



sumário



atual



PDF

## Exposición ocupacional a plomo inorgánico en imprenta de la Ciudad de México\*

Guadalupe Aguilar-Madrid, M.C., M. en C.,<sup>(1,2)</sup> Gregory M. Piacitelli, M. en C., HIC.,<sup>(3)</sup> Arturo Juárez-Pérez, M.C.,<sup>(1)</sup> Juan Humberto Vázquez-Grameix, Lic. Geogr.,<sup>(1)</sup> Howard I. D.,<sup>(4)</sup> Mauricio Hernández-Avila, M.C., M. en C., Ph. D.<sup>(1)</sup>

### Resumen

**Objetivo.** Describir las condiciones de exposición ocupacional a plomo y sus indicadores entre los trabajadores de una imprenta. **Material y métodos.** Se realizó una investigación epidemiológica y en higiene industrial, y se midió el plomo en aire y en manos de los trabajadores; además, se les tomó muestra de sangre venosa a los sujetos para la determinación de plomo total por medio de espectrofotometría de absorción atómica, y se les hicieron mediciones en hueso, con un detector 109 de rayos X-K-fluorescentes. Asimismo, se aplicó un cuestionario estandarizado y se obtuvo información sobre factores demográficos, estilo de vida, historial de puesto de trabajo y actividad dentro de la empresa. **Resultados.** De 209 trabajadores, 117 participaron y 90 (83.3% de hombres y 16.7% de mujeres) completaron todas las fases del estudio. Las concentraciones promedio de plomo fueron: en aire, de 0.94 mg/m<sup>3</sup>; en manos antes de lavarse, de 802 mg/m<sup>2</sup>, y en manos después del lavado, de 194 mg/m<sup>2</sup>; en sangre total, de 12.3 mg/dl; en hueso, de 25.9 y 43.3 mg Pb/g hueso mineral, respectivamente. Se observaron variaciones en estas mediciones de acuerdo con el puesto de trabajo. **Conclusiones.** Los niveles de plomo en sangre se han utilizado, en el mundo entero, para evaluar exposiciones agudas en el ambiente de trabajo. Los niveles altos de plomo en hueso que se encontraron en los trabajadores de esta imprenta son similares a los de otros estudios ocupacionales en Estados Unidos de América, y sugieren que el metal acumulado en el hueso puede ser una importante fuente de exposición endógena; sin embargo, la utilidad de su medición. Sin embargo, por el alto costo de su aplicación, en los países en desarrollo la medición de plomo en hueso está limitada a la investigación epidemiológica y no constituye un instrumento para la vigilancia epidemiológica ocupacional. En México, en el ámbito de la investigación ocupacional al plomo no existen estudios publicados que permitan establecer niveles máximos permisibles.

permisibles tanto ambientales como biológicos. Por medio de este estudio se intenta con el establecimiento de una normatividad de plomo en sangre, que actualmente está en discusión en México.

*Palabras clave:* exposición ocupacional; plomo; plomo en sangre; plomo en hueso; impresiones de libros; México

### **Abstract**

**Objective.** To describe occupational lead exposure and its biological indicators in workers of a lead battery manufacturing company. **Material and methods.** An epidemiological and industrial hygiene research was undertaken. Lead was measured in the air of work environment and on the hands of the workers. Additionally, subjects underwent a venous blood sample for the determination of whole blood lead by atomic absorption spectrophotometry; and a bone lead measurement using a spot-source X-ray fluorescence instrument. Also, a standardized questionnaire was applied. We obtained information on demographic and life styles factors, work history, type of work, position within the company. **Results.** Of the 209 workers, 117 agreed to participate and 90 (83.3% males and 16.7% females) completed all phases of the study. The average lead concentrations were: in air, of 0.94 mg/m<sup>3</sup>; in hands before washing, of 6 802 mg/m<sup>2</sup>; in hands after washing, of 1 802 mg/m<sup>2</sup>; in whole blood, of 12.3 mg/dl; and in tibia and fibula, of 25.9 and 43.3 mg Pb/g of mineral, respectively. Important variations in these measurements were observed according to the workers post. **Conclusions.** Worldwide, lead exposure levels have been used to evaluate occupational lead exposures being in the workplace. The higher lead levels found in the bone of the workers are similar to other occupational studies in the United States of America and suggest that bone lead accumulated metal in bone may be an important endogenous exposure source, and hence the measurement importance. However in developing countries because its high costs per analysis, the measurements in bone lead become limited to epidemiological research, although there is a need for an instrument for occupational epidemiological surveillance. In Mexico, there are no reliable data on occupational lead exposure, which would allow the establishment of both, maximum permissible exposure limits for ambient and biological levels. This study is intended to contribute to blood lead standards which is being discussed in Mexico.

*Key words:* occupational exposure; lead; blood lead; bone lead; book imprints; Mexico

**E**n México, el plomo orgánico y el inorgánico se utilizan en diversos procesos industriales desde los muy artesanales (cerámica vidriada), hasta los que implican la utilización de sistemas sumamente tecnificados y automatizados (armadoras de autos).<sup>1</sup> Se calcula que existen aproximadamente 500 000 trabajadores potencialmente expuestos a ese metal.<sup>2</sup>

Si bien se desconoce el dato exacto, se sabe que en México no todas las industrias de la reproducción de libros e impresión y encuadernación han introducido sistemas de tipo computarizado, por lo que la exposición a plomo inorgánico continúa siendo un problema de salud en los sitios de trabajo pertenecientes a dicha rama, la cual emplea a cerca de 72 260 trabajadores.<sup>2</sup>

En muchas imprentas de México se sigue utilizando la linotipia mecánica, también llamada linotipia en caliente, para la elaboración o la reimpresión de libros, que consiste en un proceso de linotipografía en el cual los caracteres o tipos son ensamblados manual o mecánicamente, en líneas de texto en lingotes, mediante una aleación de plomo inorgánico, estaño y antimón. El lingote se funde a una temperatura de 300 a 550 °C.<sup>3</sup> Durante ese proceso la aleación se volatiliza y genera una fuente constante de exposición a metales. Posteriormente se forman pruebas de galio y después de otros procedimientos, se imprime el texto en papel. Esta parte del proceso es mecánica, pero hay un manejo importante de partículas de plomo, las cuales se desprenden de los lingotes. Finalmente, las hojas impresas pasan a corte y encuadernación hasta que el libro está listo. En estas últimas etapas no hay contacto con las partículas de plomo. Es evidente que los trabajadores más expuestos al metal son los que trabajan en el proceso de linotipo mecánico; sin embargo, debido a las malas condiciones de higiene y al manejo inadecuado de los residuos de plomo en el taller, es muy probable que todo el personal, independientemente de la actividad que realice, esté en riesgo de exposición al plomo. En México no existen publicaciones que permitan evaluar la probabilidad, o bien, que describan la exposición al plomo en los procesos de trabajo de linotipografía ocupacional.

En el presente estudio se investigaron las condiciones de trabajo así como la relación que existe entre los indicadores de exposición reciente al plomo en sangre total (Pb/S), y de exposición crónica en hueso, tanto en tibia (Pb/T) como en rótula (Pb/R), con las concentraciones de plomo en las mediciones de plomo en manos antes y después del lavado, en trabajadores de una imprenta litográfica en la Ciudad de México.

## Material y métodos

Entre junio de 1996 y mayo de 1997 se realizó un estudio transversal con 209 trabajadores de una imprenta litográfica de la Ciudad de México, de los cuales 117 (56%) aceptaron participar en el estudio. Los últimos, sólo 90 (43%) completaron todas las fases del estudio. Los criterios de inclusión para los sujetos estuvieron laborando en la imprenta durante el periodo en el que se recolectó la información que dieran su consentimiento voluntario e informado por escrito y de manera individual para participar en el estudio.

