



Instituto Nacional
de Salud Pública

**Efecto de la transición de la exposición ambiental a
plomo sobre las concentraciones de plomo en sangre
en niños de la Ciudad de México, 1995-2008.**

Maestría en Ciencias de la Salud con Área de concentración en
Bioestadística

Generación 2012 – 2014

Lic. Valeria Magali Rocha Rocha

Director: Dra. Martha María Téllez Rojo Solís

Asesor: Mtro. Salvador Zamora Muñoz

Asesor: Lic. Maritsa Solano González

**Efecto de la transición de la exposición ambiental a plomo sobre la
concentración de plomo en sangre en niños de la Ciudad de México,
1995-2008**

**Effect of the environmental lead exposure transition on the blood-lead
concentrations in children living in Mexico City, 1995-2008**

Lic. Valeria Magali Rocha Rocha, ^(1, *) Dra. Martha María Téllez Rojo Solís, ⁽²⁾ MC.

Salvador Zamora Muñoz, ⁽³⁾ Lic. Maritsa Solano González, ⁽⁴⁾ Dr. Brent Coull, ⁽⁵⁾

Dra. Alejandra Cantoral Preciado. ⁽⁶⁾

- (1) Maestría en Ciencias de la Salud con Área de Concentración en Bioestadística, Instituto Nacional de Salud Pública.
- (2) Directora de la investigación. Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas. Instituto Nacional de Salud Pública, México.
- (3) Asesor de la investigación. Departamento de Matemáticas, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM, México.
- (4) Asesor de la investigación. Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas. Instituto Nacional de Salud Pública, México.
- (5) Asesor de la investigación. Departamento de Bioestadística, Departamento de Salud Ambiental, Escuela de Salud Pública de Harvard, EUA.
- (6) Asesor de la investigación. Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas. Instituto Nacional de Salud Pública, México.

* Autor correspondiente. Correo electrónico: valeria.rocha.biostat@gmail.com

Resumen.

Objetivo. El objetivo del presente estudio es estimar el efecto de la transición de la exposición ambiental a plomo en el periodo comprendido entre 1995 y 2008 sobre las concentraciones de plomo en sangre en niños de la Ciudad de México. **Métodos.** La población de estudio proviene de cohortes de nacimiento del proyecto ELEMENT. Se analizaron las concentraciones de plomo en sangre en 1,011 niños, de entre 1 y 5 años de edad, residentes de la Ciudad de México y se relacionaron con los niveles de plomo en aire y el uso de loza de barro vidriada con plomo en el hogar. **Resultados.** La mediana de la concentración de plomo en sangre para los niños en la muestra de este estudio fue de 5.2 µg/dL; 303 (30%) presentaron concentraciones de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL. Se generó un modelo de efectos mixtos con el cual, después de ajustar por covariables; los datos mostraron una asociación 42% mayor de la exposición a plomo en PST sobre la concentración de plomo en sangre antes de la remoción de las gasolinas en comparación con las concentraciones de plomo en sangre después de esa fecha. Además los niños provenientes de familias que reportaron usar utensilios de barro vidriado tuvieron niveles de plomo en sangre 10.2% mayores en comparación con los niños de familias que reportaron no usarlos a lo largo de todo el periodo de estudio. **Conclusiones.** Existe un efecto de la transición ambiental de la exposición a plomo. La asociación entre la exposición a plomo en aire y las concentraciones de plomo en sangre disminuyó con la remoción del plomo de las gasolinas mientras que la asociación de uso de barro vidriado ha permanecido a través del tiempo constituyendo actualmente la principal fuente de exposición para esta población.

Palabras clave. Concentración de plomo en sangre, plomo en PST, loza de barro vidriada.

INTRODUCCIÓN

La exposición a plomo es relevante debido a las consecuencias en la salud de la población. Los principales efectos en salud que se han documentado son en los sistemas nerviosos central y periférico, daños renales, cardiovasculares, daños en el aparato reproductivo y efectos carcinogénicos y genotóxicos¹. Sin embargo, se ha documentado que la exposición a plomo tiene un efecto más importante en los niños² porque es el periodo de la vida en donde la absorción es máxima³. Los síntomas más comunes de exposición a plomo en niños son: problemas de conducta y aprendizaje, retraso en el crecimiento, problemas de audición y menor coeficiente intelectual⁴.

