https://doi.org/10.56085/isss.538

Zonas de exposición a plomo y la relación con marcadores biológicos en población de Bogotá

Areas of Exposure to Lead and the Relationship with Biological Markers in the Population of Bogotá

Áreas de exposição ao chumbo e a relação com marcadores biológicos na população de Bogotá

Dayana Ruíz Bogotá[1]
Diana María Pérez Castiblanco[2]
Yady Cristina González Álvarez[3]
María Zaideé Barbosa Devia[4]
Mónica Rocío Correal Otálora[5]
Jesús Antonio Reyes Calderón[6]

Resumen

Introducción: El plomo es un metal con importantes propiedades fisicoquímicas, resistente a la corrosión, maleable y de bajo punto de fusión, altamente utilizado en la industria. Se considera potencialmente tóxico para los ecosistemas y los seres humanos; causa daños al sistema nervioso en desarrollo, principalmente en niños, en los cuales se presenta disminución de coeficiente intelectual y dificultades de aprendizaje y concentración. ***Objetivo:*** Establecer si hay una posible relación entre exposición ambiental a plomo y las concentraciones encontradas en marcadores biológicos de población general de Bogotá-Colombia, 2012/2013. ***Materiales y métodos:*** Estudio descriptivo como análisis secundario de las concentraciones de los marcadores biológicos de la investigación de "Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013" y la construcción de un mapa de zonas de exposición ambiental por este contaminante, para determinar posibles relaciones de exposición por medio de razones de prevalencia. ***Resultados:*** Edad promedio de 46,5 años; rango (3-91); 74,8 % mujeres; plomo en adultos 8,59 µg/dL, y plomo en niños 9,04 µg/dL. Se encontró asociación entre las zonas de exposición ambiental a plomo y alguna concentración de plomo en sangre. La zona de exposición alta presentó la mayor prevalencia de alguna concentración de plomo en sangre. ***Conclusión:*** Los niveles elevados de plomo en sangre en Bogotá se encuentran concentrados hacia el sur de la ciudad, razón por la cual se debe continuar con estudios que expliquen las causas de dichas concentraciones y el control que se debe generar en las fuentes.

Palabras clave: plomo, contaminación ambiental, marcadores biológicos, (MeSH), metales pesados (DeCS).

[1] Ingeniera química, de la línea de Seguridad Químicadel Área de Vigilancia Sanitaria y Ambiental, Dirección de Salud Pública, Hospital de Vista Hermosa, nivel I.
[2] Ingeniera química, especialista en Salud Ocupacional y Gestión Ambiental, de la línea de Seguridad Química del Área de Vigilancia Sanitaria y Ambiental de Salud Pública, Hospital de Vista Hermosa nivel I.
[3] Ingeniera química, especialista en Epidemiología, de la línea de Seguridad Química del Área de Vigilancia en Salud Pública, Secretaría Distrital de Salud de Bogotá.
[4] Ingeniera química, especialista en Epidemiología, del Área de Vigilancia Sanitaria y Ambiental, Dirección de Salud Pública, Hospital de Vista Hermosa nivel I.
[5] Geógrafa de la línea de Seguridad Química del Área de Vigilancia Sanitaria y Ambiental, Dirección de Salud Pública, Hospital de Vista Hermosa nivel I.
[6] Estadístico en Salud, especialista del Área de Vigilancia Sanitaria y Ambiental, de la Direccion de Salud Pública, Hospital Vista Hermosa nivel I.

Abstract

Introduction: Lead is an important metal, corrosion resistant, pliable and low melting physicochemical properties, highly used in industry. It is considered potentially toxic to humans and ecosystems, cause damage to the developing nervous system, especially in children in whom decreased intelligence quotient and learning difficulties and concentration system is presented. ***Objective:*** The aim of this paper is establish if there is a possible relationship between environmental exposure to lead and the concentrations found in biological markers of general population of Bogotá-Colombia 2012/2013. ***Materials and methods:*** Descriptive study as a secondary analysis of the concentrations of the biological markers, obtained from the investigation of "Prevalence of mercury and lead in the general population of Bogotá 2012/2013" and the construction of a map of environmental exposure zones by this pollutant to determine Possible exposure relationships through prevalence reasons. ***Results.*** Mean age 46.5 years (range 3-91), 74.8% women; 8.59 mg/dL lead in adults, 9.04 mg /d L lead in children. Association between the areas of environmental lead exposure and a blood lead concentration was found. The high exposure zone has the highest prevalence of blood lead concentration. ***Conclution:*** Elevated blood lead levels in Bogota are concentrated south of the city, why should continue with studies that explain the causes of these concentrations and the control that must be generated in the sources.