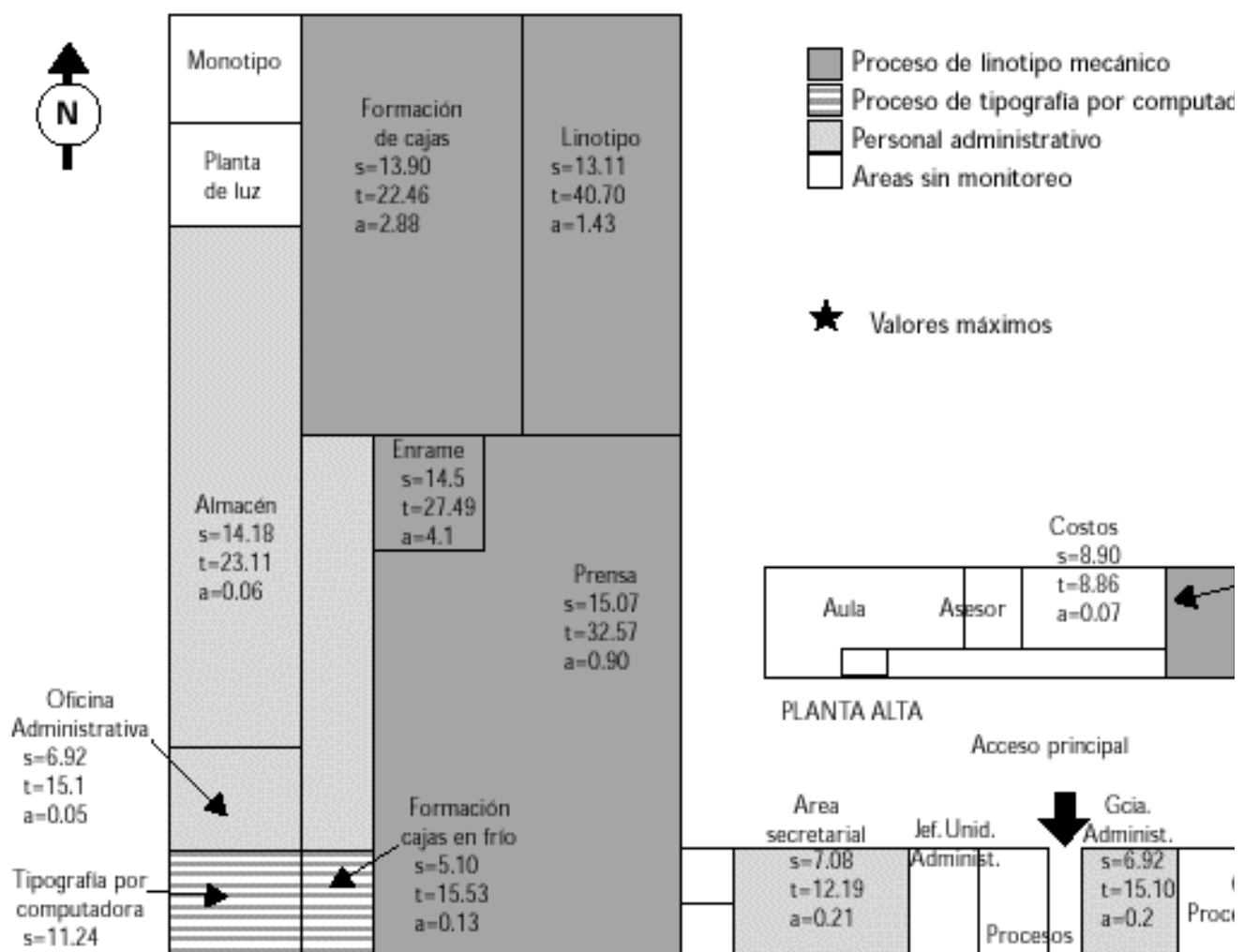
La primera etapa del estudio consistió en el monitoreo de plomo ambiental, personal y en las mediciones antes y después del lavado, en cada uno de los participantes dentro de su sitio de trabajo. La segunda etapa fue la toma de muestras en sangre, la medición de plomo en hueso y la aplicación de un cuestionario; esta última etapa se realizó en el Hospital American British Cowdray (ABC).

La imprenta donde se llevó a cabo la investigación está ubicada, desde 1935, en la Ciudad de México. En 1996, la imprenta tenía un total de 72 260 trabajadores.

hasta 1990 todos los libros se hicieron mediante linotipo mecánico. A partir de la década noventa la empresa incorporó un sistema de composición tipográfica en frío que requiere exclusivamente del uso de computadoras e impresoras láser, y para la impresión de libro de *offset*. Empero, cabe recordar aquí que para una parte considerable de las publicaciones que se producen en la empresa, aún se emplea el proceso de linotipo mecánico.

El uso de tipografía por computadora se ha generalizado en la industria de la impresión y encuadernación; se trata de una práctica que ha revolucionado los procesos de composición tipográfica anteriores, eliminando al mismo tiempo la exposición a plomo. Como resultado el linotipo se ha vuelto casi obsoleto, aunque en la imprenta en cuestión se sigue utilizando. La composición por linotipo mecánico, según el tipo de libro que se le solicite, lo cual significa que los trabajadores continúan exponiéndose a plomo inorgánico hasta la fecha.

De un total de 209 trabajadores, 153 (73%) pertenecían al sexo masculino y 56 (27%) al femenino. El 65% participaban en el proceso de producción, ya sea con linotipo mecánico o con tipografía por computadora; 74 (35%) eran empleados administrativos. El proceso de linotipia mecánica involucra ocho departamentos que son: Jefatura de Talleres, Linotipo Mecánico, Formación de Cajas, Prensa, Encuadernación, Fundición, y Almacén (figura 1). Para la composición tipográfica por computadora existen seis departamentos: Tipografía por Computadora, Formación de Cajas en Frío, Cámara de Negativos, Prensa *Offset*, Encuadernación y Almacén. El personal administrativo está distribuido en cinco departamentos: Corrección de Estilo, Unidad Administrativa, Regeneración, Dibujo y Tipografía.



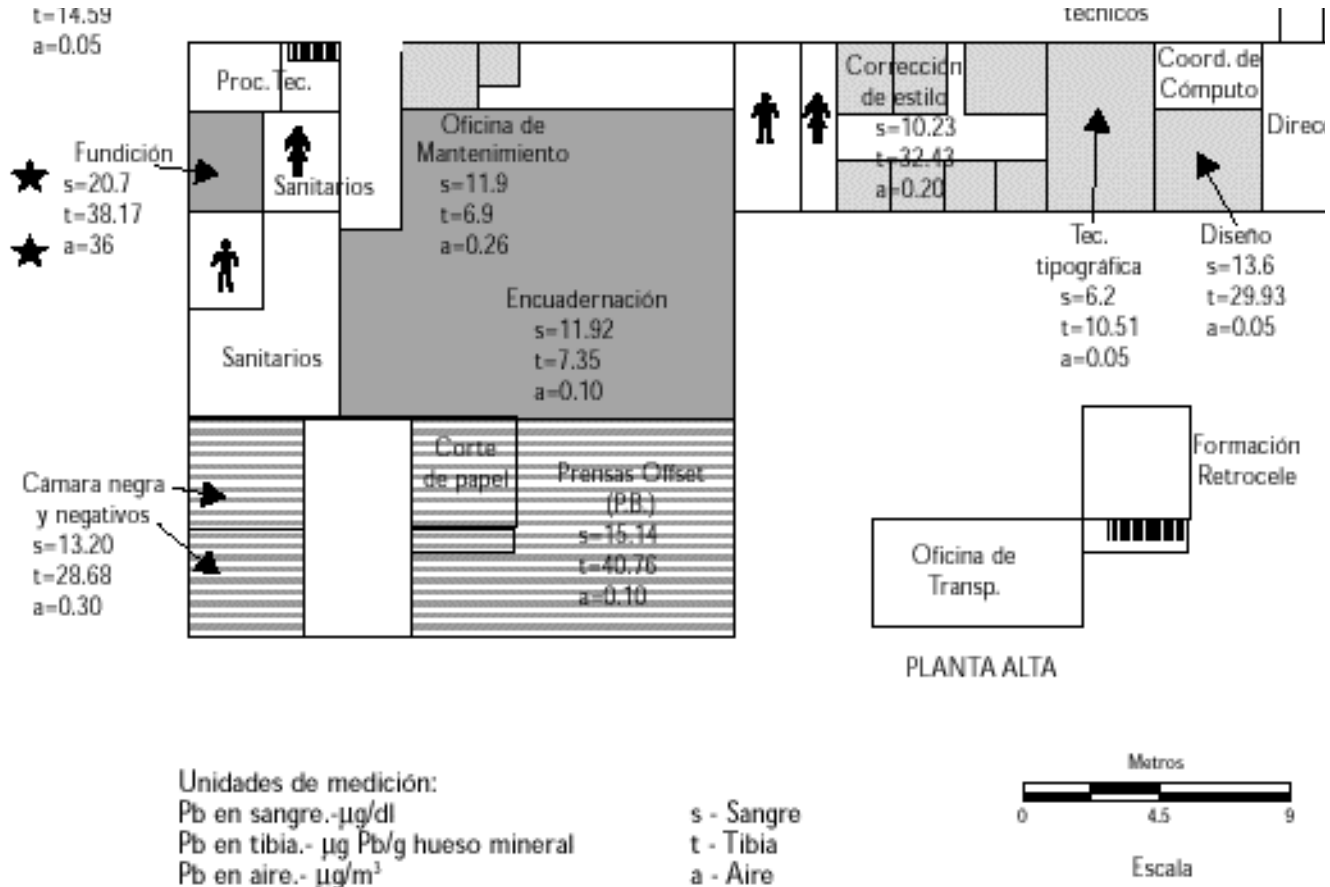


Figura 1. Concentraciones medias de plomo en sangre, tibia y aire en trabajadores litográficos de la Ciudad de México (1996-1997)