Las fuentes más comunes de exposición a plomo en el mundo son las pinturas, juguetes, artículos de plomería o loza de barro vidriado⁵. Una exposición prolongada a estos productos producirá una acumulación de plomo en el organismo dando como resultado altas concentraciones de plomo en sangre pudiendo incluso, causar intoxicación. La intoxicación por plomo representa cerca del 0.6% de la carga global de la enfermedad⁶.

El plomo ingresa al cuerpo humano por el tracto respiratorio, gastrointestinal y vía dérmica. Una vez que el plomo ingresa al organismo, llega a la sangre y se deposita en el hueso. La vida media de plomo en sangre es de aproximadamente 30 días mientras que la vida media de plomo en hueso llega a ser de varias décadas constituyendo una fuente de exposición endógena en etapas de alta resorción ósea⁴.

Adicionalmente, la relevancia de la exposición al plomo recae en el hecho de que es prevenible y sus efectos no siempre son reversibles a pesar de los tratamientos médicos actuales⁷.

La zona metropolitana de la Ciudad de México es una región con altos niveles de contaminantes ambientales. Se tiene evidencia que, en promedio, durante la década de los ochentas se liberaron alrededor de 1 500 toneladas cúbicas de plomo en la atmósfera de la Ciudad de México asociadas sólo con la combustión de gasolinas⁸. A partir de 1988 se inició la reducción paulatina del plomo en la gasolina hasta su eliminación total en 1997 con el consecuente decremento en los niveles atmosféricos de este metal en la zona metropolitana de la Ciudad de México⁹.

En México, una de las principales fuentes de exposición a plomo es el uso de loza de barro vidriada con este metal que se utiliza para preparar, almacenar y consumir alimentos. Esto se debe a que durante el proceso de producción los alfareros utilizan grandes concentraciones de plomo y hornos de baja temperatura. Cocer loza de barro vidriada en este tipo de hornos provoca que el óxido de plomo, llamado greta, usado para el vidriado, se libere cuando se consumen alimentos en este tipo de piezas. Al liberarse este metal se mezcla con los alimentos e ingresa al organismo a través del tracto digestivo, en donde se absorbe y pasa al torrente sanguíneo contribuyendo así, al aumento en las concentraciones de plomo en sangre¹⁰.

Existe normatividad en México relacionada con estas dos fuentes de exposición: en lo que se refiere a plomo en aire, la norma actual NOM-026-SSA1-1993 actualizada en 2012, establece como límite máximo $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de tres meses promedio aritmético¹¹. En lo que se refiere a la alfarería, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, COFEPRIS, establece en su norma NOM-231-SSA1-2002 actualizada en 2007, que el límite máximo permisible de plomo en las piezas de alfarería o cerámica para procesar alimentos o bebidas es de $0.50 \text{ mg}/\text{L}$ ¹². Adicionalmente, el proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA1-2013 establece que está prohibido utilizar y comercializar con cualquier compuesto derivado del plomo¹³. Sin embargo, la gran mayoría de los alfareros no cumplen estas normas; continúan utilizando greta y hornos de baja temperatura durante el proceso de vidriado y cocción de sus piezas¹⁴.

Finalmente, también existe normatividad relacionada con los niveles de plomo en sangre en la población: la norma NOM-199-SSA1-2000 actualizada en 2002, establece los niveles de plomo en sangre y las acciones básicas de prevención y control en población expuesta no ocupacionalmente. Esta norma establece que el valor criterio para la concentración de plomo en sangre en niños menores de 15 años, es de $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ ¹⁵. Sin embargo el Centro de Prevención y Control de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés) establece, para niños de 1 a 5 años, que el valor criterio en el cual se recomienda el inicio de acciones de salud pública es $5 \mu\text{g}/\text{dL}$ ¹⁶.

En resumen, en los últimos años han disminuido las concentraciones de plomo en aire, sin embargo, los niveles de plomo en sangre permanecen elevados¹⁷. En algunas zonas de la Ciudad de México, se ha estimado una media mayor a los 10

µg/dL de plomo en sangre en niños¹⁸. Una hipótesis es que esto ocurre porque no se ha logrado erradicar el uso de este tipo de loza.

Por esta razón, el objetivo de este estudio es estimar el efecto de la transición ambiental de la exposición a plomo. Transición provocada por la eliminación del plomo en la gasolina y por el uso persistente de barro vidriado con plomo y horneado a bajas temperaturas, entre la población de la Ciudad de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio utiliza cohortes de nacimiento del proyecto ELEMENT (*Early Life Exposures in Mexico to ENvironmental Toxicants*), durante el periodo 1995 - 2008.

