos por tipo de exposición, según grupo de edad, zona La Mojana, Colombia, 2015**

Categorías	Ocupacional		Ambiental		Total	
	n (491)	%	n (735)	%	n (1226)	%
< 5 años	0	0,0	21	2,9	21	1,7
6 a 10 años	0	0,0	48	6,5	48	3,9
11 a 15 años	3	0,6	31	4,2	34	2,8
16 a 20 años	37	7,5	30	4,1	67	5,5
21 a 25 años	69	14,1	59	8,0	128	10,4
26 a 30 años	69	14,1	64	8,7	133	10,8
31 a 35 años	60	12,2	72	9,8	132	10,8
36 a 40 años	53	10,8	81	11,0	134	10,9
41 a 45 años	49	10,0	76	10,3	125	10,2
46 a 50 años	60	12,2	60	8,2	120	9,8
51 a 55 años	41	8,4	69	9,4	110	9,0
56 a 60 años	35	7,1	47	6,4	82	6,7
61 a 65 años	11	2,2	25	3,4	36	2,9
66 a 70 años	3	0,6	23	3,1	26	2,1
71 a 75 años	1	0,2	20	2,7	21	1,7
76 a 80 años	0	0,0	9	1,2	9	0,7

Fuente: encuesta individual, INS, 2014-2015

En relación con la exposición en el hogar, 39 individuos (el 7,1 %) refirieron vivir con algún miembro de su familia que realizaba quema de amalgama en la casa; igualmente, 34 individuos (el 6,2 %) informaron que almacenaban mercurio en casa y 164 individuos (el 30,0 %) tenían ubicada su casa a menos de 300 metros de una compraventa de oro.

En relación con la población ocupacionalmente expuesta, todos realizaban actividades relacionadas con minería en el momento de la aplicación de la encuesta, usando mercurio en su trabajo 435 de ellos (el 88,6%); de estos, 343 (el 75,2%) lo utilizaban actualmente, 160 con frecuencia diaria (el 46,9%), 100 individuos con frecuencia semanal (el 29,3%) y 81 con frecuencia mensual (el 23,8%); entre los principales oficios que mencionaron estaban el barequero, cianurador, picador de piedra y amalgamador, otros laboraban en compra venta de oro.

Por tiempo que llevan laborando en actividades de minería, se encontró una media de 149,6 meses (IC 95% de 137,6–161,6). La cantidad promedio de mercurio empleado por los trabajadores fue de 2.708,6 gramos (tabla 5).

**Tabla No. 5**  
**Variables ocupacionales, zona La Mojana, Colombia, 2015**

Variable	Promedio	IC-95%	Mínimo	Máximo
Actividades relacionadas con minería (meses)	149,7	137,6 – 161,6	6	600
Tiempo de uso de mercurio en su trabajo (meses)	145,5	128,9 – 161,9	1	456
Cantidad de mercurio utilizada (gramos)	2708,6	620,8 – 4796,3	1	250000
Tiempo de exposición diarias (horas)	6,0	5,4 – 6,5	1	24
Tiempo en que utiliza mercurio (días)	2,9	2,6 – 3,2	1	7

Fuente: encuesta individual, Instituto Nacional de Salud, Colombia, 2014-2015

De los encuestados, 335 (el 68,9 %) empleaba ropa de diario en su trabajo, 463 (el 94,3 %) informó que se cambiaba de ropa luego de terminar la jornada laboral y 393 individuos (el 80,9 %) se cambiaban diariamente. Esta ropa la lavaban en una fuente de agua cercana 111 individuos (el 22,7 %), en el lugar de trabajo 94 individuos (el 19,2 %) y en la casa 278 (el 56,7 %); de estos, aproximadamente el 50 % lo hacían junto con el resto de ropa de la familia.

En cuanto al uso de elementos de protección personal, 406 individuos (el 82,7%) manifestaron usar alguno de estos, siendo los guantes y el sombrero los más empleados por esta población.

En general se observó que 692 encuestados (el 61,3 %) no eran fumadores habituales, aunque 137 de ellos (el 31,4 %) fumaban actualmente, con una media de nueve años aproximadamente, 725 individuos (el 64,2 %) consumían licor; a la pregunta sobre si se había intoxicado alguna vez con mercurio, 33 individuos (el 2,7 %) respondieron afirmativamente.