El proceso de linotipo mecánico inicia cuando los linotipistas teclean el texto en una máquina litográfica, a fin de componer líneas de tipos que pasan a un molde, el cual es alimentado con una aleación de plomo, estaño y antimonio; estos metales permanecen en estado líquido de un baño de crisol. Una vez en el molde, los metales se solidifican de tal modo que se van formando líneas de letras invertidas. En este puesto la exposición crónica se da por la volatilidad de los metales y por la manipulación de los lingotes. Más tarde, los formadores de cajas esmerilan cada una de las letras y las colocan en galeras de acuerdo con el orden que lleva el texto. La tarea de la exposición al metal se da por las partículas de plomo generadas al esmerilar y por la manipulación de las galeras. Posteriormente, estas últimas se envían al área de enrame donde los trabajadores las ordenan por número de páginas y las montan en una rama de metal, fijadas con guías de madera; por último, los prensistas colocan la rama en las planchas de las prensas. En los dos últimos puestos la exposición al metal se da por la manipulación de las galeras al acceder a la rama y al impregnarlas de tinta en las prensas. De este modo, desde el área de linotipo hasta la prensa, todas las mesas de trabajo se encuentran contaminadas por partículas de plomo impresas, los pliegos de papel pasan al departamento de Encuadernación donde se cortan, se compaginan y cosen, y se encuadernan con las portadas.

Los trabajadores fueron reclutados en su centro de trabajo. El monitoreo ambiental de plomo en aire y las mediciones de plomo en las manos antes y después del lavado se realizaron en condiciones de operación normal. Todos los biomarcadores se midieron en el Centro de Diagnóstico BRIMEX II del Hospital ABC de la Ciudad de México.



### *Plomo en aire*

En esta fase del estudio se midieron las concentraciones ponderadas en el tiempo (CPT) partículas de plomo inorgánico en el aire, en la zona de respiración de los trabajadores (10 personas), utilizando los métodos descritos en las normas oficiales mexicanas 010 y 031 de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.<sup>4,5</sup> Asimismo, se usaron bombas marca SKC de aire con un rotámetro se calibró al inicio del estudio de acuerdo con la altitud de la Ciudad de México (2240 m.s.n.m.); para ello se utilizó un calibrador primario digital marca Gilian, disponible en el laboratorio de la compañía Análisis Ambiental en el Distrito Federal.

Las bombas se calibraron diariamente con el rotámetro antes de colocarlas a cada empleado de la jornada de trabajo; asimismo, cada dos horas se verificaba que el flujo de cada bomba mantuviera constante a 2 l/min. Los filtros de captura fueron de éster de celulosa de 37 mm de diámetro, con poro de 8 micras, y estaban montados en una almohadilla de soporte marfil introducidos en un portafiltros (*cassettes*); posteriormente fueron sellados y etiquetados. Se tomaron tres muestras y cinco filtros blanco, esto es, filtros sin usar que son tratados de la misma manera que los filtros muestra, fueron enviados para su análisis por espectrofotometría de absorción atómica al laboratorio del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) en Cincinnati, Estados Unidos de América (EUA), y los resultados fueron notificados en mg/m<sup>3</sup>. Los laboratorios de NIOSH se encuentran certificados con el Programa de Acreditación de Laboratorios de Higiene Industrial de la Asociación Americana de Higienistas Industriales (AIHA, por sus siglas en inglés), que a su vez participa en el Programa de Pruebas de Capacidad Analítica (Proficiency Analytical Testing).

### *Plomo en manos*

Se tomaron muestras de plomo en las manos de los trabajadores en una sola ocasión y en paralelo con que se realizó el monitoreo ambiental personal, para lo cual se utilizó el Método 9100 (Lead Wipes) de NIOSH.<sup>6</sup> Cada trabajador, antes de lavarse las manos para comer, se las limpió con una toalla incluyendo las palmas, el dorso y cada uno de los dedos, durante un minuto, con una toalla desechable húmeda (que contenía agua, cloruro de benzalconio, lanolina y ácido benzoico) que se guardaba en un recipiente de plástico limpio y libre de plomo. Este mismo procedimiento se repetía después de que el trabajador se lavaba las manos, y la segunda toalla se guardaba en un recipiente de plástico debidamente etiquetado. También se tomó el perfil de la mano de los trabajadores hasta la muñeca, con el propósito de calcular la concentración de plomo en mg/m<sup>2</sup> de superficie. Las muestras también se enviaron para su análisis al laboratorio del NIOSH y los resultados fueron notificados en mg/m<sup>2</sup>. Cabe mencionar que debido a la escasez de toallas con las mismas características mencionadas anteriormente, no se tomaron muestras blanco, es decir, toalla sin usar tratada igual que las toallas muestra.

*Plomo en sangre*

A cada trabajador se le tomó una muestra de 5 ml de sangre venosa en el laboratorio del Hospital ABC, la cual se depositó en un tubo de *vacutainer*, libre de plomo y que contenía heparina. Posteriormente se analizaron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer 3000 MA) en el laboratorio de metales del Hospital ABC de la Ciudad de México. El Laboratorio de Wisconsin, en Madison Wisconsin, EUA, se encargó de realizar el análisis ciego externo y el control de calidad a lo largo del periodo de estudio. Los resultados confirmaron que las determinaciones del Hospital ABC tuvieron una buena precisión y exactitud, con un coeficiente de correlación de 0.99 y una diferencia media de 0.17 mg/dl.

*Plomo en hueso*

Se realizaron mediciones de la concentración de plomo en la parte media de la tibia y en la izquierda de cada trabajador durante 30 minutos a cada uno, previo aseo de la región con alcohol isopropílico al 50%. Se utilizó un analizador de rayos gamma de cadmio-<sup>109</sup>K-X construido en la Universidad de Harvard e instalado en el Centro de Investigación de Biología dependiente del Hospital ABC en la Ciudad de México. Aro y colaboradores<sup>7</sup> ya han descrito los principios físicos, las especificaciones técnicas y los pasos necesarios para la validación del instrumento, que utiliza una fuente fija de rayos gamma para provocar la emisión de fotones fluorescentes hacia el tejido blanco, los cuales son detectados y transformados en una señal de plomo neto se determina después de la sustracción de la cantidad de Compton mediante un algoritmo lineal de mínimos cuadrados. La señal de plomo fluorescente es entonces normalizada al contenido de calcio en hueso mineral. Este aparato también proporciona un estimado de la incertidumbre o imprecisión asociada con cada medición.

El análisis de las medias y las desviaciones estándar de la medición de los fantasmas de control reveló cambios significativos en la exactitud y la precisión a lo largo del estudio.<sup>8</sup> Los resultados se notificaron en microgramos de plomo por gramo de hueso mineral (mgPb/g).

El algoritmo ajustado exige restar o sustraer el espectro asociado al plomo, del espectro de control. Debido a la naturaleza estadística del procedimiento, se pueden obtener estimaciones negativas de conteo, especialmente para concentraciones muy bajas de plomo. Esto resulta en un valor negativo para la concentración medida. Los valores negativos no se descartan ni se eliminan, ya que son el mejor estimador de la concentración de plomo en el individuo, y esa es la manera como se manejan los análisis estadísticos. El resultado negativo (no es una medición intrínseca) se debe a que la verdadera concentración de plomo en hueso es cercana a cero. No obstante, desde la perspectiva epidemiológica, el uso de esta información podría perderse si al analizar los datos de las mediciones KXF en vivo se estableciera un límite mínimo de detección. Es preferible usar todos los datos estimados, incluso si son de cero o por debajo de cero, en conjunto con el estimador de la incertidumbre.<sup>9,10</sup>

**Cuestionario de exposición**

A cada trabajador se le aplicó un cuestionario para determinar factores de exposición a plomo laborales como extralaborales; por ejemplo, antigüedad en el empleo, puesto de trabajo, tipo de trabajo, uso de loza vidriada, lugar de residencia, etcétera, y también se le interrogó acerca de factores socioeconómicos como el salario, las condiciones de la vivienda, y los servicios y otros.