Población.

En estas cohortes de nacimiento se tomaron mediciones de plomo en sangre a niños en diferentes momentos del tiempo. Se incluyó información de los niños desde el nacimiento hasta los 5 años de edad. Las madres fueron reclutadas durante el embarazo en diferentes Unidades Médico Familiares (8, 9, 12, 18 y 22) y en el Hospital de Ginecología y Obstetricia No. 4 del Instituto Mexicano del Seguro Social; en el Hospital Manuel Gea González y en el Instituto Nacional de Perinatología. Se determinaron las concentraciones de plomo en sangre venosa cada 12 meses y en sangre capilar a los 18, 30 y 42 meses de edad. Las muestras de sangre venosa fueron analizadas por medio de espectrometría de absorción atómica por horno de grafito (modelo 3000; PerkinElmer, Norwalk, CT) en los laboratorios del Centro Médico American British Cowdray en la Ciudad de México. Las muestras de sangre capilar fueron analizadas por LeadCare II ®. Debido a que estos métodos de medición difieren considerablemente en términos de capacidad analítica (límites de detección, precisión)¹⁹, se generó una variable indicadora de la metodología con la que se analizó la muestra de sangre (capilar o venosa).

Este estudio, incluyó 1,011 niños de 1 a 5 años de edad. El número promedio de observaciones por niño es de 5, con un mínimo de 1 y máximo de 7.

Las concentraciones de plomo en aire fueron tomadas de las mediciones de la Red Manual de Monitoreo Atmosférico (REDMA). Esta red tiene disponibles bases de datos anuales de las concentraciones estimadas de plomo en aire de las Partículas Suspendidas Totales (PST) y del material particulado cuyo diámetro es menor que 10µm (PM₁₀). Estas concentraciones son medidas en una estación de monitoreo cada 6 días desde 1989 hasta la actualidad. La asignación de la exposición a plomo

en aire en cada niño se realizó a través del promedio aritmético de las mediciones reportadas por las estaciones de monitoreo dentro de la delegación de su residencia en los 30 días previos a la toma de muestra sanguínea. Esta ventana de tiempo se escogió por la vida media del metal en la sangre⁴.

Dado que la medición de plomo en PM_{10} se realizó a partir de 1997 en 15 de las 18 estaciones consideradas para este estudio, la medida de exposición de los participantes del estudio se realizó con base en las mediciones de plomo en PST, cuya medición se realiza desde 1989.

El uso de loza de barro vidriada con plomo en el hogar se obtuvo a partir de la aplicación de un cuestionario que fue aplicado a las mamás en cada una de las visitas. Esta variable toma el valor de 1 si la mamá reportó preparar, guardar o consumir alimentos en este tipo de loza.

Análisis estadístico.

La concentración de plomo en sangre fue transformada logarítmicamente para cumplir con el supuesto de normalidad de los residuos.

Para estimar el efecto de la transición de la exposición ambiental a plomo y la contribución relativa del uso de loza de barro vidriada sobre las concentraciones de plomo en sangre de los niños, se generó un modelo de efectos mixtos utilizando plomo en sangre –escala logarítmica– como variable de respuesta. Las concentraciones de plomo en aire y el uso de loza de barro vidriada se modelaron como *efectos fijos*, mientras que los efectos específicos de los individuos, como la edad, fueron modelados como *efectos aleatorios*.

Este tipo de modelos permite que los subconjuntos de parámetros de regresión varíen aleatoriamente de un individuo a otro, explicando así las fuentes de heterogeneidad natural en la población de niños. La estructura de correlación entre las variables de efectos aleatorios, se incorporó a través una estructura de autocorrelación no especificada²⁰. La autocorrelación natural de la respuesta, se modeló a través de un modelo autorregresivo para mediciones continuas en el tiempo debido a que las mediciones no son igualmente espaciadas y a que se trata de un diseño desbalanceado. La estructura de correlación autorregresiva estimada fue $\Phi = 0.0002396$.

Se generó un modelo múltiple ajustando por sexo del niño, escolaridad de la madre como proxy del nivel socioeconómico²¹, una variable indicadora del tiempo de la medición (antes/después de la remoción del plomo de las gasolinas) y la variable indicadora de la metodología con la que se analizó la muestra de sangre (capilar o venosa); adicionalmente se incluyó un término de interacción entre la medición de plomo en aire (plomo en PST) y la variable indicadora del tiempo de la medición.

