

# Bioquímia

Volumen **30**  
Volume

Número **2**  
Number

Abril-Junio **2005**  
April-June

*Artículo:*

Contenido de plomo y manganeso en  
despachadores de gasolina

Derechos reservados, Copyright © 2005:  
Asociación Mexicana de Bioquímica Clínica, AC

Otras secciones de  
este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in  
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**medigraphic.com**

# Contenido de plomo y manganeso en despachadores de gasolina

Cornelio Bueno-Brito,\* Apolinar Sánchez-Ramos,\* Adakatia Armenta-Solís,\*\*  
Eduardo González-Vera\*

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar los niveles sanguíneos de plomo y manganeso en sangre en despachadores de gasolina. **Material y métodos:** Se llevó a cabo un estudio transversal que incluyó a 45 despachadores de gasolina de seis expendios de Acapulco, Guerrero, México. El plomo se cuantificó mediante absorción atómica con horno de grafito en sangre completa, y el manganeso en suero por absorción atómica de llama. **Resultados:** La edad promedio del grupo en estudio fue de 23 años, de los cuales 23 fueron hombres y 22 mujeres. Los hallazgos más sobresalientes de este estudio fueron la detección de valores de plomo superiores a 10 µg/dL en diez casos de mujeres, mientras que en hombres sólo un caso fue mayor a 25 µg/dL. El valor promedio de manganeso en suero en mujeres fue de 0.41 µg/dL y en hombres de 0.20 µg/dL. **Conclusiones:** Los niveles sanguíneos para el plomo se encontraron en los intervalos esperados de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana EM-004-SSA1-1999 para el caso de los hombres, excepto en un caso que fue superior a los 25 µg/dL, no obstante, para las mujeres, el 45% se ubican en niveles de riesgo reproductivo. Respecto a los valores de manganeso fueron menores a 1 µg/dL para ambos sexos.

**Palabras clave:** Plomo, manganeso, riesgo reproductivo, medicina del trabajo.

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to determine lead and manganese blood levels in a gas attendant group. **Materials and methods:** A transversal, observational and descriptive study was performed. That included 45 gas attendants of six gas stations of Acapulco, Guerrero, Mexico, taking blood samples for analysis with atomic absorption with graphite oven for lead, and atomic absorption by flame for manganese. **Results:** The average age was 23, from which 23 men and 22 women. The most important findings of this study was the detection of lead plasma levels higher than 10 µg/dL in 10 women, while in men, only one case was higher than 25 µg/dL. The average value of serum manganese in women was 0.41 µg/dL and in men 0.20 µg/dL. **Conclusions:** Plasma levels for lead were found in normal levels according to the NOM-EM-004-SSA1-1999 for men case, except in one case higher than 25 µg/dL. However, the 45% of women are in reproductive risk. In the manganese case, the values found where smaller than 1 µg/dL in both gender.

**Key words:** Lead, manganese, reproductive risk, occupational medicine.

## INTRODUCCIÓN

El plomo es un elemento normal en la naturaleza que corresponde a los metales pesados más difusamente distribuido en toda la superficie de la tierra.<sup>1</sup>

Una de las maneras como se ha utilizado de forma particularmente frecuente es como tetraetilo de plomo, siendo el antidetonante de gasolinas y de ahí su vertimiento a la atmósfera.<sup>2</sup>

El plomo puede ingresar al organismo por vía digestiva, riesgo más frecuente por la ubicuidad de sus aplicaciones o bien, por vía respiratoria, riesgo menos frecuente pero más directo; de la primera vía se absorbe el 10%, de la respiratoria se puede absorber hasta el 40% del ingreso total posible a un individuo.<sup>2</sup> Da lugar a intoxicación aguda o bien puede acumular-

\* Especialista en Medicina del Trabajo, Hospital General Regional No. 1 Vicente Guerrero. Instituto Mexicano del Seguro Social. Acapulco, Guerrero, México.

\*\* Doctora en Ciencias. Unidad Académica Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Guerrero. México.

