

# Niveles de plomo en sangre de niños expuestos a los residuos metalúrgicos en Abra Pampa, Jujuy (Argentina)

Tschambler JA, Wierna NR, Romero AE, Rios FT, Ruggeri MA, Bovi Mitre MG\*

Grupo INQA (Investigación Química Aplicada). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47, CP: 4600, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina

**Resumen:** Abra Pampa es una pequeña comunidad situada en el norte de Argentina, donde los desechos de plomo de una planta metalúrgica (Metal Huasi) se abandonaron por más de 40 años, dejándolos en el centro del pueblo. Con el fin de medir la exposición a estos residuos peligrosos, se determinaron los niveles de plomo en sangre en niños de edades comprendidas entre 5 y 14 años (n=234). Los niños incluidos en la muestra habían estado expuestos, por el aire y el suelo, al plomo durante cinco años por lo menos porque vivían alrededor de la montaña de residuos. Fueron evaluados clínicamente. Para determinar el estado nutricional se midió el peso y talla y se calculó el índice de masa corporal total. Se realizó el análisis de plumbemia mediante la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica-atomización electrotermic. La prevalencia de intoxicación ( $Pb > 10 \mu\text{g} / \text{dL}$ ) fue de 28%. El 81% de los niños estudiados tenían niveles de plomo en sangre superiores a  $5 \mu\text{g} / \text{dL}$ , lo que se considera un riesgo en el desarrollo neuromaturo. También se encontraron diferencias significativas según la edad y la distancia entre las casas de los niños y el sitio de disposición de los residuos. Estos resultados mostraron que los residuos son una fuente de exposición al plomo para los niños que viven cerca del depósito de escorias y generaron estrategias de remediación para minimizar la exposición infantil.

**Palabras claves:** Plomo, exposición, salud infantil, riesgo neuromaturo

**Abstract:** Lead levels in blood of children exposed to metallurgical waste in Abra Pampa, Jujuy (Argentina)

Abra Pampa is a small community located in North Argentina, where lead wastes from a metallurgical plant were improperly managed. Therefore, in order to define the exposure to this hazardous waste, blood lead levels in children aged between 5 and 14 years were determined. The prevailing state of poisoning ( $Pb > 10 \mu\text{g} / \text{dL}$ ) was 28%. Furthermore, 81% of the studied children had blood-lead levels higher than  $5 \mu\text{g} / \text{dL}$ , which is considered a neurocognitive risk. Significant differences according to age and distance between the children's houses and the disposal site were also found. These results showed that the waste is a source of lead exposure for children living next to the disposal site; therefore, a remediation program is being performed in the area.

**Key words:** Lead exposure, poisoning, child health, neurocognitive risk

## Introducción

Abra Pampa se encuentra en la Puna, región geográfica en el norte de la provincia de Jujuy, Argentina ( $22^{\circ} 43' \text{S}$ ,  $65^{\circ} 42' \text{W}$ ), a 200 km de San Salvador de Jujuy, capital de la provincia, a 3.484 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de  $8,7^{\circ} \text{C}$ . El viento norte que sopla en la zona, es seco y caliente pudiendo alcanzar una velocidad de 120 kilómetros por hora. Los últimos datos registran en Abra Pampa que aproximadamente el 40 % de la población son niños menores de 14 años.

De 1955 a 1989, una empresa de fundición de plomo llamada "Metal Huasi" operaba en la zona urbana de Abra Pampa, Jujuy, Argentina. La propiedad fue abandonada posteriormente dejando

aproximadamente 10.000 toneladas de residuos, según estimaciones por el tamaño de la montaña y 600 toneladas de ceniza, constituyendo una importante fuente de exposición al plomo. Diez años después de abandonarse la metalúrgica, parte de estos residuos se utilizó para construir la defensa a lo largo del río Tabladitas que está en la frontera norte de la ciudad y también se utilizó esta escoria para hacer rellenos en los terrenos donde se construyeron las casas del barrio "12 de Octubre", constituyendo nuevas fuentes de contaminación. El análisis de suelo en la ciudad y sus alrededores mostró una importante concentración de plomo bioaccesible ( $20.750 \text{ mg} / \text{Kg}$  [1], y por lo tanto, teniendo en cuenta esta vía de exposición, los niños fueron declarados población en riesgo ya que son particularmente vulnerables a los efectos tóxicos del plomo. Así, los niños que tienen una baja ingesta de hierro y calcio, situación frecuente en esta población y que están en contacto con el suelo contaminado merecen más atención ya que la absorción del tóxico es mayor en ellos [2].