El análisis de los datos se realizó mediante el uso de los programas Stata 12 y R.

El diagnóstico del modelo se realizó utilizando el paquete *HLMdiag* de R.

Tabla 1. Mediana de las concentraciones de plomo en sangre medida en $\mu\text{g/dL}$ de 1,011 niños entre 1 y 5 años de edad y porcentaje de niños con concentraciones de plomo en sangre $> 5 \mu\text{g/dL}$, ELEMENT (1995-2008), por posibles variables confusoras.				
<i>Variable</i>	<i>n (%)</i>	<i>Mediana de la concentración de plomo en sangre ($\mu\text{g/dL}$)</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Porcentaje con concentración de plomo en sangre $> 5 \mu\text{g/dL}$</i>
Total (N=1,011)				
Sexo				
Masculino	516 (51)	5.3	4.22	26.8
Femenino	495 (49)	5.3	3.69	26.4
Uso de loza de barro vidriada (LBV)				
Si	291 (28.8)	6.7	4.93	16.8
No	720 (71.2)	4.9	3.46	36.4
Escolaridad (madre)				
Hasta 9 años	502 (49.6)	5.7	4.22	28
10 a 12 años	396 (39.2)	5.1	3.84	21
13 a 16 años	87 (8.6)	4.7	2.95	3.4
Más de 17 años	26 (2.6)	4.1	2.58	0.8
Indicadora antes/después de la remoción de plomo en las gasolinas				
Antes	-	7.1	4.44	11.7
Después	-	5	3.79	41.5
Indicadora de la metodología del análisis de sangre				
Capilar	-	5.8	4.25	20.2
Venosa	-	5	3.79	33

Se comparó el modelo sin efectos aleatorios (modelo de regresión) con el modelo propuesto con efectos aleatorios y se encontró un mejor ajuste del modelo con efectos aleatorios (Modelo de Regresión: AIC=7059.6, Modelo de Efectos Mixtos: AIC=6212.6). Se realizó un análisis de residuos por mínimos cuadrados de nivel 1, en el cual no se encontraron signos de mala especificación y se comprobó el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad. Se realizó una gráfica cuantil-cuantil y una prueba de Anderson-Darling para probar normalidad de los residuos. Con ambos métodos se comprobó la normalidad de los residuos ($A=0.5092$, $p=0.177$).

El diagnóstico de los efectos fijos se realizó mediante el cálculo de las distancias de Cook, la matriz de razón de covarianzas y la matriz traza de covarianzas. El análisis de estos indicadores reveló que no existen grupos ni sujetos influyentes con respecto a la precisión de las estimaciones de los efectos fijos.

RESULTADOS

De los 1,710 niños que conforman las cohortes de nacimiento del proyecto ELEMENT, 1,359 de ellos (79.5%) tuvieron datos completos en las mediciones de plomo en sangre y el uso de barro vidriado en el hogar. De estos niños, 1,320 (77.2%), tuvieron datos completos de la escolaridad de la madre. Finalmente, de esta muestra, 1,011 niños (59.1%) tuvieron mediciones completas en el nivel de plomo ambiental a lo largo del tiempo.

La mediana de la concentración de plomo en sangre para estos 1,011 sujetos fue de 5.3 $\mu\text{g/dL}$ (desviación estándar [SD]=3.97). De estos sujetos, 53.4% tuvo, en alguna medición, una concentración de plomo en sangre entre 5 y 10 $\mu\text{g/dL}$; y 30% tuvo alguna medición con una concentración mayor o igual a 10 $\mu\text{g/dL}$.

La asociación entre plomo en PST con las concentraciones de plomo en sangre fue diferente antes de la eliminación del plomo de las gasolinas (agosto de 1997) que después. Antes de esa fecha había concentraciones medianas de plomo en sangre dos veces mayores en comparación con las concentraciones de plomo en sangre después de esa fecha.

Estos 1,011 niños no tuvieron diferencias significativas en la concentración de plomo en sangre entre los grupos de sexo. Sin embargo, el uso de loza de barro

vidriada en el hogar está asociado con un incremento de aproximadamente 10.2% (IC 95% 1.077 a 1.128) de la concentración de plomo en sangre ($p < 0.001$).

