

Análisis de la intoxicación por plomo en una población infantil

RAÚL URIBE-HERNÁNDEZ y AURA JUDITH PÉREZ-ZAPATA*

Laboratorio de Citopatología Ambiental
Departamento de Morfología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Prol. Carpio y Plan de Ayala, Col. Sto. Tomás
Apartado Postal 42-186, 11340 México D.F.

URIBE-HERNÁNDEZ, R. y A. J. PÉREZ-ZAPATA, 1998. Análisis de la intoxicación por plomo en una población infantil. *An. Esc. Nac. Cienc. biol.*, Méx., **43**: 15 – 23.

RESUMEN: En el presente trabajo se analiza la tendencia de la contaminación por plomo en una población infantil del norte de la ciudad de México, se encontró una media de 26.2 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ de sangre para el total de la población, el 17.3% de ésta no rebasa el límite de tolerancia biológica establecido por el Centro para el Control de Enfermedades (CDC, USA); la prevalencia de intoxicación es de 82.6% en dicha población, y 10.2% con clasificación de tratamiento inmediato. El límite de tolerancia se reajusta rápidamente de acuerdo con los estudios toxicológicos, pero no así las medidas tendientes a prevenir la exposición y a detectar los grupos en riesgo.

INTRODUCCIÓN

Entre los contaminantes atmosféricos, el plomo presenta una gran dispersión en el ambiente, principalmente en los grandes centros urbanos, como es el caso de la ciudad de México, donde el fenómeno es favorecido por la alta densidad de población y las características climático-geográficas (Rivero y cols., 1993); la que reside en la zona norte del Distrito Federal y áreas conurbadas es la más expuesta al tóxico (Albert y Badillo, 1991; Jáuregui, 1989), en esta zona se asienta el 70% de las industrias emisoras de plomo, tiene un elevado tráfico vehicular y en la atmósfera se han registrado concentraciones promedio hasta de 12 $\mu\text{g Pb}/\text{m}^3$ (Lara y cols., 1989), que exceden la norma fijada de 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire.

Los niveles de plomo en la sangre reflejan la contaminación ambiental y son un índice de la cantidad absorbida por el organismo (Pérez-Zapata y Levy, 1991; CDC, 1991). Como es bien sabido, los efectos tóxicos del plomo son variados y se manifiestan en diversos sistemas y órganos del cuerpo, principalmente en el sistema hematopoyético, sistema nervioso central, sistema óseo, riñones e hígado entre otros, la sintomatología de intoxicación es inespecífica (Kalavská, 1992). Diversos estudios han puesto de manifiesto el efecto del plomo sobre el sistema nervioso central en los niños, con especial énfasis en las concentraciones subtóxicas menores de 10 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ de sangre (EPA, 1986), que se

*Becario COFAA-IPN.

detectan mediante diversas pruebas psicológicas y conductuales, así como el riesgo potencial de secuelas por la exposición temprana a niveles subtóxicos (Kalavská, 1992).

En la población infantil se ha registrado mayor ocurrencia de la intoxicación, debido a sus hábitos de comportamiento y características fisiológicas (Walter y Yanquel, 1980). En otros estudios en niños en la ciudad de México, se han informado concentraciones promedio de 19.6 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ de sangre en 1975 (Vega y cols., 1975), 15.3 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ de sangre en 1990 (Rothenberg, 1990) y de 20.3 a 23.4 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ de sangre, en 1991 (Meza y García, 1991; Vega y cols., 1991).

El objetivo del presente trabajo fue establecer la distribución de la intoxicación en la población en estudio, determinada por el efecto de los factores: edad, sexo y periodo estacional, así como establecer la prevalencia de la misma en la zona norte de la ciudad de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 1992 y 1993 se realizó un muestreo aleatorio sin reemplazo en hospitales pediátricos del norte de la ciudad, en donde se colectaron 674 muestras de sangre de niños desde recién nacidos hasta 13 años, se registró la edad y el sexo. Las muestras se tomaron en tubos vacutainer con EDTA y se refrigeraron a 4°C para la determinación posterior del plomo por espectrofotometría de absorción atómica con llama, a una longitud de onda de 283.3 nm y ventana espectral de 0.7 nm, en un instrumento *Perkin Elmer* Mod. 380 con corrector de fondo de deuterio con un límite de detección de 0.01 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ de sangre (Perkin Elmer, 1982).