En 1991, el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) [3] en los Estados Unidos, definió que una concentración de plomo en sangre de  $10 \mu\text{g} / \text{dL}$  es un nivel de preocupación ya que indica una intoxicación [4]. También se refiere que éste no es el nivel umbral para los efectos nocivos producidos por el plomo. La CDC reconoce que puede haber efectos adversos en el organismo humano en niveles menores que éste [5].

De hecho, existe evidencia significativa que muestra el efecto negativo en la salud intelectual y los impactos socio-neuroconductuales como consecuencia de exposición al Plomo que se manifiesta con concentraciones del tóxico en sangre de los niños a partir de los  $5 \mu\text{g} / \text{dL}$  [4]. Se realizó un estudio en Abra Pampa con el fin de medir la exposición al plomo en niños que habitan zonas aledañas al depósito de Metal Huasi.

## Material y métodos

Se trabajó con el mapa de la localidad y alrededor de Metal Huasi se trazaron cinco círculos concéntricos con una distancia de 100 m entre ellos (Figura 1), con la finalidad de conocer la posible influencia de la distancia al foco sobre los valores de plumbemia.

Se entrevistaron a los adultos residentes en 450 viviendas de las manzanas ubicadas hasta 500 m a la redonda del foco contaminante principal (la montaña de residuos). Los resultados indicaron que 300 niños cumplían con los criterios de inclusión establecidos en el diseño del estudio (5 a 14 años de edad, estado nutricional adecuado según el IMC, residencia cercana al foco, cinco años de residencia en la ciudad).

Se informó a los padres o tutores sobre los objetivos del estudio y se solicitó la firma del consentimiento informado que autorizaba la inclusión de los niños en esta investigación. Para determinar el estado nutricional se midió el peso y talla [6-7] y se calculó el índice de masa corporal total (IMC) [8]

De 234 muestras de sangre, 131 fueron de mujeres (56%) y el 44% de varones. El rango de edad predominante fue de 7 a 8 años. Los niños incluidos en la muestra habían estado expuestos al plomo durante cinco años por lo menos lo cual es un criterio de selección para la población expuesta [9].