En relación con los síntomas, los participantes manifestaron tener más de uno, siendo el insomnio y la debilidad los más frecuentes. Al agrupar los síntomas por sistemas, se encontró que el sistema nervioso es el más afectado con 236 individuos (el 41,2 %) (tabla 6).



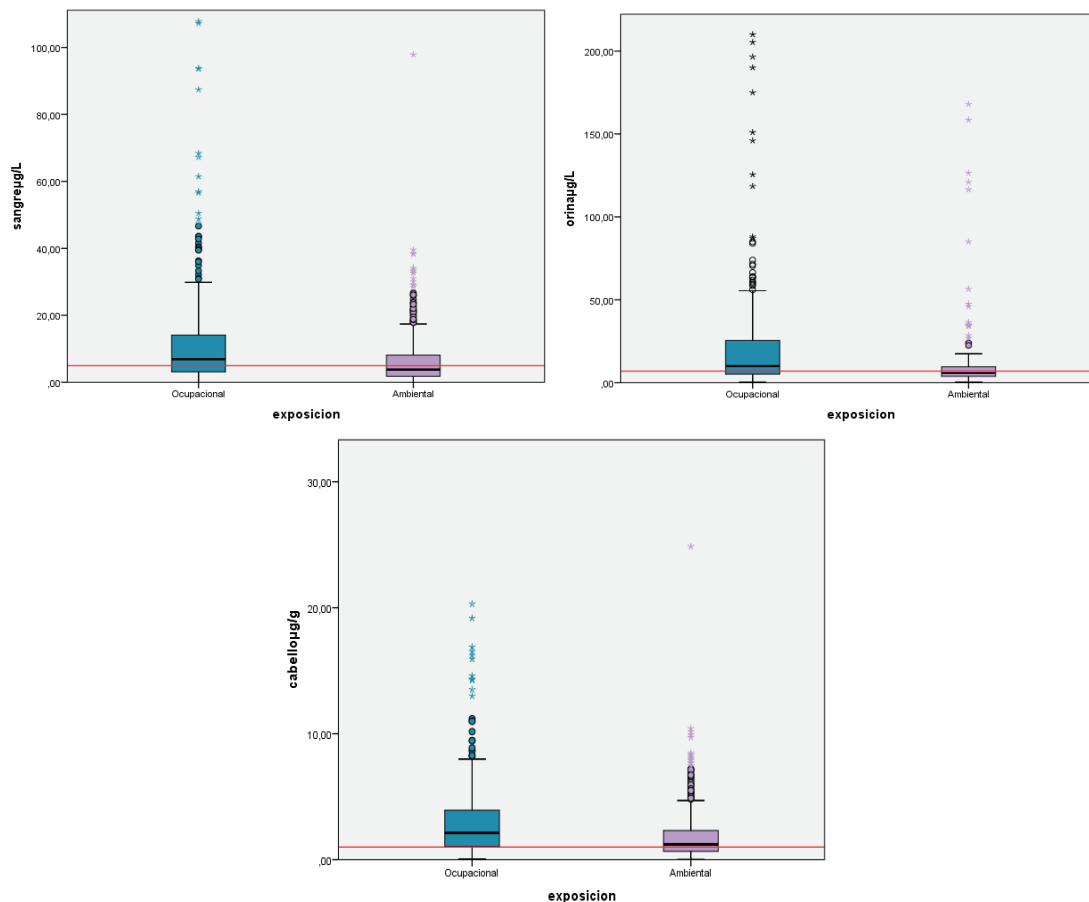
**Tabla No. 6**  
**Distribución de síntomas por sistemas, zona La Mojana, Colombia, 2015**