Keywords: Lead, Environmental Pollution, biomarkers, (MeSH), heavy metals (DeCS).

Resumo

Introdução: O chumbo é um metal com propriedades físico-químicas importantes, resistente à corrosão, maleável e de baixo ponto de fusão, altamente utilizado na indústria. É considerado potencialmente tóxico para ecossistemas e seres humanos, causando danos ao sistema nervoso em desenvolvimento, principalmente em crianças nas quais há diminuição do QI e dificuldades de aprendizado e concentração. ***Objetivo:*** Estabelecer se existe uma possível relação entre a exposição ambiental ao chumbo e as concentrações encontradas nos marcadores biológicos da população geral de Bogotá-Colômbia, 2012/2013. ***Materiais e Métodos:*** Estudo descritivo como uma análise secundária de concentrações de pesquisa marcadores biológicos “Prevalência de mercúrio e chumbo na população em geral de Bogotá 2012/2013” ea construção de um mapa de áreas de exposição ambiental este contaminante para determinar Possíveis relações de exposição por razões de prevalência. ***Resultados:*** Idade média 46,5 anos, faixa (3-91), 74,8 % mulheres, chumbo em adultos 8,59 µg / dL e 9,04 µg / dL de chumbo em crianças. Foi encontrada uma associação entre as zonas de exposição ambiental para levar e alguma concentração de chumbo no sangue. A zona de alta exposição apresentou a maior prevalência de concentração de chumbo no sangue. ***Conclusão:*** Nível de chumbo no sangue elevados em Bogotá estão concentradas ao sul da cidade, por isso deve continuar com os estudos que explicam as causas dessas concentrações e controlar a ser gerado nas fuentes.

Palavras chave: chumbo, poluição ambiental, marcadores biológicos, (MeSH), metais pesados (DeCS).

Introducción

El plomo es un metal con importantes propiedades fisicoquímicas, resistente a la corrosión, maleable y de bajo punto de fusión, altamente utilizado en la industria (1,2). Se considera potencialmente tóxico para los ecosistemas y los seres humanos; causa daños al sistema nervioso en desarrollo, así, los niños son una de las poblaciones más sensibles a la contaminación por plomo (3). Las principales fuentes de emisión a la atmósfera son la metalurgia y la utilización de combustibles fósiles (principalmente, carbón), aunque también ha sido utilizado ampliamente en la industria de baterías y de pinturas.

Durante los últimos años se han realizado esfuerzos para evitar la utilización de plomo en la gasolina, y actualmente existe una alianza mundial para eliminar el uso de plomo en pinturas (4).

En Colombia se han realizado estudios para determinar la concentración de plomo en aire (5-7) y en población expuesta ocupacionalmente, como la industria de baterías y de fundición (6,8,9).

En Bogotá, la Secretaría Distrital de Salud (SDS), entre 2012 y 2013 realizó el estudio "Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá, zonas de exposición ambiental y efectos en salud", por medio del cual se construyó un mapa de exposición ambiental, que incluyó información para los dos contaminantes (Hg y Pb) y determinó la posible asociación entre zonas de exposición ambiental y el aumento de las concentraciones de Hg y Pb en marcadores biológicos; como resultado de dicho estudio, no se encontró relación significativamente estadística respecto a la relación planteada.

A partir del trabajo realizado, se construyó un nuevo mapa de exposición ambiental específico para Pb, y se planteó como objetivo principal del estudio la determinación de las posibles relaciones entre las zonas de exposición ambiental y el aumento de las concentraciones de Pb en marcadores biológicos, de acuerdo con los hallazgos del estudio "Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013".

Materiales y métodos

Diseño y tipo de estudio

Se realizó un estudio descriptivo como análisis secundario de las concentraciones de los marcadores biológicos de plomo obtenidas del estudio "Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013", y se construyó un mapa de zonas de exposición a plomo para determinar posibles relaciones de exposición por medio de razones de prevalencia.

