



## **EVALUACIÓN DE LA ESPECIE *Eichhornia crassipes* PARA SU POSIBLE APLICACIÓN EN LA REMOCIÓN DEL CROMO HEXAVALENTE**

Guillermo Manuel González Guerra <sup>a\*</sup>, María del Carmen Bárcenas Grangeno <sup>a</sup>

<sup>a\*</sup> 1 CONACYT, Avenida Insurgentes Sur 1582, Crédito Constructor, Ciudad de México, 03940,  
México.

<sup>a\*</sup> Departamento de Ingeniería Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus  
Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n, Col. Noria Alta, Guanajuato, Guanajuato,  
36050, México.

<sup>a</sup> División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de  
Guanajuato, Cerro de la Venada s/n, Guanajuato, Guanajuato, 36040, México.

[gm.gonzalezguerra@ugto.mx](mailto:gm.gonzalezguerra@ugto.mx)

### **Resumen**

La fitorremediación es una técnica que aprovecha la capacidad de plantas específicas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes a través de procesos biológicos, químicos o físicos que ocurren naturalmente en las plantas. En el presente trabajo se analizó la eficiencia de la remoción del Cromo (VI) basado en la fitorremediación empleando lirio acuático común (*Eichhornia crassipes*), proveniente de la laguna del municipio de Yuriria, Guanajuato, México., lugar en donde se considera como una especie plaga, afectado considerablemente al ecosistema además de afectar la economía del lugar. La especie fue recolectada y posteriormente se colocó en soluciones de dicromato de potasio  $K_2Cr_2O_7$  de concentraciones conocidas (50, 100 y 150  $mg L^{-1}$ ), tomando muestras durante 10 días, con un intervalo de 72 horas. Se efectuó un análisis por medio de espectrofotometría ultravioleta visible por el método de la 1,5-difenilcarbazida para Cr (VI), con el fin de calcular y comparar la disminución de dichas concentraciones después de intervalos específicos de tiempo. Se lograron porcentajes de remoción finales de 69.04%, 81.04% y 73.48% respectivamente para las concentraciones iniciales.

*Palabras clave: Fitorremediación; lirio acuático; remoción.*



## EVALUATION OF THE SPECIES *Eichhornia crassipes* FOR ITS POSSIBLE APPLICATION IN THE REMOVAL OF HEXAVALENT CHROMIUM

### Abstract

Phytoremediation is a technique that takes advantage of the ability of specific plants to absorb, accumulate, metabolize, volatilize or stabilize contaminants through biological, chemical or physical processes that occur naturally in plants. In the present work, the efficiency of Chromium (VI) removal was analyzed based on phytoremediation using common water lily (*Eichhornia crassipes*), from the lagoon of the municipality of Yuriria, Guanajuato, Mexico., a place where it is considered as a pest species, considerably affecting the ecosystem in addition to affecting the local economy. The species was collected and subsequently placed in  $K_2Cr_2O_7$  potassium dichromate solutions of known concentrations (50, 100 and  $150\text{ mg L}^{-1}$ ), taking samples for 10 days, with an interval of 72 hours. An analysis was carried out by means of ultraviolet visible spectrophotometry by the 1,5-diphenylcarbazide method for Cr (VI), in order to calculate and compare the decrease in said concentrations after specific time intervals. Final removal percentages of 69.04%, 81.04% and 73.48% respectively were achieved for the initial concentrations.

*Keywords:* Phytoremediation; water lily; removal.

## 1. Introducción

### 1.1 Justificación

Ante los problemas ambientales que actualmente aquejan al estado de Guanajuato, como lo son la pérdida de patrimonios ecológicos y la contaminación de las aguas debida a los desechos industriales en algunas zonas del estado, que además conllevan a problemas económicos, es nuestro deber como responsables de estos daños buscar soluciones a tales acontecimientos. Esto se

puede obtener buscando encontrar un equilibrio entre el medio ambiente y la sociedad.

