

# Valores referenciales de plumbemia en el área de Buenos Aires. Población adulta sana no expuesta laboralmente\*

► Clara Magdalena López<sup>1</sup>, Adriana Emilce Piñeiro<sup>2</sup>, Valeria Pongelli<sup>2</sup>,  
Edda Cristina Villaamil Lepori<sup>1</sup>, Otmaro Enrique Roses<sup>3</sup>

- 
1. Dra. de la Universidad de Buenos Aires (área Toxicología).
  2. Bioquímica.
  3. Dr. en Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

\* Cátedra de Toxicología y Química Legal. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. Junín 956. 7° Piso C1113ADD Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.  
Tel/Fax: ++54-11-49 64 82 83/84

## Resumen

Los niveles de plomo en sangre fueron determinados en una población adulta sana y no expuesta laboralmente al metal, habitantes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y del Gran Buenos Aires. Las muestras de sangre venosa provenientes de sujetos de ambos sexos ( $n = 278$ ) fueron procesadas por absorción atómica-atomización electrotérmica a 283,3 nm. Los valores de plumbemia obtenidos para la población total fueron de 2,27 a 17,35  $\mu\text{g/dL}$ . La población femenina estudiada ( $n = 123$ ) tuvo valores comprendidos entre 1,99 y 15,8  $\mu\text{g/dL}$  los que no fueron estadísticamente diferentes de aquellos obtenidos en la población masculina ( $n = 119$ ) y que estuvieron comprendidos entre 3,06 y 17,67  $\mu\text{g/dL}$ . Los logaritmos naturales de los valores obtenidos se ajustaron a una distribución normal de Gauss. Al comparar estos resultados con los obtenidos en trabajos anteriores realizados por algunos de los autores, se evidencia una clara disminución de los valores referenciales, lo que estaría relacionado con algunas medidas regulatorias correctivas que se han tomado en la Argentina últimamente como son la prohibición del agregado de plomo a las naftas y el reemplazo de las soldaduras de plomo por eléctricas en las latas de conservas.

**Palabras clave:** plumbemia \* valores referenciales \* Argentina \* absorción atómica \* atomización electrotérmica

## Summary

### **REFERENCE VALUES OF BLOOD LEAD IN THE BUENOS AIRES AREA. HEALTHY ADULTS PEOPLE OCCUPATIONALLY EXPOSED**

Blood lead levels were determined for an adult healthy population not occupationally exposed to lead, living in the City of Buenos Aires and Greater Buenos Aires. Venous blood samples from subjects of both genders ( $n = 278$ ) were processed by means of electrothermal atomization - atomic absorption, at 283.3 nm. Lead blood values obtained for the total population ranged between 2.27 and 17.35  $\mu\text{g/dL}$ . The female population studied ( $n = 123$ ) showed values between 1.99 and 15.8  $\mu\text{g/dL}$ , which were not statistically different from those obtained for the male population ( $n = 119$ ), and which ranged between 3.06 and 17.67  $\mu\text{g/dL}$ . The natural logarithms of all values were adjusted to the Gaussian distribution.

**Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana**

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957

*Comparing these results to those obtained in previous studies conducted by some of the authors, a clear diminution of the reference values can be observed, which might be related to some corrective regulatory measures recently taken in Argentina such as the ban on the addition of lead to gasoline, and the substitution of lead welding by electric welding in preserved food cans.*

**Key words:** *blood lead \* reference values \* Argentina \* atomic absorption\* electrothermal atomization*

## Introducción

La distribución del plomo en el organismo es de tipo tri o tetra compartimental según si se considera al hueso como uno o dos compartimientos (uno lábil y otro estable), en equilibrio entre ellos, con distintas vidas medias biológicas (Tabla I). Según Baselt (1), la vida media del plomo varía entre 0,4 y 3,6 años.

