

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/287537985>

# Trihalometanes in drinking water in Cordoba eastern (Argentina).

Article in *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* · June 2001

---

CITATIONS

0

READS

91

1 author:



**Daniel Lerda**

Catholic University of Córdoba

60 PUBLICATIONS 692 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



CHRONIC HUMAN EXPOSURE TO MICROCYSTINS:EXPLORATION OF SPECIFIC ANTIBODIES AS BIOCHEMICAL MARKERS [View project](#)



Are papers [View project](#)



WILKE, NATALIA<sup>1</sup>,  
DEMARCHI, MARÍA VIRGINIA<sup>2</sup>,  
LERDA, DANIEL ENRIQUE<sup>3</sup>,  
SOLÍS, VELIA MATILDE<sup>3</sup>

1. Licenciada en Química.  
Laboratorio del Observatorio Ambiental Municipal, Municipalidad de Córdoba. Laprida 851, B° Observatorio, Córdoba, Argentina.
2. Bioquímica.  
Universidad Católica de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Cátedra de Toxicología Ambiental. Campus Camino Alta Gracia km 10, 5000 Córdoba, Argentina.
3. Dres. en Bioquímica.  
Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Fisicoquímica. Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina.

ACTA

BIOQUÍMICA

CLÍNICA

LATINOAMERICANA

Vol. XXXIV, N° 4, 471-479, 2000.

Incorporada al Chemical

Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957

## Determinación electroquímica de plumbemia en niños residentes en la Ciudad de Córdoba, Argentina

### Resumen

Con el fin de evaluar la incidencia de factores ambientales en la intoxicación por plomo en una población infantil, se estudiaron muestras de sangre de 92 niños que concurren a la guardia del Hospital Infantil Municipal de la Ciudad de Córdoba. La plumbemia se determinó mediante una técnica electroquímica denominada "deposición-disolución potenciométrica con corriente constante" (PSACC) adecuada para el dosaje de trazas de cationes metálicos en matrices complejas. En este trabajo se ha utilizado un electrodo de mercurio de gota estática, lo cual ha permitido obtener resultados reproducibles utilizando un volumen reducido de muestra, menor a 500  $\mu\text{L}$ . Los resultados obtenidos por esta técnica fueron comparados con los de espectroscopía de absorción atómica con detector de llama. Seis pacientes (6,5 %) presentaron plumbemia elevada, mayor del límite impuesto por el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) ( $10 \mu\text{g dL}^{-1}$ ). Este resultado indica que un porcentaje elevado de niños está incorporando plomo presente en su ambiente.

**Palabras clave:** Plumbemia en niños \* electroanalítica \* deposición-disolución potenciométrica con corriente constante \* ecotoxicología.

### Summary

With the purpose of evaluating the incidence of environmental factors in the intoxication for lead in the infantile population, blood samples from 92 children which attended the Hospital Municipal Infantil of the City of Córdoba were studied. The lead concentration in blood was determined by means of an electrochemical technique "Potentiometric Stripping Analysis with Constant Current dissolution" (PSACC), appropriate for the determination of trace amounts of metallic cations in complex matrixes. In this work it has been used a static mercury drop electrode, which has allowed us to obtain reproducible results using a reduced volume of sample,

*smaller than 500 µL. The electroanalytical results were compared with those obtained by flame atomic absorption spectroscopy. Six patients (6,5%) presented high lead levels, above the limit imposed by the Centre of Disease Control of the United States (CDC) (10 µgdL<sup>-1</sup>). This result indicates that a high percentage of children is incorporating lead from their environments.*

**Key words:** Lead concentration in child blood \* electroanalysis \* potentiometric stripping analysis with constant current dissolution \* ecotoxicology.

## Introducción

El plomo es un metal pesado que no juega ningún papel en la fisiología normal del organismo humano, por lo que su nivel plasmático ideal debería ser cero. Debido a su extensivo uso industrial y a su alta toxicidad, las concentraciones de plomo deben ser controladas en alimentos, en muestras ambientales y en medios biológicos. Es sabido que la mejor forma de determinar el efecto de la exposición de individuos al plomo es midiendo su concentración total en sangre entera (1). Se ha encontrado una correlación directa entre la concentración media de plomo en sangre y la cantidad de éste utilizado como antidetonante en combustibles (2).