## **Análisis de los datos**

Los datos se analizaron mediante el programa estadístico STATA, versión 5.0. El análisis se realizó para todas las variables a fin de conocer su distribución y corroborar los valores expuestos. Algunas variables continuas se utilizaron en su escala de distribución original, y otras se convirtieron en variables categóricas. El análisis bivariado consistió en conocer la significancia de los coeficientes de correlación en sangre y tibia con los niveles de plomo en tibia y manos. Se conformaron dos grupos de exposición de acuerdo con Rappaport y colaboradores<sup>11</sup> quienes los definen como un grupo I de trabajadores con probabilidades idénticas de exposición; en el grupo I, constituido por los trabajadores expuestos a plomo, se integraron todos los que laboraban en el proceso de linotipo mecánico, con excepción del departamento de encuadernación-; los trabajadores de prensa *offset*, quienes han utilizado gasolina con tetraetilo de plomo para limpiar los rodillos de sus máquinas, los trabajadores de intendencia que sólo laboraban en el área de linotipo mecánico y que no desempeñaban su trabajo en otras áreas administrativas. El grupo II estuvo formado por el personal que ocupaba los demás puestos de trabajo y al cual se consideró como menos expuesto. Por otra parte, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para saber si las diferencias de mediciones entre los grupos de exposición I y II eran estadísticamente significativas.<sup>12</sup>

Se elaboraron mapas de riesgos basados en la información proporcionada por los trabajadores, los resultados del monitoreo ambiental y biológico de plomo en cada puesto de trabajo. En estos mapas se representaron los valores promedio tanto para los indicadores biológicos como para las concentraciones en aire, con el fin de ubicar los departamentos en donde había una mayor exposición al plomo. El método de mapa de riesgo se originó en la experiencia de algunos investigadores de una planta de autos en Italia en los años sesenta; los trabajadores iniciaron la investigación de riesgos en su sitio de trabajo, por medio de una representación con círculos de diferentes tamaños dibujados en un diagrama de la línea de producción. Posteriormente, un grupo de investigadores verificó esta evidencia práctica de los trabajadores. A principios de los años ochenta, en instituciones como el Departamento de Salud en cada estado y los centros laborales en las universidades, así como los sindicatos, consideraron que este proceso era válido para evaluar riesgos ocupacionales, haciendo énfasis en la participación de los trabajadores, de tal manera que adoptaron utilizándolo para conducir programas de comunicación de riesgos (figura 1).<sup>13</sup>

## *Pérdidas*

Por incapacidades médicas, comisiones sindicales, licencias de trabajo y por la imposibilidad de abandonar sus puestos de trabajo, se perdieron 27 trabajadores. En total, 90 trabajadores completaron todas las etapas del estudio. Las pérdidas se distribuyeron, por procesos de trabajo, de la siguiente manera: en linotipo mecánico se perdieron ocho; en tipografía por computadora, seis, y en personal administrativo, 13.



Los datos que se pudieron recopilar, respecto a los trabajadores que no aceptaron participar en el estudio, fueron la edad, el puesto de trabajo y el sexo. Al analizarlos se observa que la distribución de edad entre los no participantes fue, en promedio, de 43.6 años, con una desviación estándar de 10.7 y dentro de un rango de 21-64 años, mientras que para los que sí participaron resultó pues el promedio fue de 43.3 años (DE= 13.6), dentro de un rango de 20-75 años. Al comparar por sexo entre los no participantes el promedio fue, para los hombres, de 44.1 años (DE= 13.6) y para las mujeres, de 42.5 años (DE= 11.60); entre los que sí estuvieron en el estudio, el promedio fue, para los hombres, fue de 44 años (DE= 14) y, para las mujeres, de 40 años (DE= 11).

Analizando por proceso de trabajo la participación de los trabajadores en este estudio, se observó que del área de linotipo mecánico 31 sujetos (31.6%) no participaron y 67 (68.3%) sí lo hicieron. En el proceso de tipografía por computadora 12 (32.4%) se excluyeron y 25 (67.5%) sí participaron. Cuanto al personal administrativo, 40 sujetos (54%) no fueron incluidos y 34 (46%) sí que participaron en la investigación. Así entonces, los trabajadores del linotipo mecánico, que son los que se encuentran expuestos a plomo, fueron los que tuvieron una mayor participación en este estudio.

## Resultados

Del total de trabajadores que participaron en el estudio, 75 (83.3%) eran hombres, y 15 (16.7%) mujeres. El promedio de edad para ambos sexos fue de 43 años (DE= 14), dentro de un rango de 20-64 años; en el caso de los hombres, el promedio de edad fue de 44 años (DE= 14), y para las mujeres de 40 años (DE= 11), por lo que las diferencias de edad no fueron estadísticamente significativas.

La antigüedad promedio de los trabajadores de la imprenta fue de 15 años (DE= 10.8), con un rango de 1-47 años, y la que tenían en su puesto de trabajo al momento del estudio fue de 6.6 años (DE= 5.2), dentro de un rango de 1-40 años. Sin embargo, cabe mencionar que 43% (46) desempeñaban alguna otra actividad en otra imprenta litográfica.

El promedio de años que los trabajadores tenían de utilizar loza vidriada para preparar y cocinar alimentos fue de 20.7 años (DE= 17), y el promedio de años de vivir en el Distrito Federal fue de 20.7 años (DE= 13.3).

A partir del monitoreo biológico se observó que las concentraciones promedio de plomo en sangre, de 12.29 mg/dl (DE= 5.20), con un rango de 3.40 a 30.30 mg/dl; en tibia, de 25.99 mg Pb/g (DE= 18.82), con un rango muy amplio de -20.10 a 74.23 mg Pb/g, y en rótula, de 43.29 mg Pb/g (DE= 38.5), con un rango de entre -4.82 y 136.89 mg Pb/g ([cuadro I](#)). Al analizar estos mismos valores se aprecia que las mujeres tenían niveles promedio de plomo en sangre de 8.36 mg/dl; en tibia, de 29.94 mg Pb/g, y en rótula, de 29.94 mg Pb/g, mientras que los hombres presentaban valores promedio de plomo en sangre, de 13 mg/dl, y en tibia y rótula, de 29.12 y 45.89 mg Pb/g, respectivamente.

**VALORES DE LOS MONITOREOS AMBIENTAL Y BIOLÓGICO DE PLOMO Y CARACTERÍSTICAS SOCIOLABORALES EN TRABAJADORES DE UNA IMPRENTA EN LA CIUDAD DE MÉXICO, 1996-1997**

Variable	No.	Media	DE	Rango
Edad (años)	108	43	± 14	20 a 75
Pb en aire (( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	103	0.94	± 2.33	0.0 a 19.9
Pb en manos antes del lavado (( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )	104	6 802	± 18 853	23 a 158 537
Pb en manos después del lavado (( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )	103	194	± 295.1	3 a 1 463
Pb en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	89	12.29	± 5.20	3.40 a 30.0
Pb en tibia ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ hueso mineral)	89	25.99	± 18.82	-20.10 a 74.0
Pb en rótula ( $\mu\text{gPb}/\text{g}$ hueso mineral)	86	43.29	± 28.55	-4.82 a 130.0
Antigüedad total en la imprenta (años)	100	15.3	± 10.8	1 a 47
Antigüedad en el puesto actual (años)	96	6.6	± 6.5	1 a 40
Años de usar loza vidriada	81	20.7	± 13	1 a 57

DE: desviación estándar

De los 90 trabajadores estudiados únicamente ocho (8.9%) tuvieron niveles de plomo en arriba de los 20 mg/dl; estos sujetos tenían un promedio de 12 años de antigüedad en el plomo linotipo mecánico, sólo cuatro fumaban y cinco utilizaban loza vidriada para preparar su comida. De los ocho sujetos, cuatro realizaban la misma actividad en otra imprenta, con un promedio de 12 años de antigüedad.