Los huesos constituyen un verdadero compartimiento de depósito, por lo que la determinación del estado de impregnación plúmbica consiste en la movilización del plomo presente en ellos mediante algún agente quelante, como el EDTA disódico cálcico. Esta prueba, conocida como plumburia provocada, consiste en administrar dosis estandarizadas del quelante y cuantificar los niveles de plomo excretados en orina a las 8 ó 24 horas postinyección. Varias fórmulas han sido propuestas para considerar la prueba positiva (2) y la más usada parece ser aquella que establece la relación entre el plomo total excretado en 8 horas (expresado en microgramos) post perfusión de EDTA disódico cálcico y la cantidad inyectada de este último (expresada en miligramos); la prueba se considera positiva cuando la relación es superior a 0,6 (3) (4). Sin embargo, la eliminación del plomo por la orina en condiciones basales no se considera un indicador sensible de la exposición al metal.

No sucede lo mismo con los niveles de plomo en sangre dado que la plumbemia es indicativa de exposición reciente y a la vez, como consecuencia del equilibrio con el plomo óseo, un burdo indicador de exposición prolongada.

Tabla I. Vida media del plomo en los distintos compartimientos corpóreos

Compartimiento	Vida media
Sangre	30-50 días
Tejidos blandos	30-60 días
Hueso lábil	3-5 años
Hueso estable	10-20 años

Claramente expresada, la plumbemia elevada indica una exposición que no permite establecer si es reciente o no, pero señala una exposición excesiva en algún momento.

El plomo ingresa al organismo principalmente a través del tracto digestivo y del respiratorio (5). Para la población en general la vía principal es la alimentaria, mientras que en la exposición de carácter laboral es primordial la respiratoria, que depende de la protección que reciba el operario en el ambiente de trabajo aunque no puede desdeñarse la primera (1) (5).

La incidencia del plomo alimentario es difícil de evaluar debido a que su absorción por vía digestiva está condicionada por la composición de la dieta (6). Por ello deben tenerse en cuenta las características de ésta en cada nación ya que existe una disparidad cuali-cuantitativa en su composición en los distintos países. Por ejemplo, el número de alimentos que componen la dieta en los Estados Unidos de América (EEUU) oscila alrededor de 123 mientras que en Suecia es de 70, con ingestas de 2913 g de alimentos en el primer país y 840 g en Finlandia. En los EEUU y en algunos países no se consideran las bebidas alcohólicas, mientras que en otros no se considera el agua. El peso de los individuos oscila entre 50 kg en Japón y 70 kg en Suecia (7) (8).

Datos epidemiológicos sobre población infantil muestran que el incremento de la ingesta de un microgramo de plomo por día genera un aumento de la plumbemia de 0,16 µg/dL (9). Bortoli A y Mattiolo G (10); Englert N y Höring H (11) y López CM y col (12) encontraron incrementos notables de la plumbemia en alcoholistas. Apostoli P (13) llega a la misma conclusión y además destaca la incidencia del hábito de fumar.

En un trabajo previo efectuado por García Fernández y col (14) se establecieron los valores de plumbemia para la población en general, encontrándose un valor medio de 19,0 ± 7,0 µg/dL con un rango de 5,0 a 33,0 µg/dL; sin embargo, en los últimos años se ha producido una variante interesante en la Argentina como es la supresión de los aditivos de plomo en los combustibles fósiles, de tal manera que la existencia del metal en los mismos puede atribuirse a la presen-

cia natural en el petróleo, sumada a la que provendría de las manipulaciones propias de los procesos industriales para la obtención de las naftas. De aquí que resulta de sumo interés actualizar valores de los niveles de plomo en sangre para la población del área de Buenos Aires.

## Materiales y Métodos

### POBLACIÓN ESTUDIADA

Se incluyeron en este estudio sujetos de ambos sexos ( $n = 278$ ) que no denunciaron enfermedades ni exposición laboral al plomo, provenientes de zonas norte, sur y oeste del Gran Buenos Aires y Ciudad Autónoma de Buenos Aires. De las 278 muestras, 123 correspondieron a mujeres, 119 a varones y 36 a sujetos cuyo sexo no fue identificado pero sí sus edades.