Las técnicas convencionales para la determinación de plomo en sangre a nivel de trazas, principalmente Espectroscopía de Absorción Atómica, suelen tener problemas de sensibilidad (3) además de interferencias por la presencia de materia orgánica y diversos iones. Eludir estas complicaciones implica un extenso tratamiento de la muestra, lo cual aumenta el error de la determinación y el riesgo de contaminarla.

Los mejores resultados de Espectroscopía de Absorción Atómica se obtienen utilizando como detector horno de grafito (GFAAS) para alcanzar los niveles requeridos de sensibilidad. Debido al alto costo de estos equipos, es mucho más frecuente el empleo de detectores de llama convencionales (FAAS), en cuyo caso la sensibilidad de la técnica es insuficiente y el análisis debe concentrarse mediante laboriosos procedimientos (4). Frente a estas técnicas de alto costo instrumental y operacional, la Electroanalítica es una buena opción. Dentro de las técnicas electroquímicas, la

Deposición-disolución Potenciométrica con Corriente Constante (PSACC) es una metodología útil para la determinación rápida, precisa y sensible de trazas de cationes metálicos en fluidos biológicos. Contrariamente a lo que ocurre con las técnicas voltamétricas comunes, la PSACC puede aplicarse con un tratamiento mínimo de las muestras, ya que no interfieren significativamente el oxígeno disuelto ni la materia orgánica, usualmente presentes en muestras de sangre no mineralizadas. D. Jagner y col. (5) utilizaron esta metodología para el control de la plumbemia en niños. Estos autores compararon sus resultados con los obtenidos con Espectrometría de Masas con Plasma Inducido (ICP-MS) y GFAAS, encontrando resultados concordantes entre las tres metodologías mencionadas.

Con respecto a los efectos tóxicos del plomo pueden mencionarse el deterioro de la capacidad intelectual, cambios en la conducta, bloqueo de la hematopoyesis, toxicidad renal, neuropatía periférica y menor desarrollo corporal. Esto se manifiesta principalmente en la población pediátrica, ya que por una parte, los niños presentan una mayor capacidad de absorción de plomo por las distintas vías de ingreso al organismo, y por otra, sus efectos son más deletéreos en organismos que están en desarrollo. La exposición intrauterina y temprana al plomo en dosis bajas interfiere en el crecimiento del niño en el primer año de vida. Las concentraciones de plomo inciden negativamente en la altura y circunferencia torácica (6) como también en la audición (7). La nutrición del niño es un factor significativo de riesgo. La dieta rica en grasa, pobre en calcio (8) o hierro (9), aumentarían la absorción intestinal de plomo.



En consideración a la magnitud del problema, en EE.UU. se han utilizado desde hace una década métodos de rastreo para la detección de niños con plumbemia elevada, como la mejor manera de determinar la exposición al plomo. Fue muy difícil adoptar un criterio en relación con la plumbemia máxima que debería tolerarse en niños. El Centro para el Control de las Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos estableció como valores de referencia en el año 1960, 60  $\mu\text{gDL}^{-1}$ ; 30  $\mu\text{gDL}^{-1}$  en el año 1970; 25  $\mu\text{gDL}^{-1}$  en 1985 y por último 10  $\mu\text{gDL}^{-1}$  en 1990. Los valores fueron variando a medida que mejoraban las metodologías de análisis de la plumbemia y se detectaban efectos adversos a concentraciones consideradas de referencia.

El daño neurológico en los niños ha sido descrito por varios autores (10-13). Por otra parte Neeldman y Gatsonis (14) revisaron distintos trabajos de los últimos años y encontraron que niños expuestos a dosis bajas de plomo están asociados a una disminución en el coeficiente intelectual. La Agencia para las Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSRD) de EE.UU. concluye que los síntomas de neurotoxicidad de plomo se manifiestan a partir de concentraciones entre 10 y 15  $\mu\text{gDL}^{-1}$ .

