

## ARSÉNICO, FLÚOR Y NITRATO EN AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA CONSUMO HUMANO. VALLE ANTINACO–LOS COLORADOS, LA RIOJA, ARGENTINA.

Miguel, Roberto Esteban<sup>1</sup>; Gonzalez Ribot, Joaquín Víctor<sup>1</sup>; Martínez, Marcela Lorena<sup>2</sup>; Poveda, Eugenia<sup>2</sup>; Turne, Daniel<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>EEA Chilecito, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, La Rioja, Argentina.

<sup>2</sup>LAC, Universidad Nacional de Chilecito, La Rioja, Argentina

<sup>3</sup>NIFTA, UNLP-CONICET, La Plata, Buenos Aires

Ruta de la Producción Km 7,5, Tilimuquí, Chilecito, La Rioja. 03825 42-0105; miguel.roberto@inta.gob.ar

### Introducción

En el Valle Central Antinaco–Los Colorados (en adelante VICALC) se desarrolla una intensa explotación del agua subterránea para satisfacer múltiples usos, como agrícola, ganadero, industrial y consumo humano. Si bien la calidad de agua para riego ha sido ampliamente estudiada, la calidad química en relación al consumo humano –en referencia a elementos y compuestos peligrosos para la salud humana como el Arsénico, Flúor y Nitrato– se ha documentado parcialmente. El objetivo del trabajo fue analizar la presencia de Arsénico, Flúor y Nitrato en muestras de agua subterránea del VICALC.

### Materiales y Métodos

Se efectuó una caracterización hidrogeológica del sistema acuífero en el VICALC citando los principales antecedentes que permiten conocer el modelo conceptual de funcionamiento. En enero de 2016 se tomaron 68 muestras de agua subterránea en pozos profundos y someros utilizados para usos múltiples correspondientes a la red de monitoreo INTA EEA Chilecito. La conservación de la muestra y posterior análisis en laboratorio de Arsénico, Flúor y Nitrato se efectuó de acuerdo a normas APHA-AWWA. De los 68 pozos muestreados, 60 corresponden a pozos profundos que captan el recurso hídrico de diferentes capas del sistema acuífero (hasta 250 metros de profundidad) en tanto que los ocho restantes pertenecen a pozos cavados a pico y pala. Estos últimos se localizan “en los bajos” –hacia el centro Este y Sur del valle– y sólo captan la capa superior del acuífero. Debido a que la mayoría de los pozos captan una mezcla de agua de diferentes capas y no de un único nivel acuífero se consideró inapropiado efectuar mapas de isoconcentraciones de elementos ya que ello conllevaría a un error conceptual en la interpretación de los datos. Por lo tanto, se optó por efectuar tres mapas de distribución –uno para cada analito determinado– donde cada pozo fue representado en función de los niveles máximos y mínimos permisibles del Código Alimentario Argentino (en adelante C.A.A.) y recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (en adelante O.M.S.).

### Evaluación de resultados

A fin de comprender el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico del VICALC a continuación se efectúa una breve caracterización. El valle se desarrolla sobre una fosa tectónica generada por el ascenso de grandes bloques del basamento cristalino (Sierras de Famatina y Sierras de Velasco) cuya depresión se rellenó con sedimentos aluviales terciarios y cuaternarios. A lo largo de milenios, los materiales han almacenado importantes volúmenes de agua debido al cierre del flujo subterráneo al Sur del valle por la presencia de una falla de contención a la altura de la Formación Los Colorados (Peña, 1969). El complejo sistema acuífero explotado en el valle se desarrolla en sedimentos cuaternarios con

profundidades entre 300 y 500 m donde los niveles inferiores están conectados con los superiores con materiales altamente permeables conformando así un acuífero multicapa (Sosis, 1971). La recarga del acuífero proviene de las escasas precipitaciones en el valle y de los aportes de ríos y quebradas que infiltran sus caudales al abandonar el sistema serrano en los conos aluviales. Otra importante fuente de recarga proviene de una compleja red de diacclas existentes en las Sierras de Famatina y Velasco. Como recarga artificial, se considera que los retornos de riego alcanzan las capas superiores del sistema acuífero. La descarga natural del agua subterránea se produce por evapotranspiración de especies freatófitas (Morello, 1955 citado por Sosis, 1971) mientras que la descarga artificial se realiza por medio de una importante red de pozos localizados a lo largo del valle. La dirección regional del flujo subterráneo es Norte-Sur con cambios locales debido al aporte de los ríos, vertientes y quebradas desde las Sierras de Famatina y Sierras de Velasco y al abatimiento de niveles piezométricos en el área sometida a bombeo intensivo.

