

**II ENCUENTRO DE
COMUNICACIÓN,
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y
EXTENSIÓN
Y
I FORO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

GAIA

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS
AMBIENTALES) - UTN – FRLR**



Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Rioja. Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales

II Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión y I Foro de Ingeniería Ambiental UTN FRLR / compilado por Vicente Calbo; coordinación general de María Cecilia Baldo - 1a ed compendiada. - La Rioja: Suyay, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-48010-0-5

1. Actas de Congresos. 2. Ingeniería. I. Calbo, Vicente, comp. II. Baldo, María Cecilia, coord. III. Título.
CDD 620.8

ISBN 978-987-48010-0-5



9 789874 801005

TRABAJOS II ECIDE y I FIA

**II ENCUENTRO DE
COMUNICACIÓN,
INVESTIGACIÓN, DOCENCIA Y
EXTENSIÓN**

Y

**I FORO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

GAIA

**(GRUPO DE ACTIVIDADES INTERDISCIPLINARIAS
AMBIENTALES) – UTN - FRLR**

PRÓLOGO

La Facultad Regional La Rioja, entre sus políticas y acciones, prioriza la participación de sus investigadores en eventos de comunicación de resultados de los proyectos de investigación y extensión, sin descartar otras actividades académicas.

Docentes investigadores, extensionistas, doctorandos y maestrandos, tienen la oportunidad y posibilidad de presentar sus ponencias localmente, en un evento de calidad y rigor evaluativo, como primeros pasos o consolidación de experiencia previa para la participación en eventos más amplios, sean nacionales o internacionales. La convocatoria es amplia y se suman las comunidades académicas de otras universidades radicadas en la provincia de La Rioja.

Quienes llevamos años en la carrera de docente investigador, sabemos por experiencia que los comienzos son difíciles, por ello, en 2017 dimos origen al Primer Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión, como evento a repetir cada dos años. Transcurrido este tiempo, y con las carreras de posgrado “Especialización en Ingeniería Ambiental” y “Maestría en Ingeniería Ambiental”, se sumó un espacio especial para los cursantes de las mismas, el Primer Foro de Ingeniería Ambiental.

Esperamos estar logrando los objetivos originalmente planteados.

Dr. Vicente Calbo
Secretario de Ciencia y Tecnología
UTN Facultad Regional La Rioja

COLUMNAS DE INTERCAMBIO IÓNICO CON ZEOLITA PARA ADSORCIÓN DE BORO

Mercado, Manuel⁽¹⁾; Baldo, Cecilia⁽¹⁾; Palazzi, Maria Luisa⁽¹⁾ y Julián, Silvia⁽¹⁾

⁽¹⁾Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA)
UTN-Facultad Regional La Rioja
e-mail: mmercadolr@gmail.com

Resumen

El Rio Bermejo aporta prácticamente todo el módulo de descarga hídrica superficial de La Rioja con unos 12 Hm³/año. Según datos del año 2005 estas aguas tienen un contenido de Boro que varía entre 2,70mg/l y 1,6mg/l, según la época del año (Datos del INA-CRASS). El Boro presente en el agua torna a este fluido como no apto para el riego de plantas sensibles y de regular aptitud para especies que resultan ser tolerantes al Boro.

El presente trabajo pretende desarrollar tecnologías efectivas y económicamente viables para mejorar la calidad química del agua con el objetivo de transformarla en utilizable para el riego de cultivos asentados en la Región I de la provincia de La Rioja.

En el desarrollo metodológico del proyecto, se realizaron dos tomas de muestras del mencionado curso de agua: uno en verano y otro en invierno y se procesaron mediante el uso de columnas de intercambio iónico usando como sustancia de captación y remoción la zeolita natural. Este mineral está caracterizado como clinoptilolita y se extrajo de las minas ubicadas en la zona adyacente a la localidad de Patquía, sin tratamiento previo. Se clasificó a la zeolita por el tamaño de grano luego de la molienda y se llenaron distintas columnas según distintas clases granulométricas. Se hizo circular el agua, en circuito cerrado, de manera de completar dos pases a velocidad constante, tomando muestras para analizar el boro remanente y compararlo con su concentración inicial.

Los resultados que se obtuvieron resultaron absolutamente discordantes con lo esperado, pues se observa un aumento en el contenido de Boro en el agua lixiviada. La causa hipotética de esos resultados sería el contenido de Boro que podría tener, en su estructura, la zeolita utilizada. En base a estos resultados se contempla la posibilidad de activar previamente a la zeolita mediante lavados para eliminar la presunta contaminación con boro.

