

María del Carmen Blanco  
Nilda Amiotti  
Silvana Díaz  
Martín Espósito

La Lic. MSc. Blanco y los doctores Amiotti y Espósito son docentes del Departamento de Agronomía; la Lic. Díaz es docente del Departamento de Geología.  
Contacto: [mcblanco@criba.edu.ar](mailto:mcblanco@criba.edu.ar)

# Arsénico en aguas del sudoeste bonaerense: del medio ambiente al ser humano

El arsénico en las matrices ambientales genera impactos transferibles a la salud humana y al espacio social y productivo.

**E**l sudoeste bonaerense constituye la expresión marginal de la llanura Chaco-Pampeana ( $>1 \times 10^6$  km<sup>2</sup>), destacada por una importante producción agroindustrial. El desarrollo en algunas zonas estaría limitado a causa de la presencia de elevadas concentraciones de arsénico (As), flúor (F) y otros oligoelementos como boro, vanadio, selenio y molibdeno, en aguas freáticas o superficiales las que, sin tratamiento, resultan inadecuadas para el consumo humano, del ganado y el riego.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Environmental Protection Agency (EPA) los valores guía son  $<10 \mu\text{g L}^{-1}$  para el As y  $<1.5 \text{mg L}^{-1}$  para el F. En Argentina, hasta finalizar los estudios epidemiológicos, se extendió la vigencia del máximo ( $50 \mu\text{g L}^{-1}$ ) propuesto en el Código Alimentario Argentino (CAA) para el arsénico. El consumo prolongado de aguas con alto contenido de As puede conducir al desarrollo de Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE) con síntomas como pigmentación oscura de la piel y cáncer en tejidos blandos, entre muchos otros. En Argentina, el primer caso se reconoció en 1913 en la localidad de Bell Ville (Córdoba).

Paulatinamente, se corroboraron concentraciones de As en exceso en otras zonas en las que el agua subterránea es un recurso fundamental. Al presente, las provincias más afectadas son Chaco, Salta, Córdoba, Santiago del Estero, La Pampa, Tucumán y Buenos Aires. Según Bundschuh *et al.* (2008), la población en riesgo ( $2 \times 10^6$  personas) puede ser urbana, periurbana y rural. Generalmente, esta última no tiene posibilidades de tratar el agua para disminuir los valores de As o acceder a fuentes alternativas de buena calidad. Las concentraciones de As y F frecuentemente se correlacionan, por ende, el HACRE puede asociarse a la fluorosis dental o esquelética.

Actualmente, aunque existe un importante caudal informativo, se requiere mayor conocimiento respecto de la distribución del As y el F y sus consecuencias sobre el ganado, los cultivos, los alimentos producidos y, por ende, en la salud. En la región semiárida bonaerense, la demanda de agua subterránea para uso humano, las producciones pecuarias y el riego se incrementó durante las intensas sequías recientes. Consecuentemente, se ampliaron las áreas con riesgo potencial de desarrollar patologías asociadas

al consumo prolongado de aguas con concentraciones de As excesivo, con y sin F.

A pesar de la difusión del problema, algunos pobladores y sectores de la comunidad científica no le otorgan la debida importancia, argumentando que no se han observado casos de HACRE en el sur bonaerense.

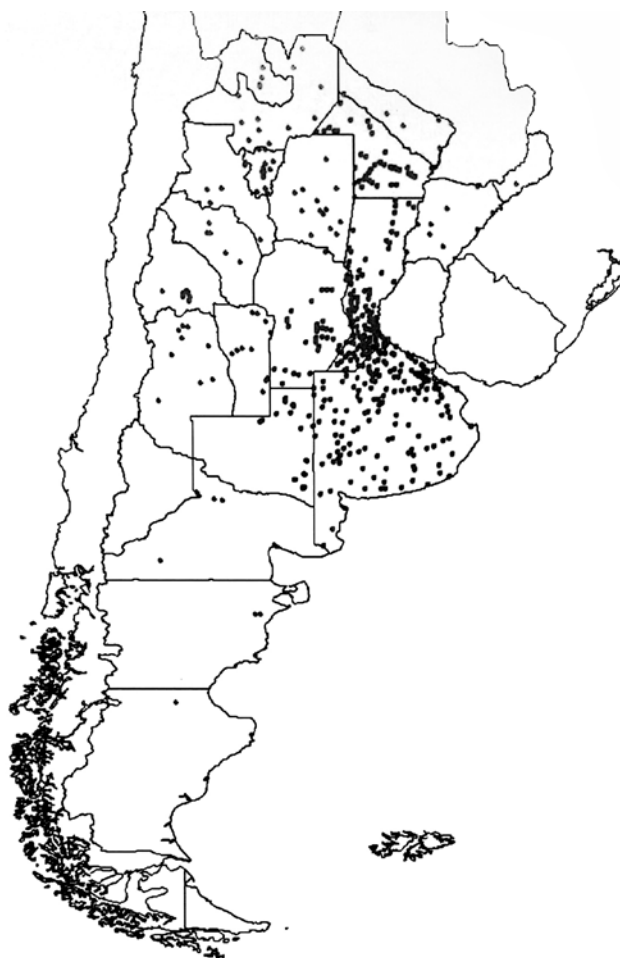
Sin embargo, en localidades adyacentes a Bahía Blanca se han identificado pacientes con manifestaciones pre-clínicas (As en orina) que constituyen un indicador temprano del riesgo potencial de desarrollar síntomas vinculados a la calidad del agua. El Ministerio de Salud (2004) generó un mapa de hidroarsenicismo (Fig. 1) al que, con el avance de las investigaciones, se incorporarán nuevas localidades afectadas.

