

USO DE PLANTAS ACUÁTICAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Schierano, M.C.; Laorden, F.; Aimo, C.

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rafaela.

Bv. Roca 989. Rafaela. Santa Fe. Argentina

TE: (03492) 432702. FAX: (03492) 432710

laboratorio.quimica@frra.utn.edu.ar

Palabras claves: arsénico, agua subterránea, flúor, macrófitas.

RESUMEN

La fitorremediación es la utilización de especies vegetales para extraer, asimilar y transformar ciertos contaminantes. El objetivo del presente trabajo fue estudiar a escala laboratorio, el uso de distintas plantas acuáticas para la remoción de Arsénico y Flúor del agua.

*Se seleccionaron y recolectaron tres especies flotantes de la zona: *Eichhornia crassipes*, *Salvinia herzogii*, *Pistia stratiotes*. Se utilizaron seis recipientes de 10 litros, donde se colocaron, 200 gramos de cada planta en dos recipientes. En éstos se agregaron dos muestras de agua subterránea con distintas concentraciones de analitos, por lo que cada macrófita fue estudiada con ambas aguas. En las mismas se determinaron las concentraciones iniciales de Flúor y Arsénico, y posteriormente a 1, 2, 5 y 9 días del inicio de la experiencia.*

Se obtuvo una disminución promedio en la concentración de arsénico de 22% y de flúor de 29%, en las tres especies estudiadas en ambas muestras de agua.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se observa una mayor tendencia mundial a aprovechar el recurso hídrico subterráneo, debido a la escasez y contaminación provocada en las aguas superficiales, pero en una amplia zona de nuestro país, su uso para consumo humano, se ve limitado por la calidad de los reservorios con altos contenidos de Arsénico, entre otros contaminantes.

El Arsénico (As), es un elemento de amplia distribución en la llanura chaco-pampeana con impacto sobre la salud humana y animal. En Argentina, las aguas subterráneas en las áreas afectadas presentan concentraciones de Arsénico variables, que oscilan desde valores bajos de 0,02 mg/L hasta valores elevados de 2,00 mg/L.

Existen diversas técnicas para el tratamiento del agua en general y el abatimiento del arsénico tales como coagulación-precipitación, ósmosis inversa e intercambio iónico, entre otras. En los últimos años, se han desarrollado las llamadas fitotecnologías que involucran el uso de plantas acuáticas para la remoción de elementos tóxicos del agua, siendo el principal mecanismo de captación la sorción a través de las raíces [1].

El uso de plantas acuáticas (macrófitas) para la remoción de arsénico del agua, constituiría un método efectivo, de fácil implementación y particularmente económico con posibilidad de utilización en zonas rurales dispersas, ya que en nuestro país, la población de estas áreas es la más afectada por esta problemática [2].

En cuanto a la remoción de contaminantes tales como arsénico y flúor, diversos autores han realizado experiencias utilizando macrófitas con resultados alentadores [3,4].

El jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*) es una de las especies más ensayadas, debido a sus características depuradoras y a su fácil proliferación. La macrófita *Pistia stratiotes* se ha utilizado para la remoción simultánea de metales pesados del agua,

con muy buenos resultados [5]. En cuanto a *Salvinia*, sólo dos especies han sido estudiadas, *S. natans* y *S. minima*, para la remediación de Arsénico [6].

Se ha demostrado que la eliminación de este elemento es proporcional al tiempo de exposición y a la concentración en la solución.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el uso de distintas plantas acuáticas para la remoción de Arsénico y Flúor del agua.

METODOLOGÍA

En la experiencia se utilizaron dos muestras de agua de pozo de diferentes características, una perteneciente a la ciudad de Rafaela (R) y la otra a una localidad cercana, denominada Bella Italia (BI). Se determinaron inicialmente las concentraciones de Flúor (electrodo selectivo) y Arsénico (espectrometría de absorción atómica con inyección de flujo y generación de hidruros).

Para evaluar el comportamiento de las plantas acuáticas frente a la presencia de Arsénico y Flúor, se seleccionaron y recolectaron tres especies de macrófitas flotantes existentes en lagunas cercanas a la ciudad de Santa Fe: *Eichhornia crassipes* (Ec), *Salvinia herzogii* (Sh), *Pistia stratiotes* (Ps). Una vez en el laboratorio, las plantas se lavaron, primero con agua potable y luego con destilada, para eliminar restos de residuos sólidos provenientes de la laguna. Posteriormente, se escurrieron y pesaron (200 g aproximadamente de cada especie) y a continuación se colocaron en reactores de 10 L conteniendo las aguas en estudio (Figura 1). Cada una de las especies, fue estudiada en las dos muestras de agua subterránea, para lo cual se prepararon recipientes rotulados según lo detallado en la Tabla 1. Además, para cada una de las especies, se utilizaron como blanco reactores con macrófitas donde se colocaron en agua destilada, sin Arsénico ni Flúor, para evaluar el crecimiento con un agua sin contaminantes. Los recipientes fueron colocados en un lugar iluminado con luz natural.