Tabla 2. Estimación de efectos fijos ^a .				
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación (ln[μg/dL])</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Valor p</i>	<i>IC 95%</i>
Intercepto	3.471	3357	<0.001	(3.275, 3.667)
Edad	0.302	3357	<0.001	(0.273, 0.331)
Fecha de visita	-0.000154	3357	<0.001	(-0.000166, -0.000141)
Uso de LBV Usa LBV = 1 No usa LBV = 0	0.098	3357	<0.001	(0.075, 0.121)
Pb en PST	0.175	3357	0.650	(-0.212, 0.562)
Sexo Masculino=1 Femenino=2	-0.037	107	0.124	(-0.061, -0.013)
Indicadora de la metodología del análisis de sangre Venosa = 1 Capilar = 2	0.136	3357	<0.001	(0.122, 0.150)
Escolaridad de la madre	-0.016	3357	<0.001	(-0.020, -0.011)
Indicadora de antes/después de la remoción del plomo en gasolinas Antes = 1 Después = 0	0.154	3357	0.001	(0.105, 0.202)
Término de interacción (Pb en PST Indicadora de antes/después de la remoción de plomo en gasolinas)	-0.846	3357	0.097	(-1.357, -0.335)
^a La variable dependiente fue el logaritmo natural de la concentración de plomo en sangre.				

DISCUSIÓN

Los resultados del presente análisis sugieren que existe una transición de la exposición ambiental a plomo desde 1995 hasta el 2008. Esto es, se ha logrado abatir el incremento de la concentración de plomo asociada a la remoción del plomo en las gasolinas, sin embargo, se han encontrado diferencias de las concentraciones de plomo en sangre de los niños cuyas madres reportaron usar loza de barro

vidriada en comparación con aquellos individuos que reportaron no usar este tipo de loza.

Además estos datos apoyan la hipótesis de que el uso de loza de barro vidriada permanece como una fuente de exposición importante y es precisamente esta exposición la que explica la permanencia de concentraciones de plomo en sangre elevadas en esta población.

A pesar de que se han actualizado las normas relacionadas con la producción, el uso y la comercialización de la loza de barro vidriada con plomo, y de que se han creado políticas públicas para promover el uso de esmaltes libres de plomo; es difícil cambiar las tradiciones y costumbres que son consideradas parte de la cultura de un país sobre todo cuando los efectos del plomo pueden ser silenciosos, y pueden ser fácilmente atribuibles a otras causas.

Por ejemplo, se sabe que la exposición a plomo está asociada con un mayor riesgo de tener comportamiento antisocial y agresivo, y que el efecto sigue un curso evolutivo²². Además se tiene evidencia de que los niños con concentraciones mayores a 5 µg/dL pueden tener una reducción de más de 5 puntos de Coeficiente Intelectual (CI) debida a la exposición al plomo²³. También existe evidencia de que concentraciones de plomo en sangre mayores a 5 µg/dL pueden resultar en 820.000 AVAD y 8,6 millones de puntos menos de CI debido al retraso mental leve inducido por plomo, en niños mexicanos de 0 a 4 años de edad²³.

Es importante destacar que se desconocen las concentraciones medias de plomo en sangre en la población general mexicana. Sin embargo se sabe que los efectos tóxicos de la exposición a plomo, afectan de manera diferencial a los niños dependiendo del estado nutricional²⁴, y que la concentración de plomo en sangre suele ser mayor en poblaciones rurales²³.

Debido a esto, surge una preocupación natural por indagar la frecuencia del uso de barro vidriado en zonas rurales e indígenas en donde la tradición de usar loza de barro vidriada puede ser más arraigada y donde la población es más vulnerable en términos nutricionales²⁵.

CONCLUSIONES

Durante el transcurso de los últimos 20 años, se han realizado estudios que muestran evidencia sobre la reducción de los niveles de plomo en sangre debida a la remoción del plomo en las gasolinas^{9,17}.

Adicionalmente, desde finales del siglo XIX, se ha acumulado evidencia sobre los efectos nocivos del plomo debido al uso de loza de barro vidriada. Sin embargo, ya que México es un país con una rica tradición alfarera, el cambio en la producción, comercialización y uso de este tipo de utensilios ha sido gradual.

El presente trabajo evidencia que el uso de loza de barro vidriada sigue siendo un factor de riesgo en la Ciudad de México, por lo que es imperativo realizar estudios sobre las localidades con un índice nutricio más bajo y una tradición más arraigada del uso de barro vidriado. Se sugiere que se implemente un esquema de monitoreo de plomo en sangre en el país con énfasis en zonas rurales e indígenas.

AGRADECIMIENTOS

Le agradecemos al Centro Médico American British Cowdray por proporcionar facilidades en la investigación para llevar a cabo este estudio.

