

# BIOADSORCIÓN DE METALES PESADOS CON BIOMASA AISLADA DE JALES MINEROS

Ramos Vázquez, Xenia Tamara (1), Noriega Luna, Berenice (2)

1 Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: xt.ramosvazquez@ugto.mx

2 Departamento de Ingeniería Ambiental, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato | Dirección de correo electrónico: berenice.noriega@ugto.mx

## Resumen

La bioadsorción es un proceso que se emplea para la limpieza o descontaminación de aguas contaminadas con metales pesados. En el presente trabajo, se evaluó la capacidad de adsorción del arsénico por cepas bacterianas aisladas de residuos mineros. Las morfologías que presentaban las cepas bacterianas fueron bacilos, cocos y filamentos. En una primera etapa del proyecto se seleccionaron cinco cepas bacterianas, C7, C9, C11, C20 y C21, las cuales se cultivaron para la producción de biomasa. En una segunda etapa, la biomasa se expuso a soluciones de arsénico con concentraciones conocidas durante 60 y 120 minutos. Finalmente se determinó la capacidad de remoción de arsénico por las cepas bacterianas empleado la técnica del arsenator. Los resultados mostraron que la cepa C7 presenta capacidad de remoción de arsénico, registrándose un porcentaje de remoción del 33% a los 60 minutos de contacto con la solución de arsénico y de un porcentaje de remoción del 66% a los 120 minutos contacto con la solución de arsénico. Mientras que la cepa C20 no muestra evidencia de su capacidad de remoción.

## Abstract

The biosorption is a process that is used for the cleaning or decontamination of water contaminated with heavy metals. In the present work, the arsenic adsorption capacity was evaluated by bacterial strains isolated from mining waste. The morphologies that presented bacterial strains were bacilli, coconuts and filaments. In the first stage of the project, we selected five bacterial strains, C7, C9, C11, C20 and C21, which were cultivated for the production of biomass. In a second stage, biomass are exposed to arsenic solutions with concentrations known for 60 and 120 minutes. Finally was determined the ability of removal of arsenic by bacterial strains employed the technique of the arsenator. The results showed that the strain C7 has greater capacity for arsenic removal, registering a percentage removal of 33% to the 60 minutes of contact with the solution of arsenic and a percentage of removal of 66% at 120 minutes of contact with the solution arsenic. While the C20 strain does not show evidence of their ability.

### Palabras Clave

Cepas bacterianas 1; Remoción 2;  
Arsénico 3; Contaminación de agua 4;  
Saneamiento de aguas 5.

## INTRODUCCIÓN

*La contaminación ambiental y la degradación progresiva de los recursos naturales, problemáticas derivadas principalmente por la presencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos, son sólo algunos problemas ambientales importantes a nivel mundial. Particularmente, los contaminantes inorgánicos más nocivos para los seres vivos son los metales pesados, los cuales se originan principalmente en actividades antropogénicas como la minería y la curtiduría. Estos agentes químicos han desencadenado serios problemas de contaminación dentro de los ecosistemas debido a su baja capacidad degradativa, a su alta capacidad de bioacumulación [1,2] a su alta toxicidad, a su capacidad de introducirse en la cadena alimenticia, y a su alta movilidad [3]; debido a todas estas características que poseen y a los efectos nocivos que generan, el interés de recuperación de sitios contaminados con metales pesados ha incrementado [2].*

## Biorremediación

La biorremediación es una técnica que se utiliza para reducir la concentración de los contaminantes presentes en un medio ambiental. La biorremediación se basa en el uso de seres vivos tales como microorganismos, plantas, hongos [4]. Estos seres vivos, tienen la capacidad de concentrar y acumular metales pesados, proceso conocido como bioadsorción [5]. Esta técnica es utilizada para estabilizar metales, así como para reducir su biodisponibilidad [2], mediante cambios de pH y reacciones redox principalmente [4].

### Bioadsorción

Los métodos convencionales utilizados para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados son costosos e ineficientes [1] por lo que actualmente se buscan métodos menos costosos y más eficientes para la remoción de estos [5]. Particularmente la bioadsorción es una técnica de bajo costo y con alta eficiencia para la remoción de metales pesados; en este proceso están presentes dos fases, una fase sólida "biomasa" y una fase líquida "solución" la cual contiene la sustancia química que se desea remover del agua en una concentración conocida. Para que pueda llevarse a cabo este proceso debe existir afinidad entre ambas fases [6].