La franja etaria de la población total estuvo comprendida entre 18 y 65 años.

### MUESTRA

Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción venosa utilizando heparina sódica como anticoagulante. Fueron mantenidas en *freezer* a  $-18^{\circ}\text{C}$  hasta el momento del análisis.

### INSTRUMENTAL

La determinación de la plumbemia se efectuó por absorción atómica - atomización electrotérmica, en un equipo Varian AA840 (Melbourne, Australia) provisto de inyector automático y horno de grafito GTA 100 a una longitud de onda de 283,3 nm.

### METODOLOGÍA ANALÍTICA

Se siguió la técnica descrita por Delves HT (15) modificada como se describe a continuación. La curva de calibración se preparó en sangre entera en un rango de concentraciones comprendido entre 5 y 40  $\mu\text{g}$  de Pb/dL.

El límite de detección del método es de 1,0  $\mu\text{g}$ /dL

### REACTIVOS

Agua destilada libre de metales pesados

Ácido nítrico (Merck Química Argentina) (cat. 1.00456.2500)

Tritón X-100 (Merck Química Argentina) (cat. 1.12298.0101)

Solución patrón de Pb de 1000 mg (Merck Química Argentina) (Titrisol) (cat 109969)

Modificador de paladio (10000 ppm) (Merck Química Argentina) (cat. 1.07289.050)

### TRATAMIENTO DEL MATERIAL

Todo el material utilizado fue tratado previamente con ácido nítrico al 50% por lo menos durante 12 h. Posteriormente se enjuagó una vez con agua corriente de red y tres veces con agua destilada.

### PREPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES

Ácido nítrico 2 M: en un matraz aforado de 100 mL se pipetearon 12,8 mL de ácido nítrico concentrado y se completó a volumen con agua destilada.

Solución desproteinizante: en un matraz aforado de 50 mL se colocaron 30 mL de ácido nítrico 2 M, se agregaron 50  $\mu\text{L}$  de tritón X100 y se completó a volumen con ácido nítrico 2 M.

Solución madre de plomo (1000 mg/L): en un matraz aforado de 1000 mL se trasvasó cuantitativamente el contenido de la ampolla de titrisol y se completó a volumen con agua destilada. Esta solución se guardó a temperatura ambiente en un frasco color caramelo. En estas condiciones la solución madre es estable en el tiempo.

Solución de trabajo de plomo (15  $\mu\text{g}$ /mL): en un matraz de 50 mL se colocaron 30 mL de agua destilada, se pipetearon 750  $\mu\text{L}$  de la solución madre de plomo y se completó a volumen con agua destilada. La solución es estable durante 15 días.

Modificador de matriz: se preparó por dilución 1/5 en agua bidestilada de la solución de paladio (10.000 ppm).

### CURVA DE CALIBRACIÓN

La curva de calibración fue preparada en sangre entera (matriz) obtenida de un servicio de hemoterapia de reconocida trayectoria, a la que se le midió previamente el nivel de plomo, con serología negativa para *Treponema pallidum*, virus de la hepatitis y virus de la inmunodeficiencia humana (HIV).

El rango de concentración utilizado fue 1,5 a 40  $\mu\text{g}$ /dL.

### Preparación de los testigos:

En tubos de ensayos se pipetearon 10, 20, 40 y 80  $\mu\text{L}$  de la solución de trabajo de plomo (15  $\mu\text{g}$ /mL). Se agregaron 3 mL de la matriz y se agitó en agitador Vortex durante 30 s.

### Procedimiento

En tubos Eppendorff se pipetearon 200  $\mu\text{L}$  de cada testigo o de muestra según correspondiera, a los cuales se agregaron 300  $\mu\text{L}$  de agua bidestilada y se agitaron en agitador Vortex durante 5 s. Posteriormente se agregaron 300  $\mu\text{L}$  de la solución desproteinizante a cada tubo y se agitaron durante 1 min.