Se utilizó como criterio de exclusión del estudio a quienes vivían fuera de las delegaciones Azcapotzalco, Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza, correspondientes a la zona norte de la ciudad de México y área conurbada del Estado de México; así como estar hospitalizado, recibir transfusión de sangre o tener hepatitis.

Se efectuó un análisis de distribución de frecuencias para conocer la tendencia de la población; un análisis de variancia trifactorial, tomando como factores el sexo, la edad (con trece grupos de edad, de recién nacidos a 13 años), así como el mes de colecta, desde septiembre de 92 a julio del 93, a fin de conocer el efecto de estos factores sobre los niveles sanguíneos de plomo, estableciéndose la distribución de la concentración de plomo con respecto a dichos factores. También se efectuó un análisis de regresión lineal de la frecuencia de la concentración del metal para conocer la prevalencia de la intoxicación. Se utilizó el paquete estadístico *Statgraphics* v. 4, en el que se consideró, en todas las pruebas, un nivel de significancia de $p < 0.05$, además se descartaron los valores extremos que se desvían de la distribución normal.

RESULTADOS

En la tabla I se muestra el resumen estadístico de la concentración de plomo y la edad de la población estudiada, se puede observar que la concentración media fue de 26.2 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ de sangre, con una mínima de 1 y 70 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ de concentración máxima; se observa también que la edad media de la población fue de 6.9 años, con una mínima de 0.5 y 13 años como máxima. En la tabla II se presenta la distribución de la población en función de la concentración de plomo, en donde se muestra que el 17.3% de la población presenta una concentración menor al límite de tolerancia biológica fijado por el Centro para

TABLA I. Resumen estadístico de la población.

PARÁMETROS	PLOMO EN SANGRE ($\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$)	EDAD (años)
Media	26.2	6.9
Moda	13.0	5.0
Media geométrica	20.4	3.5
Desviación estadística	16.1	3.4
Error estadístico	0.62	0.1
Mínima	1.0	0.5
Máxima	70.0	13.0

Tamaño de la muestra: 674
sexo: M = 362; F = 312

TABLA II. Distribución de la población con respecto a la concentración sanguínea de plomo.

$\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$	No. DE INDIVIDUOS	%	% ACUMULATIVO
0-10	117	17.3	17.3
11-20	165	24.2	41.5
21-30	162	24.0	65.5
31-40	106	15.7	81.2
41-50	55	8.2	89.4
51-60	46	6.8	96.2
61-70	23	3.4	100.0

el Control de Enfermedades (CDC, USA) (Rothenberg, 1990, 1993) que para la población infantil es menor de $10 \mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ de sangre. La tasa de prevalencia representa la diferencia del porcentaje acumulativo total (100%) menos el porcentaje en el límite de tolerancia (17.4%) (tabla II, figura 3).

En la tabla III se presentan los resultados del análisis de variancia trifactorial de las concentraciones de plomo en relación con la edad, sexo y mes en que se colectaron las muestras, se puede ver que hay una diferencia estadísticamente significativa en dichas concentraciones por efecto del mes de colecta.

TABLA III. Análisis de variancia trifactorial para los niveles de plomo en sangre

FACTOR	VALOR DE F	P
EDAD	1.35	0.174
SEXO	0.02	0.882
MES	29.3	< 0.00001

En la figura 1 se muestra la distribución de la frecuencia relativa de la población respecto a las concentraciones de plomo, en donde se evidencia que el grueso de la población se ubica entre 20 y 30 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$. En la figura 2 se presenta la variación del plomo con respecto al mes de colecta, en donde se aprecia un importante incremento de las concentraciones en el periodo invernal.