Se realizó la extracción de sangre, con jeringa humedecida con el

\*e-mail: gbovi@imagine.com.ar

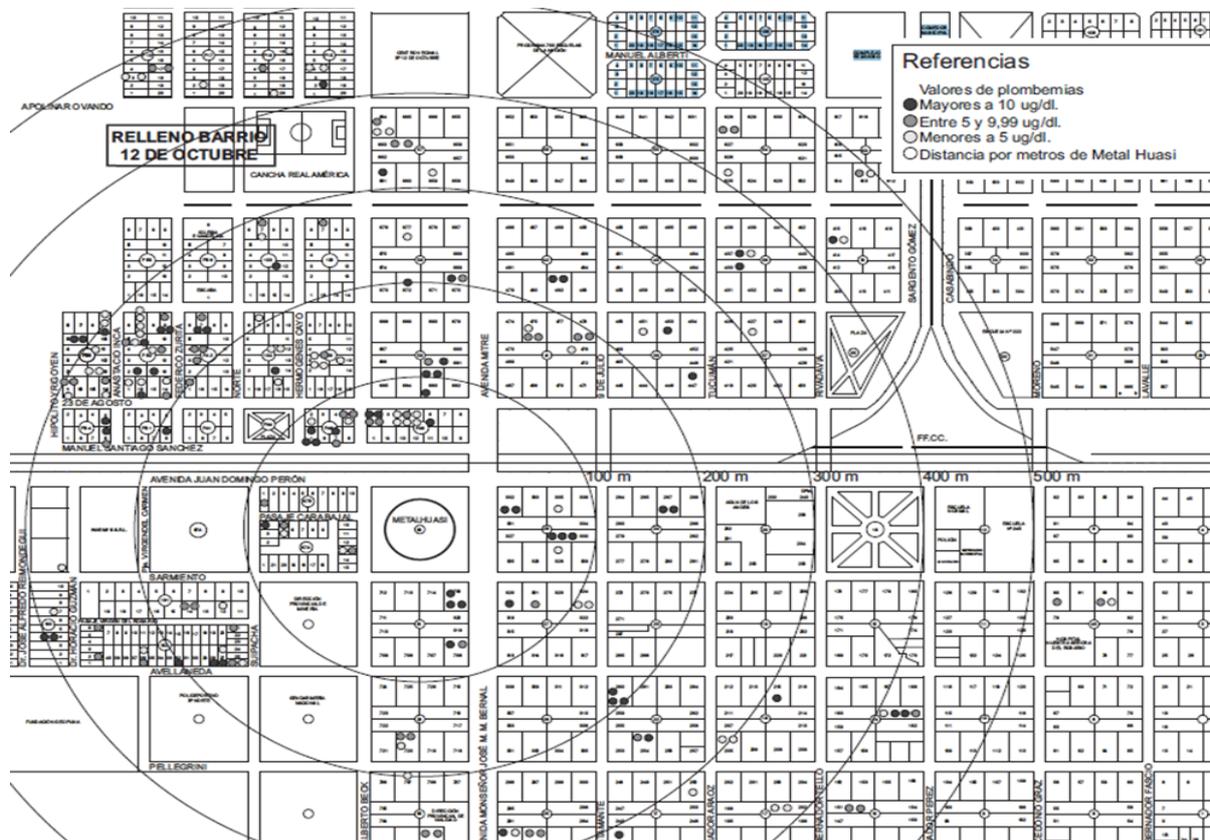


Figura 1. Ubicación de las casas de los niños evaluados de acuerdo a la concentración de nivel de plomo en la sangre

anticoagulante, por venopunción. La temperatura de almacenamiento y de traslado de las muestras fue de 4° C. Se realizó el análisis de plumbemia mediante la técnica de Espectrofotometría de Absorción Atómica-atomización electrotérmica con un equipo Varian con corrección zhemán. La recuperación del método analítico fue de 92%. El límite de cuantificación es 1 µg / dL y el límite de detección es 0,7, µg/ dL.

Los datos fueron ingresados a una base de Excel y procesados con el paquete estadístico SPSS v. 12.0, se calcularon las medias y porcentajes según correspondían, se usó el chi cuadrado y la prueba exacta de Fisher para evaluar la asociación entre la presencia de intoxicación plúmbica y las otras variables medidas, se calculó el OR con su intervalo de confianza al 95%. Se consideró un p<0,05 como significativo [10-11].

**Resultados**

Las plumbemias se determinaron en un total de 234 niños, de los cuales, el 28% tenían valores mayores de 10 µg / dL. Además se observa que la media disminuye con la edad (Tabla1).

Tabla 1. Niveles de plomo en sangre de los niños evaluados en Abra Pampa

Grupo de edad	Plomo en sangre (µg / dL) Media (desviación estandar)	n	% de niños de acuerdo a los niveles de plomo en sangre (µg / dL)			
			< 5	5 - 9	10 - 19	> 20
< de 6 años	9,28 ± 4,96	8	-	75	12.5	1
6 a 10 años	9.04 ± 4.32	163	15	52	31	2
> 10 años	7.57 ± 4.02	63	32	47	19	2
Significancia	P = 0,008; α = 0,05					

Se analizaron también las plumbemias en función del sexo no observándose diferencias significativas entre ellos (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de plomo en sangre según el sexo de los niños evaluados en Abra Pampa

Género	n	Plomo en sangre (µg / dL) Media (desviación estandar)	% de niños de acuerdo a los niveles de plomo en sangre (µg / dL)		
			< 5	5 - 9	> 10
Mujeres	131	8,43 ± 3,92	22,1	52,9	25
Varones	103	8,87 ± 4,71	13,6	53,4	33

Con el fin de definir la fuente de exposición, los hogares de niños fueron localizados en función de la distancia a la fundición.