Referencias

1. Howson CP, Hernández-Avila M, Rall DP, Ed. *Lead in the Americas: A call for action*. Toluca, México: Institute of Medicine of USA/National Institute of Public Health, pp 75-83. 1996.
2. Pocock SJ, Smith M, Baghurst P. *Environmental lead and children's intelligence: a systematic review of the epidemiological evidence*. BMJ Volume 309, 1994.
3. *Learn about Lead*. United States Environmental Protection Agency (<http://www2.epa.gov/lead/learn-about-lead>).
4. *Toxicocinética*. Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental. Organización Panamericana de Salud. (<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/eco/020751/020751-04.pdf>)
5. *Lead Poisoning*. MedlinePlus. U.S. National Library of Medicine. (<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/002473.htm>).
6. *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva, World Health Organization (http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241563871_eng.pdf).
7. Poma, Pedro A. "Intoxicación por plomo en humanos." *Anales de la Facultad de Medicina*. Vol. 69. No. 2. UNMSM. Facultad de Medicina, 2008.
8. Contreras R. The case of Mexico. En: Finkelman J, Corey G, Calderón R, Ed. *Environmental epidemiology: A project in Latin America and The Caribbean*. Metepec, México: Panamerican Health Organization 1993:114-118.
9. Cortez-Lugo M, Téllez-Rojo M, et al. *Tendencia de los niveles de plomo en la atmósfera de la zona metropolitana de la Ciudad de México. 1988-1998*. Revista Salud Pública de México / vol.45, suplemento 2 de 2003.

10. M Hernandez Avila, I Romieu, C Rios, A Rivero, E Palazuelos. *Lead-glazed ceramics as major determinants of blood lead levels in Mexican women*. Environ Health Perspect. 1991 August; 94: 117-120.
11. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al plomo (Pb). Valor normado para la concentración de plomo (Pb) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
12. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-231-SSA1-2002, Artículos de alfarería vidriada, cerámica vidriada y porcelana. Límites de plomo y cadmio solubles. Método de ensayo.
13. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-SSA1-2013, Salud ambiental. Limitaciones y especificaciones sanitarias para el uso y comercialización de los compuestos de plomo en productos de consumo.
14. *Uso de Plomo en la Alfarería en México. Informe 2010*. FONART. Blacksmith Institute.
15. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-199-SSA1-2000, Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente.
16. <http://www.cdc.gov/nceh/lead/>
17. Schnaas, L., Rothenberg, S. J., Flores, M. F., Martínez, S., Hernández, C., Osorio, E., & Perroni, E. (2004). Blood lead secular trend in a cohort of children in Mexico City (1987-2002). *Environmental health perspectives*, 112(10), 1110.
18. Romieu I. Lacasaña M. *Prevalence of exposure and data quality of lead contamination in Latin America and The Caribbean*. En: Houson CP, Hernández-Avila M, Rall DP, Ed. *Lead in the Americas: A call for action*. Toluca, México: Institute of Medicine of USA/National Institute of Public Health, 1996:77-83.
19. *Guía breve de métodos analíticos para determinar las concentraciones de plomo en la sangre*. © Organización Mundial de la Salud 2013. Recuperado de: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77917/1/9789243502137_spa.pdf
20. Keselman, H. J., Algina, J., Kowalchuk, R. K., & Wolfinger, R. D. (1998). A comparison of two approaches for selecting covariance structures in the analysis of repeated measurements. *Communications in Statistics-Simulation and computation*, 27(3), 591-604.
21. Bellinger, D. C. (2008). Lead neurotoxicity and socioeconomic status: conceptual and analytical issues. *Neurotoxicology*, 29(5), 828-832.
22. Needleman, H. L., Riess, J. A., Tobin, M. J., Biesecker, G. E., & Greenhouse, J. B. (1996). Bone lead levels and delinquent behavior. *Jama*, 275(5), 363-369.
23. Caravanos, J. (2014). Blood Lead Levels in Mexico and Pediatric Burden of Disease Implications. Artículo en Prensa.
24. Cantoral, A, *Modificación del efecto negativo de la exposición a plomo sobre la estatura por el consumo dietético de zinc en infantes de 2 años*. Proyecto de tesis de doctorado en Ciencias en Salud Pública con área de concentración en Epidemiología.
25. Ávila, F., & Shamah, T. (2005). Diagnóstico de la magnitud de la desnutrición infantil en México. En: *Zuñiga E. México ante los desafíos del milenio*. México.