Todos los tubos fueron centrifugados a 10900 rpm durante 10 min en una centrífuga Abbott X Systems

(Hanau, Alemania). Los sobrenadantes se transfirieron cuidadosamente a viales plásticos de 2 mL y fueron inyectados automáticamente en el equipo de absorción atómica.

Paralelamente se procesaron un blanco de reactivos y un blanco de matriz, reemplazando la muestra por agua y sangre respectivamente, con lo que se preparó la curva de calibración.

El control del proceso se llevó a cabo mediante controles de calidad internos, de una concentración aproximada de 20 µg/dL.

## Resultados

Tanto los logaritmos naturales de los valores obtenidos en la población total estudiada (n = 278) como los de las mujeres y los varones considerados por separado se ajustaron a la distribución normal de Gauss (Tabla II) (Figura 1) (Tabla III) (Figura 2) (Tabla IV) (Figura 3).

Tabla II. Intervalos de frecuencia del ln de la concentración de plomo en sangre para la población general.

Grupo	Intervalo (ln Concentración)	n
I	0,400-0,810	9
II	0,811-1,221	20
III	1,222-1,632	65
IV	1,633-2,043	86
V	2,044-2,454	71
VI	2,455-2,865	21
VII	2,865-3,276	6

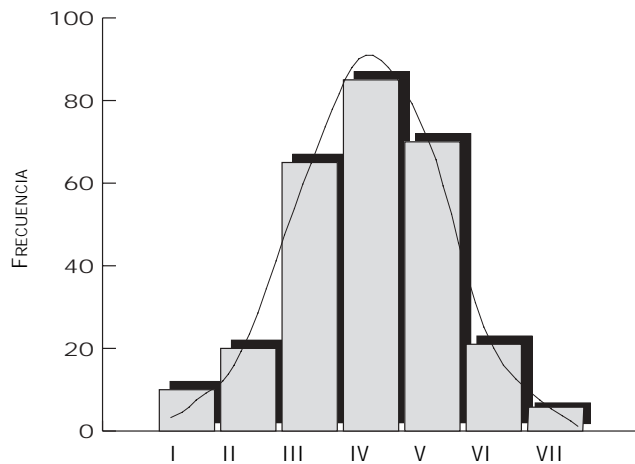


Figura 1. Distribución de los logaritmos de los valores hallados para la población total (n = 278).

Tabla III. Intervalos de frecuencia del ln de la concentración de plomo en sangre para la población femenina.

Grupo	Intervalo (ln concentración)	n
I	0,400-0,790	7
II	0,791-1,181	11
III	1,182-1,572	29
IV	1,573-2,963	38
V	1,964-2,354	26
VI	2,355-2,745	10
VII	2,746-3,236	2

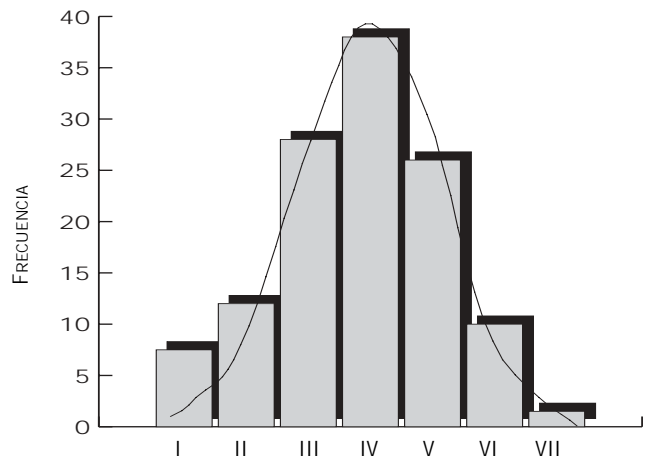


Figura 2. Distribución de los logaritmos de los valores hallados para la población femenina

## Discusión y Conclusiones

En un trabajo previo realizado por algunos de los autores (14) se analizaron los niveles de plomo de la población de la ciudad de Buenos Aires no expuesta y expuesta a plomo. En la población no expuesta el 95% de los individuos estudiados tuvieron valores de plomemia comprendidos entre 5 y 33 µg/dL. Coronel JE y Sigrit M (16) reportaron en 4 habitantes de la provin-

Tabla IV. Intervalos de frecuencia del ln de la concentración de plomo en sangre para la población masculina.