Sistema	Síntoma	n (1226)	%	Total	
				IC 95%	
Sistema Nervioso	Insomnio	515	42,0	39,2	- 44,8
	Nerviosismo	401	32,7	30,1	- 35,3
	Temblor	344	28,0	25,5	- 30,6
	Depresión	333	27,2	24,7	- 29,7
	Pérdida de memoria	104	17,5	14,4	- 20,5
	Alteración en la visión periférica	58	20,8	16,0	- 25,6
	Dificultad en la audición	53	19,0	14,4	- 23,6
	Perdida de equilibrio	47	16,8	12,5	- 21,2
	Dificultad para caminar	46	16,5	12,1	- 20,8
	Problemas de concentración	44	20,2	14,9	- 25,6
	Alucinaciones	36	6,0	4,1	- 8,0
	Alteración en la sensación del dolor	33	11,8	8,0	- 15,6
	Dificultad para hablar	26	9,3	5,9	- 12,7
	Nauseas	426	34,9	32,3	- 37,6
Digestivo	Pérdida de apetito	391	31,8	29,3	- 34,5
	Salivación excesiva	283	23,0	20,7	- 25,4
	Sabor metálico en la boca	174	14,1	12,2	- 16,1
	Pérdida de dientes	53	24,4	18,7	- 30,1
	Debilidad	480	39,3	36,6	- 42,1
General	Dolor de cabeza	458	37,3	34,6	- 40,1
	Caída de cabello	390	31,8	29,2	- 34,4
	Pérdida de peso	335	27,3	24,8	- 29,8
	Sensación de hormigueo en las manos	116	41,5	35,8	- 47,4
	Sensación de hormigueo en pies	101	36,2	30,6	- 41,8
	Dolor torácico	78	27,9	22,7	- 33,2
	Irritabilidad	61	28,1	22,1	- 34,1
Respiratorio	Tos	94	33,6	28,1	- 39,2
	Dificultad para respirar	63	22,5	17,7	- 27,5
Circulatorio	Palpitaciones	448	36,5	33,8	- 39,2
Renal	Lesiones renales	56	20,0	15,4	- 24,8
Reproductivo	Alteración del libido	339	27,9	25,4	- 30,5

Fuente: encuesta individual, Instituto Nacional de Salud, Colombia, 2014-2015

En la exposición a mercurio total, los niveles en sangre presentaron una media de 3,80 ug/l (IC 95% de 10,78 ug/l–14,18 ug/l), en la población ocupacionalmente expuesta 237 individuos (el 19,3 %) sobrepasaron los límites permisibles (15 ug/l Hg), mientras que para la población ambientalmente expuesta 276 individuos (el 22,7 %) sobrepasaron los límites permisibles de 5 ug/l Hg. La determinación de mercurio total en orina para todos los individuos presentó una media de 30,33 ug/l (IC 95% de 19,48 ug/l–41,18 ug/l); sin embargo, en la población ocupacionalmente expuesta 72 individuos (el 17,6 %) sobrepasaron los límites permisibles de 25 ug/l Hg, mientras que para la población ambientalmente expuesta 226 individuos (el 30,3 %) sobrepasaron los límites permisibles de 7 ug/l Hg. En cabello la media fue de 3,57 ug/l (IC 95% de 3,24 ug/l–3,90 ug/l), en la población ocupacionalmente expuesta 173 individuos (el 14,1 %) sobrepasaron los límites permisibles de 2 ug/g Hg, mientras que para la población ambientalmente expuesta 237 individuos (el 19,3 %) sobrepasaron los límites permisibles de 5 ug/g Hg (figura 1).

**Figura No. 1**  
**Niveles de exposición de mercurio total en matrices biológicas por grupo poblacional, La Mojana, Colombia, 2015**



Fuente: Encuesta individual, Instituto Nacional de Salud, Colombia, 2014 – 2015

Al analizar las muestras biológicas en las tres matrices recolectadas en los cuatro departamentos, la media de la matriz sangre para el departamento de Bolívar no superó los límites de referencia o admisibles para mercurio, mientras que para las otras matrices y todos los departamentos presentaron una media por encima de los valores permisibles aceptados. Asimismo, se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre las tres matrices biológicas en cada uno de los departamentos, tomando como referencia los límites permisibles de cada matriz biológica evaluada (tabla 7).

**Tabla No. 7**  
**Niveles de mercurio en biomarcadores analizados por departamento, zona La Mojana, Colombia, 2015**

Concentraciones	Municipio	Media	IC 95%	n	Mínimo	Máximo	p
Sangre µg/l (5 µg/l)	Bolívar	4,5	3,4-5,5	311	0,00	23,00	0,000
	Sucre	10,8	8,4-13,1	323	0,57	41,59	0,000
	Antioquia	14,4	11,5-17,3	288	1,00	125,47	0,000
	Córdoba	17,8	12,9-22,7	229	1,76	145,2,	0,000
	<b>TOTAL</b>		12,5	10,7-14,1	1151	0,00	145,20
Orina µg/l (7 µg/l)	Bolívar	9,8	8,0-11,5	107	0,40	47,50	0,000
	Sucre	7,5	5,3-9,64	79	0,50	56,00	0,000
	Antioquia	50,0	25,7-74,2	214	3,00	1400,0	0,000
	Córdoba	33,9	10,2-57,5	126	0,30	710,0	0,001
	<b>TOTAL</b>		30,3	19,4-41,1	526	0,30	1400,0
Cabello µg/g (1 µg/g)	Bolívar	1,7	1,43-2,1	252	0,01	7,27	0,000
	Sucre	3,5	2,7-4,2	222	0,42	15,93	0,000
	Antioquia	3,8	3,2-4,3	204	0,28	20,3,	0,000
	Córdoba	5,0	4,2-5,7	278	0,21	16,89	0,000
	<b>TOTAL</b>		3,6	3,2-3,9	956	0,01	20,3,