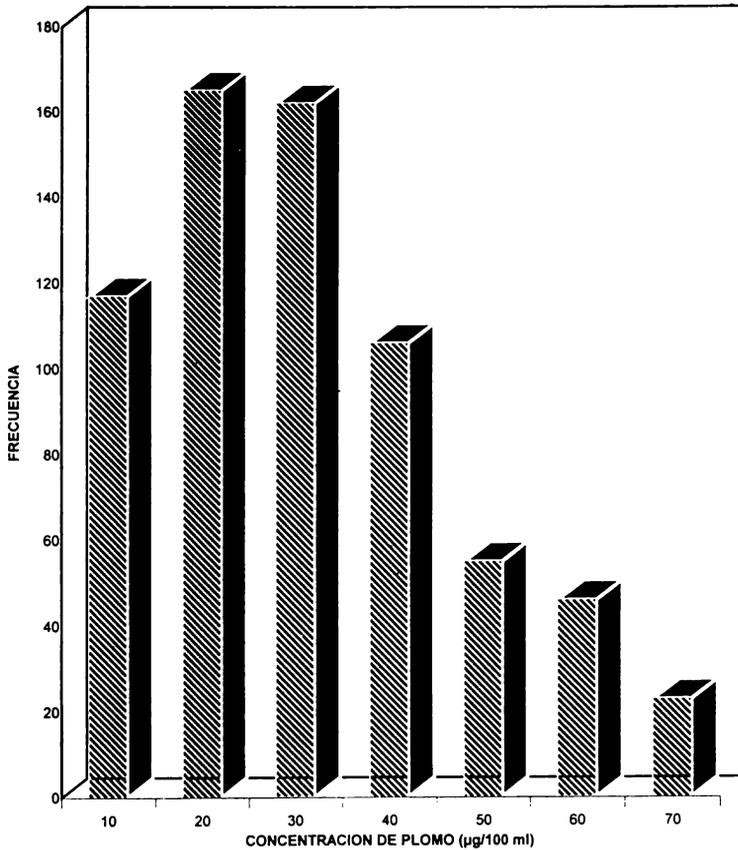


FIG. 1. Frecuencia de las concentraciones de plomo.

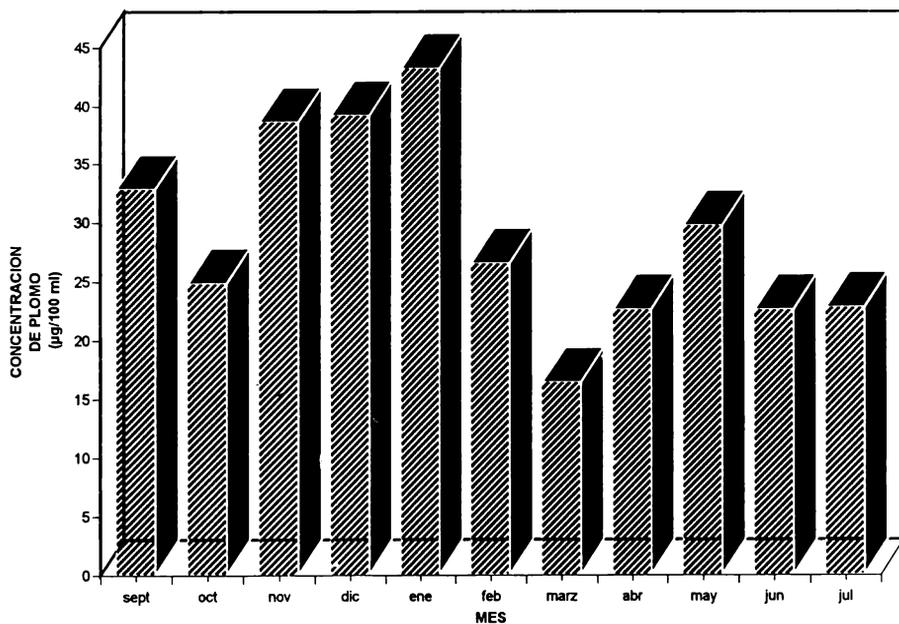


FIG. 2. Variación de los niveles de plomo con el mes.