Grupo	Intervalo (ln concentración)	n
I	0,940-1,290	5
II	1,271-1,601	16
III	1,602-1,932	32
IV	1,933-2,263	36
V	2,264-2,594	20
VI	2,595-2,925	7
VII	2,926-3,256	3

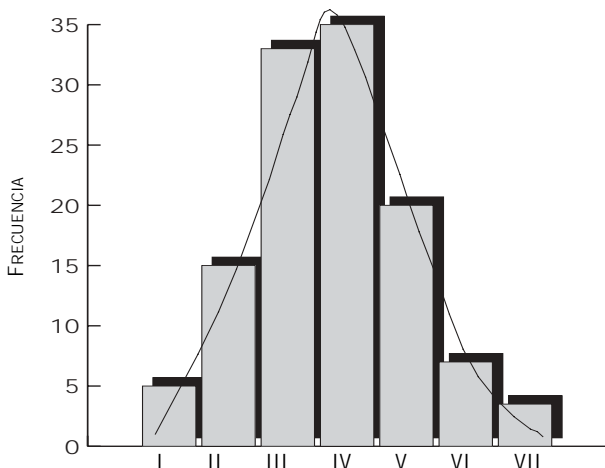


Figura 3. Distribución de los logaritmos de los valores hallados para la población masculina.

cia de Santa Fe no expuestos al metal, un valor medio de plumbemia de 13,0  $\mu\text{g}/\text{dL}$ . De Cristóforo MA y Giannuzzi L (17) estudiaron 208 individuos no expuestos al plomo, residentes en las ciudades de Berisso y La Plata (provincia de Buenos Aires) y encontraron que el 90 % tuvo valores inferiores a 15  $\mu\text{g}/\text{dL}$ .

En este trabajo los valores de las plumbemias de la población en su totalidad ( $n = 278$ ) expresados en  $\mu\text{g}/\text{dL}$  fueron de 2,25 a 17,35 siendo los límites de seguridad del 90% para ambos extremos 2,05-2,46 y 15,88-17,20, respectivamente. La población femenina ( $n = 123$ ) tuvo valores comprendidos entre 1,99 (1,50 - 2,26) y 15,18 (13,34 - 17,27), mientras que en la masculina ( $n = 119$ ) los valores hallados estuvieron entre 3,06 (2,74 - 3,43) y 17,67 (15,54 - 19,58). Entre paréntesis se consignan los límites de seguridad del 90%. La diferencia de las plumbemias entre mujeres y varones, si bien no fue estadísticamente significativa, se explica como consecuencia del menor volumen globular de aquellas, ya que como es sabido, aproximadamente el 95% del plomo en sangre es transportado por los hematíes mientras que el restante se encuentra en el plasma.

Si bien Coronel JE y Sigrít M (16) encontraron valores por debajo de 15  $\mu\text{g}/\text{dL}$ , el número de casos por ellos estudiados fue muy bajo ( $n = 4$ ) por lo que se presume que la diferencia de los valores hallados en este trabajo como los reportados por De Cristóforo y col (17), con los anteriormente hallados por García Fernández JC y col (14) se debería fundamentalmente a la eliminación de los aditivos de plomo a las naftas a partir del año 1997, al reemplazo de las soldaduras de estaño/plomo por las eléctricas en las latas de conservas así como al cambio de las cañerías domiciliarias de plomo por plásticas u otras aleaciones metálicas que no contienen este metal.