Palabras claves: Zeolita, Boro, Intercambio iónico, Calidad de agua.

Introducción

El Rio Bermejo o Vinchina, en su porción que atraviesa la zona oeste de la provincia de La Rioja, tiene las nacientes que no alcanzan la Cordillera del Límite con Chile, pero tiene sus fuentes en los nevados en los cerros Piscis, Nacimiento del Jagüé, Bonete Grande y Bonete Chico, (Figura 1) y es alimentado por la fusión de estas nieves (Atlas Total, 1982).

El Río Bermejo constituye la principal fuente de agua superficial de la provincia, no sólo porque aporta prácticamente todo el módulo de descarga hídrica superficial de La Rioja con unos 12 Hm³/año), sino que, además, es agua de carácter permanente.

El uso de las aguas para el cultivo en la zona de la cuenca del Río Bermejo, no es posible para muchas especies, debido a su contenido de Boro. Según datos del año 2005 obtenidos por el INA-CRASS, estas aguas tienen un contenido de Boro que varía entre 2,70mg/l y 1,6mg/l, según la época del año, tornando al fluido, como **inapropiado** para el riego de plantas sensibles y de **regular** aptitud para especies que resultan ser tolerantes al Boro.

Los análisis existentes realizados por la Dirección de Minería de La Rioja, en la década del 80, revelan que el contenido de Boro del agua en el Río de la Troya, principal afluente del Río Bermejo, es de 2,165 mg/l. Este valor disminuye paulatinamente hasta llegar al dique Los colorados.



Fig. 1: Ubicación del Río Bermejo o Vinchina

Para solucionar el inconveniente del contenido de Boro en el agua, se desarrolló una tecnología simple, económica y de fácil mantenimiento que es la captación del Boro por medio de adsorción con Zeolita natural en columnas de intercambio iónico. De esta manera se podrá transformar en utilizables para riego de cultivos, el agua del Río Bermejo, como medio de sustento económico en la Región I de la provincia de La Rioja.

En las cercanías de la localidad de Patquía, provincia de La Rioja, existe un reservorio natural de Zeolita que ha sido caracterizada químicamente como Clinoptilolita de la familia de las Heulanditas, que es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad para el uso como intercambiador iónico. Esta zeolita natural, es un mineral formado en lagos o aguas marinas hace millones de años y se encuentra en estratos volcánicos y rocas sedimentarias.

La Clinoptilolita, como otras zeolitas, tiene una estructura abierta formada por armazones tridimensionales de Si y Al unidos por átomos de oxígeno compartidos (Figura 2). Las cargas de las unidades de Si-O y Al-O se equilibran con iones intercambiables que pueden ser desplazados por metales pesados (intercambio iónico). De esta manera, al lixiviar un líquido que contiene iones en su composición, pueden, eventualmente, intercambiarse por los cationes propios de la zeolita quedando retenidos en un proceso superficial denominado adsorción.

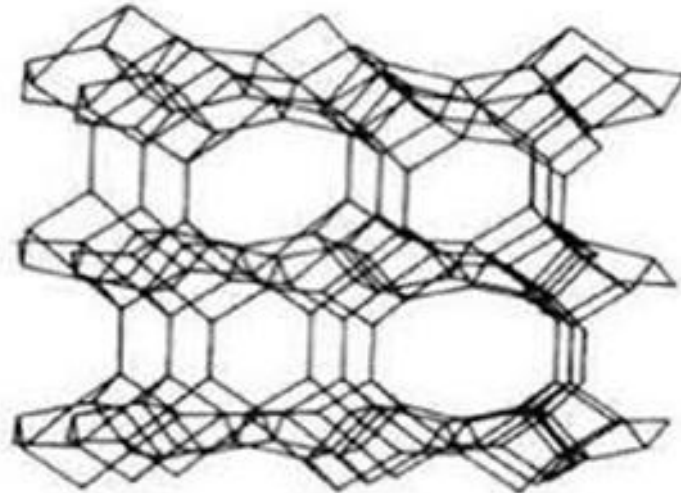


Figura 2: Estructura interna de la Zeolita (Eulandita)

Para su utilización se diseñó un dispositivo en columnas de lecho fijo para intercambio iónico, para determinar la capacidad de captación de Boro contenido en el agua del Rio Bermejo, por parte de la zeolita natural de La Rioja. Este método, con el mismo adsorbente, también fue aplicado en el laboratorio del Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) para la adsorción de cromo con un resultado alentador.