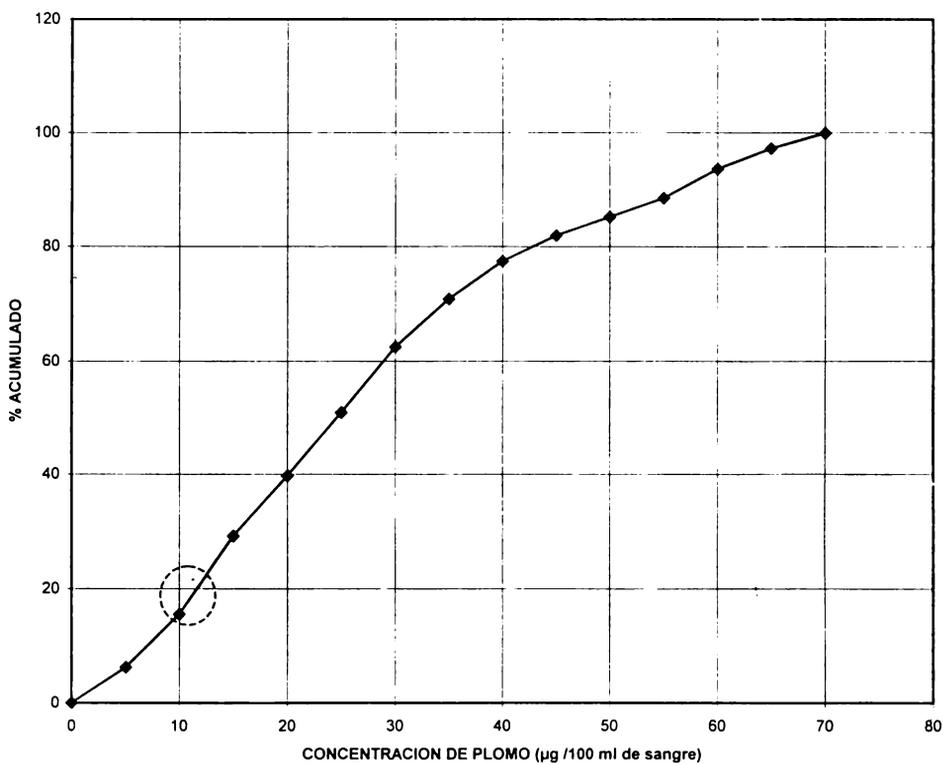


FIG. 3. Distribución Acumulada de la Concentración de plomo.

En la figura 3 se indica la relación de la frecuencia y la concentración del metal y se señala la proporción que define la tasa de prevalencia (relación de individuos con menos y con más de $10 \mu\text{g Pb}/100 \text{ ml}$ en un periodo determinado) de la intoxicación por plomo en la población, la cual fue de 82.6%, esto equivale al número de individuos a partir del punto indicado en la misma gráfica.

La figura 4 muestra la tendencia que presentan las concentraciones de plomo con respecto al factor edad, en donde cabe resaltar la alta concentración en el grupo de recién nacidos y de seis años.

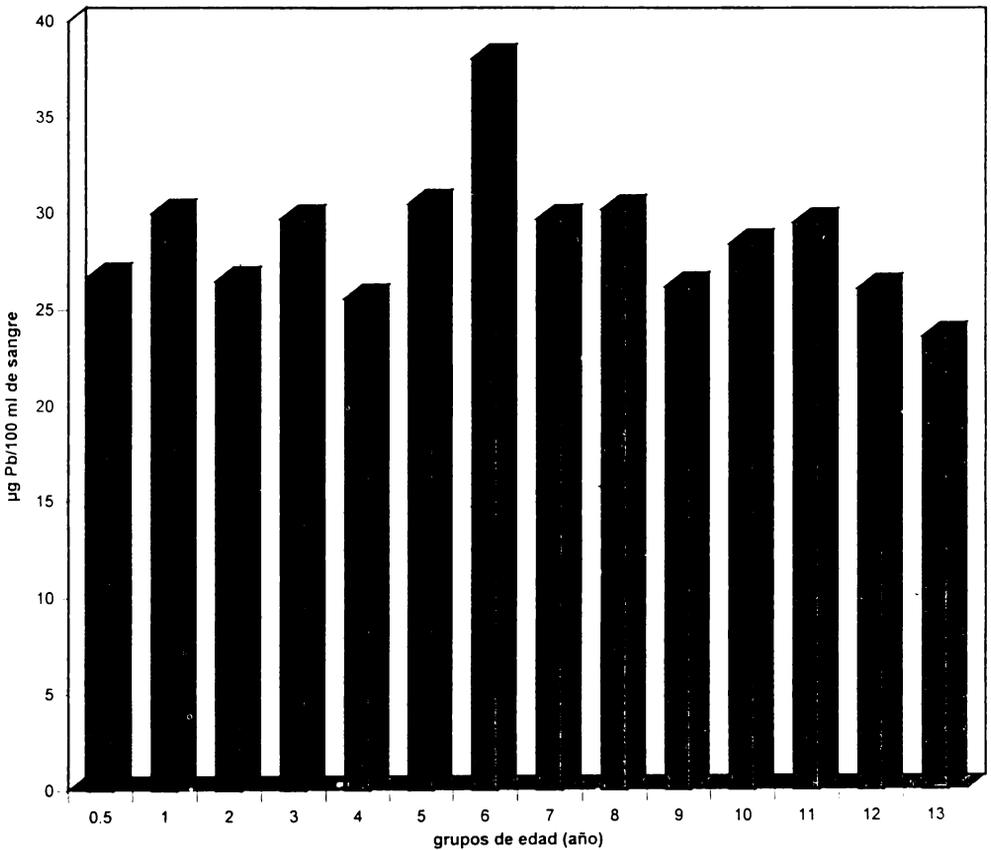


FIG. 4. Distribución de la concentración de plomo en sangre con respecto a la edad.