Correspondencia:  
Dr. Cornelio Bueno Brito.  
Av. Cuauhtémoc No. 95, Colonia Centro.  
Acapulco, Guerrero. CP 39300,  
e-mail: Cornelio.bueno@imss.gob.mx

Recibido: 02-08-2004  
Aceptado: 28-04-2005



se de manera crónica en dientes, huesos y sistema hematopoyético. Se le asocia a alteraciones en el desarrollo del sistema nervioso central, así como a interferencia con los mecanismos de defensa del organismo donde participe el sistema reticuloendotelial;<sup>3</sup> además se ha observado que la deficiencia de hierro y calcio aumentan la absorción de plomo a nivel intestinal.<sup>4</sup>

Desde hace siglos se reconocen los riesgos de la exposición laboral a plomo, y desde hace varias décadas, diferentes organismos e instituciones han establecido lineamientos para limitar y reducir este tipo de exposición, a medida que aumenta el conocimiento de los efectos tóxicos del metal. Actualmente la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) en los Estados Unidos de América recomienda el retiro de la exposición para la población trabajadora con una concentración de 50 µg/dL de plomo en sangre. No obstante, la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) sugiere que los niveles biológicos máximos permisibles de exposición límite no deben exceder de 30 µg/dL de plomo en sangre.<sup>5</sup>

La intoxicación por plomo origina interferencia en la síntesis de hemoglobina y afección del sistema nervioso central, las cuales se ponen de manifiesto cuando se detectan concentraciones mayores a 60 µg/dL. Este valor corresponde a los niveles biológicos máximos permitidos de exposición.<sup>6</sup>

En nuestro país, en 1986 se midieron los niveles de plomo en cabello de niños que vivían en diferentes zonas del país (Méjico DF, Puebla, Gómez Palacio Durango y Torreón Coahuila), observando que los niños que viven en el Distrito Federal, Puebla y Gómez Palacio Durango, están más expuestos a la intoxicación crónica por plomo. Posteriormente, en 1991, el Gobierno Mexicano formó un Comité Nacional de Consulta a través de la Secretaría de Salud para el establecimiento de Normas de prevención del uso del plomo, y en 1992 se identificó como principal predictor de niveles de plomo, el lugar de procedencia, dado que quienes vivían en avenidas poco transitadas o zonas residenciales, la concentración sanguínea de plomo fue un 27% menor con respecto a los que vivían en zonas urbanas o industriales.<sup>7</sup> En 1996, Junco y cols.<sup>8</sup> encontraron concentraciones mayores a 15 µg/dL de plomo en sangre en población infantil de la zona Xalostoc y Tlanepantla en el estado de México y en la zona Noroeste de Monterrey, Nuevo León, detectando niveles de plomo en sangre más altos en adultos del sexo masculino que en el femenino.

Evidencias experimentales indican que el cerebro fetal tiene una gran sensibilidad al plomo, y que durante la gestación puede provocar abortos espontá-

neos, malformaciones esqueléticas, retardando el crecimiento, retraso en la migración neuronal y espinas dendríticas, causando retraso mental, ataxia, y convulsiones con concentraciones de plomo en sangre mayores a 10 µg/dL. En los adultos con valores menores de 30 µg/dL no se observan lesiones funcionales, ni síntomas manifiestos, sin embargo, pueden tener una disminución en la actividad de la dehidratasa alfa-amino-levulínico.<sup>7</sup>

En este sentido, la Norma Oficial Mexicana EM-004.SSA1-1999 establece límites de seguridad no ocupacional de 25 µg/dL de plomo en sangre y de 10 µg/dL en las mujeres embarazadas.<sup>9</sup>

