



## EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LAS PROVINCIAS DE CÓRDOBA Y SANTA FE

S. Garnero<sup>(1)</sup>, A.E. Andreatta<sup>(1,2)</sup>, J. Garnero<sup>(1)</sup>, A. Arposio<sup>(1)</sup>, R. Marlatto<sup>(1)</sup>, E. Yafar<sup>(1)</sup>, F. Luengo<sup>(1)</sup>, M. Rovero<sup>(1)</sup>, E. Carrillo<sup>(1)</sup>, V. Caporalli<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Fac. Reg. San Fco. Av. de la Univ. 501, San Francisco, Cba, Argentina.

<sup>2</sup> IDTQ- Grupo Vinculado PLAPIQUI – CONICET- FCEFyN – Universidad Nacional de Córdoba, X5016GCA, Av. Vélez Sarsfield 1611, Córdoba, Argentina.

E-mail: garnerosu@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Actualmente existen varios sectores de la provincia de Córdoba y Santa Fe en los cuales se realizan perforaciones para encontrar aguas subterráneas. Éstas, se destinan a diversas utilidades; principalmente al consumo animal, en menor medida se destina al riego y en algunos casos se la utiliza para el consumo humano.

La ganadería representa una porción importante dentro de la actividad de sector. El área en estudio se encuentra emplazada en las cuencas lecheras ubicadas en el Noreste (NE) de la provincia de Córdoba y Noroeste (NO) de la provincia de Santa Fe, por lo cual se pueden encontrar varios tambos distribuidos. No menos importante es la actividad agrícola, donde las condiciones climáticas y la calidad del suelo hacen que este sector sea apto para todo tipo cualquier tipo de cultivo. Por otra parte, existen algunos asentamientos en los cuales no llega el agua corriente, por lo que el agua de extracción subterránea es la que se emplea para el uso doméstico e inclusive para el consumo humano. Luego de un análisis estadístico se pudo determinar que todas las muestras analizadas no cumplen con la normativa del Código Alimentario Argentino (CAA) (<http://www.anmat.gov.ar>, 2012) para ser agua potable. Estudios previos de aguas subterráneas fueron encontrados en la Argentina en la provincia de Buenos Aires (Costa *et al.*, 2002; Galindo *et al.*, 2007); en la Región Chaco-Pampeana (Nicolli *et al.*, 2012) y en provincia de La Pampa (Smedley *et al.*, 2002).

### MÉTODOS

Con el objetivo de investigar la calidad del agua subterránea, se extrajeron 50 muestras representativas de diferentes sectores de la región mencionada entre mayo y noviembre de 2013. La procedencia de cada muestra fue identificada mediante coordenadas geográficas (GPS). Se procedió a la determinación analítica de los parámetros por duplicado. Se emplearon métodos fisicoquímicos para: color, turbidez, sedimentos, pH, conductividad, dureza, alcalinidad total, cloruros, sulfatos y sólidos totales disueltos y mediante

espectrofotometría para el contenido de nitratos, nitritos, amonio, arsénico y fluoruros según metodología reportada (APHA; *et al.*, 1992).

El nitrógeno en el agua se puede encontrar en cuatro formas diferentes: nitrógeno orgánico (presente en proteínas vegetales, animales y excretas), nitrógeno amoniacal (generado por procesos metabólicos, agropecuarios e industriales), compuestos en forma de nitritos y compuestos en forma de nitratos. La descomposición por microorganismos transforma fácilmente el material nitrogenado orgánico en amoniacal. En la naturaleza, y en presencia de oxígeno, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitrato y éste, rápidamente, en nitrato, que es la forma más oxidada que se encuentra el nitrógeno en el agua. El amoníaco es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales.

El arsénico puede encontrarse en el agua en forma natural y a veces en concentraciones muy altas, debido a su presencia en la corteza terrestre, por procesos de erosión ó vulcanismo ó debido a descargas industriales.

El flúor, como elemento, puede encontrarse en los gases volcánicos, en las rocas sedimentarias ó en las rocas ígneas. Por lo tanto, los compuestos de flúor se hallan generalmente, en cantidad mayor en aguas subterráneas que en superficiales.

El hierro ocurre de manera natural en acuíferos pero los niveles de aguas subterráneas pueden aumentar por disolución de rocas ferrosas.

### RESULTADOS

En las Figuras 1-5 se puede observar la incidencia de la profundidad del pozo con la concentración de nitratos, nitritos, amonio, arsénico, hierro y fluoruros. La línea horizontal, corresponde al límite máximo tolerable mientras que para el fluoruro las dos líneas corresponden al límite inferior y superior establecido para el agua potable por el CAA. De las muestras analizadas, la mayoría corresponde a profundidades de 20 m (28 %) mientras que las restantes corresponden a 25 m (14 %); 50 m (18 %); 80 m (10 %) y superior a 110 m (8 %).

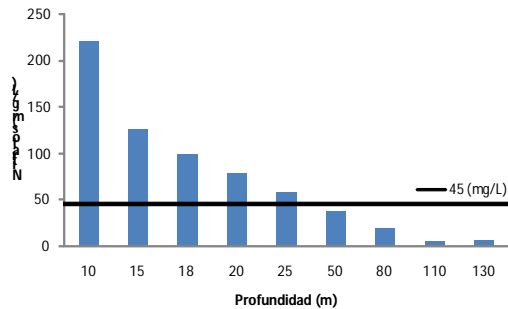


Figura 1. Concentración de nitratos (mg/L) en función de la profundidad de los pozos analizados.