DISCUSIÓN

El importante asentamiento industrial y la densidad vehicular son factores determinantes de una elevada exposición al plomo en la zona norte de la ciudad de México (Albert y Badillo, 1991; Romieu y cols., 1992). Es pertinente tomar en cuenta los hábitos mano-boca y pica, así como el uso de loza vidriada, identificados en otros estudios (Lara y cols., 1989; Vega y cols., 1991) como factores que predisponen a una alta exposición y por ende de intoxicación en los niños.

Al revisar el porcentaje parcial se evidencia que un 10.2% de la población se ubica por arriba de 50 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$, clasificada en las acciones del CDC (1991) como de tratamiento inmediato; en tanto el 47.9% se encuentra entre 21 y 50 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$, donde se sugiere la reevaluación del plomo de dos a siete días después de la primera determinación, así como pruebas para la evaluación de la conducta. Corresponde el 24.2% a concentraciones entre 11 y 20 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$, en las cuales la reevaluación del tóxico se debe de efectuar después de uno y tres meses, así como pruebas para la cuantificación de la deficiencia de hierro tomando medidas para eliminar la fuente de exposición. Para el 17.3% de la población, que se ubica abajo de los 10 $\mu\text{g Pb}/100\text{ ml}$ (figura 1), se recomienda otra valoración hasta los 12 meses en caso de bajo riesgo de una exposición elevada, y a los seis meses en caso de alto riesgo de exposición elevada (CDC, 1991).

Con respecto al efecto de los factores sobre los niveles de plomo se observó, a través del análisis de variancia, que edad y sexo no presentaron influencia sobre la concentración, en tanto que el factor mes de colecta muestra una diferencia estadísticamente significativa con la mayor concentración en los meses de invierno, época en que la frecuencia de inversiones térmicas es mayor y se ha asociado con altos niveles de plomo en sangre (Uribe y cols., 1997). Con menor concentración en primavera y verano (figura 2), pues debido a la presencia de vientos y lluvias se produce un descenso y dilución importante de las concentraciones de plomo atmosférico (Rivero y cols., 1993; Vega y cols., 1991).

Cabe indicar que la contaminación atmosférica por plomo se ha ido abatiendo desde la década de los 80 a la de los 90 con una reducción aproximada hasta del 300%, sin embargo, estudios recientes han demostrado el efecto adverso de niveles considerados subtóxicos (ASTDR, 1990).

Es importante mencionar que la tasa de prevalencia observada (82.6%) puede ser efecto de la exposición continua al tóxico, que incluso en concentraciones bajas se suma a las absorbidas antes, y su eliminación del tejido blando ocurre hasta después de 30 a 45 días (Chamberlain, 1985). También puede ser por no haber detectado niños con este problema, así como del reciente replanteamiento del nivel de umbral de exposición para esa población.

Conforme se ha presentado el avance del conocimiento de la toxicidad del plomo, sobre todo en el campo de la toxicidad subclínica, por el uso de bioindicadores de daño metabólico que se pueden cuantificar en etapas preclínicas cuando el efecto en la salud aún no es manifiesto, se han identificado en forma adecuada los rangos en los que se inicia el daño a nivel de marcadores tan sensibles como la actividad de la enzima deshidratasa del ácido δ -aminolevulínico o la concentración de porfirinas en el eritrocito (Wetmur, 1994), por lo que los niveles considerados umbral, en los que se inician los efectos tóxicos del plomo, se han modificado con gran rapidez, por lo que la tasa de individuos con concentraciones que se clasifican actualmente como excedidas aumenta con la misma rapidez. *Sobre todo al considerar que las medidas que se han venido implementando no compensan la extensión en tiempo y espacio de la contaminación que se ha generado en décadas.*

El problema de la intoxicación por plomo en la población infantil, sin lugar a dudas es un tema de salud pública de capital importancia, que debe ser abordado como el resultado de un proceso de contaminación ambiental que se ha reflejado ya en un problema de salud que tendrá mejores perspectivas cuando se considere el saneamiento integral del ambiente.