Otro metal de gran interés, por el efecto tóxico que genera, es el manganeso, considerado como un nutriente esencial por su participación en reacciones de oxidorreducción en el hígado. Se carece de datos acerca de los requerimientos diarios e incertidumbre sobre los valores en que inicia la toxicidad. Se cuenta sólo con intervalos de ingesta recomendada de 2 a 5 mg/día.<sup>10,11</sup> La exposición laboral a concentraciones atmosféricas altas de manganeso puede causar enfermedad neurológica, el manganismo, cuya manifestación franca va precedida habitualmente de síntomas inespecíficos como la cefalea, cansancio, trastornos del sueño e irritabilidad, para posteriormente derivar en el estado psicótico denominado locura mangánica. Es posible observar simultánea o subsecuentemente manifestaciones de disfunción motora extrapiramidal de tipo de la enfermedad de Parkinson, como la rigidez muscular, alteraciones de la marcha (marcha de gallo), inexpresividad facial y temblores finos. La recuperación es infrecuente y la disfunción suele persistir o progresar después de que se interrumpe la exposición.<sup>10-12</sup>

El manganeso está presente en sustancias como el MMT (1 metil-4-fenil-1,2,5,6-tetrahidropiridina) que se ha utilizado como aditivo de la gasolina como inhibidor de humos y como antidiéselante en gasolinas. El manganeso se acumula en los tejidos ricos en mitocondrias y atraviesa las barreras hematoencefálica y placentaria. También se han observado concentraciones más elevadas de manganeso en las zonas más pigmentadas del organismo, como son la retina, la conjuntiva pigmentada, la piel morena y el pelo negro. Se calcula que la carga total de manganeso en el organismo oscila entre 10 a 20 mg para un varón de 70 kilogramos. La vida media biológica del manganeso en el organismo es de 36 a 41 días, pero en el caso del manganeso depositado en el cerebro, es considerablemente más larga. En la sangre el manganeso se encuentra unido a las proteínas.<sup>13</sup>

En la zona centro de Acapulco Guerrero, existen 12 gasolineras que cuentan cada una con 10 trabajadores en promedio. Hasta el momento del estudio no se tenía información sobre concentraciones sanguíneas de plomo y manganeso en esta población trabajadora, por lo que la determinación de plomo y manganeso en sangre completa y suero, respectivamente, ha permitido medir el riesgo por la asociación de la concentración de estas sustancias con los posibles efectos nocivos en el organismo de los trabajadores, derivado de sus exposiciones. Por esta razón, el objetivo principal del estudio fue conocer el riesgo de exposición de estos metales mediante la determinación de los niveles sanguíneos de plomo y manganeso en despachadores de gasolina de la zona centro de Acapulco, Guerrero.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, transversal, descriptivo y analítico, previa concertación y autorización por las empresas gasolineras, estudiándose a 45 trabajadores, de los cuales 23 fueron hombres y 22 mujeres, mayores de 18 años de edad, con puesto de despachadores de gasolina. A todos los sujetos se les explicó el objetivo y procedimientos del estudio.

Se obtuvo la aprobación del trabajador, a través de una carta de consentimiento para incluirlo al estudio. El protocolo fue revisado y aprobado por el Comité de Investigación del Hospital General Regional No. 1 Vicente Guerrero del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Se registraron los datos personales y laborales del trabajador: nombre, edad, sexo, antigüedad laboral, puesto de trabajo. Se colectaron en ayuno, muestras de 5 mL de sangre venosa en tubos al vacío (Becton-Dickinson, México), con anticoagulante EDTA para la determinación de plomo y sin anticoagulante para el manganeso.

La medición de los metales se realizó por espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito para el plomo y absorción atómica por flama para el manganeso, ambos con lámpara de catodo hueco (Perkin Elmer Mod. Anyst-700, EU).

Las muestras se procesaron en el Laboratorio Regional de Salud en el Trabajo del Instituto Mexicano del Seguro Social de la ciudad de México Distrito Federal, con base en el método referido en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-199.SSA1-2000 para el plomo,<sup>14</sup> y el analítico por espectrofotometría de absorción atómica de la Corporación Perkin Elmer para el manganeso,<sup>15</sup> con procedimiento normalizado de operación para el lavado de material

de laboratorio, basado en el manual de métodos de absorción atómica, Vol. 2. Instrumental de laboratorio (1981).<sup>16</sup>

Se elaboraron las curvas de cada elemento de acuerdo a métodos referidos, utilizando un estándar en solución de 1,000 mg/L de plomo (Merck, México) y otro para manganeso con un estándar en solución de 1,000 mg/L de manganeso (Perkin Elmer, EU). La repetibilidad del método se realizó con dos muestras preparadas de igual manera con un analista y repetida por un segundo analista, dando como máximo un coeficiente de variación de 4%.

