

UTILIDAD DE LA BIOMASA DEL HONGO *Purpureocillium lilacinum* PARA LA ELIMINACIÓN DE CADMIO (II) DE AGUAS CONTAMINADAS

Data de aceite: 03/04/2023

Ismael Acosta Rodríguez

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis
Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México.
ORCID: 0000-0001-8620-2727

Adriana Rodríguez Pérez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
Centro de Investigación y Extensión de la
Zona Media. El Balandran
Cd. Fernández, San Luis Potosí.
ORCID: 0000-0002-6570-6579

Juan Fernando Cárdenas González

Universidad Autónoma de San Luis
Potosí. Centro de Investigación y
Extensión de la Zona Media. El Balandran
Cd. Fernández, San Luis Potosí.
ORCID: 0000-0002-3502-5959

Víctor Manuel Martínez Juárez

Área Académica de Medicina Veterinaria
y Zootecnia. Instituto de Ciencias
Agropecuarias. Universidad Autónoma del
Estado de Hidalgo
Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.
ORCID: 0000-0002-7426-6835

Dalila del Socorro Contreras Briones

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis
Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México.
ORCID: 0000-0001-8620-2727

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue analizar en condiciones de laboratorio, la bioadsorción de Cadmio (II) en solución acuosa por la biomasa del hongo contaminante ambiental *Purpureocillium lilacinum*, utilizando el método colorimétrico de la Ditizona, y estudiando diferentes parámetros como la resistencia al metal, pH, tiempo de incubación, temperatura, concentración del metal y de biomasa, además de un ensayo de biorremediación a partir de efluentes contaminados de una laguna de desechos industriales. Se encontró que el hongo crece hasta 300 mg/mL del metal (1.2 mg de peso seco), y las condiciones óptimas para la remoción son un pH de 6.0, 28°C, y una concentración de 50 mg/L del metal, 1 g de biomasa y 32 horas de incubación, eliminando el 56.3% del metal en solución. Además, si se aumenta la concentración del metal,

disminuye la eficiencia de remoción, mientras que, si se aumenta la concentración de la biomasa, también aumenta la remoción. Finalmente, 5 g de biomasa eliminan el 60.1% de Cadmio (II) a partir de aguas contaminadas con 100 mg/L del metal (ajustado) a los 10 días de incubación a 28°C.

PALABRAS CLAVE: Remoción, cadmio, biomasa fúngica, aguas contaminadas.

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze, under laboratory conditions, the bioadsorption of Cadmium (II) in aqueous solution by the biomass of the environmental polluting fungus *Purpureocillium lilacinum*, using the Dithizone colorimetric method, and studying different parameters such as resistance to metal, pH, incubation time, temperature, metal and biomass concentration, in addition to a bioremediation test from contaminated effluents from an industrial waste lagoon. It was found that the fungus grows up to 300 mg/mL of metal (1.2 mg of dry weight), and the optimal conditions for removal are a pH of 6.0, 28°C, and a concentration of 50 mg/L of metal, 1 g of biomass and 32 hours of incubation, removing 56.3% of the metal in solution. In addition, if the concentration of the metal is increased, the removal efficiency decreases, while if the concentration of the biomass is increased, the removal also increases. Finally, 5 g of biomass remove 60.1% of Cadmium (II) from water contaminated with 100 mg/L of the metal (adjusted) after 10 days of incubation at 28°C.

KEYWORDS, Removal, cadmium, fungal biomass, contaminated water.

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados están directamente relacionados con los riesgos a la salud de los seres vivos, a la contaminación de los suelos, toxicidad en las plantas y los efectos negativos sobre la calidad de los recursos naturales y al medio ambiente. Estos riesgos están relacionados con la toxicidad específica de cada metal, la bioacumulación, persistencia y no biodegradabilidad, siendo el mayor peligro su acumulación en las plantas y su transferencia al humano y los animales (Honores Balcázar, 2022). La distribución de los metales pesados en los diferentes ambientes es de una gran complejidad que involucra diferentes factores, entre los que se encuentran: el potencial redox, pH, contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el nivel de las aguas subterráneas y sus fluctuaciones, entre otros (Arbaiza-Peña, et al., 2022). Recientemente, se han realizado muchos estudios para determinar la concentración de metales pesados en el medio ambiente, como: plomo, mercurio, cromo (VI) y cadmio (Tadic et al., 2021).