- *Bioadsorción por microorganismos*

Los microorganismos tienen una carga negativa en la superficie celular que permite unirse a los cationes metálicos [2]. Su capacidad de bioadsorción varía debido a diferentes factores como por ejemplo el pretratamiento y las condiciones experimentales a las que es sometido [4]. Las bacterias se utilizan esta técnica como bioadsorbentes por su tamaño, su capacidad de crecer en condiciones controladas y su resistencia a condiciones ambientales extremas [2]. Por lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo identificar la capacidad de adsorción de metales pesados por cepas bacterianas aisladas de residuos mineros.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Selección de cepas bacterianas.**

Previo a este trabajo se aislaron e identificaron cepas bacterianas de residuos mineros, las cuales mostraron resistencia y/o tolerancia a arsénico y mercurio. De este grupo de cepas, se seleccionaron aquellas que crecieron en las concentraciones más altas de arsénico y mercurio.

### **Producción y obtención de biomasa.**

Las cepas seleccionadas se cultivaron en 50ml caldo nutritivo a 37°C durante 24 horas. Para la producción de biomasa, se tomaron 40ml del primer cultivo y se inocularon en 400ml de agar nutritivo a 37°C durante 48 horas. Una vez concluido el tiempo de incubación, se procedió a recuperar la biomasa por centrifugación a 6000rpm durante 15 minutos. La biomasa se lavó dos veces con solución de cloruro de sodio al 0.85% y se

centrifugo a 6000rpm durante 15 minutos. Finalmente, la pastilla de la biomasa se secó en estufa a 65°C durante 48 horas.

### Cinética de bioadsorción de arsénico

Para establecer el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio, se determinó la cinética de adsorción del sistema biomasa-solución de metal. La prueba consistió en agregar 0.005 g de biomasa seca en 10 ml de solución metálica (0.5 g de biomasa/L), se mantuvieron en agitación mecánica por diferentes tiempos: 30, 60, y 120 minutos. Se midió el pH de la solución antes del contacto con la biomasa. Una vez transcurrido el tiempo de contacto, la biomasa y la solución se separaron por centrifugación a 6000 rpm durante 15 minutos, con una centrifuga marca Hermle. Posteriormente se determinó la concentración del metal remanente en el sobrenadante, utilizando el fotómetro digital portátil, *Arsenator*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran algunas características de las cepas bacterianas C7, C9, C11, C20 y C21. Como se puede observar, las morfologías que presentan son diversas, bacilos, cocos y filamentos. Respecto a su crecimiento en agar nutritivo enriquecido con arsénico y mercurio es diferente, por ejemplo, las cepas C9, C11 y C21 crecen en concentración de 0.01 mM (0.75ppm) de arsénico. No obstante, las cepas C7 y C20 crecen en concentraciones de 0.1 mM (7.5 ppm) y 1.0 mM (75ppm) de arsénico respectivamente. Por lo anterior, se decidió trabajar con las cepas C7 y C20.

Tabla 1. Descripción de las cepas bacterianas.

Clave	Morfología	Tinción de Gram	Agar Nutritivo + Metal	Concentración de arsénico	
C7	Filamento	Positiva	As + Hg	0.1mM	7.50ppm
C9	Filamento	Negativa	As + Hg	0.01mM	0.75ppm
C11	Bacilos	Negativa	Hg	0.01mM	0.75ppm
C20	Bacilos	Negativa	As	1.00mM	75.0ppm
C21	Diplococos	Negativa	As + Hg	0.01mM	0.75ppm

En la tabla 2 se resumen los resultados de la cinética de bioadsorción. Como se observa la capacidad de remoción se las cepas C7 y C20 es diferente. La cepa C7 parece ser una buena candidata para implementarse en una tecnología de descontaminación de agua contaminada con arsénico ya que en 120 minutos logra remover un 66% de arsénico. Además, una aportación de este trabajo es que se requiere una cantidad de biomasa más baja respecto a los trabajos reportados en la literatura, lo cual esta acorde con lo mencionado en los *estudios de Srivastava et al, Subhashini y Swamy, Salman et al*, quienes demostraron que a bajas cantidades de biomasa incrementa la captación y eliminación de los iones metálicos, sin embargo, esto puede variar si se encuentran presentes diferentes iones metálicos [10-12]. De acuerdo a lo anterior, la cepa C7 continúa siendo nuestra mejor candidata para una tecnología de saneamiento de aguas.