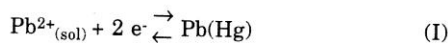
El propósito de los programas de rastreo es identificar en forma precoz a los niños expuestos al plomo de modo de prevenir las consecuencias de su toxicidad. Los programas de rastreo son diferentes a los métodos de diagnóstico, ya que se efectúan en sujetos asintomáticos. Además, se efectúa un manejo ambiental de los casos, investigando las fuentes probables de plomo para luego aplicar medidas destinadas a controlar la exposición.

El propósito de este trabajo es realizar un estudio al azar sobre la plumbemia de niños que concurren al Hospital Infantil Municipal de la Ciudad de Córdoba, que nos permita hacer aportes para establecer el grado de exposición al plomo de la comunidad infantil, utilizando una metodología confiable, de bajo costo instrumental y que requiere volúmenes reducidos de muestra. La técnica utilizada es PSACC sobre un electrodo de mercurio de gota estática. La técnica fue controlada mediante un análisis comparativo con los resultados obtenidos por absorción atómica con detector de llama (la metodología más difundida en nuestro medio) según la técnica descrita en (4).

## Materiales y métodos

### LA TÉCNICA DE PSACC

Consta básicamente de dos etapas, la primera es de preconcentración y se basa en la reducción electrolítica a potencial constante del analito conjuntamente con el catión  $\text{Hg}^{+2}$ , formándose una amalgama de plomo  $\text{Pb}(\text{Hg})$  sobre la superficie de una gota de mercurio, según la siguiente reacción:



La cantidad de plomo depositado en la amalgama será proporcional a la concentración de éste en la muestra y al tiempo de electrolisis.

Durante la segunda etapa ocurre la disolución del  $\text{Pb}$  amalgamado, el cual es reoxidado por una corriente eléctrica constante cuyo valor, del orden de los microamperios, se ajusta según la concentración de la muestra. La ecuación (I) en sentido inverso, describe el proceso que ocurre durante esta segunda etapa. Simultáneamente, se registra la variación del potencial del electrodo de trabajo (respecto al del electrodo de referencia) en función del tiempo. Una vez que el potencial del electrodo de trabajo alcanza el valor correspondiente a la oxidación del  $\text{Pb}$ , dicho potencial se mantiene relativamente constante hasta la disolución completa del plomo en la amalgama, hecho que queda evidenciado por una rápida variación del potencial. Se determina el tiempo transcurrido desde el comienzo del proceso de disolución hasta el agotamiento del plomo amalgamado, el cual es proporcional a la concentración de  $\text{Pb}(\text{Hg})$  (3). El registro directo obtenido es la variación del potencial con el tiempo, observado para un valor constante de la corriente de reducción. El programa de cálculo (incluido en el equipo) permite un procesamiento de la curva directa para obtener información más precisa, calculando la velocidad de la variación del potencial con el tiempo e informando la recíproca de dicha variación,  $dt/dE$ , en función del potencial. Los gráficos presentan picos a valores de potencial característicos para cada analito. El área debajo de los picos es directamente proporcional a la concentración del analito en la amalgama, la cual a su vez responde linealmente a la concentración de dicha especie en solución, siem-

pre que se establezcan adecuadamente las condiciones de pre-concentración y la corriente de disolución.

Las curvas de trabajo consisten en gráficos del área obtenida en función de la concentración de soluciones estándar de  $Pb(NO_3)_2$ .

Se llevó a cabo un análisis de las condiciones experimentales más adecuadas para obtener resultados reproducibles y llevar a un mínimo los volúmenes de muestra.

#### INSTRUMENTAL

Se utilizaron los siguientes electrodos:

- Electrodo de trabajo: gota de mercurio estática, de  $0,0025 \text{ cm}^2$  de área, modelo VA 663 Methrom (Suiza). Los electrodos de mercurio de gota estática tienen la ventaja de permitir una renovación rápida de la superficie, con áreas altamente reproducibles.
- Electrodo de referencia:  $Ag/AgCl/Cl^- 3M$
- Electrodo auxiliar: barra de carbono vítreo de mayor área que la del electrodo de trabajo.