Fuente: encuesta individual, INS, 2014 - 2015

IC 95%: Intervalo de confianza del 95%, p: probabilidad, n: muestra individuos

En lo relacionado con los hábitos alimenticios, la principal fuente de agua para consumo era de la llave con el 39,6%, seguido del agua de pozo con el 30,2%, río con el 15,2%, botellón con el 7,7%, de quebrada con el 5,1%, agua lluvia almacenada con el 1,6%, caño con el 0,5% y aljibe con el 0,2%.

El 95,8 % de las personas evaluadas menciona consumir pescado, de estos 776 individuos (el 63,4 %) lo hace con una frecuencia bastante alta que va desde una vez por semana al consumo diario (tabla 8).

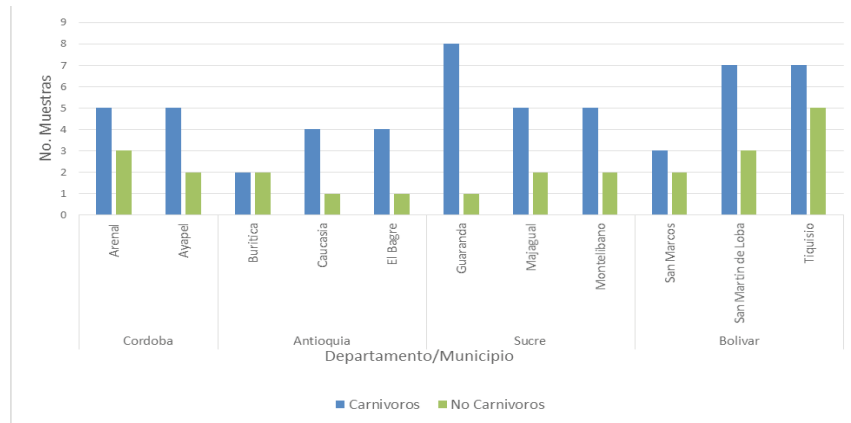
**Tabla No. 8**  
**Frecuencia de consumo de pescado, zona La Mojana, Colombia, 2015**

Categorías	n (1226)	Total		
		%	IC 95%	
Nunca	53	4,2	2,2	- 6,3
Una vez al mes	397	32,4	27,6	- 37,2
Una vez por semana	323	26,4	21,9	- 30,9
2 a 4 veces por semana	343	28,0	23,4	- 32,6
A diario	110	9,0	6,1	- 11,9

Fuente: encuesta individual, Instituto Nacional de Salud, Colombia, 2014-2015

Se analizaron 79 muestras de pescado de la Zona de La Mojana, dichas muestras se tomaron de pescados que hacen parte de la dieta de los participantes del estudio según lo reportado en las encuestas. Los pescados fueron empacados, etiquetados y transportados en neveras con hielo al laboratorio del Instituto Nacional de Salud, donde fueron procesados. El departamento de Bolívar aportó 27 muestras, seguido de Sucre con 23 muestras (figura 2).