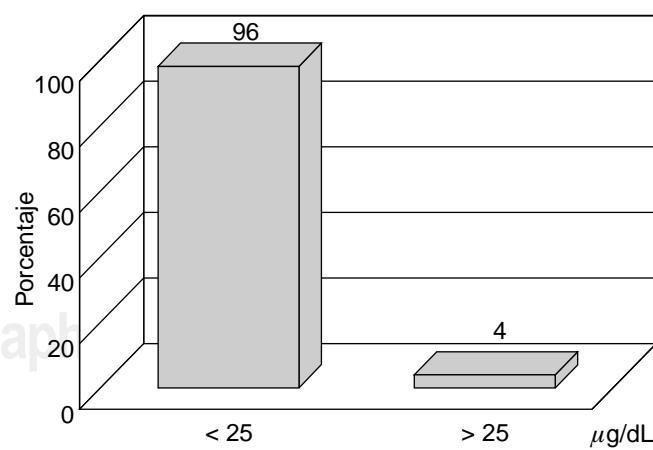
## Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el paquete estadístico SPSS V. 12.0 (SPSS Inc., Michigan, IL, EU) calculándose proporciones, promedio, desviación estándar, mediana e intervalo al 95%.

## RESULTADOS

Los principales hallazgos encontrados en el estudio de los 45 trabajadores mayores de 18 años estudiados son: la edad promedio del grupo de estudio fue de 23 años, hombres con el 51.2% y mujeres el 48.8%.

Un solo caso en hombres presentó 48 µg/dL y 22 casos con valores de 3.21 a 20 µg/dL para dicho género (*Figura 1*). En el grupo de mujeres trabajadoras, sólo 10 presentan valores de plomo en concentraciones entre 11.43 a 17.44 µg/dL, superiores a los indicados en la norma y dentro del rango considerado con riesgo reproductivo (> 10 µg/dL), y en 12 casos se encontraron valores de 2.7 a 9.73 µg/dL (*Figura 2*).



**Figura 1.** Distribución de valores de plomo en sangre total en población masculina de acuerdo a criterio de toxicidad.

Con respecto a los valores de manganeso encontrados, todos fueron menores a  $1.0 \mu\text{g}/\text{dL}$ . Con valores para hombres de 0 a  $0.84 \mu\text{g}/\text{dL}$  y mujeres de 0 a  $0.82 \mu\text{g}/\text{dL}$  (*Figura 3*).

El valor promedio de la concentración de plomo en la población general fue de  $10.8 \pm 7.1 \mu\text{g}/\text{dL}$  y de manganeso  $0.30 \pm 0.37 \mu\text{g}/\text{dL}$ ; para las mujeres los niveles de plomo fueron  $9.5 \pm 4.6 \mu\text{g}/\text{dL}$  y para los hombres  $11.9 \pm 8.8 \mu\text{g}/\text{dL}$  (*Cuadro I*).