En la Figura 1 se presenta el mapa de distribución de Arsénico en el VICALC. Nueve muestras exhibieron concentraciones que exceden lo recomendado por la OMS ( $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ) y cuatro el límite vigente en el C.A.A ( $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ ). Se advierte que siete de los ocho pozos someros poseen concentraciones que superan lo recomendado por la O.M.S. y tres el C.A.A. por lo cual, la capa superior del sistema acuífero en el área de los bajos y hacia la zona de Vichigasta presenta problemas de calidad por este elemento.

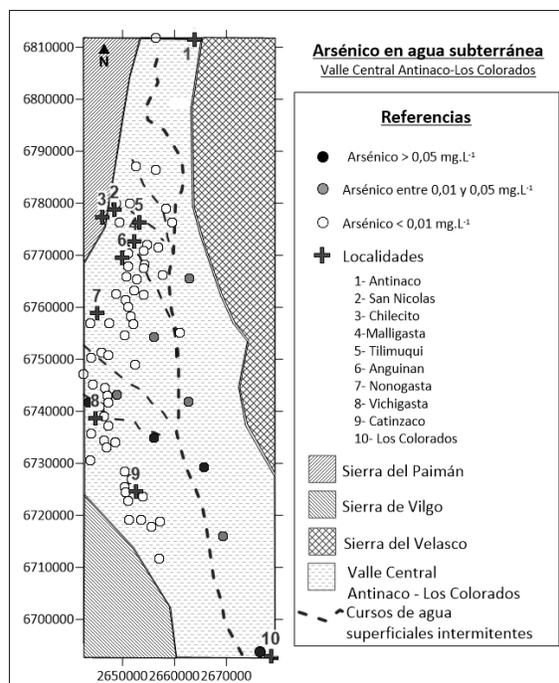


Figura 1.- Arsénico en agua subterránea del VICALC

En la Figura 2 se presenta el mapa de distribución de Flúor en el VCALC. Se hallaron un total de 22 muestras con defecto de concentración de Flúor (concentraciones menores a  $0,8 \text{ mg L}^{-1}$ ), 31 en exceso (mayores a  $1,3 \text{ mg L}^{-1}$ ) y 15 dentro de los rangos de tolerancia del C.A.A. La mayoría de las muestras con defecto se localizan hacia el centro y Norte del valle, en las localidades de Nonogasta, Anguinán, Malligasta, Tilimuqui, San Nicolás y Antinaco. En cambio, las muestras con exceso corresponden al área Sur del valle, en las localidades de Vichigasta, Catinzaco y Los Colorados, donde la población presenta síntomas de fluorosis dentaria, aunque no existen registro ni investigaciones al respecto. En estas localidades las concentraciones elevadas se presentan tanto en pozos profundos como en pozos someros. Cabe destacar que cinco de las nueve muestras con concentraciones de Arsénico superiores a lo recomendado por la O.M.S. poseen concentraciones de Flúor mayores a  $3 \text{ mg L}^{-1}$ .