Un descenso de la misma espectacularidad se observó en los EEUU de Norteamérica en la década del 80 cuando suprimieron en ese país el uso de los mencionados aditivos.

Los valores obtenidos son coherentes con los hallados en otros países después de la supresión de aditivos de plomo a los combustibles fósiles y del reemplazo de las soldaduras de plomo en las latas para la conservación de alimentos por aquellas eléctricas.

#### CORRESPONDENCIA

CLARA M. LÓPEZ

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Universidad de Buenos Aires

Junín 956, piso 7º

C1113ADD CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES

Argentina

#### Referencias bibliográficas

- Baselt RC. Lead. En: Baselt. R. Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man, 5th ed. Foster City: Chemical Toxicology Institute; 2000. p. 465-8.
- Henretig F. Lead. En: Goldfrank LR, Flomembaum NE, Lewin NA, Weisman RS, Howland MA, Hoffman RS, editors. Goldfrank's Toxicologic Emergencies. 6th ed. Stamford: Appleton and Lange; 1998. p. 1297.
- Graziano J. Validity of lead exposure markers in diagnosis and surveillance. Clin Chem 1994; 40 (7): 1387-90.
- Ellenhorn M. Metals and related compounds. En: Ellenhorn's Medical Toxicology. Diagnosis and Treatment of Human Poisoning. 2nd ed. Baltimore (USA): Williams and Wilkins; 1997. p.1570.
- Carrington C, Bolger M, Larsen TC, Peterson B. Lead. En: Food Aditives Series 44. Geneve: WHO; 2000. p. 273-312.
- Ito Y, Niiya Y, Otani M, Sarai S, Shima S. Effect of lead intake on blood lead concentration in workers occupationally exposed to lead. Toxicol Lett 1987; 37: 105-14.
- Mahaffey KR. Nutritional factors in lead poisoning. Nut Rev 1981; 39: 353-65.
- Ahmed F. Safety standards for food contaminants. En: Moffat CF and Whittle editors. Environmental Contaminants in Food. Boca Ratón: CRC Press LLC; 1999. p. 500-70.
- Fan A. Assessment of metals in drinking water with specific references to lead, copper, arsenic, and selenium. En: Chang L, Magos L, Suzuki T, editors. Toxicology of Metals. Boca Ratón: CRC Lewis Publishers; 1986. p. 39-53.
- Bortoli A, Mattiello G. L'esposizione al piombo nella popolazione adulta non professionalmente esposta. G Ital Med Lav 1983; 5:85-8.

11. Englert N, Höring H. Lead concentration in tap water in blood of selected school children in Southern Saxonia. *Toxicol Lett* 1994; 72:325-31.
12. López CM, Vallejo NE, Piñeiro AE, Uicich R, Damin CF, Sarchi MI, Villaamil Lepori EC, Roses OE. Alteration of biochemical parameters related with exposure to lead in heavy alcohol drinkers. *Pharmacol Res* 2002; 45(1): 47-50.
13. Apostoli P. Valori di riferimento degli elementi in traccia nei fluidi biologici. *Ann Ist Super Sanita* 1995; 31:261-74.
14. García Fernández JC, Malamud M, Zanardi J, Roses OE, Ravenna AN, Ridolfi AS. Plumbemia. Estudio comparativo de dos métodos y determinación de valores actuales en nuestro medio para personas expuestas y no expuestas. *Bol Acad Nac Med Argent* 1984; supl: 55-84.
15. Delves HT. A microsampling method for the rapid determination of lead in blood by atomic absorption spectrophotometry. *Analyst* 197; 95:431-38.
16. Coronel JE, Sigrít M. Determinación de plumbemia humana por DPASV. *Acta Toxicol Argent* 1994; 2 (1,2): 19.
17. De Cristófano MA, Giannuzzi L. Plumbemia. Valores de referencia para sujetos adultos en el área de La Plata y Berisso, Argentina. *Acta Toxicol Argent* 2002; 10 (1): 50.

**Aceptado para su publicación el 23 de agosto de 2005**