Población y muestra: La población objeto de estudio fue la misma del estudio denominado "Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá, zonas de exposición ambiental y efectos en salud", cuya muestra se estimó utilizando las proyecciones de población del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el 2012 (nivel de confianza del 95 %, error estimado del 5 %); a la muestra calculada se le adicionó un 4 %, para un total de 401 participantes.

Recolección de información

Los datos de concentración de Pb en sangre y los datos sociodemográficos de la población en estudio se tomaron de la base de datos de resultados del estudio "Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá, zonas de exposición ambiental y efectos en salud".

La aproximación a la exposición ambiental a Pb se realizó por medio de la elaboración de un mapa que dividió a Bogotá en tres zonas de exposición ambiental (alta, media y baja); la determinación de estas zonas se logró luego de considerar ocho variables relacionadas con emisiones de Pb, de acuerdo con lo consultado en la literatura y en la información disponible en las entidades del Distrito; así:

• *Variable 1. Uso de carbón como combustible:* base de datos de establecimientos que usan carbón como combustible del área de fuentes fijas de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).

• *Variable 2. Empresas fundidoras:* base de datos de industrias que realizan proceso de fundición de plomo del área de fuentes fijas de la SDA.

• *Variable 3. Bodegas de reciclaje:* inventario de bodegas de reciclaje de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP).

• *Variable 4. Establecimientos con residuos peligrosos:* base de datos de g eneración y manejo de residuos o desechos peligrosos de la SDA.

• *Variable 5. Industrias con uso de Pb en procesos productivos:* base de datos del mapa de industria y ambiente de la SDS.

• *Variable 6. Fuentes móviles:* base de datos de la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM).

• *Variable 7. Establecimientos con vertimientos:* base de datos de la Oficina de Control de Calidad y Uso del Agua de la Secretaría de Ambiente.

• *Variable 8.* Reporte de material particulado de las estaciones de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá (RMCAB) de la SDA.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo que incluyó la caracterización sociodemográfica del grupo estudiado, a partir de la distribución de frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas; para las variables cuantitativas se realizó el cálculo de estadísticas de tendencia central y dispersión, como promedio, mediana, cuartiles, rango y desviación estándar.

Se realizó un análisis descriptivo mediante frecuencias e indicadores de tendencia central y variabilidad para evaluar la relación entre alguna concentración de Pb; respecto a las tres zonas de exposición ambiental, se obtuvieron razones de prevalencia de la presencia de Pb por zonas de exposición, seguido de un análisis de varianza, utilizando el paquete de análisis estadístico SPSS V.21. Finalmente, se identificaron las concentraciones superiores a los valores de referencia dados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y se repitió el mismo procedimiento para evaluar la posible asociación entre dichas concentraciones de Pb, respecto a las tres zonas de exposición ambiental. Este análisis se complementó con mapas, con el fin de resaltar características importantes del estudio.

Resultados

Se realizaron mediciones en 401 personas, en relación con las características sociales y demográficas; se observó que el promedio de edad de los participantes fue 46,5 años (rango 3-91 años), de los cuales el 74,8 % (n = 300) fueron mujeres. El grupo de edad con mayor participación fue el de 27-59 años, con el 64,3 % (n = 258); los estratos 4, 5 y 6 estuvieron representados por el 5,2 % (n = 21) de los participantes; la ocupación más frecuente fue ama de casa, con el 45,1 % (n = 181) (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población objeto de estudio