Se utilizó una celda electroquímica convencional para tres electrodos provista por el fabricante del equipo, y construida con vidrio libre de plomo. Todo el material de vidrio utilizado fue exhaustivamente limpiado con solución sulfonítrica y mantenido hasta su utilización en una solución diluida de ácido nítrico para prevenir la contaminación por plomo.

La instrumentación utilizada consistió en un analizador electroquímico modelo Autolab (Eco-Chemie, Utrecht, Holanda) equipado con un potencióstato PSTAT 20 y con sistema computarizado (programa GPS 4.3) para generación de funciones y registro de datos, pertenecientes al Laboratorio Ambiental de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba.

#### REACTIVOS

Todos fueron de grado analítico y diluidos con agua ultrapura, sistema Labconco (18 Mohms). Se prepararon las siguientes soluciones:

[A] solución para la digestión de la muestra :  $HCl 1M + Hg^{2+} 10^{-4} M$ ; [B] soluciones

patrón de catión plomo, por dilución a partir de un estándar comercial de  $Pb(NO_3)_2$ . Se emplearon micropipetas PIPETMAN-PIPETMAN y P-1000.

#### MUESTRAS DE SANGRE

Las muestras de sangre de un total de 92 niños menores de 18 años fueron proporcionadas por el Hospital Infantil Municipal de la Ciudad de Córdoba (Argentina), junto con los datos de una ficha personal de cada niño con el fin de poder correlacionar el lugar de residencia y ocupación de los padres, con el plomo hallado en sangre. Fueron obtenidas por punción del pulpejo del dedo y punción venosa, recolectadas en tubos Ependorf heparinizados. La utilización de uno u otro método de extracción está supeditada a los requerimientos de análisis de interés clínico, y en ningún caso extrajo a un mismo paciente por ambas técnicas. No fue posible por lo tanto hacer comparaciones entre ellas. La Tabla I muestra la distribución por edad y sexo de los niños investigados.

Para el control de la técnica electroquímica se analizaron muestras de sangre de adultos obtenidas por punción venosa. La plumbemia conocida, gentilmente proporcionada por el Laboratorio de Análisis Clínico de un Hospital de nuestro medio. La metodología de análisis utilizada en dicho laboratorio fue FAAS.

#### TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

La cantidad de muestra fue determinada por pesada ya que es una medida precisa que el volumen.

La sangre entera ( $300 \mu L$ ) se diluye en la solución [A] en una relación sangre/solución [A] = 0,05. El  $Hg^{2+}$  es agregado al fin de desplazar el plomo unido a los aminoácidos en las proteínas de la sangre; esto rompe las membranas celulares, desnaturaliza las proteínas y, al disminuir el pH, disminuye la capacidad quelante de los grupos carboxilos de las proteínas. Este tratamiento debe realizarse como mínimo dos horas antes de comenzar las medicaciones electroquímicas. Inmediatamente antes de comenzar el análisis se diluye la solución anterior (sangre + solución [A]) con agua ultra purificada hasta duplicar el volumen.

**TABLA 1.**  
**DISTRIBUCIÓN POR EDAD Y SEXO DE LOS NIÑOS**  
**INVESTIGADOS EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA.**

Edad (años)	Sexo		Total
	M	F	
menor 1	5	2	7
1 - 2	3	3	6
3 - 4	7	4	11
5 - 6	5	9	14
7 - 8	3	4	7
9 - 10	5	7	12
11 - 12	8	9	17
13 - 14	9	5	14
15 - 18	4	-	4
Total	49	43	92

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el test "t" de Student para comparación entre grupos y el coeficiente de correlación de Pearson para establecer correlaciones entre variables.