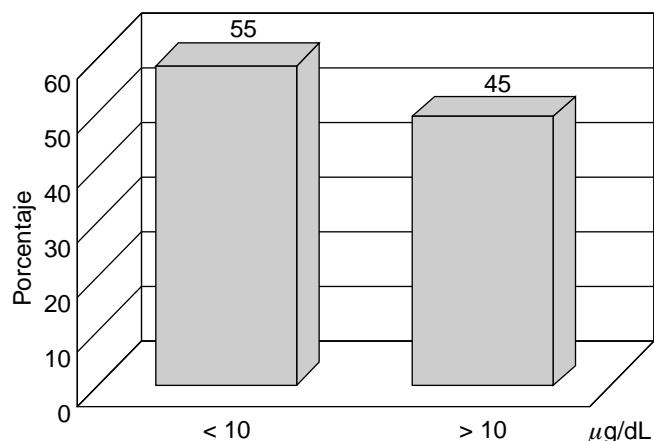
## DISCUSIÓN

En México, en los sectores productivos (empresas industriales) con exposición laboral a plomo, un 30% de los trabajadores tienen concentraciones sanguíneas de 40 a  $59 \mu\text{g}/\text{dL}$ , y el 65% de ellos presentan valores menor a  $40 \mu\text{g}/\text{dL}$ .<sup>5</sup> En el presente estudio realizado

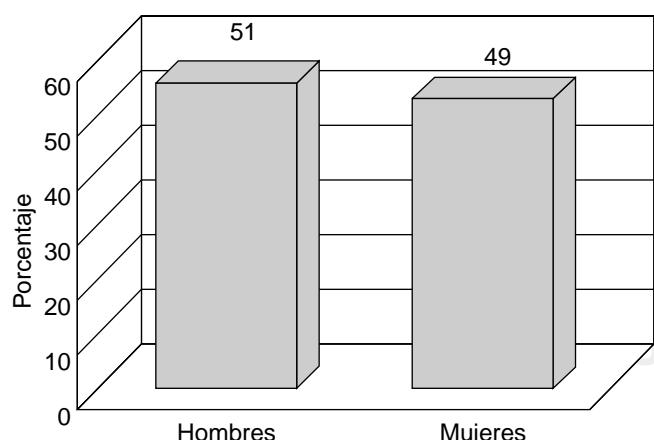
**Cuadro 1.** Contenido de plomo y manganeso en sangre de despachadores de gasolina de Acapulco, Guerrero.

Parámetro	Población total (n = 45)	Hombres (n = 23)	Mujeres (n = 22)
Plomo en sangre			
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	10.8	11.9	9.5
DE ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	7.1	8.8	4.6
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	9.6	9.6	9.5
Intervalo ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	2.7 – 48.0	3.2 – 48.0	2.7 – 17.4
Manganeso			
Promedio ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	0.30	0.20	0.41
DE ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	0.37	0.34	0.38
Mediana ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	0.0	0.0	0.0
Intervalo ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ )	0.0 – 0.84	0.0 – 0.84	0.0 – 0.82

DE: desviación estándar.



**Figura 2.** Distribución de valores de plomo en sangre total en población femenina de acuerdo a criterio de toxicidad.



**Figura 3.** Distribución de valores de manganeso en suero de hombres y mujeres de acuerdo a criterio de toxicidad (<  $1.5 \mu\text{g}/\text{dL}$ ).

en una empresa de servicio, hemos detectado que las concentraciones de plomo de 40 a  $59 \mu\text{g}/\text{dL}$  corresponden al 2.20% y menores de  $40 \mu\text{g}/\text{dL}$  al 97.80% de la población.

También hemos podido observar que todas las mujeres del estudio se encuentran en edad fértil con promedio de 23 años, y en 10 casos, estas trabajadoras presentan riesgo reproductivo (probabilidad de alteración en el desarrollo anatómico y/o funcional del sistema nervioso central, periférico, hemático, cardiovascular y renal),<sup>6</sup> ya que sus niveles de plomo sanguíneo superaron los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana – EM- 004-SSA1-1999 que indica no superar los  $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ ,<sup>9</sup> con probabilidad de cursar con alteración a nivel de micronucleótidos y sus posibles efectos genotóxicos;<sup>17</sup> estableciendo la necesidad de efectuar evaluación médica periódica con la finalidad de evitar un daño precoz; así como la realización de monitoreos biológicos que permitan conocer con oportunidad sus concentraciones de plomo en sangre.