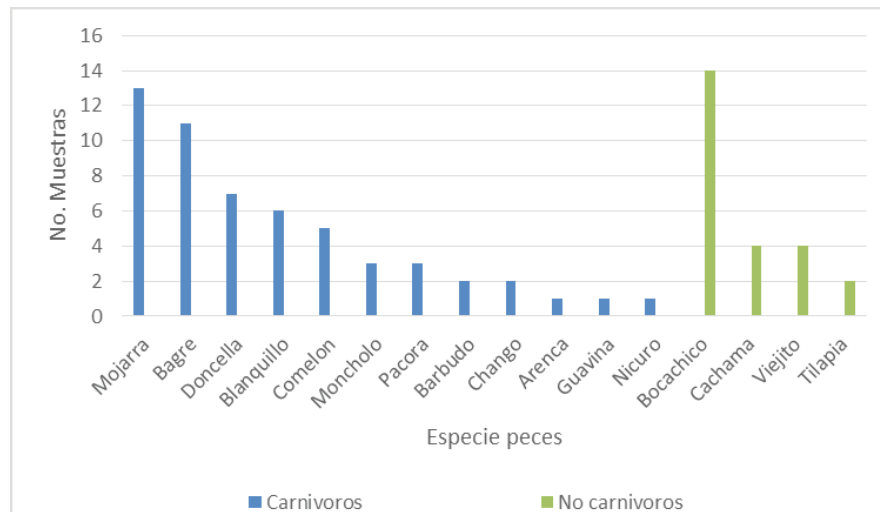
**Figura No. 2**  
**Muestras de pescado reportadas por los encuestados analizadas por municipio y departamento, zona La Mojana, Colombia, 2015**



Fuente: Encuesta individual, Instituto Nacional de Salud, Colombia, 2014 - 2015

En relación con las muestras de las especies de peces carnívoros analizados, prevalecen la mojarra, el bague, la doncella y el blanquillo principalmente y de especies no carnívoras están el bocachico, la cachama, el viejito y la tilapia (figura 3).

**Figura 3.**  
**Muestras de pescado analizadas según su especie, zona La Mojana, Colombia, 2015**



Fuente: Encuesta individual, Instituto Nacional de Salud, Colombia, 2014 - 2015

De acuerdo con los análisis de mercurio de las muestras de peces reportados por el laboratorio, para las especies carnívoras se puede observar que especies como el moncholo, el bagre, la doncella y la mojarra presentaron niveles superiores a los permisibles según la norma (1 mg/kg de Hg) y con respecto a las especies no carnívoras el bocachico presento niveles por encima de los permisibles a la norma (0,5 mg/kg de Hg) (tabla 9).

**Tabla 9.**

**Niveles de mercurio en muestras de pescado analizadas según su especie, zona La Mojana, Colombia, 2015.**

Especie	Carnívoros			No carnívoros		
	Max	Min	Promedio	Max	Min	Promedio
Arenca	0,10	0,10	0,10	-	-	-
Bagre	<u>1,92</u>	0,01	0,87	-	-	-
Barbudo	0,36	0,07	0,22	-	-	-
Blanquillo	0,78	0,17	0,35	-	-	-
Chango	0,25	0,10	0,18	-	-	-
Comelón	0,30	0,01	0,09	-	-	-
Doncella	<u>1,02</u>	0,10	0,41	-	-	-
Guavina	0,21	0,21	0,21	-	-	-
Mojarra	<u>4,48</u>	0,01	0,70	-	-	-
Moncholo	<u>2,24</u>	0,10	<u>1,11</u>	-	-	-
Nicuro	0,14	0,14	0,14	-	-	-
Pacora	0,44	0,12	0,27	-	-	-
Bocachico	-	-	-	<u>0,99</u>	0,01	0,16
Cachama	-	-	-	0,15	0,01	0,06
Tilapia	-	-	-	0,04	0,03	0,03
Viejito	-	-	-	0,35	0,03	0,11
<b>Total general</b>	<b>12,26</b>	<b>1,15</b>	<b>0,54</b>	<b>1,53</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>

Fuente: Encuesta individual, Instituto Nacional de Salud, Colombia, 2015

Se analizaron 105 muestras de agua de los once municipios pertenecientes a La Zona de La Mojana, estas fueron tomadas en las diferentes fuentes hídricas que abastecen a la población, todas las muestras presentaron concentraciones inferiores al límite de cuantificación (ILC).

## Discusión

Según la OMS, “El riesgo mayor para la salud humana derivado de la presencia del mercurio en la naturaleza se centra en la exposición ocupacional a este metal” (7). El riesgo ocupacional se presenta en trabajadores de diferentes actividades en que se emplea el mercurio, como mineros, joyeros, dentistas y personal de laboratorio. El impacto tanto a la salud humana como al ambiente ha sido muy bien estudiado y reportado en la literatura, este estudio pretendió mostrar las posibles relaciones entre la exposición y la afectación en salud por esta sustancia. La exposición

ocupacional a vapores de mercurio metálico ha dado lugar a estudios epidemiológicos importantes (8), encontrándose que su principal vía de absorción es la respiratoria por inhalación de los vapores en los sitios de trabajo donde es manipulado.