El cadmio es un metal pesado de origen natural, que no tiene una función conocida en los seres humanos. Se acumula en el cuerpo humano y afecta principalmente a los riñones, pero también puede causar desmineralización ósea, puede debilitar la función de los pulmones, y se ha sugerido que puede ser cancerígeno (Meter et al., 2019), por lo que se ha reportado el uso de biomásas de diferente origen para la eliminación de éste y otros metales pesados como la bioadsorción de Cadmio por hongos aislados del río Bharalu, en Assam (Dipannita et al., 2021), de Plomo y Cadmio por los hongos *Chaetomium globosum* EI26 y *Alternaria alternata* (Zaki et al., 2022), la aplicación de biomásas vivas y muertas

de *Aspergillus versicolor* para el biotratamiento de cadmio (Soleimani et al., 2016), y la biomasa de *Rhizopus* sp. (Apaza-Aquino, et al., 2020). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar la capacidad de remoción de Cadmio (II) en solución acuosa por la biomasa del hongo contaminante ambiental *Purpureocillium lilacinum*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajo con un hongo previamente aislado e identificado (Cárdenas González, et al., 2021). Para la obtención de la biomasa, se inocularon 1×10^6 esporas/600 mL en medio de caldo tioglicolato, 7 días a 28°C, a 100 rpm. Posteriormente, la biomasa se filtró en papel Whatman No. 1, se lavó 3 veces con agua tridesionizada estéril, se secó 24 h a 80°C, se molió, se esterilizó en matraces Erlenmeyer de 250 mL, y se guardó a temperatura ambiente hasta su uso. Para los análisis de remoción, se utilizaron 100 mL de soluciones de 50 mg/L de Cadmio (CdCl_2), ajustando el pH con HNO_3 1N y 1.0 g/100 mL de biomasa en cada matraz, tomando alícuotas de 5 mL a diferentes tiempos, removiendo la biomasa por centrifugación (3000 rpm/5 minutos), y al sobrenadante se le analizó la concentración del metal en solución por el método colorimétrico de la Ditzona a 518 nm (Greenberg et al., 1998).

RESULTADOS

La cepa fúngica analizada, creció en diferentes concentraciones del metal (0- 350 mg/L), aunque el crecimiento es menor que en el control sin metal (Figura 1), lo cual sugiere que este hongo puede ser resistente al metal analizado, indicando la presencia de Cadmio (II) en la zona muestreada. Estos resultados son similares a reportes previos, como para *Colletotrichum gloeosporioides*, el cual crece en presencia de 400 ppm del metal (Dipannita et al., 2021), algunas proteobacterias que resisten concentraciones entre 200-500 mM de cadmio (Jebril et al., 2022), para *A. versicolor*, el cual bioadsorbe 11.63 mg Cd/g de biomasa (Soleimani et al., 2016), y para algunas especies de *Trichoderma*, las cuales pueden crecer en 500 mg/L del metal (Yaghoubian et al., 2019).

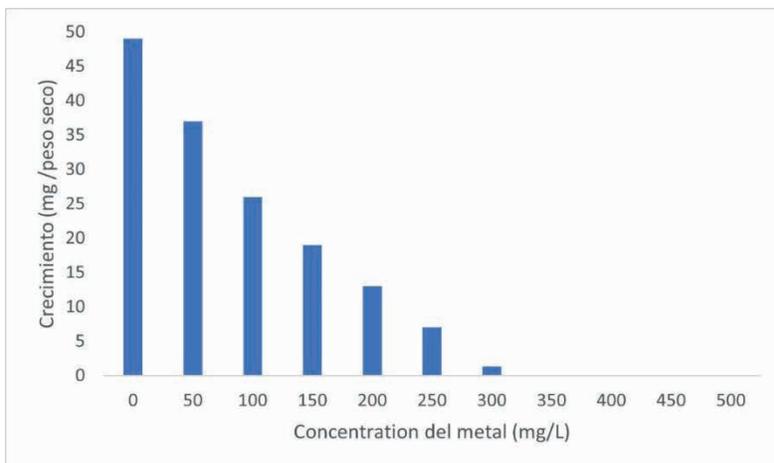


Figura 1.- Crecimiento en peso seco del hongo *Purpureoillium lilacinum* en presencia de diferentes concentraciones de Cadmio (II) (mg/L). 28°C, 7 días de incubación. 100 rpm. pH 5.6.

También, se estudió la capacidad de remoción de cadmio (II) en solución, observando que la biomasa analizada elimina el 56.3% del metal a las 32 horas de incubación bajo las condiciones analizadas (Figura 2), con un pH óptimo de 6.0 (Figura 3), a 28°C (Figura 4), Además, si se aumenta la concentración del metal de 50 a 400 mg/L disminuye drásticamente la remoción de éste (Figura 5), pero si se aumenta la concentración de la biomasa, también aumenta la eliminación de éste, pues con 5 gramos de biomasa se elimina el 100% a las 24 horas (Figura 6).