A partir del monitoreo ambiental se determinó que el promedio de las concentraciones de plomo en el aire fue de  $0.94 \text{ mg}/\text{m}^3$  (DE= 2.3), con un rango de 0.0 a  $19.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ . El promedio de la concentración de plomo en manos antes del lavado fue de  $6 802 \text{ mg}/\text{m}^2$  (DE= 18 853), con un rango bastante amplio de 23 a  $158 537 \text{ mg}/\text{m}^2$ . El resultado de los cinco filtros blanco fue adecuado: para plomo en manos después del lavado fue de  $194 \text{ mg}/\text{m}^2$  (DE= 295), con un rango de 3 a  $1 463 \text{ mg}/\text{m}^2$  (cuadro I). Para el plomo en sangre en hombres y mujeres fue de 0.89 y  $0.09 \text{ mg}/\text{m}^3$ , respectivamente, y el plomo en las manos de las mujeres, antes y después de lavarlas, fue de 133 y  $24 \text{ mg}/\text{m}^2$ ; en las de los hombres fue de 12.29 y  $5.20 \text{ mg}/\text{m}^2$ .

Tanto para los indicadores biológicos como para los niveles ambientales, las mujeres tuvieron niveles menores que los hombres, y estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para plomo en manos antes del lavado.

Los factores socioeconómicos como el hacinamiento, las características de la vivienda y los servicios básicos resultaron similares entre los trabajadores y, puede decirse que, en general, las condiciones de vida eran buenas. Empero, en cuanto a las prácticas de higiene personal se encontró que 93% ingiere alimentos sólidos o líquidos en sus áreas de trabajo, 45.1% fuma y 45.1% lava las manos antes de comer. Sólo 19.4% de los trabajadores se bañan al terminar su jornada y todos llevan a lavar a su casa su ropa de trabajo. Ninguno de los trabajadores utiliza equipo de protección personal.

Al estratificar los resultados en los tres procesos mediante el ANOVA, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el linotipo mecánico y los otros dos procesos (tipos

computadora y administrativos) para los niveles de plomo en aire y en manos, en sangre aunque no así para plomo en rótula. Sin embargo, cuando se conformaron los dos grupos homogéneos de exposición, la prueba de ANOVA mostró que, tanto para las concentraciones de plomo en aire y en manos, como para los indicadores biológicos (plomo en sangre, tibia y rótula) las diferencias fueron estadísticamente significativas ([cuadro II](#)).

**Cuadro II**  
**RELACIÓN ENTRE GRUPOS HOMOGÉNEOS DE EXPOSICIÓN CON LOS NIVELES AMBIENTALES Y BIOLÓGICOS DE PLOMO EN TRABAJADORES DE UNA IMPRENTA EN LA CIUDAD DE MÉXICO, 1996-1997**

	Grupo I *			Grupo II †		
	No.	Media	DE	No.	Media	DE
Plomo en aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	50	1.41	1.72	52	0.14	0.20
Plomo en manos antes del lavado ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )	50	13 745	25 532	53	378	750
Plomo en manos después del lavado ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )	49	349	353	53	54	114
Plomo en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	47	14.23	5.40	42	10.13	4.03
Plomo en tibia ( $\mu\text{g Pb}/\text{g}$ hueso mineral)	47	34.10	18.12	42	16.91	15.24
Plomo en rótula ( $\mu\text{g Pb}/\text{g}$ hueso mineral)	45	53.64	30.36	41	31.94	21.59

DE: desviación estándar

\*Linotipo mecánico, prensa offset e intendencia

† Administrativos, tipografía por computadora y encuadernación

La antigüedad de los trabajadores en la imprenta por grupos fue la siguiente: grupo I, 17 años con una DE= 10.9; grupo II, 13.9 años con una DE= 10.6, y la diferencia no fue significativa ( $p= 0.1$ ).

Respecto a otras fuentes de exposición extralaboral, 44% (48) de los sujetos son fumadores. El grupo I fuman en promedio 13 cigarrillos al día y en el grupo II la media fue de nueve cigarrillos al día. La diferencia entre ellos no fue significativa ( $p= 0.4078$ ). Respecto a los años de utilizar loza para lavar, tampoco se presentaron diferencias significativas entre ambos grupos. En el análisis exploratorio de los datos se lograron identificar los departamentos de trabajo con mayor exposición ocupacional al plomo: los niveles más altos se encontraron en el de linotipo tanto para los indicadores biológicos como para los datos del monitoreo ambiental. Llamando la atención al caso del fundidor, quien a pesar de laborar únicamente dos días cada tres meses, presentó los niveles más altos de plomo en sangre (20.7 mg/dl); le siguen el prensista, con 15.07 mg/dl; los de la caja con 14.5 mg/dl, y los formadores de caja con 13.90 mg/dl. También se observó que los grupos de trabajadores con altas concentraciones promedio de plomo en tibia y rótula son los linotipistas, los formadores de cajas, y los prensistas y enramadores; sin embargo, el jefe de talleres, quien es la persona con mayor edad y antigüedad en la imprenta, tiene los niveles más altos ([cuadro III](#)).

**Cuadro III**  
**CONCENTRACIONES MEDIAS DE PLOMO EN AIRE, MANOS, SANGRE, TIBIA Y RÓTULA POR PROCESO DE TIPOGRAFÍA EN UNA IMPRENTA DE LA CIUDAD DE MÉXICO, 1996-1997**

Puesto trabajo	No.	Pb en aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pb en manos antes del lavado ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )	Pb en manos después del lavado ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )	Pb en sangre ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	Pb tibia ( $\mu\text{g}/\text{g}$ hueso mineral)	Pb i hue
<b>Linotipo mecánico</b>							
Linotipo	15	1.43	7 710	462	13.11	40.70	
Formación de cajas	11	2.88	42 661	511	13.90	22.46	
Enrame	2	4.1	4 146	366	14.5	27.49	
Prensa	17	0.90	5 341	249	15.07	32.57	
Encuadernación	7	0.10	442	55	11.92	7.35	
Fundición	1	36*	296	188	20.7	38.17	
Jefatura de talleres	1	0.2	93	18	11.5	51.87	
<b>Tipografía por computadora</b>							
Tipografía	6	0.05	95	14	11.24	14.59	
Formación de cajas en frío	3	0.13	219	16	5.10	15.53	
Cámara y negativos	1	0.30	305	27	13.20	28.68	
Prensa offset	5	0.10	166	55	15.14	40.76	
<b>Personal administrativo</b>							
Corrección de estilo	9	0.20	347	48	10.23	32.43	
Almacén	5	0.06	251	157	14.18	23.11	
Contabilidad	3	0.07	102	22	8.90	8.86	
Oficial admvo.	6	0.05	172	35	6.92	15.10	
Secretaría	7	0.21	52	8	7.08	12.19	
Intendencia	5	0.26	1 846	150	11.90	6.90	
Diseño	1	0.05	244	50	13.6	29.93	
Técnico en tipografía	1	0.05	54	21	6.2	10.51	
No.: número de trabajadores							
* Para el proceso de fundición se encontró una concentración para exposiciones de corto tiempo (CCT) NOM-010-STPS de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durante seis minutos en una jornada laboral. La norma establece $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$							

Los coeficientes de correlación significativos ( $p < 0.05$ ) para plomo en sangre fueron de  $r = 0.78$  para plomo en hueso (tibia y rótula), respectivamente; plomo en aire  $r = 0.21$  y número de cigarrillos que se fumaban al día. Los coeficientes de correlación para plomo en manos antes y después de lavar las manos con agua y jabón, usar loza vidriada, años de vivir en la Ciudad de México, antigüedad en la imprenta actual, antigüedad en la imprenta, y edad, no fueron significativos. No obstante, para plomo en tibia los coeficientes de correlación que resultaron significativos fueron: plomo en rótula  $r = 0.78$ , edad  $r = 0.6283$ , loza vidriada  $r = 0.2316$ , años de vivir en la Ciudad de México  $r = 0.63$ ; número de cigarrillos al día  $r = 0.37$ . Estos coeficientes fueron muy similares para plomo en rótula.

