

## ASPECTOS VINCULADOS AL DESARROLLO DE GEO-ADSORBENTES PARA REMOVER FLÚOR EN AGUAS SUBTERRÁNEAS

Mariana Larraburu<sup>1\*</sup>, Maria Jose Gonzalez<sup>2</sup>, Irma Lia Botto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CEQUINOR (CONICET-CCTLaPlata-FCE-UNLP), Boulevard 120 e/61 y 64, La Plata (1900). [marianalarra@yahoo.com.ar](mailto:marianalarra@yahoo.com.ar). \*Becario CICIPBA.

<sup>2</sup>INREMI (CICIPBA-FCNyM-UNLP), 64 y 120 La Plata (1900).

### **Introducción**

En el agua de consumo el flúor, conjuntamente con el arsénico, pueden resultar especies nocivas para la salud si las respectivas concentraciones superan las indicadas por las regulaciones vigentes. La ingesta crónica de agua conteniendo flúor en concentraciones que exceden el nivel guía de 1,5 mg L<sup>-1</sup> propuesto por la OMS puede conducir a fluorosis (1).

Si bien actividades antropogénicas, introducen importantes cantidades de flúor al medio ambiente, su concentración en aguas subterráneas esta principalmente gobernada por procesos geoquímicos. Considerando que el flúor procede fundamentalmente de la cristalización magmática de silicatos fundidos, su presencia en aguas subterráneas se relaciona con la actividad volcánica (2,3).

Habitualmente el flúor presente en aguas subterráneas de la región Chaco-Pampeana se encuentra asociado a la presencia de arsénico (4). La movilidad en el acuífero así como eventuales procesos de remoción de ambos contaminantes se atribuye a procesos de interacción superficial con determinadas especies minerales, entre las que pueden citarse las arcillas y los hidróxidos metálicos (en particular Al y Fe) (5). En ambos casos, la adsorción del fluoruro ocurre a través de la formación de un complejo de esfera interna por reemplazo de los grupos OH de superficie.

Desde hace aproximadamente 10 años se viene trabajando en la eliminación de As a partir del empleo de geomateriales (6,7), habiendo observado que el proceso conduce a la disminución conjunta de flúor. En esta comunicación se reportan algunos aspectos relacionados a la disminución del contenido de flúor, evaluando el efecto del geo-adsorbente y del coagulante empleado para favorecer la etapa de sedimentación.

### **Metodología**

Los experimentos se realizaron siguiendo el método de adsorción desarrollado en nuestro laboratorio para la remoción de arsénico, empleando como geo-adsorbente un mineral de arcilla rico en Fe procedente de un depósito argentino (7). Los ensayos se llevaron a cabo en "batch" empleando un equipo Jar test a temperatura ambiente (20 ± 2°C), utilizando las variables operativas optimizadas previamente para el tratamiento del arsénico (6,7):

Relación sólido/líquido 1:10

Tamaño de partícula inferior a 1 mm

Tiempo de agitación 60 min

Velocidad de agitación 200 rpm

Tiempo de sedimentación 24 hs

Agregado de coagulante (PAC) 10 minutos antes de finalizar la agitación

El agua empleada en los ensayos con una concentración de flúor de 2,54 mg L<sup>-1</sup> fue preparada a partir de una solución patrón de NaF (1 g<sub>F</sub> L<sup>-1</sup>).

Se realizaron los siguientes ensayos para evaluar el efecto del geo-adsorbente, del coagulante y del conjunto geo-adsorbente/coagulante:

V1: geo-adsorbente/coagulante (0,386 mg<sub>Al</sub> L<sup>-1</sup>)

V2: geo-adsorbente/coagulante (0,193 mg<sub>Al</sub> L<sup>-1</sup>)

V3: geo-adsorbente

V4: coagulante (0,386 mg<sub>Al</sub> L<sup>-1</sup>)

V5: coagulante (0,193 mg<sub>Al</sub> L<sup>-1</sup>)

La determinación de F se realizó mediante la norma APHA 4500-F-E. Por otra parte, la cantidad de F removida se calculó según la relación:

$$\%Re = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Donde C<sub>i</sub> y C<sub>f</sub> son las concentraciones de flúor inicial y final respectivamente. Los ensayos se realizaron por duplicado.

Adicionalmente se tuvieron en cuenta otros parámetros que determinan la calidad del agua tratada (pH, turbidez).