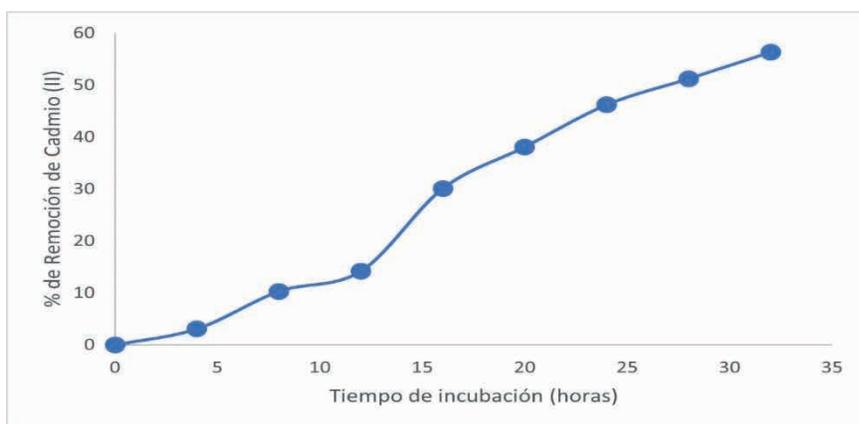


Figura 2.- Efecto del tiempo de incubación sobre la remoción de 50 mg/L de Cadmio (II) por la biomasa del hongo *Purpureoillium lilacinum*. 1 g de biomasa. 28°C, 100 rpm. pH 6.0.

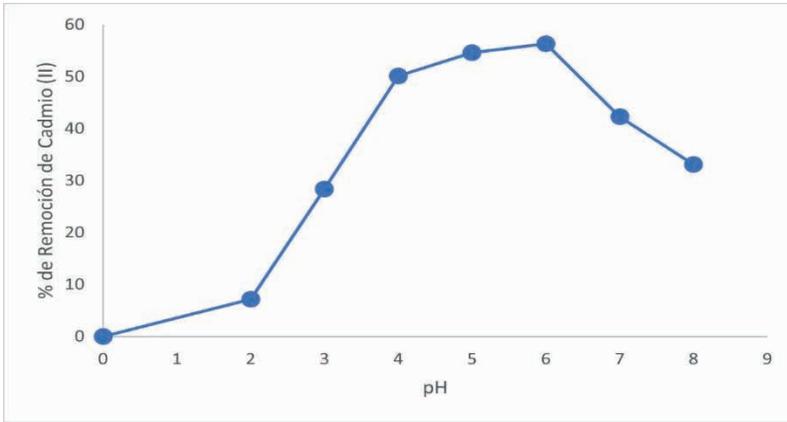


Figura 3.- Efecto del pH sobre la remoción de 50 mg/L de Cadmio (II) por la biomasa del hongo *Purpureolillium lilacinum*. 1 g de biomasa. 28°C, 100 rpm. 32 horas de incubación.

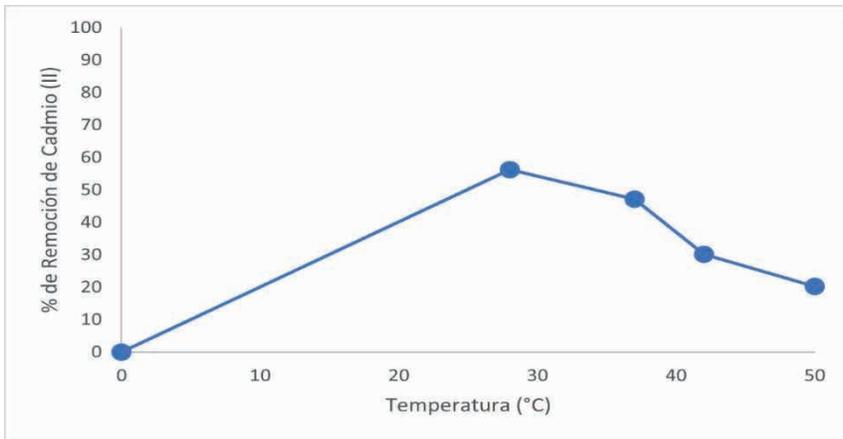


Figura 4.- Efecto de la temperatura de incubación sobre la remoción de 50 mg/L de Cadmio (II) por la biomasa del hongo *Purpureolillium lilacinum*. 1 g de biomasa. pH 6.0, 100 rpm. 32 horas de incubación.