### Resultados

La figura 1a es un gráfico típico de la variación del potencial con el tiempo, durante la etapa de disolución para una muestra de sangre diluida en la solución de trabajo. La figura 1b muestra la recíproca de la variación del potencial con el tiempo en función del potencial. Este gráfico es obtenido mediante una computadora personal a partir de los datos de la primera figura. El área debajo del pico es el dato analítico a procesar. En este caso, la concentración de catión plomo en la solución de la celda fue de 5 µgdL<sup>-1</sup>.

La figura 2 muestra una curva de trabajo típica para la determinación de la plumbemia por PSACC con el método de adición de estándares. Se representa el área del pico en función de la concentración de plomo para una muestra real de sangre. En este caso particular, la plumbemia fue de 2,50 ± 0,09 µgdL<sup>-1</sup>. Como puede observarse, se obtiene una muy buena recta, con un coeficiente de correlación lineal de 0,99836. Los parámetros de esta curva de trabajo permiten evaluar una incerteza de 0,09 a partir de propagación de errores, una sensibilidad de 0,00224 s dL µg<sup>-1</sup> y un límite de detección

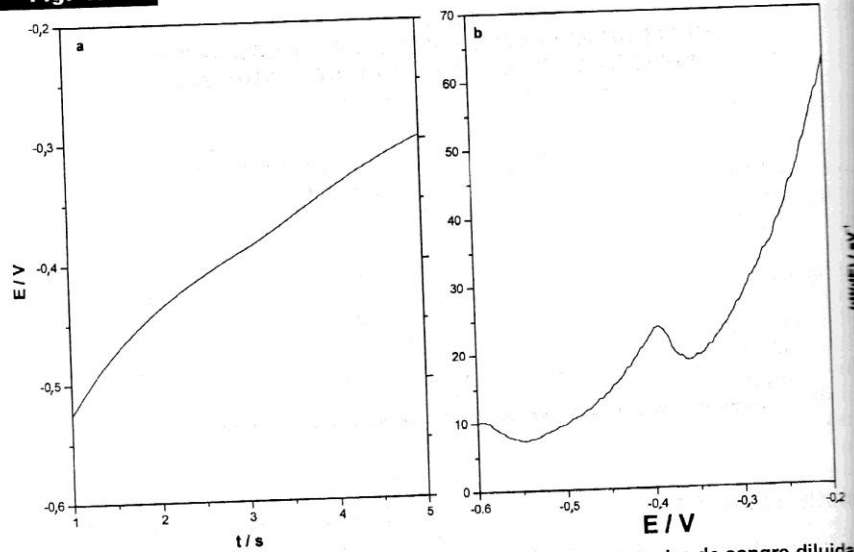
de 0,27 µgdL<sup>-1</sup> calculado como tres veces la incerteza.

Con el objeto de controlar la técnica de PSACC se procesaron muestras de plumbemia previamente determinada mediante FAAS, gentilmente provistas y analizadas por el Laboratorio de Análisis Clínicos de un hospital de la Ciudad de Córdoba. En la figura 3 se muestra el cotejo de los resultados obtenidos por ambas técnicas. Puede observarse un buen nivel de correlación, aunque la pendiente del gráfico es 1,3. Cabe destacar que para estándares de sangre, por ejemplo BIO-RAD Lyphochek, número de lote 73042 (nivel 2), no se informa un único valor de concentración de plomo sino 26,2 µgdL<sup>-1</sup> si la metodología es GFAAS, y 29,8 µgdL<sup>-1</sup> si se cuantifica mediante una técnica electroquímica. La diferencia entre ambos valores estaría indicando que las diferencias encontradas entre nuestra metodología y FAAS son razonables.