Figura 1. Plantas acuáticas utilizadas en la experiencia a escala laboratorio (*E. crassipes*, *P. stratiotes*, *S. herzogii*).

Tabla 1. Esquema de trabajo en la experiencia realizada con tres macrófitas y dos aguas.

Macrófita	Agua Rafaela	Agua Bella Italia
<i>Eichhornia Crassipes</i>	EcR	EcBI
<i>Salvinia herzogii</i>	ShR	ShBI
<i>Pistia stratiotes</i>	PsR	PsBI

En cada una de las especies, se evaluó la evolución de los parámetros detallados anteriormente, producto del proceso de fitorremediación llevado a cabo por las macrófitas. La efectividad en la remoción de los contaminantes se evaluó realizando en las aguas determinaciones de los parámetros en estudio a 1, 2, 5 y 9 días.

Para todos los análisis realizados se utilizó la metodología propuesta por APHA [7].

RESULTADOS

En la Tabla 2 se pueden observar las características de las aguas utilizadas en la experiencia.

Tabla 2. Determinaciones de Arsénico y Flúor en aguas de pozo utilizadas en la experiencia.

Parámetro	Agua Rafaela	Agua Bella Italia
Fluoruro (mg F/L)	0,8	1,0
Arsénico (mg As/L)	0,039	0,128

En el caso del agua de Bella Italia, las concentraciones de Arsénico y Flúor son más elevadas que en el caso del agua de Rafaela. (Tabla 2).

Las concentraciones de Fluoruro y Arsénico en agua disminuyeron en todos los casos durante el transcurso de la experiencia. De acuerdo con los valores de concentración de ambos elementos en el agua obtenidos al inicio y final de la experiencia, se calcularon los porcentajes de remoción para cada especie estudiada. En el caso de Arsénico (Figuras 2 y 3), en el agua BI, con mayor contenido de Arsénico (0,128 mg As/L), no hubo diferencias significativas en los porcentajes de eliminación para las tres plantas en estudio. En cambio, en el agua R, con menor concentración inicial (0,039 mg As/L), se lograron remociones entre aproximadamente 20 y 30 %, donde el mayor porcentaje (30,8 %) se obtuvo trabajando con *Eichhornia crassipes*.

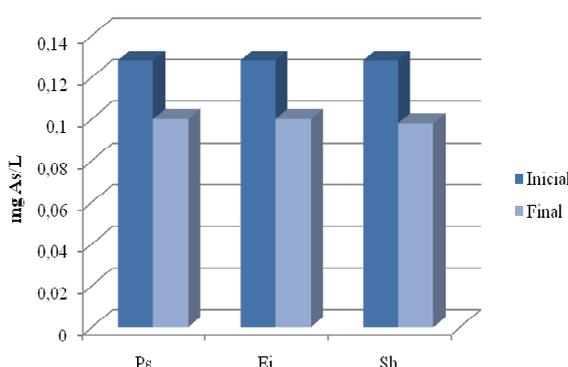


Figura 2. Concentraciones de As al inicio y final de la experiencia utilizando agua BI.

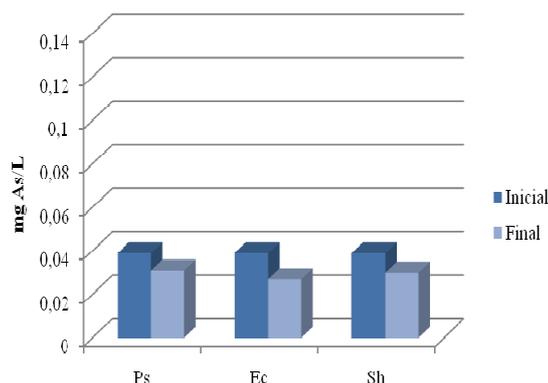


Figura 3. Concentraciones de As al inicio y final de la experiencia utilizando agua R.

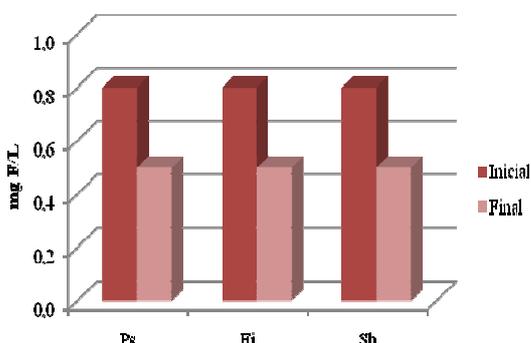


Figura 4. Concentraciones de flúor al inicio y final de la experiencia utilizando agua R.