Variable		Frecuencia absoluta n (%)	Frecuencia acumulada n (%)
Sexo	Femenino	300 (74,8)	-
	Masculino	101 (25,2)	-
Edad	(años)		
	≤ 5	5 (1,3)	5 (1,3)
	6-16	11 (2,7)	16 (3,9)
	17-26	35 (8,7)	51 (12,7)
	27-59	258 (64,3)	309 (77,0)
	60 y más	92 (22,9)	401 (100,0)
Estrato socioeconómico	1	59 (14,7)	59 (14,71)
	2	195 (48,6)	254 (63,3)
	3	126 (31,4)	380 (94,8)
	4	16 (4,0)	396 (98,7)
	5	4 (1,0)	400 (99,7)
	6	1 (0,2)	401 (100,0)
Nivel educativo	Analfabeta	8 (2,0)	8 (2,0)
	Preescolar	1 (0,2)	9 (2,2)
	Primaria	135 (33,6)	144 (35,9)
	Secundaria	177 (44,1)	321 (80,0)
	Técnico	44 (10,9)	365 (91,0)
	Universitario	36 (8,9)	401 (100,0)
Ocupación	Ama de casa	181 (45,1)	181 (45,1)
	Otras ocupaciones	157 (39,1)	338 (84,3)
	Estudiante	26 (6,48)	364 (90,8)
	Auxiliar en ventas	24 (5,99)	388 (96,8)
	Obreros de construcción	6 (1,50)	394 (98,3)
	Auxiliar de servicios de salud	4 (1,00)	398 (99,3)
	Reciclaje de baterías	2 (0,50)	400 (99,8)
	Artesanías con metales	1 (0,25)	401 (100,0)

Fuente: Determinación de mercurio y plomo en población general de Bogotá, efectos en salud y zonas de exposición ambiental 2012-2013 (base de datos).

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las concentraciones de Pb en sangre

		Plomo	
		≤ 16 años Sangre [µg/dL]	> 16 años Sangre [µg/dL]
Mínimo		0,000	0,000
Percentil 25		1,728	1,728
Mediana		3,446	3,445
Percentil 75		14,100	14,100
Máximo		33,203	67,909
Media	Mujeres	11,927	8,209
	Hombres	6,160	9,816
	Total	**9,043**	**8,598**
Desviación típica		10,038	10,038
Valor de referencia internacional (OMS)		**5,0**	**38,0**

Fuente: Determinación de mercurio y plomo en población general de Bogotá, efectos en salud y zonas de exposición ambiental 2012-2013 (base de datos).

Como resultado de la construcción del mapa de exposición, se determinó que la zona de alta (color rojo) exposición está ubicada principalmente hacia el occidente de la ciudad (figura 1).

Figura 1. Mapa zonas de exposición a Pb



Fuente: elaboración propia.

En la zona de media exposición (en amarillo) quedó ubicado el mayor número de los participantes, con el 45,13 % (n = 181) de personas. La distribución de participantes no fue uniforme entre las tres zonas de exposición (tabla 3).

Tabla 3. Número de personas por zona de exposición ambiental

Zona de exposición	Plomo n = 401 n (%)	
Baja	143	35,66
Media	181	45,13
Alta	77	19,20

Fuente: elaboración propia.

La mayor prevalencia de alguna concentración de plomo en sangre se encontró en la zona de exposición alta. El promedio de las concentraciones de plomo fue mayor en la población de la zona alta (tabla 4).

Tabla 4. Descripción de las concentraciones de Pb en sangre por zona de exposición

Marcador biológico	Zona de exposición	n	%	Media (DS)	Rango
Pb en sangre n = 386	**Baja**	65	84,4	2,94	0 - 28,49
	Media	179	98,9	3,00	0 - 23,54
	Alta	142	99,3	3,39	0 - 29,89

Fuente: elaboración propia.

Las tablas 3 y 4 muestran la prevalencia de los casos de plomo en sangre con concentraciones superiores a los valores de referencia para ≤ 16 años y ≥ 17 años, según la zona de exposición ambiental.

Los resultados obtenidos para el cálculo de las razones de prevalencia por marcador biológico y zona de exposición se presentan en la tabla 5. Se encontró asociación entre alguna concentración de plomo en sangre y la

zona de exposición ambiental. La población habitante de las zonas media y alta tienen mayor posibilidad de contaminación por plomo.