De los 92 niños estudiados, 49 eran del sexo masculino y 43 del sexo femenino. La concentración promedio de plomo en sangre fue de 4,1 ± 0,4 µgdL<sup>-1</sup>, el promedio de los valores en los niños fue de 3,7 ± 0,4 µgdL<sup>-1</sup> y en las niñas 4,6 ± 0,8 µgdL<sup>-1</sup>. La edad no mostró ninguna correlación con los niveles de plomo (r = 0,10, P < 0,35). En la figura 4 se muestra la distribución porcentual según la plumbemia de los niños. Las concentraciones de plomo se mantienen bajas en todas las edades. Al comparar el promedio de ambos sexos no hubo diferencias estadís-

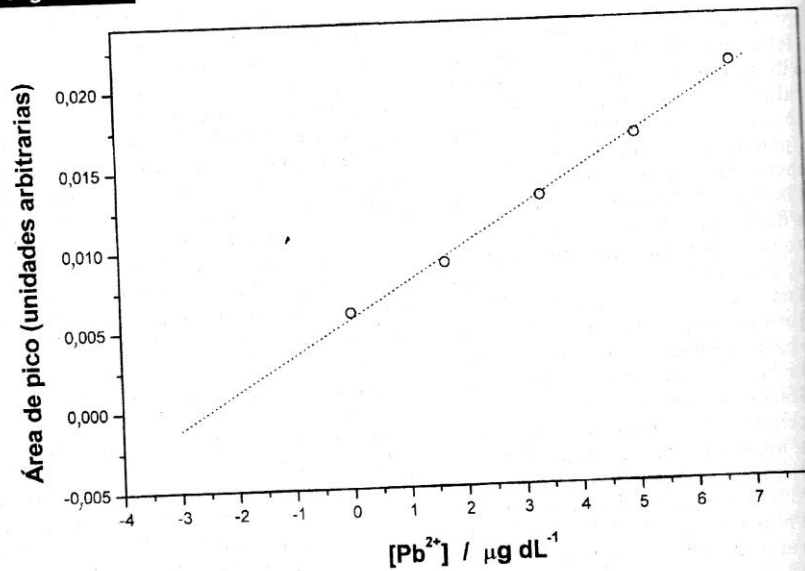


**Fig. 1.**



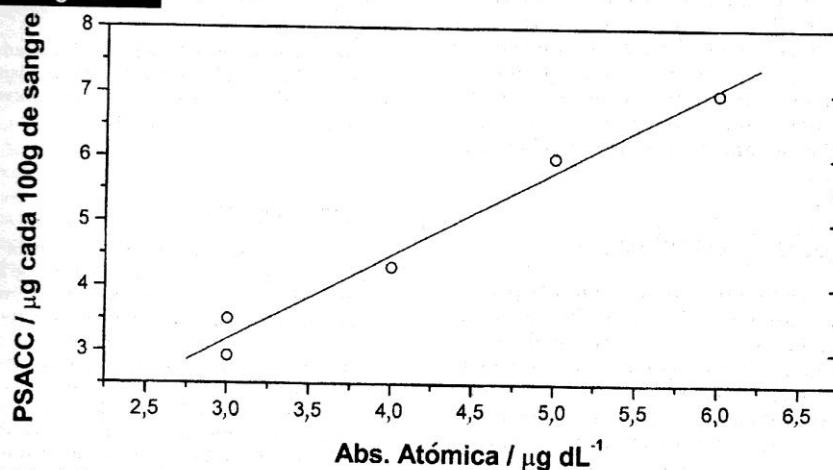
Señal experimental típica durante la etapa de disolución para una muestra de sangre diluida en solución de trabajo. Figura 1a: gráfico tipo de la variación del potencial con el tiempo; figura 1b: gráfico tipo de la variación del potencial con el tiempo en función del potencial. Este gráfico es el obtenido por derivación de la figura 1a.