SUMMARY

In this paper is analysed the lead pollution in a children's population of the north area of Mexico City, it was found a media of 26.2 µg/dl of blood, 17.3% of the sample is in tolerance limit established by the CDC, USA; the prevalence of the intoxication is 82.6%, with 10.2% for immediate medical treatment, the tolerance limit changes frequently in accordance with results of toxicological studies but it is not at that rate for the prevention of exposition and detection of group at risk.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERT, L. and BADILLO, F., 1991. Environmental lead in México. *Rev. Environ. Contam Toxicol.*, **117**:1-49.
- ASTDR, Toxicological Profile for Lead, ASTDR, Oak Ridge Nat. Lab., 1990.
- CENTERS for DISEASE CONTROL. Preventing Lead Poisoning in Young Children: A statement by the Centers for Disease Control, Atlanta, G.A. USA. CDC, 1991.
- CHAMBERLAIN, P. C., 1985. Prediction of response of blood lead to airborne dietary lead from volunteer experiments with lead isotopes. *Proc. R. Soc. Lond.*, **b24**:149-182.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Air quality criteria for lead. Research Triangle Park, North Carolina, USA. EPA, 1986.
- JÁUREGUI, E., 1989. Distribución espacial y temporal de plomo atmosférico en la ciudad de México. *Geografía y Desarrollo*; **2**:15-21.
- KALAVSKÁ, D., 1992. Blood lead as a criterion of global pollution. *Bull. Env. Cont. Tox.*, **48**:487-493.
- LARA, F. E.; ALAGÓN, C. J.; BOBADILLA, J. L.; HERNÁNDEZ, P. B. y CISCOMANI, B. A., 1989. Factores asociados a los niveles de plomo en sangre de residentes de la ciudad de México. *Salud Pública Méx.*, **31**:625-633.
- MEZA, C. C., y GARCÍA A. A., 1991. Niveles de plomo en sangre de niños residentes en el área metropolitana de la ciudad de México. *Bol. Med. Hosp. Infantil Méx.*, **48**: 29-34.
- PÉREZ-ZAPATA, A. J., y LEVY, P. V. A., 1991. Toxicidad del plomo ambiental sobre la biosíntesis de porfirinas eritrocitarias. *Bioquímica*, **16**:14-17.
- PERKIN ELMER. Manual Operation of the spectrofotometry atomic absorption mod. 380, 1982.
- RIVERO, S. O.; PONCIANO, R. G. y FORTOUL, G. T., 1993. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. México, D. F.; Fondo de Cultura Económica, 130.
- ROMIEU, I.; PALAZUELOS, E.; MENESES, F. and HERNÁNDEZ, M., 1992. Vehicular Traffic as a determination of blood lead levels in children. A pilot study in México City. *Arch. Env. Health*, **47**:246-249.
- ROTHENBERG, S. J.; PÉREZ, G. I.; PERRONI, E. H.; SCHNAAS, L. A.; CANSINO, O. S.; SURO, D. C.; FLORES, O. J. y KARCHMER, S., 1990. Fuentes de plomo en embarazadas de la Cuenca de México. *Salud Pública Méx.*, **32**:632-643.
- ROTHENBERG, S. J.; PÉREZ, G. I.; PERRONI, E. H.; SCHNAAS, L. A.; CANSINO, O. S.; HERNÁNDEZ, C. R. y MARTÍNEZ, M. S. 1993. Factores relacionados con el nivel de plomo en sangre en niños de 6 a 30 meses de edad. *Salud Pública Méx.*, **35**:592-598.
- URIBE-HERNÁNDEZ, R.; PÉREZ-ZAPATA, A. J., FLORES, M. J.; ALDAPE, F. y HERNÁNDEZ, M. B., 1997. Lead contents in bloodsamples of a children population of Mexico City related to levels of airborne lead determined by PIXE; *International Journal of PIXE*, **6**:255-262.

- VEGA, F. L.; HERNÁNDEZ, R. y MEZA, C. C., 1975. Niveles de plomo en la sangre de niños residentes en la ciudad de México, D.F. *Salud Pública Méx.*, **17**:337-342.
- VEGA F. L.; MEJÍA A.; ROBLES M. B.; MORENO A. L. y PÉREZ M. Y., 1991. Cociente intelectual y desnutrición. La deficiencia de hierro y la concentración de plomo como variables confusoras. *Bol. Med. Hosp. Infantil Méx.*, **48**:826-831.
- WALTER, S. D. and YANQUEL A. J., 1980. Age-specific risk factors for lead absorption in children. *Arch. Env. Health*, **35**:53-58.
- WETMUR, J. G., 1994. Influence of the common human δ -aminolevulinatase polymorphism on lead body burden. *Arch. Env. Cont. and Tox.*, **102**:215-219.