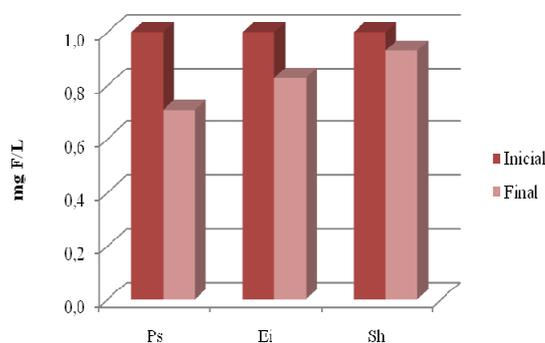


Figura 5. Concentraciones de flúor al inicio y final de la experiencia utilizando agua BI.

La eliminación de Arsénico no fue tan importante como para alcanzar valores de potabilidad aceptados por el Código Alimentario Argentino (menor a 0,01 mg As/L) [8]. En el caso del Flúor se lograron mayores remociones en el agua con menor contenido inicial del ion (Agua R). Se obtuvo una disminución promedio en la concentración de Flúor de 29 %, en las tres especies estudiadas en las dos muestras de aguas. (Figuras 4 y 5).

Habiendo transcurrido 9 días desde el inicio de la experiencia, la misma debió ser interrumpida ya que la mayoría de las plantas presentaban cambio de color en sus hojas y se comenzaba a percibir descomposición.

CONCLUSIONES

La fitorremediación es una tecnología verde basada en el uso de plantas capaces de acumular, traslocar y concentrar elementos tóxicos en sus distintas partes. Si bien existen experiencias alentadoras en cuanto al uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas con elevados contenidos de Arsénico y Flúor, se deben realizar investigaciones específicas en cada caso, teniendo en cuenta las condiciones climáticas y las especies presentes en la región en estudio.

Los sistemas estudiados han demostrado una eliminación moderada, pero no suficiente para que las concentraciones de Arsénico y Flúor alcancen los límites de potabilidad del Código Alimentario Argentino [8].

Trabajando con *E. crassipes*, *S. herzogii* y *P. stratiotes* y concentraciones de Arsénico de 0,039 y 0,128 mg/L se obtuvo una disminución promedio en la concentración del metaloide del 22 %.

En cuanto al Flúor, se lograron remociones medias del 29 %, en las tres especies estudiadas en las dos muestras de aguas, con concentraciones de 0,80 y 1,00 mg F/L. Debido a la descomposición de las plantas, en próximos ensayos se buscará mejorar las condiciones de recolección y ambientación de las mismas, previo al inicio de la experiencia.

REFERENCIAS

- [1] Maine, M. A.; Suñe, N.L.; Lagger, S.C. (2004). Chromium bioaccumulation: comparison of the capacity of two floating aquatic macrophytes. *Water Res.* 38, 1494-1501.
- [2] Vamerli, T.; Bandeira, M; Mosca, G. (2010). Field crops for phytoremediation of metal-contaminated land. A review. *Environ.Chem.lett.* 8,1-17.
- [3] Mahmud, R.; Inoue, N.; Kasajima, S.; Shaheen, R. (2008). Assesment of potential indigenous plant species for the phytoremediation of Arsenic-contaminated areas of Bangladesh. *International Journal of Phytoremediation.* 10, 119-132.
- [4] Zhang, X.; Lin, A.J.; Zhao, F.J.; Xu, G.Z.; Duan, G.L.; Zhu, Y.G. (2008). Arsenic accumulation by aquatic fern *Azolla*: comparison of arsenate uptake, especiation and efflux by *A. caroliniana* and *A. filiculoides*. *Environmental Pollution.* 156, 1149-1155.
- [5] Miretzky, P., Saralegui, A., Fernández Cirelli, A. (2006). Simultaneous heavy metal removal mechanism by dead macrophytes. *Chemosphere* 62, 247-254.
- [6] Rahman, M.A., Hasegawa, H., Ueda, K., Maki, T., Rahman, M.M. (2008). Influence of phosphate and iron ions in selective uptake of arsenic species by water fern (*Salvinia natans* L.). *Chem. Eng. J.* 145, 179–184.
- [7] APHA. (2001). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater.* 20th Edition American Public Health Assoc., N.York 1268 pp.
- [8] Código Alimentario Argentino. (2007) “Artículo 982 - (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007)”.