Los resultados registrados en la Tabla 3 mostraron que 93 de los 234 niños que viven entre 100-200 metros de Metal Huasi tenían las máximas concentración de plomo en sangre cuantificadas (máximo 15,80 µg / dL).

Tabla 3. Concentraciones de plomo en sangre de los niños evaluados en Abra Pampa según la distancia de los hogares a Metal

Distancia a la fundición (en metros)	Plomo en sangre (µg / dL) Media (desviación estandar)	n	% de los niños de acuerdo a los niveles de plomo en sangre (µg / dL)			
			< 5	5 - 9	10 - 19	> 20
100	9,62 ± 4,48	52	19.6	37.2	41.2	1.9
200	9,71 ± 6,09	42	12	59.5	19	9.5
300	8,88 ± 3,59	75	16	51	33	0
400	8,18 ± 3,46	21	19	57	24	0
500	6,36 ± 2,19	16	25	62.5	12.5	0
Mayor de 500	6,32 ± 2,32	28	32	61	7	0

El estudio estadístico muestra que hubo diferencias en los niveles de plomo en sangre de acuerdo con la distancia desde el centro contaminante. [F (2,231) = (9,674, p = 0,001)]

Después de llevar a cabo la prueba a posteriori de Tukey, se observó que había diferencias entre los niños que viven dentro de un área de 0 a 200 metros del principal centro contaminante y aquellos que viven en un radio de más de 500 metros de metal Huasi (p = 0,0001). Además, había diferencias entre los niños que viven en un radio de 201 y 400 metros, y los que viven en un radio de más de 401 metros (p = 0,005). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los niveles de plomo encontrados en los niños que viven dentro de un radio de 0 a 200 metros y los que viven en un radio de 201 a 400 metros del principal centro contaminante (Figura 1).

Considerando la escoria en el barrio 12 de octubre, los resultados no mostraron ninguna correlación entre los niveles de plomo en la sangre y la distancia a la misma. Por consiguiente, se puede afirmar que el punto de contaminante principal es Metal Huasi

### Discusión

Los resultados de Abra Pampa sugieren que a menor edad el niño está más expuesto al plomo. Esto tiene que ver con factores como el hábito de pica, las conductas de riesgo y la costumbre de jugar en el suelo contaminado. Nuestros datos coinciden con las investigaciones llevadas a cabo en México [12].

Se compararon los niveles de plomo en sangre en niños y niñas (Tabla 2). Los resultados mostraron diferencias no estadísticamente significativas entre sexos. Teniendo en cuenta que sí se observó diferencias en otros escenarios [2] la falta de diferencia en Abra Pampa puede explicarse postulando una ruta común de exposición para los niños y niñas, es decir, el suelo / polvo ingestión / inhalación.

En investigaciones internacionales se determinó el impacto que el Plomo tiene sobre el desarrollo neuromadurativo de los niños, hallándose un efecto negativo en el desarrollo mental de los niños que tienen concentraciones de plomo en sangre sustancialmente por debajo de la norma de 10 µg / dL, lo que sugiere la necesidad de una normativa más estricta [13]. Es así como investigaciones sobre Salud Infantil plantean que debe considerarse el nivel seguro del Plomo en sangre menor a 10µg/dL.

La exposición crónica a pequeñas dosis de Plomo está asociada a efectos subclínicos tales como hipertensión, daño en la función renal, disfunciones cognitivas y trastornos en la reproducción. Estos efectos adversos están asociados a plumbemias superiores a 5 µg / dL [14]. Por los numerosos trabajos que acreditan que la exposición a concentraciones menores a 10µg/dl de plomo en sangre causa daño en la población y en particular la población infantil [15] se consideró como valor de preocupación para los niños de Abra Pampa los valores superiores a 5 µg / dL, concluyendo que el 81% de los niños evaluados está en riesgo.

En cuanto a las vías de exposición, la Tabla 2 muestra que los niños más pequeños tenían niveles más altos de plomo en sangre, por lo que, se estableció que la ingestión y la inhalación de polvo del suelo son las vías más importantes de exposición de la zona. Por lo tanto, la eliminación de la escoria y la remediación del suelo deben ser los objetivos del programa de reducción de riesgo en Abra Pampa. Además, se está diseñando un programa educativo para la Prevención de intoxicaciones y por otra parte es necesario diseñar investigaciones que permitan medir el efecto adverso del Plomo en el desarrollo neuromadurativo de estos niños [16-17-18].