La pequeña minería de oro en Colombia es informal y de subsistencia, lo que la hace insegura, poco rentable, no competitiva y ambientalmente no sostenible (1). Estos trabajadores ganan apenas lo suficiente para subsistir con sus familias y gastan lo poco que les queda en medicinas para contrarrestar los efectos en salud derivados de esta actividad, agravando esta situación la poca educación, poca capacitación en el arte y poca percepción del propio riesgo por el



manejo del mercurio todo lo anterior, ligado a la falta de prácticas para el manejo de los desechos y a la ausencia de políticas claras que regulen la entrada del mercurio al país; este estudio fue desarrollado en esta región y algunos municipios aledaños a esta, por la amplia explotación aurífera artesanal que tiene lugar en esta zona.

El sexo masculino es una variable relacionada con la exposición ocupacional por ser la explotación minera una actividad realizada principalmente por hombres; asimismo, en los expuestos ambientalmente el sexo femenino predominó posiblemente por encontrarse dedicadas la mayor parte de su tiempo a labores domésticas.

Como sucede en este tipo de trabajadores artesanales e informales la afiliación al sistema de seguridad social es principalmente de origen subsidiado (el 60,9 %), aún se encontraron personas sin ningún tipo de afiliación (el 7,5 %) y al régimen contributivo (el 31,6 %). El sistema de salud colombiano tiene ciertas condiciones entre departamentos, máxime cuando se trata del régimen subsidiado, en el que si un individuo se enferma en un departamento en el que no está inscrito, éste no recibe atención, lo que agrava el panorama de estas personas que en su mayoría son flotantes y se desplazan entre departamentos mineros buscando desarrollar su actividad. Sin embargo, las personas que se encontraron con niveles por encima de los límites permisibles fueron canalizadas a las Empresa Prestadora de Salud de los diferentes departamentos, para seguir la ruta de atención en salud establecida con el Ministerio de Salud para los participantes del estudio.

Llama la atención el grado de escolaridad de esta población, en la que se encontraron individuos analfabetas (el 7,8 %) que comparado con lo reportado por el DANE a nivel nacional (el 11,05%) es bastante alto (9), al igual que aquellas personas que no terminaron la primaria (el 24,5%), siendo esto un determinante social que puede incidir en la exposición a mercurio.

En Colombia la mayor masa poblacional económicamente activa se encuentra entre 25 y 55 años, siendo coherente con los hallazgos del estudio en el que la media de edad fue de 37,6 años en los individuos expuestos ocupacionalmente.

Se halló una media del tiempo de exposición a mercurio de 149,6 meses, aproximadamente 12,4 años y el tiempo de uso de 145,5 meses (aproximadamente 12,1 años), *adicionalmente se encontró que lo usan diariamente* por seis horas un alto porcentaje, con una cantidad aproximada de 2708,6 gramos, registrando una larga exposición a este metal, lo que puede generar una intoxicación crónica, más aún cuando los oficios en los que se desempeñan son de alto riesgo de contacto directo con este metal o sus vapores.

Los efectos del mercurio sobre la salud han sido evaluados en diferentes contextos del ámbito internacional. En Colombia se han descrito principalmente los efectos neurológicos que ocasiona este metal. En los sistemas de reporte rutinario de información sobre los servicios de salud y en el sistema de vigilancia epidemiológica nacional, los casos de intoxicación aguda por mercurio son de reporte obligatorio. Llama la atención, que a pesar de la alta exposición al metal que se detecta en diferentes regiones del país, para el 2014 se reportaron 159 intoxicaciones agudas por metales de las cuales 101 correspondía a mercurio (5). Adicionalmente, la mayoría de los casos detectables de intoxicación pueden corresponder a eventos de intoxicación crónica que pasan desapercibidos dentro del sistema, ya que no son de notificación inmediata, reflejando un subregistro en nuestro sistema principalmente dado por la falta de capacidad diagnóstica clínica y por laboratorio en esta zona del país, la mayoría de los casos detectables de intoxicación pueden corresponder a eventos de intoxicación crónica que pasan desapercibidos dentro del sistema, ya que el desenlace puede estar enmarcado en la notificación de enfermedades crónicas, si se tiene en cuenta que los signos y síntomas de la intoxicación por mercurio son muy inespecíficos y pueden confundirse con otra patología.