En el caso de los varones, sólo se observó un trabajador que presentó una concentración sanguínea de plomo de  $48 \mu\text{g}/\text{dL}$ , lo que también es peligroso puesto que de acuerdo a estudio de Shiau y cols. (2004),<sup>18</sup> los niveles de plomo  $> 40 \mu\text{g}/\text{dL}$  pueden disminuir significativamente la fertilidad masculina y prolongar la posibilidad de fecundidad.

En promedio la concentración sanguínea de plomo en población general fue de  $10.8 \mu\text{g}/\text{dL}$ , en tanto en trabajadores de Estados Unidos de América pertenecientes a diferentes ramas industriales y de servicios, los niveles sanguíneos de plomo más bajos correspondieron a los trabajadores de empresas de servicios con un promedio de  $2.05 \mu\text{g}/\text{dL}$ , considerándose que esto

es el resultado de los esfuerzos de los organismos federales, así como de la eliminación de plomo en la gasolina y pinturas, entre otros.<sup>19</sup>

Los valores máximos de concentración de plomo en sangre establecidos por la Norma Oficial Mexicana-EM-004-SSA1-1999<sup>9</sup> son para población no expuesta laboralmente, por lo que se requiere establecer valores para población con exposición debido a su ámbito de trabajo. En este sentido, a pesar de que se han presentado propuestas por algunos investigadores, éstas no han sido consideradas por los órganos responsables de su aprobación en nuestro país, requiriéndose la participación gubernamental asesorada por expertos investigadores en la materia para establecer políticas tendientes a eliminar, disminuir y/o controlar de la emisión del plomo en el medio ambiente y laboral; así como la vigilancia de la salud de los trabajadores y población en general.

Con respecto al manganeso, los valores fisiológicos en suero oscilan entre 0.39 a 1.5 µg/dL.<sup>20</sup> En la población estudiada fueron menores a 1.0 µg/dL; con niveles en 6 varones de 0.75 a 0.84 µg/dL y 12 mujeres de 0.72 a 0.82 µg/dL, además de 27 casos con valores de 0 µg/dL (cero µg/dL), por lo que puede considerar que no existe riesgo a probables intoxicaciones y daños a la salud provocados por este metal. Estos valores sanguíneos bajos de manganeso en población expuesta probablemente sean debidos a que la cantidad y emisión del metal en la gasolina, así como en la combustión de automotores, no son altos; además de una probable carencia nutricional principalmente de cereales, nueces, verduras y té, alimentos ricos en manganeso, y a que sus vías de excreción son principalmente orina y heces. En este sentido, se establece que una concentración de manganeso mayor a 60 mg/kg de heces es un indicio de exposición profesional a manganeso; en tanto que la determinación en orina, frecuentemente utilizada, aún no está suficientemente validada para valorar exposición, y en suero aún existen discrepancias con la utilidad de determinar niveles de manganeso, por lo que se les da una importancia relativa; sin embargo, el nivel actual de conocimientos no incluye ningún otro parámetro biológico fiable como indicador de exposición laboral al manganeso.<sup>13</sup>

A este respecto, el organismo gubernamental de la Administración de la Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite de 5 mg/m<sup>3</sup> en el medio ambiente de trabajo como promedio, durante una jornada de 8 horas diarias, 40 horas semanales,<sup>12,13,21</sup> cuando esta concentración es mayor en el medio ambiente laboral y la exposición es crónica, los

trabajadores cursan con manifestaciones neurológicas o pulmonares,<sup>13,21</sup> siendo una forma más de valoración de la exposición de los trabajadores, lo cual no fue evaluado para el presente estudio.

Finalmente, en este trabajo no se presentaron casos con signos o síntomas relacionados con los efectos tóxicos por plomo ni manganeso, y a pesar de que el tamaño de la muestra es pequeño, este estudio nos permite sugerir que es fundamental la monitorización de los trabajadores expuestos a metales tóxicos como el plomo y el manganeso, a fin de evitar que se sobrepasen los límites considerados como aceptables e impedir la aparición de daños irreversibles. Así también, dada la incorporación de la mujer en empresas de este tipo, en las circunstancias más vulnerables como lo es la etapa reproductiva, es conveniente hacer las recomendaciones pertinentes a fin de minimizar el riesgo de daño.