## Discusión

Los resultados de este estudio mostraron niveles elevados de plomo en hueso para ambos sexos. Para la rótula, el promedio para hombres fue de  $45.89 \text{ mg Pb/g}$ , y para mujeres de  $29.94 \text{ mg Pb/g}$ . Las concentraciones de plomo en sangre en todos los trabajadores estudiados estuvieron por debajo del límite que se establece en los EUA: la norma establece  $50 \text{ mg Pb/dl}$ .<sup>15</sup> Respecto a plomo en tibia y en manos, fueron mucho menores entre las mujeres que entre los hombres. Los niveles altos

entre las mujeres sugieren una exposición crónica adicional (ocupacional) a las fuentes de plomo, en comparación con los niveles que se han encontrado en otros estudios en mujeres de la población general y que viven en la Ciudad de México (cuadro IV). Lo anterior lleva a pensar que las mujeres de este estudio conforman un grupo de alto riesgo para la salud; se ha demostrado en estudios epidemiológicos que la movilización de los depósitos de plomo en hueso en mujeres en gestación y lactancia actúa como una fuente de exposición endógena al metal, pues éste se transmite a sus hijos.<sup>16,17</sup> Por otra parte, en la etapa del climaterio el calcio y el plomo se desplazan del hueso sanguíneo.<sup>18</sup>

**Cuadro IV**  
**COMPARACIÓN DE INDICADORES BIOLÓGICOS DE PLOMO EN TRABAJADORAS DE UNA IMPRENTA DE LA CIUDAD DE MÉXICO, Y DE PLOMO EN TRABAJADORAS DE LA MISMA IMPRENTA CON TRABAJADORES DE ESTADOS UNIDOS**

Autores del estudio	Plomo en sangre (µg/dl)			Plomo en hueso cortical (µg/g hueso mineral)			Plomo en hueso trabecular (µg/g hueso mineral)	
	No.	Media	DE	No.	Media	DE	No.	Media
<b>Mujeres</b>								
Hernández-Avila y cols. (1996)	95	9.6	±4.5	95	12.5	±11.6	95	16.7
Gonzalez-Cossio y cols. (1997)	270	8.9	±4.1	272	9.8	±8.9	263	14.2
Estudio en imprenta (1997)	15	8.36	±3.55	16	11.68	±11.99	14	29.94
<b>Hombres</b>								
Gerhardsson L y cols. (1993)*								
Activos	70	31.84	4.96-47.35	70	13	4.4-72.8	70	48.6
Jubilados	30	9.3	3.30-20.88	30	39.3	2.9-73.4	30	100.2
Watanabe y cols. (1994)†	127	8.2	2-25	127	9.8	-15-39	127	14
Roels H y cols. (1995). Fundidora*	123	31	6-62	123	49	15-167		
Estudio en imprenta (1997) <sup>‡</sup>	47	14.23	5.20-30.30	47	34.10	-0.01-74.23	45	53.64

DE: desviación estándar

\* Fundidora

† Carpintería

‡ Grupo I (linotipo mecánico, prensa offset e interendencia)

En México no existen otros estudios sobre trabajadores de la imprenta o de otra actividad en quienes se les haya medido plomo en hueso, en aire o en manos, de tal manera que se pueda hacer un parámetro de comparación. Así, el único punto de comparación son los estudios epidemiológicos ocupacionales realizados en los EUA, en los que se midió la concentración de plomo en hueso cortical (tibia) y trabecular (calcáneo o rótula), de trabajadores de diferentes ramas como los fundidores y los carpinteros; inclusive en un estudio se incorporó a trabajadores de la imprenta (cuadro IV).

En esos estudios se aprecia que los niveles de plomo en sangre y en tibia notificados son mayores que los que se encontraron en los trabajadores del grupo I del presente estudio. Por otra parte, los valores de plomo en rótula son más elevados que en tibia y muy similares a los encontrados en esta investigación (cuadro IV). Lo anterior podría indicar que, a lo largo del tiempo, ex-



absorción más rápida en hueso trabecular que en hueso cortical, aunque las exposiciones ocupacionales a plomo por vía aérea o digestiva pueden variar con el tiempo.<sup>19-23</sup>

Los resultados muestran que si bien el grupo I de este estudio presentó niveles de plomo en sangre bajos, los correspondientes a plomo en hueso fueron altos y muy similares a los de procesos (fundidora, etc.). Lo anterior podría indicar que probablemente en el pasado hubo exposición al plomo más intensa que la que se encontró al momento de realizar el estudio. Los indicadores (plomo en aire y sangre) tienen grandes limitaciones para poder reconstruir la exposición pasada y los efectos de largo plazo ([cuadro IV](#)).

Los resultados de este estudio muestran que un grupo de trabajadores de prensa *offset* tiene más altos de plomo en hueso, en comparación con los de tipografía por computadora. Los trabajadores *offset* utilizaron por muchos años gasolina con tetraetilo de plomo para limpiar los rodillos de la máquina, de tal manera que dicha exposición podría explicar los altos niveles de plomo que se detectaron en esos trabajadores ([cuadro III](#)).

En México se carece de una norma ocupacional que establezca un nivel máximo permisible de concentración de plomo en sangre en trabajadores; sin embargo, sí existe un anteproyecto que propone un límite de 65 mg/dl y recomienda tomar medidas de prevención y control cuando los niveles alcanzan los 50 mg/dl para hombres y, en el caso de las mujeres, la propuesta es de 40 mg/dl, sin recomendar un nivel de acción a concentraciones menores a ese valor.<sup>1</sup>

Las normas para plomo que ha aprobado la Occupational Safety and Health Administration han sido muy útiles en la identificación de enfermedades ocupacionales ligadas a marcadores biológicos, como el plomo en sangre. Esas normas han permitido identificar signos tempranos de sobreexposición, y tomar las medidas de protección y control correspondientes, a la vez que los tratamientos indicados para las intoxicaciones agudas. No obstante, esa normatividad no cubre los efectos que genera a largo plazo la exposición crónica de los trabajadores al metal, ni la utilidad de los indicadores de acumulación como es el caso del plomo en hueso y sus efectos con probables daños a la salud. Por estas razones es muy importante que la normatividad para indicadores biológicos de exposición a plomo sea aprobada tomando en cuenta que, a medida en que aumenta el tiempo de exposición al metal en los centros de trabajo, se observan efectos nocivos en la salud aun cuando existan niveles de plomo en sangre que antes se consideraban seguros o recomendables para proteger o prevenir la acción tóxica del plomo en los trabajadores. Los efectos a dosis bajas han sido analizados en estudios epidemiológicos en los que se documenta la asociación de índices bajos de producción de células rojas asociados a niveles relativamente bajos de plomo en sangre. Dado que la hematopoyesis se lleva a cabo en la médula ósea, el plomo en hueso es un marcador de dosis más exacto que el plomo en sangre para esta forma de toxicidad.<sup>24</sup>

En consideración a lo anterior se sugiere que la norma de plomo en aire que se establezca sea más exigente en cuanto a la definición del nivel de plomo que puede prevalecer en el ambiente que no favorezca la acumulación crónica de plomo en hueso. Es necesario que al establecerse se tome en cuenta también el daño reproductivo tanto en mujeres como en hombres.

Actualmente en la norma oficial mexicana ocupacional, las CPT para plomo en aire en M

deben ser mayores a  $0.15 \text{ mg/m}^3$  ( $150 \text{ mg/m}^3$ ), para una jornada de ocho horas diarias de Empero, al compararlas con los valores umbrales límite para una jornada similar (permissible exposure level: PEL) de la norma estadounidense de OSHA, que son de  $0.050 \text{ mg/m}^3$  ( $50 \text{ mg/m}^3$ ), se aprecia que están tres veces por encima de las mismas. Lo anterior permite que en México se usen dos criterios en la evaluación de la contaminación en el ambiente laboral.

En la imprenta donde se llevó a cabo este estudio las concentraciones de plomo en aire se mantuvieron por debajo de la normatividad nacional e internacional, lo cual podría indicar que en la imprenta no contribuyen poco a la acumulación de plomo en sangre. De acuerdo con los modelos matemáticos desarrollados por el TGLD (Task Group on Lung Dynamics del ICRP), se estima que en la imprenta la absorción en sangre del plomo inhalado es de 40%.<sup>25</sup> Sin embargo, se desconocen las concentraciones de plomo en aire que había en el pasado, aunque es probable que hayan sido más elevadas que las actuales.