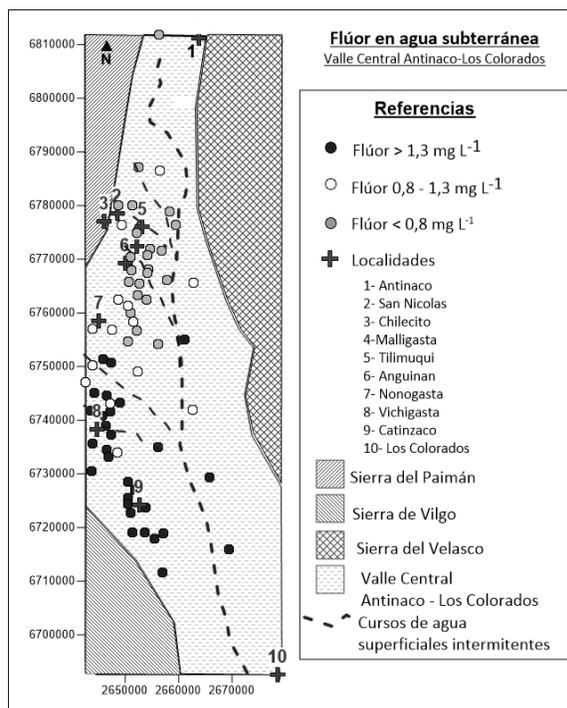


Figura 2.- Flúor en agua subterránea del VCALC

En la Figura 3, se presenta el mapa de distribución de Nitrato en el VCALC. Los resultados indican que sólo cinco muestras presentan concentraciones de Nitrato por encima de lo recomendado en el C.A.A. Sin embargo, es para destacar que las concentraciones en el área de Vichigasta y Catinzaco superan en algunos pozos los  $200 \text{ mg L}^{-1}$  existiendo registros, no contemplados en este documento, por encima de los  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  (Poblete y Guimareas, 2006 y Miguel et al., 2016). Las alteraciones por Nitrato tienen su origen en la disposición de efluentes industriales sin tratamiento en suelo y a la fertilización histórica para el desarrollo agrícola efectuada en el área junto a prácticas culturales de riego que favorecen la infiltración por debajo de la zona de raíces (Poblete y Guimareas, Op. Cit. y Miguel et al., Op. Cit.).

Del total de 68 muestras de agua subterránea, 13 y 11 muestras presentaron agua de buena calidad respecto a los límites y recomendaciones establecidos por el C.A.A. y O.M.S.; respectivamente.

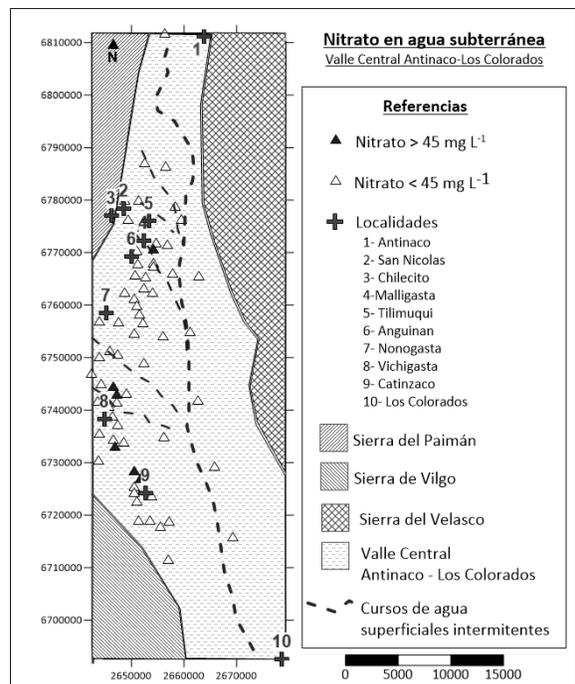


Figura 3.- Nitrato en agua subterránea del VCALC

## Conclusiones

La calidad de agua para consumo humano en el VCALC posee limitaciones por defecto o exceso de Flúor. La presencia de Arsénico se evidencia principalmente en pozos cavados que captan el agua de la capa superior del sistema acuífero. En cuanto al Nitrato, asociado a contaminación antrópica, posee una distribución relativamente puntual, aunque la situación se ha agravado en los últimos diez años.

## Recomendaciones

Es necesario continuar con el seguimiento de la calidad química del agua, en especial por Nitrato que debido a la continua carga contaminante antrópica puede transformarse en un problema en el área de Vichigasta y Catinzaco. Es necesario evaluar la incidencia en la población de los efectos del Flúor que, aunque con síntomas de fluorosis dentaria, no ha sido estudiada, o al menos no existen registros oficiales y/o publicaciones.

## Referencias

- Miguel, R.E.; Tálamo, E.; Cristos, D.S.; Gonzalez Ribot, J.V.; Chayle, L. (2016) "Análisis y evolución del proceso de salinización del sistema acuífero Antinaco Los Colorados en las Colonias de Vichigasta y Catinzaco, La Rioja, Argentina". *Actas del IX Congreso Argentino de Hidrogeología 2016*. Calidad de Agua Subterránea 304-311.
- Morello, J. (1955) "Estudios botánicos en las regiones áridas en la Argentina, II: Transpiración de los arbustos resinosos de follaje permanente del Monte". *Revista Noroeste Argentino* 1 (3) 385-524.
- Peña, E.P. (1969) "1ra Reunión Nacional para la experiencia de desarrollo cultural en La Rioja". *Anales de Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*. Tomo XXIII. 206-218.
- Poblete, M.A. y Guimaraes R.E. (2006) "Evaluación hidrogeológica de los acuíferos explotados en la cuenca Antinaco-Los Colorados". *INACRAS*. pp. 28.
- Sosic, M. (1971) "Descripción hidrogeológica del Valle de Antinaco-Los Colorados, prov. de La Rioja". Buenos Aires. *Dirección Nacional de Geología y Minería*. Boletín 123. 51 pp.