## REFERENCIAS

1. Vázquez BE, Maldonado MP, Videgaray OF, Moreno SF. Intoxicación por plomo. Reporte de un caso y revisión de la literatura. *Anal Med Asoc Med Hosp ABC* 2002; 47: 33-37.
2. NOM-026-SSA1-1993. Salud ambiental y medidas de protección a la salud de la población. México: Comité Consultivo de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario. SSA. Diario Oficial de la Federación; 1993.
3. Sanin LH, González CT, Romie L, Hernández A. Acumulación de plomo en hueso y sus efectos en la salud. *Salud Pública Mex* 1998; 40: 359-368.
4. Matted TD. Reducing blood lead levels. Benefits and strategies. *JAMA* 1999; 281: 2340-2341.
5. Anteproyecto NOM-SSA1-1999. Evaluación biológica de la exposición laboral. Índice biológico máximo de exposición laboral a plomo. Nivel de acción. Guadalupe Aguilar/Instituto Mexicano del Seguro Social/Arturo Juárez/Instituto Nacional de Salud Pública.
6. NIOSH. *Protecting workers exposed to lead-base paint hazards. A report to congress*. Cincinnati, USA: Center for Disease Control and Prevention; 1978: 98-112.
7. Villeda HJ. Efectos neurotóxicos en niños intoxicados con plomo. *Arch Neurocienc (Mex)* 2002; 7: 90-98.
8. Junco MP, Ottman R, Lee JH, Barton SA, Rivas F, Cerdá FRM. Blood lead concentrations and associated factors in residents of Monterrey, Mexico. *Arch Med Res* 1996; 27: 547-551.
9. NOM-EM-004-SSA1-1999. Salud ambiental. Criterios para la determinación de los niveles de concentración de plomo en la sangre. Acciones para proteger la salud de la población no expuesta ocupacionalmente. México: Comité Consultivo de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario. SSA. Diario Oficial de la Federación; 1999: 71-81
10. Kenneth HH, Donna M. *Secretos de la medicina del trabajo: manganeso elemento esencial y neurotoxina*. 2da. ed. México: McGraw-Hill-Interamericana; 2000: 93-97.
11. Isselbacher KJ, Braunwald E, Wilson JD, Fauci A, Kasper D, Martin JB. *Principios de la medicina interna de Harrison: Manganeso*. 13a. ed. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana; 1994: 2620-2625.

12. Ladou J. *Medicina laboral: Manganeso*. México: Manual Moderno; 1996: 401-403.
13. Organización Internacional del Trabajo. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo: metales, propiedades químicas y toxicidad*. 3a. ed. Ginebra: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 2001: 63.26-63.28.
14. Proyecto NOM-199-SSA1-2000. Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterio para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente. México: Comité Consultivo de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario. SSA. Diario Oficial de la Federación 2000.
15. *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry: Manganese*. USA: Perkin Elmer Co; 1973: 17.
16. *Atomic Absorption methods manual. Flameless operation*. Vol. 2. USA: Instrumentation Laboratory Inc.; 1981.
17. Minozzo R, Deimling LI, Gigante LP, Santos-Mello R. Micro-nuclei in peripheral blood lymphocytes of workers exposed to lead. *Mutat Res* 2004; 565: 53-60.
18. Shiau CY, Wang JD, Chen PC. Decreased fecundity among male lead workers. *Occup Environ Med* 2004; 61: 915-923.
19. Yassin AS, Martonik JF, Davidson JL. Blood lead levels in U.S. workers, 1988-1994. *J Occup Environ Med* 2004; 46: 720-728.
20. Pérez LC, Villegas RE, Vélez ZN. Intoxicación crónica por exposición laboral a manganeso. *Rev Med IMSS* 1998; 36: 281-287.
21. Boojar MM, Goodarzi F. A longitudinal follow-up of pulmonary function and respiratory symptoms in workers exposed to manganese. *J Occup Environ Med* 2002; 44: 282-290.