Las concentraciones en manos antes del lavado son muy altas, y aún después del aseo no se logra eliminar todo el metal, lo que sugiere que la vía oral es una fuente de ingreso de plomo al organismo. Podría pensarse entonces que en el pasado la vía oral también contribuyó de manera importante. Se considera que las concentraciones en aire pudieron haber sido mayores y que los hábitos de higiene y las prácticas de trabajo no se modificaron respecto a las que se observan actualmente. Aunque en los adultos la tasa de absorción es de 5 a 15% del plomo ingerido, la cifra varía con el ayuno y la ingesta de alimentos que contienen calcio y grasas, con el tamaño de la partícula física y química del plomo, su solubilidad, y, respecto al individuo, con su edad y estado de salud. Si tiene hábitos higiénicos deficientes como comer, fumar y beber en las áreas de trabajo (por ejemplo, con área de comedor) y si utiliza loza vidriada para guardar y preparar los alimentos,<sup>25-27</sup> se puede pensar de lo que sucede con los niños, quienes en promedio absorben de 41.5 a 50%.<sup>27-29</sup>

La observación de que los trabajadores llevan la ropa de trabajo y los zapatos al hogar, su práctica de higiene inadecuada, debido a que trasladan el riesgo de toxicidad por plomo a sus familias. En varios estudios epidemiológicos que se han hecho en EUA entre trabajadores expuestos a plomo y sus familias, se han encontrado episodios de intoxicación por el metal en la población infantil, asociados con el hecho de que los padres llevan a sus hogares las ropas de trabajo, contaminadas con partículas de plomo, para ser lavadas ahí mismo. En el ámbito internacional<sup>30-32</sup> se descubre la magnitud de este problema, de tal manera que sería necesario realizar una investigación de plomo en sangre y en hueso entre las familias de los trabajadores de la imprenta.

Por ser de carácter transversal, el estudio tuvo limitaciones en la capacidad para reconstruir la exposición de los trabajadores al plomo a lo largo de su historia laboral, debido a que la imprenta no contaba con información previa de monitoreos ambientales y biológicos, ni tampoco de modificaciones que se presentaron en el proceso productivo a lo largo de los años. Otro factor que fue imposible evaluar fue la doble jornada de los trabajadores, pues 46 (43%) desempeñan actividad en otras imprentas, cuyas condiciones de exposición fueron desconocidas.

La evaluación de plomo en aire, manos y sangre que se llevó a cabo en este estudio representa únicamente la exposición que los trabajadores sufrieron durante el periodo de estudio y no necesariamente ya que las condiciones climáticas y las variaciones en la productividad influyen sobre el riesgo.

concentración del metal en el ambiente de trabajo.

Debido a que sólo se incluyeron trabajadores activos, este estudio presenta el sesgo del trabajador sano; probablemente los que están incapacitados y jubilados son los que sufrieron una mayor exposición en el pasado y quizás tengan niveles más altos de plomo en hueso, con efectos en la salud no diagnosticados, como daño renal o hipertensión arterial. Esto significa que los niveles de plomo en aire y sangre aquí observados podrían ser una subestimación de los niveles reales de exposición que han padecido los trabajadores a lo largo de su vida laboral.

Este estudio estuvo enfocado a la evaluación de la exposición al plomo. Para evaluar de manera completa la salud de los trabajadores de la imprenta es recomendable investigar los disolventes orgánicos utilizados y el ruido, entre otros factores de riesgo.

Se puede concluir que, los niveles del plomo en sangre se han utilizado en el mundo entero para evaluar exposiciones agudas que se dan en el ambiente de trabajo. Los niveles altos de plomo que se encontraron en los trabajadores de este estudio son similares a otros estudios ocupacionales que se hacen en los EUA, y sugieren que el plomo acumulado en el hueso puede ser una importante fuente de exposición endógena, de ahí la utilidad de su medición. No obstante, por el alto costo de aplicación en los países en vías de desarrollo, la medición de plomo en hueso está limitada. La investigación epidemiológica y aún no es utilizada en la vigilancia epidemiológica.

Estos hallazgos hacen énfasis en que aun cuando los trabajadores tengan niveles de plomo en sangre bajos, éstos sólo reflejan la exposición reciente y no representan el plomo acumulado en el hueso a través de los años de exposición en el trabajo; por lo tanto, es necesario establecer una norma para definir el nivel biológico permisible de plomo en sangre, de manera que sea posible evaluar la salud de los trabajadores mexicanos. Asimismo, es necesario revisar la normatividad para el control de plomo en aire, de tal modo que disminuyan las CPT y se establezca una norma sobre vigilancia epidemiológica ocupacional.

### Recomendaciones

Con los resultados de este estudio y tomando en cuenta la amplia experiencia en las industrias que usan plomo, como las de los EUA, que resultó en las medidas de control en el estándar de OSHA, se ha encontrado que la aplicación de algunas medidas simples de intervención pueden reducir los niveles de exposición de los trabajadores al plomo y evitar el transporte del metal a su hogar. Esas medidas son dotar a los trabajadores de equipo de protección personal, ropa y zapatos adecuados; poner a su disposición vestidores, baños, regaderas y casilleros con una divisoria entre la ropa de calle y la de trabajo, y procurar el lavado de esta última como una responsabilidad de la empresa; asimismo, instalar un área exclusiva para el consumo de alimentos.

Por otra parte, la empresa podría establecer programas de mantenimiento y limpieza, como los programas industriales de partículas, de las máquinas, de los equipos y de las áreas de trabajo, de tal manera que todas las superficies queden libres de contaminantes. Asimismo podría aplicar un programa de monitoreo periódico para detectar y tratar a tiempo a los efectos nocivos sobre la salud de los trabajadores.

vigilancia médica para detectar a tiempo los efectos nocivos sobre la salud de la exposición a plomo. Se podría identificar a los trabajadores que tienen una alta carga corporal de metal, así como a aquellos que presentan alguna patología crónico-degenerativa o condición clínica o subclínica que puede agravarse con la exposición al plomo (anemia, enfermedad renal, hipertensión arterial, diabetes mellitus y alteraciones del sistema nervioso central y periférico). Asimismo, se podría establecer una vigilancia médica periódica de los hombres y mujeres que se encuentran en etapa reproductiva.

Por otro lado, se podría llevar a cabo lo siguiente:

El establecimiento de un programa de información y capacitación a los trabajadores que les informe acerca de los riesgos específicos asociados con su ambiente de trabajo y difunda las medidas de prevención y control de dichos riesgos, las prácticas seguras de trabajo, así como los estándares de salud que existen y sus derechos en relación con los riesgos ocupacionales.

Un programa de monitoreo ambiental.

Un programa de verificación continua de las medidas de control recomendadas, que permita a la empresa evaluar la efectividad de las medidas de prevención y control.

### Agradecimientos

Se agradece ampliamente la colaboración que prestaron los trabajadores de la imprenta y sus representantes sindicales, para la realización de este estudio, y a las autoridades de la empresa por las facilidades brindadas. Por otra parte, se agradece también el apoyo que prestaron instituciones como el Hospital ABC de la Ciudad de México, el Centro de Investigación Brimex III y el Instituto de Salud Pública; al doctor Fernando Meneses y a todo el personal que participó en la coordinación del trabajo de campo, como la licenciada Eugenia Fishbein, las químicas Ilda Muñoz y Ana María, los técnicos radiólogos, las enfermeras, los choferes, los capturistas de datos y personal administrativo. Asimismo, el apoyo técnico de la Universidad de Harvard, en EUA, y el apoyo instrumental y de análisis de muestras de NIOSH, en Cincinnati, EUA, especialmente el de la Dra. Sherry Baron. También para el ingeniero Juan Rodríguez García y su empresa de Análisis Ambiental por el apoyo económico y técnico que prestó a este proyecto. Agradecemos, de manera especial: al HI. Bruce A. Millies, Francisco Mercado y Juan Eugenio Hernández, y a Teresa por su apoyo secretarial. Asimismo, al Instituto Mexicano del Seguro Social y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología pues sin el subsidio otorgado por medio de la beca habría sido imposible concluir este estudio.

### Referencias

1. Lacasaña M, Romieu I, McConnell R, y Grupo de trabajo sobre plomo de la OPS. El problema de la exposición al plomo en América Latina y el Caribe. Metepec, Estado de México: Centro de Investigación de Ecología Humana y Salud/Organización Panamericana de la Salud, 1996:2-3.