### Bibliografía

1. Vargas N, Tschambler J, Wierna N, Avila N, Farias S, Díaz Barriga F, Bovi Mitre G (2007) Estudio de niveles de Plomo en Suelos de la localidad de Abra Pampa, Jujuy. Libro de Resúmenes del XV Congreso Argentino de Toxicología 49 p.

2. Aguilar Valdez J, Mas Bermejo P, Romero Placeres M, García Roche R, Sardiñas Peña O, Orris P (2003) Niveles de plomo en sangre y factores Asociados en Niños de municipio de Centro Habana. Rev. Cubana Hig Epidemiol 41 (2).
3. CDC- US Centers for Disease Control (1991) Preventing lead poisoning in young children. US Department of Health and Services Atlanta.
4. Canfield R L, Henderson CR Jr, Cory-Slechta, D.A, Cox C, Jusko,TA, Lanphear BP. (2003) Deterioro intelectual en niños con concentraciones de plomo en la sangre por debajo de 10 microgramos por decilitro. N. Engl J Med. 348:1517-1526.
5. CDC- US Centers for Disease Control (2007) Interpreting and a Managing Blood Lead level µg/dl in Children and reducing Childhood Exposures to Lead. 56 (RR08) 1-14.
6. Contreras M, Valenzuela R (2004) La medición de la talla y el peso. Guía Para El personal de la Salud del cebador Nivel de Atención: INS.
7. Grupo de Trabajo de la OMS. "Uso e interpretación de indicadores antropométricos del estado nutricional" World Health Organ Bull 1986: 64 (6) 929-41.
8. Narváez, G, Narváez X (2001) Nueva Visión y perspectivas. Laboratorio de evaluaciones morfofuncionales LABEMORE, Quito Ecuador
9. Kageyama ML, Sanin-Aguirre LH, Romieu I (1997) Manual de muestreo poblacional. Aplicaciones en Salud Ambiental. México, DF: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. 42-43.
10. Martínez-González MA, Sánchez Villegas A, López del Burgo C (2006) Introducción a los Modelos multivariantes, Bioestadística Amigable Cap 12:685-750.
11. Ortiz Z, ME; Esandi, Bartman M (2004) Módulo de Epidemiología Básica y Vigilancia de la Salud.
12. Azcona MI, Rothenberg SJ, L Schnaas, M Romero, Perroni E. "Niveles de plomo en sangre en Niños de 8 a 10 Años y su Relación con la Alteración en el Sistema vasomotor y del equilibrio" Apocalipsis de Salud Publ Méx 2000; 42 (4): 279-287
13. Canfield, R. (<http://ihealthbulletin.com/blog/2007/11/21/>) "Even low lead levels might harm brain function in children" Published November 21st, 2007 in Children, General Interest, Health, Health News, Health and Wellness, Kids, Life, Medical News, Medicine, Mental Health, Parents, Popular.
14. Kosnet M, Wedeen R, Rothenberg S, Hipkins K, Materna B, Sewartz BS, Hu H, Woolf A (2007) Recommendations for Medical Management of Adult Lead Exposure. Environmental Health Perspect 115(3):463-471
15. Lanphear BP, Dietrich K, Auinger P, Cox C (2000) Cognitive deficits associated with blood and concentrations < 10mcg/dL in children and adolescents. Public Health Rep. 115(6):521-910
16. Stiles KM, Bellinger DC (1993) Correlatos neuropsicológicos de la exposición bajo el nivel de plomo en los niños en edad escolar: un estudio prospectivo. Neurotoxicol Teratol 15: 27 – 35
17. Wasserman GA, Liu X, Popovac D, Factor-Litvak P, Kline J, Wateraux C et al.(2000) The Yugoslavia Prospective Lead Study: contributions of prenatal and postnatal lead exposure to early intelligence. Neurotoxicol Teratol 22:811-8
18. Lidsky TI, Schneider JS (2003) Lead neurotoxicity in children: basic mechanisms and clinical correlates. Brain 126, 5-19