Materiales y Métodos

Para la selección de las muestras de agua se analizó la geometría y el comportamiento de la cuenca, diferenciando la variabilidad estacional de caudal y calidad en dos épocas del año: invierno, de menor caudal y verano, época de crecidas (Figura 3). Se tomaron muestras de la época invernal en la entrada del dique Los Colorados, próximo a la localidad de Villa Unión.

Se fabricó una batería de 3 columnas de PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y 40 cm de largo conteniendo 160 gr de Zeolita previamente clasificada y distribuidas en tres granulometrías: grueso, mediano y fino (Figura 4)



Figura 3: recolección de agua del Rio Bermejo en verano.



Figura 4: columnas de intercambio iónico para adsorción de Boro

Como lixiviante se utilizó, en primera instancia, agua recolectada del Rio Bermejo en septiembre de 2016 y luego en marzo de 2017. La velocidad de goteo inicial fue de 5 ml/min, pero por colmatación de la columna tuvo que disminuirse a 3 ml/min. El ensayo se realizó durante 3 días tomando una muestra del lixiviado de cada una de las columnas en forma diaria. Las muestras se enviaron para su análisis y de

acuerdo a los resultados obtenidos, se analizaron para confeccionar curvas de eficiencia de captación.

Resultados y Discusión

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio del Instituto Nacional del Agua sede San Juan (INA-CRASS). La concentración de Boro en el agua recolectada en invierno fue de 3,01 mg/l y en el agua recolectada en marzo tuvo una concentración de boro de 1,0 mg/l. Se envió una muestra de cada columna y los resultados cuantitativos obtenidos fueron absolutamente discordantes con lo esperado, ya que no se observa disminución del contenido de boro, sino por el contrario, el contenido es mayor, observando el mayor aumento en la granulometría media (Tabla 1).

Los resultados obtenidos hacen sospechar la presencia de Boro en el sistema que no había sido considerado en primera instancia. Como la recolección y tratamiento de la muestra fue en condiciones adecuadas para evitar la contaminación (no se usó material de vidrio), ésta podría ser por la presencia de Boro en la estructura interna de la Zeolita, que fue utilizada sin tratamiento previo.

Tabla 1: Contenido de Boro en las muestras enviadas diferenciadas por granulometría respecto de la muestra original.

Tamiz N°	Clase	Identif.	[B] Toma: septiembre	[B] Toma: marzo
	Muestra original	D	3,05 ppm	1,0 ppm
-8+16	Grueso	A	3,32 ppm	1,4 ppm
-16+20	Mediano	B	3,62 ppm	1,6 ppm
-20+40	fino	C	3,08 ppm	1,2 ppm

Conclusión

La lixiviación por columna con zeolita natural, obtenida del yacimiento próximo a la localidad de Patquía, La Rioja, sin tratamiento previo, no resulta un método eficaz para la retención de Boro en solución acuosa.

La causa probable de este fenómeno, y que deberá analizarse, es el hipotético contenido de boro incluido en la clinoptilolita. Se debe contemplar la posibilidad de uso de zeolita previamente tratada. Con el objeto de evitar interferencias durante el proceso. Para ello, antes de iniciar el ensayo, se deberá realizar el lavado del mineral con activadores adecuados y posterior secado en mufla.

Se debería completar el estudio modificando otras variables como el caudal a lixiviar, el largo y el ancho de la columna, la superficie de vertido del líquido sobre la columna y otras variables que no han sido tenidas en cuenta en esta etapa. Se prevé la realización de ensayos de recuperación de las columnas mediante el lavado con soluciones adecuadas para su reconstitución. Se debe prever también la forma

adecuada de disposición final de la zeolita usada o del líquido de reconstitución para evitar la contaminación del ambiente.

Bibliografía

Boletín Técnico EPA – Zeolita: un adsorbente versátil de contaminantes del aire. Mayo 1999

Estudio hidrogeológico del área Guadacol-Santa Clara. Convenio INA-APA-2006

<http://www.encuentros.uma.es/encuentros82/boro.htm>

http://www.hidricosargentina.gov.ar/documentos/referencias_i8/52.pdf.

<https://www.mineria.gob.ar/estudios/irn/lrioja/f-42.asp>.

<https://www.mineria.gob.ar/estudios/irn/lrioja/f-42.asp>. Última visita: 31/07/15

<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-boro-en-el-cultivo-de-plantas/>

<http://www.prosap.gov.ar/docs/LaRioja-ReadecuacionRiego-EIAS.pdf>

<https://sites.google.com/site/tribarnet/modo-de-funcionamiento-de-la-zna/-que-es-el-intercambio-ionico->

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3153/54347-1.pdf>

<https://www.lenntech.es/zeolitas-aplicaciones.htm>