Tabla 5. Razón de prevalencia por marcador biológico y zona de exposición

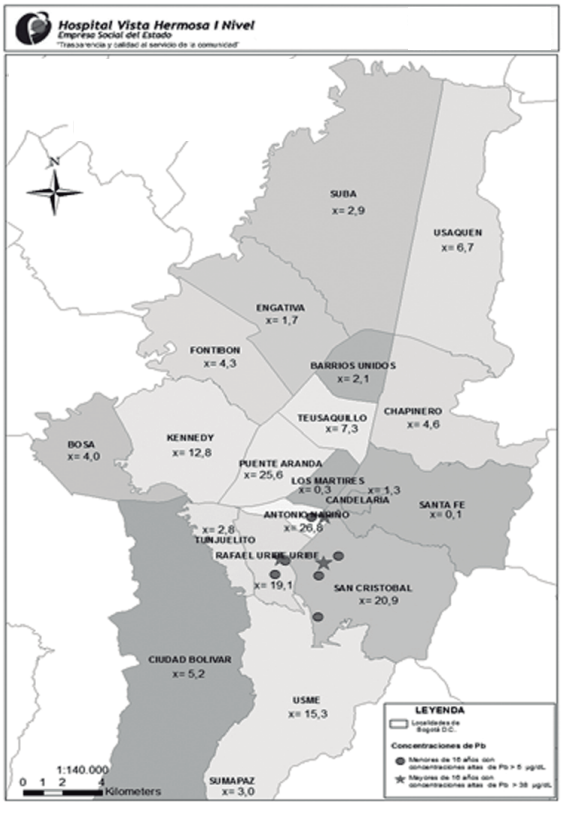
Biomarcador	Zona de exposición	RP	Intervalo de confianza	
Pb en sangre	Baja	1	-	-
	Media	1,1715	1,0630	1,2911
	Alta	1,1763	1,0676	1,2961

Fuente: elaboración propia.

Análisis espacial

El geodificador de la Secretaría de Salud presentó dificultades para el reconocimiento de algunas de las direcciones de la población participante en el estudio; se logró la espaciación de 356 de los 401 casos. Espacialmente, se encontró que los casos con concentraciones superiores a los valores de referencia se encuentran agrupados hacia el suroriente de la ciudad, entre las zonas de exposición alta y media (figura 2).

Figura 2. Niveles elevados de Pb y promedios de concentraciones de Pb por localidad en población general de Bogotá, Colombia, 2012-2013



Fuente: Determinación de mercurio y plomo en población general de Bogotá, efectos en salud y zonas de exposición ambiental 2012-2013.

Discusión

Al encontrarse asociación positiva estadísticamente significativa entre prevalencia de Pb y las zonas de exposición ambiental, se puede concluir que la problemática de contaminación por plomo no es uniforme en la ciudad; se encuentra en zonas específicas en las que la problemática es mayor y donde la población tendría un mayor riesgo de contaminación por plomo. Por lo tanto, dichas zonas deberían tener prioridad en cuanto al monitoreo constante del contaminante. La ciudad requiere implementar métodos para la cuantificación de plomo en aire, con el objetivo de construir los mapas de emisión y de contaminación por plomo para la ciudad.

Los resultados del estudio pueden explicarse por las características propias de la zona de exposición alta, ya que dicha zona concentra la mayor cantidad de establecimientos que utilizan carbón con combustible y también el mayor número de industrias que manejan dentro de sus procesos productivos plomo o compuestos con plomo. Adicionalmente, fue la única que informó presencia de establecimientos asociados con fundición de plomo, lo cual es importante, porque la literatura reporta que población cercana a establecimientos de fundición de plomo presenta niveles elevados de plomo en sangre (10,11); así, se concluye que la concentración de plomo en sangre aumenta cuando la distancia a la planta de fundición disminuye (12). Adicionalmente, la zona de exposición alta reúne a cinco de las localidades industrializadas de la ciudad y presenta altos niveles de material particulado; en ella se concentra el 67,44 % de establecimientos industriales de la ciudad (13) y se ubican dos de las trece estaciones pertenecientes a la Red de Monitoreo de Calidad de Aire de Bogotá (RMCAB), las cuales informan los niveles más altos de PM10, con 76,4 µg/m3 (estación Carvajal) y 70,8 µg/m3 (estación Kennedy) (14). También, presenta sitios de alta concentración de bodegas de reciclaje (15) y alberga las instalaciones de una de las empresas incineradoras de residuos hospitalarios de la ciudad.

Los niveles de plomo encontrado en individuos con 16 años o menos es un hallazgo muy importante para la ciudad; se debe continuar con los estudios de diagnóstico para determinar las fuentes de contaminación por plomo en la zona suroriental de Bogotá, hasta determinar con certeza la causa de dicha contaminación. Así mismo, el estudio evidenció la necesidad de mejorar la consolidación de la información, ya que la información utilizada en el estudio tuvo limitaciones en cuanto a la cobertura, debido a que los establecimientos registrados en las bases de datos del Distrito no corresponden a la totalidad de establecimientos existentes en Bogotá. Adicionalmente, dentro del estudio no se incluyeron otras posibles fuentes asociadas con la contaminación por plomo, como el contacto con pinturas con alto contenido de plomo (16).