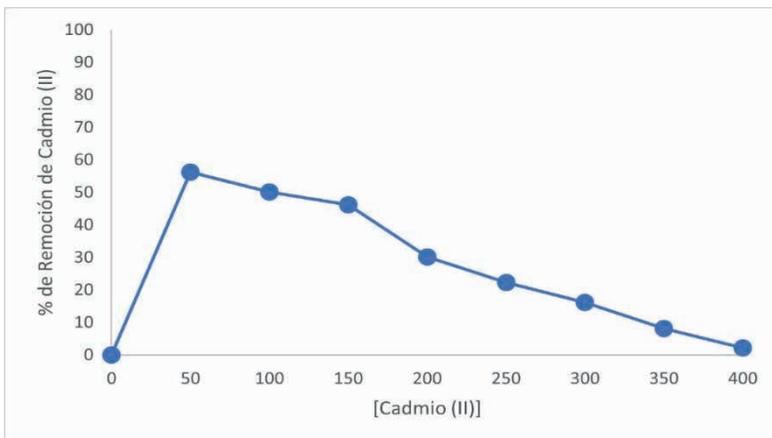


Figura 5.- Efecto de la concentración del metal sobre la remoción de éste, por la biomasa del hongo *Purpureolillium lilacinum*. 1 g de biomasa. 28°C, pH 6.0, 100 rpm. 32 horas de incubación.

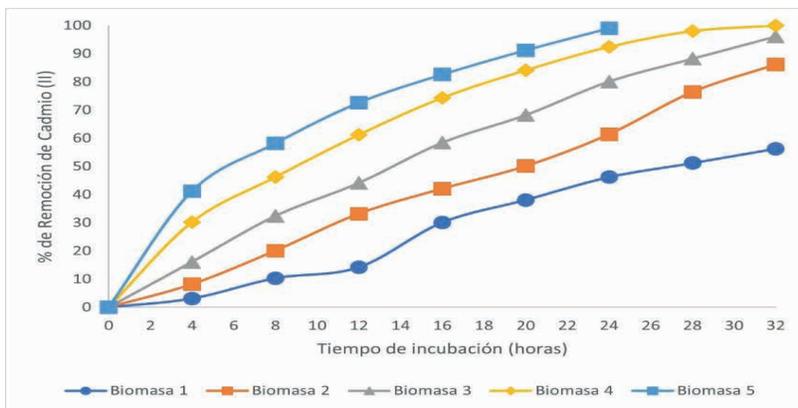


Figura 6.- Efecto de la concentración de biomasa sobre la remoción de 50 mg/L de Cadmio (II). 1 g de biomasa. 28°C, pH 6.0, 100 rpm. 32 horas de incubación.

Finalmente, se realizó un estudio de remoción del metal a partir de efluentes de una laguna de desechos industriales, contaminados con 100 mg/L de Cadmio (II), obteniendo una remoción del 60.1% del metal a los 10 días de incubación, 28°C, 100 rpm, pH 8.2 y 5 gramos de biomasa (Figura 7).

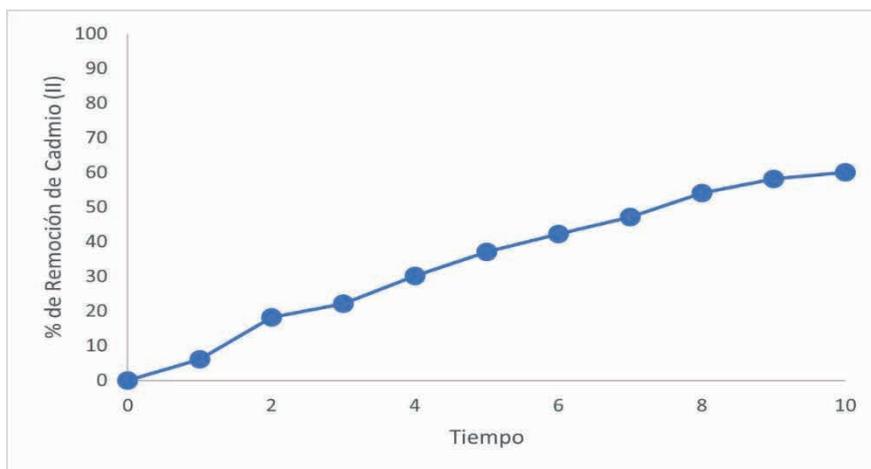


Figura 7.- Remoción de 100 mg/L de Cadmio (II) (ajustado), a partir de efluentes contaminados de una laguna de desechos industriales. 28°C, 100 rpm, 5 g de biomasa, pH 8.2.