### Contenido y origen del As en los acuíferos freáticos del sur pampeano

La expansión de la As-toxicidad obedece a la interacción agua-suelos-sedimentos, por ende, es necesario comprender los mecanismos de incorporación del As al agua y de concentración hasta valores elevados en los recursos hídricos. Las precipitaciones infiltran y circulan a través de suelos loésicos y loess-derivados y se alojan en una espesa secuencia de loess eólico de la Formación Pampeano. Los suelos asociados a las planicies y a las laderas de los valles tienen en su base un horizonte petrocálcico (tosca; Ckm) cementado con  $\text{CaCO}_3$ , el que denota una paleosuperficie y un cambio hacia condiciones más áridas que las actuales en el sudoeste bonaerense.

El As es aportado al agua por constituyentes del loess como el vidrio volcánico y otros minerales portadores de origen volcánico. En la fase sólida, el contenido de As osciló entre  $6,4 \text{ mg kg}^{-1}$  (loess Pampeano; Terciario) y  $22 \text{ mg kg}^{-1}$  (loess Post-Pampeano; Holoceno), este último constituye el material parental de los suelos asociados a los planos estabilizados y cañadones (Tabla 1). En suelos de Coronel Dorrego, se determinó As en un rango de  $4,3\text{-}7,8 \text{ mg kg}^{-1}$  en la fracción arena y de  $8,9\text{-}29,8 \text{ mg kg}^{-1}$  en la fracción arcilla.

El elevado valor de As en el acuífero freático se asocia a: i) contenidos de As normales o ligeramente superiores en loess o sedimentos loess derivados, ii) contenido similar, más bajo o más alto de vidrio volcánico en su fase sólida y, en algunas zonas, iii) la presencia de capas de ceniza volcánica. Esta agrupación responde a la selección de partículas durante el transporte. En el sur bonaerense, no se han identificado espesos niveles de cenizas y las litologías de Ventania no contribuyen a la contaminación por As. La hidrólisis de los minerales, la alcalinidad, la química del carbonato, el



**Figura 1.** Zonas con elevadas concentraciones de As ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) en las aguas subterráneas.

Fuente: Mapa elaborado en base a datos de Obras Sanitarias de la Nación, 1942; Trelles, 1970; Gavarotto, 1984; Schulz, Castro y Mariño, 1998 y suministrados por la Administración provincial del Agua del gobierno de la provincia del Chaco, 2000-2003. Romina Plastina (2004).

potencial de oxidación y la evaporación en zonas semiáridas y áridas controlan su concentración en los recursos hídricos.

### Características hidroquímicas y concentración de As

Los relevamientos de la calidad hidroquímica en acuíferos de Bahía Blanca y Coronel Dorrego, han detectado las zonas de mayor riesgo y la estación del año con concentraciones de As más elevadas y, por ende, de mayor peligrosidad para el consumo. En la zona de recarga, el valor de As fue aceptable ( $<50 \mu\text{g L}^{-1}$ ) y no tuvo variabilidad estacional. Hacia la descarga en la costa Atlántica o en depresiones continentales, la variabilidad estacional es marcada y la concentración

**Tabla 1.** Contenidos de As en suelos, sedimentos y aguas freáticas hospedadas en el acuífero Pampeano de la región pampeana sur.

Área estudiada	Profundidad a la capa de agua (m)	As (mg kg <sup>-1</sup> ) suelos y sedimentos	As (µg L <sup>-1</sup> ) aguas freáticas	pH	Tipificación hidroquímica	Paisaje	Materiales parentales-sedimentos	Clima
Sur Pcia. de Buenos Aires	1->30	6,4-22 (total) 8,9-29,8 (fracción fina)	10-130	6,1- >8.4	Na-HCO <sub>3</sub>	Planicie disectada por actividad aluvial	Loess y loess retrabajado por actividad aluvial	Templado semiárido
Norte Pcia. de La Pampa	5.5 -140	8-37 (total)	< 4- 5300	6,9-8,6	Na-HCO <sub>3</sub> Na-SO <sub>4</sub>	Depresiones, planicie, terrazas, dunas	Loess y sedimentos loessoides	Templado semiárido a subhúmedo

de As resultó siempre elevada. En áreas costeras de Bahía Blanca, el valor de As limitó la calidad del agua para uso humano en un 80-90% de las muestras del acuífero freático (50 y 302 µg L<sup>-1</sup>) y superficiales (10 y 130 µg L<sup>-1</sup>). En zonas de Coronel Dorrego, se registró entre 30 µg L<sup>-1</sup> (estación húmeda) y 180 µg L<sup>-1</sup> (estación seca) de As. Los niveles elevados se hallaron en aguas bicarbonatadas sódicas y sulfatadas sódicas, desde neutras hasta muy alcalinas. El acuífero termal profundo arrojó valores de concentración de As aceptables. La concentración máxima (5300 µg L<sup>-1</sup>) se ha detectado en aguas freáticas de La Pampa.