Actualmente, el cromo es uno de los principales contaminantes ambientales producto de los desechos de diversas actividades industriales, principalmente la curtiduría. Hoy en día, se busca encontrar técnicas de remediación alternativas a las ya conocidas para el tratamiento de los sitios contaminados, pensando en que,

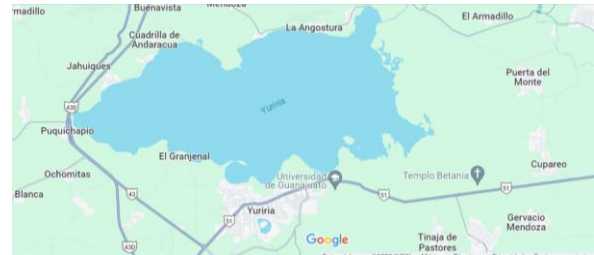


además de accesibles, sean opciones ecológicas. En los últimos años, la fitorremediación se ha posicionado como una alternativa económica y ecológica para este tipo de contaminación, ya que ciertas plantas pueden remover contaminantes del suelo, agua o aire a través de sus propios procesos biológicos.

### 1.2 Problema

En el estado de Guanajuato, se han identificado dos problemáticas ambientales que afectan a la salud y economía de la población, pero que pueden ser combatidas en conjunto, complementándose una con la otra.

La primera problemática detectada tiene lugar en la Laguna de Yuriria, Guanajuato (Figura 1). En este lugar se puede encontrar en forma de plaga la planta comúnmente conocida como lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). La historia de la Laguna de Yuriria se remonta hasta 1548, cuando fue construida por Fray Diego de Chávez, desde entonces, sus aguas han sido un recurso básico para desarrollar diversas actividades agrícolas, pesqueras y de turismo y una importante fuente de alimento.



**Figura 1.** Ubicación de la laguna de Yuriria, Guanajuato. Imagen tomada de: Google (s.f.). [Indicaciones de Google Maps sobre la ubicación del municipio de Yuriria, Guanajuato]

Este cuerpo de agua regula el microclima de la zona, ya que contribuye a mantener los niveles de humedad atmosférica y atenúa la presencia de temperaturas extremas, además de que controla las avenidas del Río Lerma (Secretaría de medio ambiente y ordenamiento territorial, 2022).

La Laguna es, un hábitat de descanso y alimentación temporal de aves migratorias de la ruta del centro del país y es reconocida como Área Natural Protegida (ANP) con categoría de Área de Restauración Ecológica, Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en el año de



1999 y declarada Sitio RAMSAR en el año de 2004 por ser considerada como un Humedal de Importancia Internacional (Secretaría de medio ambiente y ordenamiento territorial, 2022).

En los últimos años, la invasión del lirio acuático vuelve imposible la navegación (Figuras 2 y 3), provocando la muerte de cientos de peces comunes de la Laguna, afectando la economía, además amenaza la reserva ecológica que forma parte del patrimonio ecológico de la región y del país (Newsweek México, 2019).



**Figura 2.** Plaga de lirio acuático en la Laguna de Yuriria afectando la navegación. Imagen tomada de Noticieros televisa, sitio web: <https://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/lirio-acuatico-afecta-laguna-de-yuriria-en-guanajuato/>



**Figura 3.** Invasión de lirio acuático sobre la laguna, la planta recubre gran parte de la superficie. Imagen tomada de Publimetro, del sitio web: <https://www.publimetro.com.mx/guanajuato/2022/11/03/laguna-de-yuriria-autoridades-reconocen-desastre-ante-avance-de-lirio-acuatico/>

La segunda problemática detectada, pero no por eso de menor importancia, está relacionada a que en el estado de Guanajuato se encuentran sitios en donde las actividades agropecuarias, la salud pública y las áreas naturales se ven afectadas por la presencia de metales pesados, contaminantes que son producto de la influencia y proximidad a actividades industriales (Silva, G. H; 2005). Un ejemplo de ello es la problemática causada por la empresa Química Central de México; una empresa que producía químicos para la curtiduría, sin embargo, sigue vigente en el Registro Público de Comercio de San Francisco del Rincón y no ha sido disuelta. En 2015, la empresa



fue clausurada debido al incumplimiento con el retiro de más de 144 mil toneladas de cromo hexavalente que fueron abandonados en la parte trasera de la empresa que operó por 46 años (Anon, 2019; Periódico AM, 2019).

### 1.3 Hipótesis

Es posible usar el lirio acuático como absorbente de Cr (VI) reduciendo dicha plaga en la Laguna de Yuriria.

### 1.4 Objetivo general

Estudiar el comportamiento del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) a través de un monitoreo y análisis en el proceso de remoción de Cr (VI).

### 1.5 Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de reducción de Cr (VI) de soluciones de  $K_2Cr_2O_7$  en contacto con el lirio acuático por un periodo de 15 días.
- Evaluar el tiempo de vida medio de la planta en cuanto a su aparente estado físico a lo largo de este periodo de tiempo.