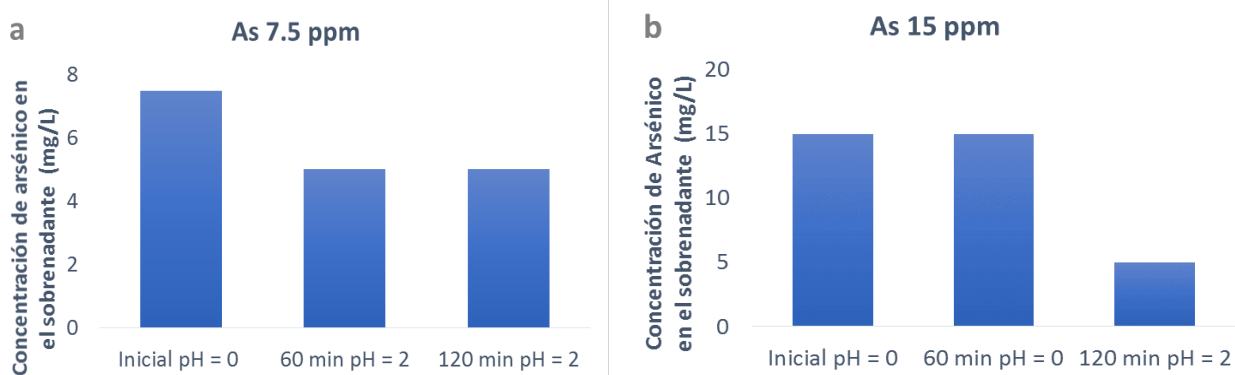
Respecto a los valores de pH podemos observar que la cepa C7 si muestra cambios de este parámetro al concluir la cinética de bioadsorción, situación contraria a la cepa C20 en donde se observa que dicho valor permanece constante. Por lo tanto, la capacidad de adsorción de la cepa C7 se puede explicar bajo lo demostrado por *Pagnanelli et al*, quien demostró que la concentración de iones de hidrogeno es uno de los

factores que afecta la bioadsorción, es decir, un incremento en el pH provocará un aumento en la captación del ion metálico, debido a la competencia iónica por los sitios activos [7].

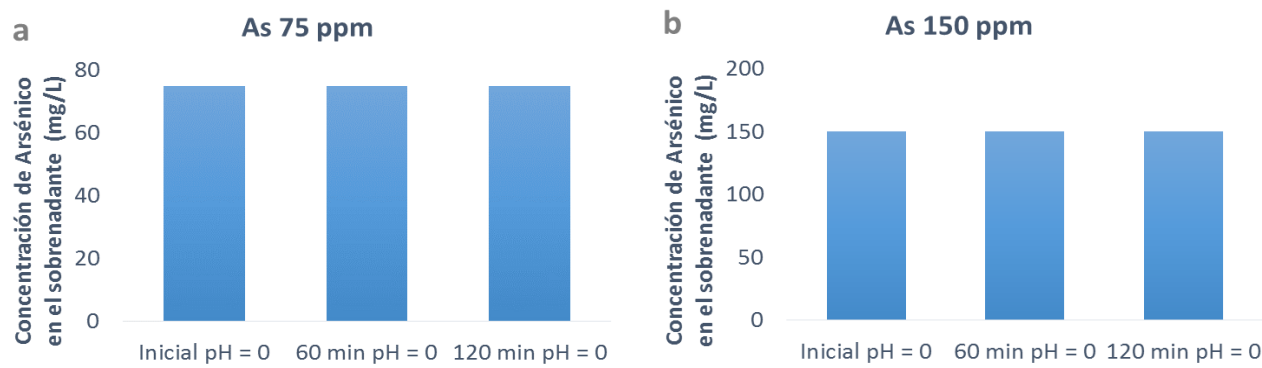
**Tabla 2. Resultados de la cinética de bioadsorción.**

Cepa	Biomasa	pH		Concentración inicial de As	Concentración final de As	
		Inicial	Final		60min.	120min.
C7	0.005 g	0-1.0	2.0	7.5 ppm	5 ppm	5 ppm
		0-1.0	2.0	15 ppm	15 ppm	5 ppm
C20	0.005 g	0-1.0	0-1.0	75 ppm	75 ppm	75 ppm
		0-1.0	0-1.0	150 ppm	150 ppm	150 ppm