**Fig. 2.**



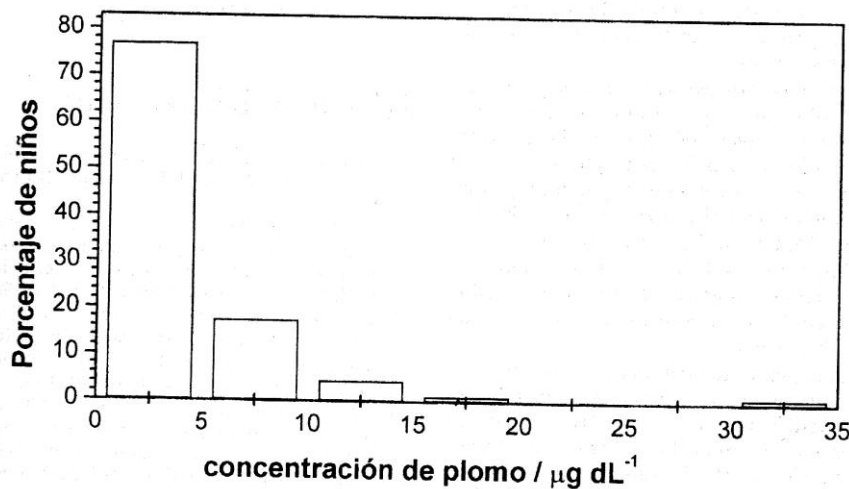
Curva de trabajo típica para la determinación de la plumbemia por PSACC con el método de estándares. Área del pico en función de la concentración de plomo para una muestra de sangre. Plumbemia:  $2,50 \pm 0,09 \mu\text{g dL}^{-1}$ . Coeficiente de correlación lineal: 0,99836.

**Fig. 3.**



Cotejo de los resultados obtenidos por PSACC y por FAAS utilizando muestras de sangre de adultos.

**Fig. 4.**



Distribución porcentual de los niveles de plomo en niños.

ticamente significativas ( $t = 0,97$ ;  $P < 0,33$ ) correspondiendo los niveles más altos a los del sexo femenino. La concentración promedio del plomo más alta, se encontró en el grupo que corresponde a las edades de 7-8 años.

Ochenta y seis (93,48% del total) de los niños tuvieron una concentración de plomo menor a  $10 \mu\text{g dL}^{-1}$  y en 6 de ellos, (6,52% del total) la plumbemia sobrepasó

los  $10 \mu\text{g dL}^{-1}$ , señalados como límite de riesgo por el CDC de acuerdo con el criterio de 1990. En este último grupo las edades estuvieron comprendidas entre los 5 y los 14 años. Estos resultados fueron informados al personal del Hospital Infantil, pero no se realizaron controles posteriores.

Hansen y col (15), en el primer trabajo realizado en esta ciudad con niños de distintos centros asistenciales hallaron que el



26,7% de los niños presentaba plumbemia mayor a  $10 \mu\text{gDL}^{-1}$ . Las diferencias observadas con estos resultados podrían deberse a que estos autores trabajaron con una población infantil proveniente de áreas suburbanas ambientalmente más expuestas que la población infantil estudiada en el presente trabajo.

## Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que PSACC es una técnica rápida y confiable para la cuantificación de plomo en sangre, aplicable a niños ya que solamente se requieren  $300 \mu\text{L}$  de muestra. Este volumen garantiza que, dado el volumen de la celda electroquímica y el rango de contenidos de plomo usualmente esperados en este tipo de muestras, el factor de dilución estará de acuerdo con el límite de detección alcanzado. La técnica presenta la ventaja adicional del bajo costo instrumental, aunque la utilización del método requiere que el analista posea conocimientos básicos de Electroquímica.

Las concentraciones elevadas de plomo son más peligrosas en los niños en gestación y hasta tres años de edad. Estos deberían tener, por lo tanto, prioridad en los programas de rastreo. Se recomienda que el programa esté incluido en el control del Niño Sano.

En EE.UU. se ha estimado que aproximadamente el 4% de los niños tienen concentraciones sanguíneas de plomo elevadas. En Argentina la magnitud del problema no ha sido estimada.

En el presente estudio los niveles promedio de plomo en sangre de los niños fue de  $4,08 \mu\text{gDL}^{-1}$  mientras que otros investigadores encontraron valores medios ligeramente superiores (15), lo que podría atribuirse a diferencias en las poblaciones estudiadas. Es necesario por lo tanto llevar adelante un estudio zonal que permita correlacionar los contenidos sanguíneos de plomo con las características ambientales de cada zona, por ejemplo, con los contenidos de plomo en el particulado atmosférico.