El desarrollo de esta investigación contribuye al diagnóstico de contaminación por plomo en Bogotá. Sin embargo, se requiere un trabajo interinstitucional para continuar con

diagnóstico de la problemática relacionada con el plomo en la ciudad, especialmente para medición de la concentración de plomo en el aire y la generación de mapas de exposición a plomo de la ciudad.

Referencias

1. Unión de Industrias del Plomo (UNIPLOM). El plomo, hechos y realidades [internet]. 2004 [citado 2014 abr. 22]. Disponible en: http://www.uniplom.es/elplomo-p.htm

2. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Estudio sobre los posibles efectos en la salud humana y el medio ambiente en America Latina y el Caribe del comercio de productos que contienen cadmio, plomo y mercurio [internet]. 2010 [citado 2014 abr. 22]. Disponible en: http://www.chem.unep.ch/Pb_and_Cd/Documents/LAC_study/Estudio Espa%C3%B1ol con Resumen Ejecutivo.pdf

3. C, Díaz J. Efecto de las partículas de diametro inferior a 2,5 micras (PM2.5) sobre los ingresos hospitalarios en niños menores de 10 años en Madrid. Gac Sanit. 2009;23(3):192-7.

4. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización Mundial de la Salud (OMS). Alianza mundial para eliminar el uso del plomo en la pintura. Plan de actividades. OMS: Ginegbra; 2012.

5. Páez García CM. Determinacion de metales en las partículas del aire. Bogotá: Universidad de los Andes; 1998.

6. Gómez A, Martínez J. Evaluación de la concentración de mercurio en material particulado PM10 en siete ciudades del país [internet]. Universidad de la Salle; 2008 [citado 2014 abr. 22]. Disponible en: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/14065/1/T41.08 G586e.pdf

7. Ojeda EO. Evaluación de los niveles de contaminación por plomo en el aire a partir de las muestras obtenidas en las estaciones de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia; 1987. p. 127.

8. Valbuena J, Duarte M, Marciales C. Evaluación de plomo en sangre de trabajadores de industrias de baterías. Rev Colomb Química. 2001;30(1):17-25.

9. Díaz P. Alteraciones neurológicas por exposición a plomo en trabajadores de procesos de fundición, Soacha, 2009. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2011.

10. Human Rights Clinic The university of Texas School of Law. El plomo sigue en la sangre: un informe de seguimiento sobre la crisis sanitaria y ambiental en Abra Pampa, Argentina. 2011.

11. Espinal G, Rodríguez A. Estimación de la población expuesta a plomo en el barrio de Villa Francisca, Santo Domingo. Cienc Soc. 2009;34(2):287-310.

12. U.S. Agency for International Development (USAID), Centro para el control y la prevención de enfermedades (CDC). Desarrollo de un plan de intervención integral para reducir la exposición al plomo y otros contaminantes en el centro minero de La Oroya, Perú. 2005.

13. Departamento Administrativo Nacional de Estadistica (DANE). Encuesta anual manufacturera 2004 Bogotá. Información por localidades [internet]. 2006 [citado 2014 abr. 22]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/EAM2004_BogLocal.pdf

14. Secretaría Distrital de Ambiente. Informe anual. Calidad del aire de Bogotá. 2013.

15. Haefliger P, Mathieu-Nolf M, Lociciro S, Ndiaye C, Coly M, Diouf A. Mass lead intoxication from informal used lead-acid battery recycling in Dakar, Senegal. Environmental Health Perspectives. 2009;117(10):1535-40.

16. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía breve de métodos analíticos para determinar el contenido de plomo de la pintura [internet]. 2013 [citado 2014 abr. 22]. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77916/1/9789243502120_spa.pdf?ua=1

Recibido para evaluación: 31 de julio de 2014
Aceptado para publicación: 30 de diciembre de 2017

Correspondencia

María Zaideé Babosa
bzaidee@gmail.com