Entre los mineros, la exposición a mercurio está vinculada a la pérdida de memoria, problemas de lenguaje y cefalea crónica. Se ha logrado determinar que la evaluación neuropsicológica permite detectar compromiso neurofuncional subclínico, es así como se ha demostrado relación entre altos niveles de mercurio y pobre desempeño en test de neurocomportamiento. En un estudio realizado en Colombia, estos hallazgos se clasificaron en alteraciones intelectuales, dificultades emocionales y cambios neurológicos, demostrándose

que los más sensibles a la exposición son la función ejecutiva, las praxias y las más resistentes al daño del mercurio la gnosia. Adicionalmente, se concluyó que la depresión y la ansiedad son de las primeras manifestaciones de la toxicidad crónica (10), hallazgos que se encontraron en este estudio ya que los participantes presentaron con mayor frecuencia todos los síntomas relacionados con el sistema nervioso central en ambos grupos poblacionales, como insomnio, nerviosismo, temblor, depresión y pérdida de memoria.

Los niveles de mercurio en las matrices de sangre, orina y cabello reflejaron la alta exposición de la población estudiada. En este estudio se encontró que en todos los departamentos estudiados la media de los niveles de mercurio en sangre, orina y cabello superaron los límites permisibles y que únicamente la media para sangre del departamento de Bolívar estuvo por debajo de estos *límites* permisibles, esto quiere decir que la población evaluada de los cuatro departamentos se encuentran ante una exposición ambiental y ocupacional a mercurio y que se prolonga en el tiempo.

La concentración de metales pesados en peces de agua dulce es conocida de mejor manera en la cuenca del río Magdalena, especialmente en la zona de La Mojana y en las ciénagas del sur del departamento de Bolívar donde se han estudiado los niveles de contaminación por mercurio y otros metales producida por el desarrollo de múltiples actividades industriales, entre las cuales sobresalen la minería de oro (11). Un factor de riesgo muy importante identificado en el estudio es el consumo de agua de la llave (el 43,0%) que es la misma proveniente de fuentes que reciben descargas de minería y por tanto residuos de mercurio que al ser consumidos por largo tiempo se bioacumulan en el organismo de los habitantes, agravado por el hecho de que en un tratamiento de agua convencional no se remueven eficazmente los residuos de metales presentes en la fuente.

La zona de La Mojana tiene alta influencia minera y por ende de estar contaminada sus aguas con mercurio producto de la minería, lo que hace que los productos provenientes de la pesca estén contaminados con mercurio. Es así que se identificó el consumo de pescado como la principal fuente de alimentación

en esta zona, siendo la mojarra y el bagre los más frecuentemente consumidos, propiciando otro riesgo de exposición para esta población, ya que se trata de especies carnívoras que generan biomagnificación y mayor riesgo de contaminación al consumo continuo y prolongado de la población. Asimismo, es importante mencionar que se detectaron valores por encima del límite permisible en estas dos especies así como en la especie moncholo. Se debe tener en cuenta que consumir pescado contaminado con mercurio así sea a bajas concentraciones por un tiempo prolongado puede llevar a una intoxicación crónica.

En las muestras de agua no se detectaron niveles de mercurio tal vez porque fue tomada de forma superficial y según literatura el mercurio se deposita en los lechos de los ríos o sedimento (12).

## Conclusiones

- La problemática de salud generada por el uso de mercurio en la minería artesanal para la extracción de oro es un problema muy serio para la salud pública, por lo que es necesario fortalecer las acciones de reducción de mercurio expuestas en el plan de eliminación de este.
- Los resultados permiten decir que los individuos incluidos en el estudio presentaron mayor exposición ocupacional por sus actividades laborales y consumo de pescado y agua de las zonas aledañas a las minas de oro.
- Se encontraron niveles por encima de los límites permisibles para las tres matrices biológicas evaluadas en los cuatro departamentos.
- 406 personas tanto ambiental como ocupacionalmente expuestas con niveles por encima de los límites permisibles, muchos de ellos con signos y síntomas relacionados con la intoxicación por Hg.
- De los principales síntomas reportados por los participantes, los dos primeros (insomnio y debilidad) son muy generales pudiéndose con-

fundir con otras patologías, evitando un buen diagnóstico temprano, adicional a esto la capacidad de confirmación por laboratorio en los lugares donde hay mayor actividad minera es muy baja, contándose solamente con la confirmación clínica y esto hace que se presente un subregistro de posibles casos de intoxicación por mercurio impidiendo que existan estadísticas reales de las intoxicaciones que ocasiona esta sustancia en nuestro país, en donde se realiza la notificación al Sivigila, pero solamente para eventos de carácter agudo.