La Figura 1, muestra que la concentración de nitratos tiene una tendencia exponencial negativa con la profundidad del pozo. Se encuentra menor cantidad de nitratos en las aguas subterráneas de los pozos de mayor profundidad. La concentración de nitritos, amonio, arsénico, hierro y fluoruros no presentan una marcada tendencia en función de la profundidad del pozo (Figuras 2-5). La concentración de arsénico, hierro y fluoruros se debe a un origen de formación geológico por lo que lo concentración es diferente de una profundidad a otra.

La Figura 2, muestra que todas las muestras analizadas superan el límite permitido por el CAA en el contenido de nitritos mientras que la Figura 3, sólo las muestras de 110 m de profundidad (3 muestras) están dentro de los límites permitidos de amonio. Solo las muestras de 130 m de la Figura 4 (una muestra) de profundidad se encuentran dentro de los límites tolerables en arsénico y de fluoruros (Figura 5). Como también se observa en la Figura 5, muchas de las muestras se encuentran dentro de los límites permitidos por el CAA en el contenido de Hierro.

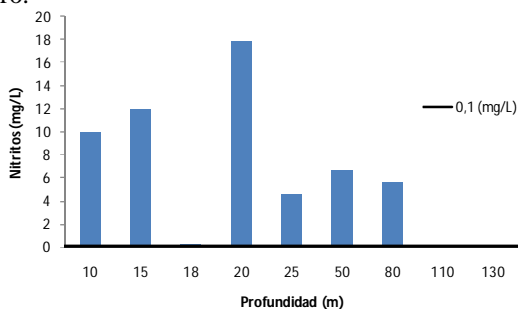


Figura 2. Concentración de nitritos (mg/L) en función de la profundidad de los pozos analizados.

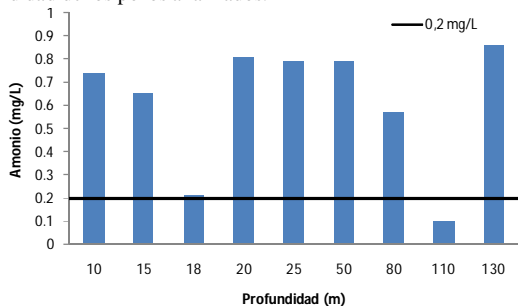


Figura 3. Concentración de amonio (mg/L) en función de la profundidad de los pozos analizados.

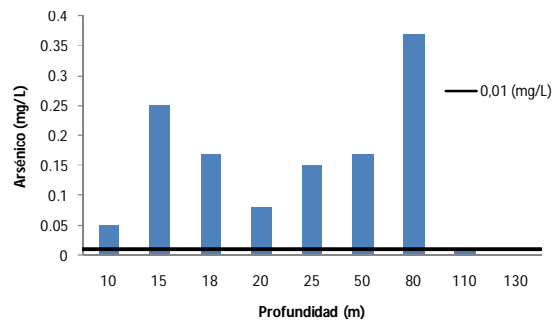


Figura 4. Concentración de arsénico (mg/L) en función de la profundidad de los pozos analizados.

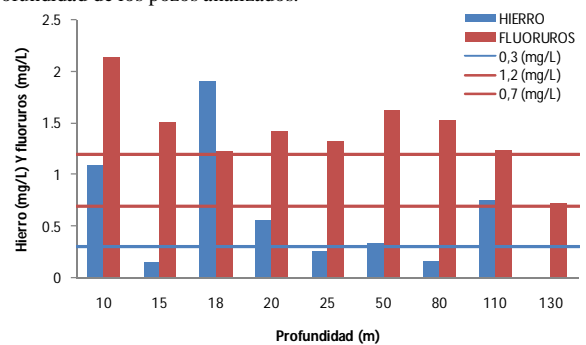


Figura 5. Concentración de hierro y fluoruros (mg/L) en función de la profundidad de los pozos analizados.

## CONCLUSIONES

Se pudieron encontrar que las mejores condiciones en nitratos se encuentran a mayor profundidad de pozo. La presencia de arsénico, hierro y fluoruros se debe a un proceso geológico y por lo tanto sus valores son dispares entre un pozo y otro. De las 50 muestras aquí analizadas se pudo observar que ninguna cumple con los requisitos de ser agua potable. La mayoría de ellas supera los límites máximos para potabilidad de aguas establecidos en CAA con respecto a los parámetros investigados.

Para consumo animal al igual que para consumo humano, su aceptabilidad queda excluida, mientras que para riego se necesita investigar otros parámetros a los fines de aplicar diversos índices que definen la calidad de riego.

## REFERENCIAS

- APHA.; AWWA; and WPCF, *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*, 17ª Edición. , Díaz de Santos S.A., Madrid (1992).
- Costa, J.L., Massone, H., Martínez, D., Suero, E.E., Vidal, C.M. and Bedmar, F., *Agricultural Water Management*, **57**, 33-47 (2002).
- Galindo, G., Sainato, C., Dapeña, C., Fernández-Turiel, J.L., Gimeno, D., Pomposiello, M.C. and Panarello, H.O., *Journal of South American Earth Sciences*, **23**, 336-345 (2007).
- <http://www.anmat.gov.ar>, *Código Alimentario Argentino, Capítulo XII: Bebidas hídricas, agua y agua gasificada*, Argentina (2012).
- Nicolli, H.B., Bundschuh, J., Blanco, M.d.C., Tujchneider, O.C., Panarello, H.O., Dapeña, C. and Rusansky, J.E., *Science of The Total Environment*, **429**, 36-56 (2012).
- Smedley, P.L., Nicolli, H.B., Macdonald, D.M.J., Barros, A.J. and Tullio, J.O., *Applied Geochemistry*, **17**, 259-284 (2002).