- Analizar los resultados respecto al proceso de adaptación de las muestras.

## 2. Contexto teórico

Los metales pesados se encuentran entre los principales contaminantes ambientales y representan una grave amenaza para la salud por su persistencia a largo plazo en el medio ambiente, sin embargo, las tecnologías de remediación para sitios contaminados con metales pesados suelen estar limitadas a áreas pequeñas o bien, son costosas; como lo son el lavado de suelo, la reducción química, la electroforesis, vitrificación, entre otros. En los últimos años, la fitorremediación se ha considerado una alternativa económica y ecológica para este tipo de contaminación, la técnica involucra a plantas que pueden absorber, acumular y desintoxicar contaminantes de sus sustratos (suelo, agua y aire) a través de procesos físicos, químicos o biológicos. La eficacia de la fitorremediación se debe a diversos factores, como: las propiedades físicas y químicas del ambiente a tratar y de la planta, la biodisponibilidad de los metales y la capacidad de las plantas para absorber, acumular, translocar, secuestrar y



desintoxicar metales (Periódico AM, 2019).

Hay una gran variedad de especies usadas en estudios de fitorremediación (Ahmad y col; 2009), muchas de ellas conllevan a procesos costosos, o el uso de estas implica invertir grandes cantidades en su producción.

Las fases del proceso por el cuál las plantas acumulan los metales constituyen tres fases (Secretaría de medio ambiente y ordenamiento territorial, 2022).

La gran variedad de métodos y especies vegetales implica buscar el proceso más eficiente, menos costoso, y una especie que sea accesible y con un alto porcentaje de absorción del contaminante a tratar. El lirio acuático, una planta acuática nociva para los estos ecosistemas, tiene una tasa de crecimiento prolífica y, por lo tanto, el potencial para eliminar la mayoría de los metales pesados, incluido el ion Cr (VI). Su enorme bio-tasa de producción en masa, su alta tolerancia a la contaminación y su capacidad de absorción de metales pesados y nutrientes califica para su uso en el tratamiento de aguas residuales (Saha y col; 2017, Sarkar y col; 2017, Yapoga y col; 2013).

Existen métodos convencionales disponibles para el tratamiento del Cromo (VI) como la filtración por membrana, precipitación, nanofiltración, ion intercambio, flotación por electrocoagulación y adsorción. Estos procesos tienen desventajas significativas, que son, para ejemplo, eliminación incompleta, requisitos de alta energía y producción de lodos tóxicos. Contrario a esto, la fitorremediación, permite la eliminación de metales a través de las plantas, además ofrece un ambiente ecológico y una metodología rentable.

### 3. Metodología

#### 3.1 Obtención de *Eichhornia crassipes*.

El lirio acuático se seleccionó y recupero de laguna de Yuriria, Guanajuato.

Para eliminar cualquier residuo de agua sucia, se hizo un lavado a las raíces con agua destilada.

#### 3.2 Proceso de fitorremediación y toma de muestras.

Se colocaron tres plantas en diferentes recipientes, de aproximadamente 1L, soluciones de  $K_2Cr_2O_7$  (KEM, 99%), con



concentraciones de 50, 100 y 150 mg L<sup>-1</sup> (Figura 4). Posteriormente se tomaron muestras en intervalos de 72 horas, durante un periodo de diez días.



**Figura 4.** Lirios acuáticos en contacto con diferentes soluciones de cromo.

### 3.3 Caracterización UV-VIS:

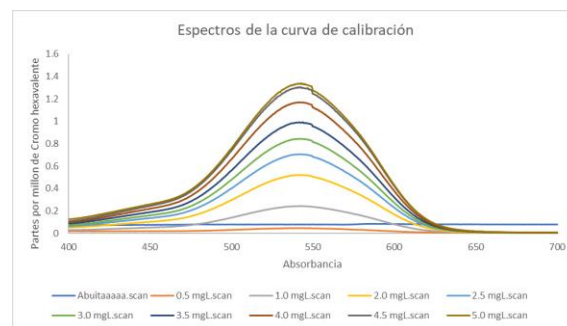
La caracterización para las muestras se llevó a cabo por medio del método de la 1,5-difenilcarbazida para determinación de Cr (VI) a 540 nm. Se utilizó el equipo “Varian 50 PROBE UV-VISIBLE spectrophotometer” (Sarkar y col; 2017).