Los resultados obtenidos en este trabajo son similares en cuanto a la remoción y algunos de los parámetros analizados, con diferentes reportes de la literatura, para la biosorción del mismo metal con diferentes biomazas (Gutiérrez *et al.*, 2021; Dipannita *et al.*, 2021; Soleimani *et al.*, 2016; Apaza-Aquino y Valderrama Valencia, 2020; Jebriil *et al.*, 2022; Cerron *et al.*, 2020; Zaki *et al.*, 2022).

CONCLUSIONES

El hongo analizado, remueve eficientemente el metal analizado, y puede ser una alternativa para la eliminación de éste de sitios contaminados, con un 56.3% a las 32 horas de incubación, 50 mg/L, 28°C, 1100 rpm, pH 6.0, 100 rpm y 1 g de biomasa, por lo que, su aplicación es viable para el tratamiento de aguas contaminadas, además, la biomasa utilizada es natural, de fácil obtención, manejo y costo accesible.

REFERENCIAS

- Apaza-Aquino, H. y Valderrama-Valencia, MRE. 2020. Eficiencia de la biomasa de *Rhizopus* sp en la remoción de cadmio (II). Universidad Nacional del Altiplano. Revista de Investigaciones de la Escuela de Posgrado. 9(4):1805-1816.
- Arbaiza-Peña, A.K, Panduro-Pisco; G., Díaz-Zúñiga, E.J., Guadalupe-Baylon, N.K., Angulo-García, N. y Iannacone, J. 2022. Composición elemental y de metales pesados en los residuos de palma en la amazonia peruana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 25(083): 1-11.
- Cárdenas González, J.F., Acosta Rodríguez, I., Terán Figueroa, Y., Lappe Oliveras, P., Martínez Flores, R. y Rodríguez Pérez, A.S. 2021. Biotransformation of Chromium (VI) via a Reductant Activity from the Fungal Strain *Purpureocillium lilacinum*. *Journal of Fungi*. 7(1022). 1-14.
- Dipannita D., Pinky B., Nirjanta, Devi N.N. y Mayuri Ch. 2021. Biosorption of Cadmium by Fungi Isolated from Bharalu River, Assam. *Journal of Tropical life Science*. 11(3): 279-284.
- Greenberg, A.E., Clesceri, L.S. & Eaton, A.D. (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 18a. ed. American Public Health Association. Washington DC. 3.107.
- Gutiérrez, P., Aradillas, D. y Acosta, I. 2021. Aplicación de la biomasa de *Eichhornia crassipes* en la remoción de Cd⁺² en aguas contaminadas por desechos industriales. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. Vol. 12 (3), 17-29.
- Honores Balcázar, César Francisco. 2022. Tratamiento de aguas y suelos contaminados por cd y pb utilizando microorganismos y enmiendas para mejorar la fitoextracción: Revisión sistemática. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú.
- Jebri, N., Boden, R. y Charlotte Braungardt, Ch. 2022. Cadmium resistant bacteria mediated cadmium removal: a systematic review on resistance, mechanism and bioremediation approaches. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 1002 012006. 1-25.
- Meter A., Atkinson R.J. y Laliberte B. 2019. Cadmio en el cacao de América Latina y el Caribe – Análisis de la investigación y soluciones potenciales para la mitigación. *Biodiversity International*, Roma, octubre 2019. 1-83.
- Soleimani N., Fazli MM., Ramazani A., Reza Mehrasbi. 2016. Application of Live, Dead, and Dried Biomasses of *Aspergillus Versicolor* for Cadmium Biotreatment. *Journal of Human, Environment, and Health Promotion*. 1(2): 87-98

Tadic M., Bigovic M., Djurovic D., Jakic M. y Nikolic I. 2021. Simultaneous removal of Cu^{2+} , Zn^{2+} and Cd^{2+} of aqueous solutions by alcali activated slag. *Periódica Polytechnica Chemical Engineering*. 63(3): 389-399.

Yaghoubian Y., Ataollah Siadat S., Moradi Telavat MR., Pirdashti H. y Yaghoubian I. 2019. Bio-removal of cadmium from aqueous solutions by filamentous fungi: *Trichoderma* spp. and *Piriformospora indica*. *Environmental Science and Pollution Research*. 26:7863–7872.

Zaki AG., Hasanien YA. Y Abdel-Razek AS. 2022. Biosorption optimization of lead(II) and cadmium(II) ions by two novel nanosilica immobilized fungal mutants. *Journal of Applied Microbiology*. Epub ahead of print. PMID: 35578549.