En la fracción fina de los suelos y sedimentos, los óxidos e hidróxidos de Fe y Al adsorben As y otros oligoelementos sobre su superficie. Por el contrario, los elevados pH en aguas sódicas o bien determinados por la disolución del CaCO<sub>3</sub> contribuyen a la desorción y a la acumulación de As hasta niveles no adecuados, principalmente en los acuíferos freáticos donde los procesos evaporativos refuerzan su concentración durante la estación seca.

### Concentraciones excesivas de As en el agua e impacto en la producción de alimentos

El ser humano también puede estar expuesto a través de la ingestión de alimentos con elevados niveles de arsénico incorporados a raíz de: i) desarrollo de producciones ganaderas en las que se aplica agua de bebida animal contaminada, ii) producción de cultivos irrigados con aguas arsenicales, o bien, iii) procesos

de cocción utilizando aguas con una concentración de As > 50 µg L<sup>-1</sup>. Se han reportado correlaciones positivas entre las concentraciones de As en las leches y en el agua utilizada para bebida animal y producción de forrajes aunque, hasta el presente, los valores hallados para las leches no representaron un riesgo para el consumo humano. Por otra parte, en cultivos de arroz irrigados con aguas con altos niveles de As, el contenido total de As en el grano fue elevado y correspondería a formas orgánicas menos tóxicas. Asimismo, se han informado síntomas de toxicidad en plantas de soja irrigadas con aguas con elevada concentración de As, no obstante, este no se acumularía en los granos pues las plántulas mueren antes a causa del estrés oxidativo.

### Consideraciones finales

Estos resultados ratifican que el mayor riesgo para la salud humana deriva del uso -por extensos períodos- de agua de bebida con un nivel de As no aceptable (>10 µg L<sup>-1</sup> OMS; >50 µg L<sup>-1</sup> CAA). Sin embargo, el consumo de alimentos procedentes de producciones agrícolas, ganaderas y hortícolas desarrolladas aplicando aguas arsenotóxicas incrementaría la ingesta diaria de As, el que se adicionaría al aportado por el agua. Con ello, se vería incrementado el riesgo potencial de adquirir a largo plazo patologías derivadas de la presencia de As y otros oligoelementos asociados (flúor y/o vanadio). Estos impactos inciden en los aspectos socio-productivos y es recomendable su consideración en la planificación del desarrollo regional.

## Bibliografía

Bundschuh, J., Nicolli, H. B., Blanco, M. del C., Blarasin, M., Farías, S. S., Cumbal, L., Cornejo, L., Acarapi, J., Lienqueo, H., Arenas, M., Guérèquiz, R., Bhattacharya, P., García, M. E., Quintanilla, J., Deschamps, E., Viola, Z., Castro de Esparza, M. L., Rodríguez, J., Pérez Carrera, A. & Fernández Cirelli, A. Distribución de arsénico en la región sudamericana. En: J. Bundschuh, A. Pérez Carrera & M. I. Litter (Eds.), Distribución del arsénico en las regiones Ibérica e Iberoamericana (p. 137-186). Argentina: CYTED.

Bustingorri, C., Balestrasse, K & Lavado, R. S. (2015). Effects of high arsenic and fluoride soil concentrations on soybean plants. *Phyton*, 87, 407-416.

Díaz, S. L., Espósito, M. E., Blanco, M. del C., Amiotti, N.M., Schmidt, E. S., Sequeira, M. E., Paoloni, J. D. & Nicolli, H. B. (2016). Control factors of the spatial distribution of arsenic and other associated elements in loess soils and waters of the southern Pampa (Argentina). *Catena*, 140, 205-216.

Ministerio de Salud, Presidencia de la Nación. Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico. Módulo de Capacitación para Atención Primaria. Programa Nacional de Prevención y Control de las Intoxicaciones. Recuperado de: [www.msal.gob.ar](http://www.msal.gob.ar)

Pérez Carrera, A. & Fernández Cirelli, A. (2004). Niveles de arsénico y flúor en agua de bebida animal en establecimientos de producción lechera (Pcia. de Córdoba, Argentina). *InVet.*, 6 (1), 51-59.

Quintero, C., Panozzo, A., Beffani, M. R. & Boschetti, G. (2016). Manejo del riego y fertilización con fósforo y zinc para disminuir la concentración de As en arroz. Actas del XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 27 de junio – 1 de julio. Río Cuarto. Recuperado de [www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/repositorio/978-987-688-173-9.pdf](http://www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/repositorio/978-987-688-173-9.pdf).



Consignataria

**EDGARDO VITTORI S.A.**

Hacienda | Remates Feria | Remates por internet | Campos

[www.edgardovittori.com.ar](http://www.edgardovittori.com.ar)



Colaboración de **María Ester Mandolesi / Marcelo Sagardoy**