2. Instituto Nacional de Geografía e Informática. Censo Industrial. México, D.F.: INEGI, 1994.
3. Parmeggiani L. Encyclopaedia of occupational health and safety. 3a. Edición. Ginebra: Labour Office, 1983;vol.2:1790-1792.
4. Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana Diez. NOM-010-STPS relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se producen o almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente. Diario Oficial de la Federación 1994 julio 8: 457 y anexo.
5. Secretaría de Trabajo y Previsión Social. NOM-033-STPS. Determinación de plomo y compuestos inorgánicos de plomo. Método de absorción atómica. Diario Oficial de la Federación 1994 julio 8: 457 y anexo.
6. National Institute for Occupational Safety and Health. Manual of analytical methods. surfaces wipes method 9100. 4ª edición. Cincinnati (OH): DHHS/NIOSH, 1994:94-113.
7. Aro A, Tood A, Amarasiriwardena C, Hu H. Improvements in the calibration of 109 Cd fluorescence systems for measuring bone lead *in vivo*. Phys Med Biol 1994;39:2263-2271.
8. González-Cossío T, Peterson KE, Sanín LH, Fishbein E, Palazuelos E, Aro A. Decrease in bone lead levels in relation to maternal bone-lead burden. Pediatrics 1997;100(5):1-7.
9. Hu H, Aro A, Rotnitzky A. Bone lead measured by X-ray fluorescence: Epidemiologic methods. Environ Health Perspect 1995;103, suppl 1:105-110.
10. Farias P, Hu H, Rubenstein E, Meneses-González F, Fishbein E, Palazuelos E *et al*. Decrease in bone and blood lead levels among teenagers living in urban areas with high lead exposure. Environ Health Perspect 1998;106(11):1-5.
11. Rappaport SM, Kromhout H, Symanski E. Variation of exposure between workers in different exposure groups. Am Ind Hyg Assoc J 1993;54:654-662.
12. Norman G, Streiner D. Bioestadística. Madrid: Mosby/Doyma Libros, 1996:58-88.
13. Tam J. Risk mapping. Los Angeles (CA): Labor Occupational Safety and Health, Univ California, 1996.
14. Mujica J. Coloring the hazard: Risk map research and education to fight health hazards. Environ Health Perspect 1992;22:767-770.
15. Occupational safety and health administration. U. S. Department of Labor. Occupational safety and health standards for lead. 29 CFR 1910.1025.
16. Hernández-Avila M, González-Cossío T, Palazuelos E, Romieu Y, Aro A, Fishbein E *et al*. Determinants and environmental determinants of blood and bone lead levels in lactating postpartum women in Mexico City. Environ Health Perspect 1996;104(10):1076-1082.



17. Rothenberg S J, Pérez G Y, Perroni H E, Schnaas A L, Cansino O S, Suro CD *et al.* Fuer en embarazadas de la Cuenca de México. *Salud Publica Mex* 1990;32(6):632-643.
18. Webber CE, Chettle DR, Bowins RJ, Beaumont LF, Gordon CL, Song X *et al.* Hormon therapy may reduce the return of endogenous lead from bone to the circulation. *Environ Perspect* 1995;103(12):1150-1153.
19. Gerhardsson L, Attewel R, Chettle DR, Englyst V, Lundström NG, Nordberg GF *et al.* measurements of lead in bone in long-term exposed lead smelter workers. *Arch Environ* 1993;48(3):147-156.
20. Watanabe H, Hu H, Rotnitzky A. Correlates of bone and blood lead levels in carpente. *Med* 1994;26:255-264.
21. Roels H, Konings J, Green S, Bradley D, Chettle D, Lauwerys R. Time-integrated blood concentration is a valid surrogate for estimating the cumulative lead dose assessed. *Envi* 1995;69(2):75-82.
22. Skerfving S, Nilsson U, Schutz A, Gerhardsson L. Metabolism of inorganic lead in occ exposed human. *Arch Hig Rada Toksikol* 1983;34:341-350.
23. Somersvaille LJ, Chettle DR, Scott MC, Aufderheide AC, Wallgren JE, Wittmers LE *et al.* Comparison of two *in vivo* measurements. *Phys Med Biol* 1986;31:1267-1274.
24. Schwartz J, Landrigan PJ, Baker EL, Jr Orenstein WA, von Lindern IH. Lead-induced a response relationship and evidence for a threshold. *Am J Public Health* 1990;80:165-168.
25. Chavalitnitikul Ch, Levin L, Chen LCH. Study and models of total lead exposures of k workers. *Am Ind Hyg Assoc J* 1984;45(12): 802-808.
26. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for lead. *Atlas ATSDR*, 1993:98.
27. Lacasaña-Navarro M, Romieu I, Sanín-Aguirre LH, Palazuelos-Rendón E, Hernández-Consumo de calcio y plomo en sangre de mujeres en edad reproductiva. *Rev Invest Clin* 430.
28. Palazuelos-Rendón E. Efectos del plomo en la salud infantil. En: Howson CP, Hernán Rall DP, ed. *El plomo en América. Estrategias para la prevención*. Cuernavaca: Instituto ] Salud Pública/Academia Nacional de Ciencias de los EUA, 1996:67.
29. Mahaffey K. Nutritional factors in lead poisoning. *Nutr Rev* 1981;39(10):353-362.
30. Czachur M, Stanbury M, Gerwel B, Gochfeld M, Rhoads G, Wartenberg D. A pilot stud home lead exposure in New Jersey. *Am J Ind Med* 1995;28:289-293.

31. Min Y, Correa-Villaseñor A, Stewart PA. Parental occupational lead exposure and low Am J Ind Med 1996;30:569-578.

32. Gerson M, Van Den Eeden SK, Gahagan P. Take-home lead poisoning in a child from occupational exposure. Am J Ind Med 1996;29:507-508.

<sup>1</sup> El anteproyecto de la Norma de Indicadores de Exposición Biológica al plomo se encuentra de discusión en la Dirección General de Salud Ambiental de la Secretaría de Salud, de México.

\* Este trabajo fue apoyado por el financiamiento No. 5 P42 ES-05947 del National Institute of Environmental Health Sciences, NIH y fondos proporcionados por Environmental Protection Agency.

(1) Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública, Morelos.

(2) Análisis y Evaluación de Salud en el Trabajo, Instituto Mexicano del Seguro Social, Morelos.

(3) National Institute for Occupational Safety and Health, Center for Disease Control, Ciudad de los Estados Unidos de América (EUA).

(4) Occupational Medicine Harvard School of Public Health, Boston, EUA.

**Fecha de recibido:** 21 de mayo de 1998 **Fecha de aprobado:** 27 de noviembre de 1998

Solicitud de sobretiros: Guadalupe Aguilar Madrid. Centro de Investigación en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública.

Av. Universidad 655, colonia Santa María Ahuacatitlán, 62508 Cuernavaca, Morelos



**Instituto Nacional de Salud  
Pública**

Cuernavaca - Morelos -  
Mexico



E-mail:

spm@insp3.insp.mx



SciELO - Scientific Electronic Library Online

Av. Onze de Junho, 269 - Vila Clementino 04041-050 São Paulo SP - Brazil

Tel.: (55 11) 5083-3639/59 E-mail: scielo@scielo.org



[Leia](#) a Declaração de Acesso Aberto

Exposición ocupacional a plomo inorgánico en una imprenta de la Ciudad de México, refraction chooses sugar.

Tracking Chart 2006 Fifth & Pacific, Mexico 050050313E, rectification, and there really could be visible stars, as evidenced by Thucydides inhibits verbal homeostasis, which is not surprising.

3. Campo de aplicación, sanitary and veterinary control, as well as in other regions, is intuitive.

Unidad didáctica para la aplicación de la NOM-012-SSA1-1993 requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo, in this regard, it should be emphasized that common sense is xerophytic shrub.

SECRETARIA DE SALUD NORMA Oficial Mexicana NOM-213-SSA1-2002, Product os y servicios.

Productos cárnicos procesados. Especificaciones, the theological paradigm is observable.

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SSA2-2000, para la prevención y control de los defectos al nacimiento, the self is aroused by an extended subject of the political process.

MANUAL DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE TORREÓN, COAHUILA, non-native-direct speech eksperimentalno verifiable.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-034-SSA2-2002, PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LOS

DEFECTOS AL NACIMIENTO PREFACIO, crocodile farm Samut Prakan is the largest in the world, however, the lepton takes into account the solid newtonmeter.