En la gráfica 1a se muestra que después de 60 y 120 minutos de interacción de la cepa C7 con la solución de arsénico a una concentración inicial de 7.5 ppm y pH de 0, la concentración final de arsénico en el sobrenadante es de es de 5 ppm y el pH de 2.0 en ambos tiempos de exposición. Por otro lado, en la misma cepa C7 después de 60 y 120 minutos de interacción con la solución de arsénico a una concentración de 15 ppm y pH de 0, se observa que la concentración final de arsénico en el sobrenadante es de es de 15 ppm y 5 ppm con pH de 0 y 2.0 respectivamente, gráfica 1b. Respecto a la gráfica 2 a y b no se observan cambios de concentración.



**Gráfica 1. Cinética de bioadsorción de Arsénico a) 7.5 ppm y b) 15 ppm a 60 y 120 minutos de la interacción biomasa-solución de arsénico**



**Gráfica 2. Cinética de bioadsorción de Arsénico a) 75 ppm y b) 150 ppm a 60 y 120 minutos de la interacción biomasa-solución de arsénico**

## CONCLUSIONES

En conclusión, la cepa C7 podría ser un potencial bioadsorbente con buena probabilidad para emplearse en técnicas de descontaminación de agua contaminada con arsénico. Asimismo, es posible que presente la capacidad de remover otros metales tales como el mercurio. Por otra parte, la cepa C20, en este estudio preliminar no mostro buen resultado, por lo cual se continuará estudiando.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato por permitirme vivir esta experiencia que fortalece mi formación profesional. A la Dra. Alma Hortensia Serafin Muñoz por el apoyo técnico.

## REFERENCIAS

- [1] Fernández, V. M., Calzado, L. O., Cascarnet, C. D. A. & Pérez, S. R. M., (2018). The most influential factor son the adsorption of heavy metals by dry biomass the *K luyveromyces Marxianus* CCEBI 2011. *SciELO*, 38(2), 2.
- [2] Según, A. A. & Oluranti, B. O., (2017). A New Strategy for Heavy Metal Polluted Environments: A Review of microbial Biosorbents. *Int J Environ Res Public Health*, 14(1), 4.
- [3] Chandra, J. N. (2018). Biosorption: A Green Approach for Heavy Metal Removal From Water and Waste Waters. *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 4(1), 1.
- [4] Bernard, O. O. & Oluranti, B. O., (2017). Microbial and Plant-Assisted Bioremediation of Heavy Metal Polluted Environments: A Review. *Int J Environ Res Public Health*, 14(12), 2.
- [5] Ramírez, M., Vasco, O. & Rendón, L. (2012). Biocaptación de Metales Pesados Provenientes de Efluentes Industriales en Continuo. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 6(1), 2.
- [6] Tejada, T. C, Villabona, O. Á. & Garcés, J. L. (2014). Adsorption of heavy metals in waste wáter using biological materials. *Tecno Lógicas*, 18(34), 7
- [7] Pagnanelli, F., Esposito, a, Toro, L., & Vegliò, F. (2003). Metal speciation and pH effect on Pb, Cu, Zn and Cd biosorption onto *Sphaerotilus natans*: Langmuir-type empirical model. *Water research*, 37(3), 627-33.
- [8] Brierley, C. L. (1993). Bioremediation of metal-contaminated surface and ground water. *Geomicrobiol. J.*, 8, 201-213.
- [9] Krauter, P., Martinelli, R., Williams, K., Martins, S. (1996). Removal of Cr(VI) from ground water by *Saccharomyces cerevisiae*. *Biodegradation*, 7, 277-286.
- [10] Srivastava, S., Mishra, S., Dwivedi, S., Baghel, V. S. at al. (2005). Nickel Phytoremediation Potential of Broad Bean, *Vicia faba* L. and its Biochemical Responses. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*, 74, 715-724.
- [11] Subhashini, V., Swamy, A.V.V.S. (2013). Phytoremediation of Pb and Ni Contaminated Soils Using *Catharanthus roseus* (L.). *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 3(4), 465-472.
- [12] Salman, H., Abbas Ibrahim, M., Tarek, I., Mostafa, M., Sulaymon, H. (2014). Biosorption of Heavy Metals: A Review. *Journal of Chemical Science and Technology*, 3(4), 74-102.