## Resultados y discusión

El Grafico 1 resume los resultados obtenidos para los ensayos realizados. Resulta evidente que a diferencia de lo observado en la remoción de As, en la que el geo-adsorbente es el responsable de la remoción del elemento, en el caso del flúor el coagulante juega un rol más destacado, contribuyendo el geo-adsorbente en menor proporción.

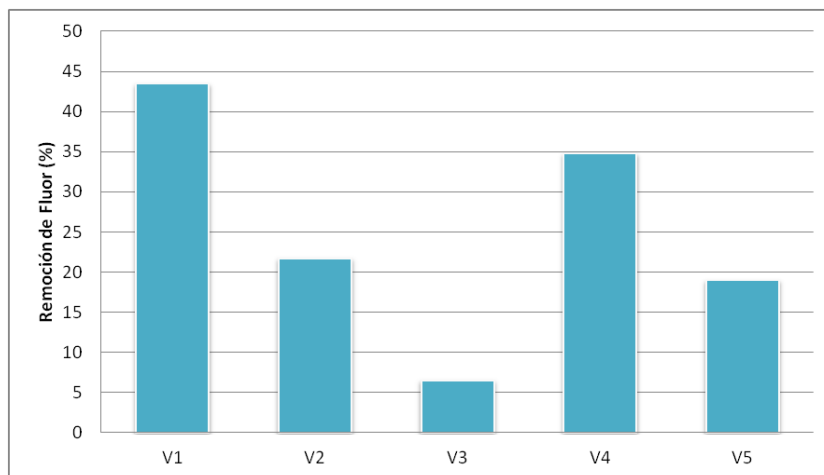


Grafico 1. Porcentaje de remoción de flúor.

Al respecto, teniendo en cuenta que en todos los ensayos la turbidez final no supera el valor límite de 3 NTU (valor original 0,33) y que el pH se mantiene en el rango 6,5-7,5, es posible destacar dos aspectos relativos a la efectividad del proceso:

1.- La composición mineralógica y química del mineral de arcilla: predominio de fases illita y pirofillita, asociadas a cuarzo y hematita altamente cristalinas, con un contenido total de hierro de ~50% expresado como Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (7). La superficie específica BET es del

orden de  $12 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ . Sin embargo, los minerales de arcilla presentan un número limitado de grupos OH superficiales, en tanto que la hematita, no resulta de por sí efectiva para la adsorción de iones  $\text{F}^-$  debido a la escasa reactividad estructural de los sitios metálicos y la baja disponibilidad de grupos Fe-OH que faciliten el intercambio OH-F (8).

2.- El coagulante genera por hidrólisis una fase coloidal rica en especies Al-OH y conduce a un hidróxido metálico de gran superficie específica (9). Las características del producto facilitan el intercambio por iones de carga similar, aunque es posible la competencia con otros oxoaniones que pudieran estar presentes en las aguas. Sin embargo y si bien el empleo de oxy-hidróxidos de Al es un proceso ampliamente difundido en la remoción de fluoruros, su costo es elevado y su dosificación debe ser rigurosamente controlada por el efecto neurotóxico del aluminio en aguas.

Se concluye que el empleo de una mezcla adecuada geo-adsorbente/coagulante, presenta potencialidad funcional, económica y ecológica en la remoción de flúor dependiendo de la calidad inicial de las aguas.

**Agradecimientos:** PICT 2011-2186 y FONARSEC 027/2013.

## Referencias

1. WHO, 2004. *Fluoride in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*.
2. Saxena, V., & Ahmed, S., 2003. *Environmental Geology*, 43(6): 731-736.
3. Hem, J., 1985. *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water* (Vol. 2254). Department Interior, US Geological Survey.p.p 286.
4. Nicolli, H. *et al.*, 2012. *Science of the Total Environment*, 429: 36-56.
5. Mohapatra, M. *et al.*, 2009. *J. Environmental Management*, 91(1): 67-77.
6. Soto E. *et al.*, 2013. *AUGMDOMOS* 5:109-119.
7. Botto, I.L. *et al.*, 2013. *J. Environmental Science and Engineering A*, 2 (12A): 744-752.
8. Teutli Sequeira, A. *et al.*, 2012. *Water, Air & Soil Pollution*, 223(1): 319-327.
9. Bhatnagar, A. *et al.*, 2011. *Chemical Engineering Journal*, 171: 811-840.