- Especies como el bagre, moncholo, mojarra, doncella y blanquillo superaron los límites permisibles de mercurio.

## Recomendaciones

- Se recomienda evaluar efectos oculares, respiratorios y cardiovasculares de la exposición a mercurio en mineros. Es un tema poco explorado a nivel mundial y mucho más en nuestro país que nos permitiría hallar causalidad.
- Las Secretarías de Salud con áreas de influencia minera podrían implementar biomonitoreos a los trabajadores de forma periódica.
- Se debe impulsar el uso de retortas en estas zonas, al igual que filtros en las compra ventas

para evitar contaminación ambiental por vapores de mercurio y afectación a la comunidad, mediante proyectos de inversión o por las mismas regalías fruto de esta actividad.

- Asimismo, se recomienda aumentar el consumo de bocachico teniendo en cuenta los resultados de este y otros estudios, en el que este pescado por ser detritívoro no bioacumula mercurio.
- De igual forma, capacitación en el uso y manejo adecuado de este metal para desmentir el mito que utilizando más mercurio más oro se recupera, y disminuir el riesgo de exposición y contaminación de fuentes hídricas y ambiente en general.

Este estudio no tiene conflicto de intereses por los autores.

## Agradecimientos

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a las personas que participaron en el estudio, así como a los doctores Mancel Enrique Martínez Durán, Oscar Eduardo Pacheco, Jaime Alberto Guerrero, Claudia Alvarez, Enrique Sabogal y Cristina Narváz del Instituto Nacional de Salud, a los profesionales de las Secretarías de Salud departamentales y municipales, por sus valiosos aportes en la obtención de la información en trabajo de campo.

## Bibliografía

1. Defensoría de Pueblo. La Minería de Hecho en Colombia. Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente. Diciembre de 2010
2. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible, 2010. Manejo de Mercurio en la Minería del Oro.
3. Molina C F, Arango C.M, Serna M, 2010. Mercurio: implicaciones en la salud y el medio ambiente. Retel. 7-19. Disponible en: <http://www.sertox.com.ar/retel/default.htm>. Consultado el 20 de junio de 2015.
4. Moreno J.A, 2008. Alteraciones comportamentales y de personalidad debido a la exposición ocupacional a mercurio en un grupo mineros del oro de la región del Bagre Antioquia. Trabajo de grado. Universidad del CES Medellín.
5. Instituto Nacional de Salud. Sistema de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA). Informe de intoxicaciones por plaguicidas. Grupo Factores de Riesgo Ambiental, Subdirección Vigilancia y Control en Salud Pública, 2014. Bogotá-Colombia.
6. Veiga M.Global mercury Project. Protocols for Environmental and Health Assessment of Mercury Released by Artisanal and Small-Scale Gold Miners. R.F. Baker/Vienna, Austria: GEF/UNDP/UNIDO, 2004, 294p.
7. WHO. El Mercurio en el Sector de la Salud. Ginebra: OMS Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente Agua, Saneamiento y Salud; 2004.
8. Olivero J, Mendonza C, Mestre J. Mercurio en cabello de diferentes grupos ocupacionales en una zona de minería aurífera en el Norte de Colombia. Rev Salud Pública 1995; 29(5):376-379.
9. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Infraestructura Colombiana de datos. Características socioeconómicas de la población. Consultado el: 30 de marzo de 2015. Disponible en: <http://icd.dane.gov.co:8080/Dane/tree.jsf>
10. Kim S, Jeon C, Paek D. Hair mercury concentrations of children and mothers in Korea: Implication for exposure and evaluation. Science of the total environment 2008;402: 36 –42.
11. Mancera N, Álvarez R. Current State of Knowledge of the Concentration of Mercury and Other Heavy Metals in Fresh Water Fish in Colombia. Acta Biológica Colombiana, 2006, 11 (1): 3 – 23.
12. Gutiérrez E, Casas D, Muñoz A, Macías J, Segovia J, Orozco M, Daessle L. Distribución espacial y enriquecimiento de mercurio en sedimentos superficiales de la costa noroccidental de Baja California, México. Ciencias Marinas [en línea] 2007, 33 (diciembre): [Fecha de consulta: 10 de julio de 2015] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48033411>> ISSN 0185-3880.