La cantidad de niños con nivel de plomo en sangre por encima de  $10 \mu\text{gDL}^{-1}$  (6,52.% del total) tomados al azar, nos está indicando que el problema existe y que se debe hacer un seguimiento para detectar posibles daños en estos niños.

## CORRESPONDENCIA

Dra. Velia M. Solís,  
Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Electroquímica, Pabellón Argentina, Ciudad Universitaria, 5000 Córdoba, Argentina.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a la Secretaría de Extensión de la Universidad Nacional de Córdoba por la beca otorgada a NW; a las Universidades Católica y Nacional de Córdoba por financiar parte de los costos, a las autoridades y profesionales del Hospital Municipal de la Municipalidad de Córdoba por el apoyo desinteresado este trabajo no hubiera sido posible; al Laboratorio Ambiental de la Municipalidad de la Ciudad de Córdoba por el equipamiento y parte de los costos; al Dr. Darío Sbarato por alentar este trabajo y facilitar lo necesario para su concreción, y al Dr. Raúl Capra por su inapreciable colaboración en la concreción de este trabajo.

## Referencias bibliográficas

1. *Guías para la calidad del agua potable* - Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza. 1995.
2. CENTERS FOR DISEASE CONTROL (CDC). "Prevalence of lead poisoning in young children: a national trend report by the Centers for Disease Control and Prevention, EEUU." *CDC Report* 99: 2230-2232, 1994.
3. JAGNER, D.; JOSEFSON, M.; WESTERLUND, L. and ARÉN, K. "Determination of lead in micro amounts of whole blood by stripping potentiometry". *Anal. Chem.* 53:1406-1410, 1981.
4. ZINTERHOFER, L.J.M.; JATLOW, P.I. and FERRARO, A. "A polarographic method for the determination of a small amount of lead in biological materials". *J. Lab. Clin. Med.* 78: 65-68, 1971.
5. JAGNER, D.; RENMAN, L. and WANG, Y. "Simultaneous determination of cadmium and lead in whole blood and in serum by computerized stripping analysis". *Electrochim. Acta*, 6: 285-291, 1994.
6. SCHWARTZ, J.; ANGLE, C. and PUCHER, E. "Relationship between childhood blood lead levels and stature". *Pediatrics*. 77: 281-288, 1986.
7. SCHWARTZ, J. and OTTO, D. *Blood lead levels, learning thresholds and neurobehavioral development in NHANES II children and young adults*: Health Effects Research Laboratory, USEPA, EEUU, 1986.

8. MAHAFFEY, K.R. "Nutritional factors in lead poisoning". *Nutr. Rev.* **39**: 353-362, 1981.
9. MAHAFFEY, K.R.; ANNEST, J.L. and ROBERTS, J. "National estimates of blood lead levels. United States 1976-1980: association with selected demographic and socioeconomic factors". *N Engl. J. Med.* **307**: 573-579, 1982.
10. MONERIEFT, A. A. KEUMIDES, O. P.; and Clayton, E. "Lead poisoning in children". *Am. J. Dis. Child.* **39**:1-13, 1964.
11. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). *Case studies in environmental Medicine: lead toxicity*. Atlanta, EEUU, 1990.
12. DAVID, O.; CLARK, J. and VOELLER, K. "Lead and hyperactivity". *Lancet.* **2**: 900-903, 1972.
13. VEGA FRANCO, L.; HERNANDEZ, R. A. y MEZA CAMACHO, C. "Niveles de plomo en sangre de niños residentes en la ciudad de México, D.F.". *Salud Pública Mex.* **17**: 337-342, 1975.
14. NEELDMAN, H. L. and GATSONIS, C. A. "Low level lead exposure and the IQ of children". *JAMA.* **263**: 673-678, 1990.
15. HANSEN, C.; BUUTELER, R.; PROCOPOVICH, E.; PAGAN, G.; DIAZ, B.; MEZZANO, M.; BRITOS, S. y FULGINITTI, S. "Niveles de plomo en sangre en niños de la ciudad de Córdoba". *Medicina*, **59**: 167-170, 1999.