Se prepararon estándares de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> a diferentes concentraciones y pH 1.5, agua desionizada y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.1 N) (KEM, 99%). Se añadieron 2 mL de disolución de 1,5-

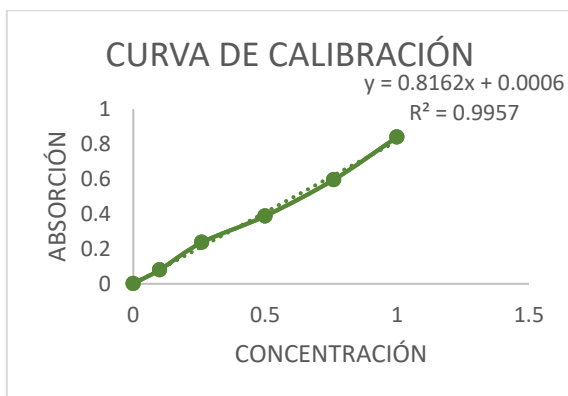
difenilcarbazida al 0.5% (P/V), se mezcló y dejó reposar 10 min para desarrollar el color. Se ajustó el espectrofotómetro con el blanco y se midió a 540 nm. Con los datos resultantes se construyó una curva de calibración.

## 4. Resultados y discusiones.

En la figura 5 se muestran los espectros obtenidos por espectrofotometría UV-VIS, preparadas previamente con difenilcarbazida, mientras que en 6 se observa la curva de calibración que va de 0 a 5 partes por millón.



**Figura 5.** Espectros UV-VIS para Cr (VI) (Método de la 1,5-difenilcarbazida).



**Figura 6.** Curva de calibración obtenida.

En la tabla 1, 2 y 3 se muestran los porcentajes de remoción obtenidos.

**Tabla 1.** Porcentajes de remoción de Cromo a 50 (mg L<sup>-1</sup>)

Día	Concentración (mg L <sup>-1</sup> )	% de remoción
3	50	58.48
6	50	62.80
9	50	69.04

**Tabla 2.** Porcentajes de remoción de Cromo a 100 (mg L<sup>-1</sup>)

Día	Concentración (mg L <sup>-1</sup> )	% de remoción
3	100	68.44
6	100	72.16
9	100	81.04

**Tabla 3.** Porcentajes de remoción de Cromo a 150 (mg L<sup>-1</sup>)

Día	Concentración (mg L <sup>-1</sup> )	% de remoción
3	150	64.36
6	150	69.52
9	150	73.48

## 5. Análisis y discusiones.

Como se muestra en las tablas 1, 2 y 3, efectivamente se presentó una reducción de la cantidad de cromo en agua durante el tiempo de estudio, el cual fue de 10 días. Los porcentajes de remoción fueron del 69.04% para la disolución con concentración de 50 mg L<sup>-1</sup>, de 81.04% para la de 100 mg L<sup>-1</sup> y de 73.48% para la de 150 mg L<sup>-1</sup>. Por lo que el mayor porcentaje de remoción se presentó en la disolución 100 mg L<sup>-1</sup>, donde la concentración final de cromo fue de 18.96 mg L<sup>-1</sup>.

## 6. Conclusión

Con el presente trabajo se demostró la eficiencia de la especie fitorremediadora *Eichhornia crassipes*, para la absorción de Cromo VI. Los resultados obtenidos en





este trabajo demuestran que es posible aprovechar el largo período de vida útil de la planta en la remoción de contaminantes.

La especie *Eichhornia crassipes* adquiere una importancia muy significativa debido a que, al tratarse de una de las peores plagas acuáticas, ésta sería una excelente alternativa para su uso, ya que cubre extensas superficies en presas, lagunas y canales, impidiendo el libre paso del agua o la navegación, afectando la supervivencia de las plantas y los animales. Sumado a esto, es posible aplicar esta

metodología para la remoción de cromo en la zona afectada por el desecho del metal por la empresa Química Central, combatiendo dos grandes problemáticas ambientales por las que atraviesa el estado de Guanajuato.

En estudios posteriores se pretende investigar el proceso de fitorremediación por el cual actúa la planta, determinando las partes de la planta en las cuales se deposita o almacena el metal contaminante, así como el proceso por el cual este es removido de las aguas residuales.

### Referencias bibliográficas

Ahmad, A., Iqbal, M., & Jabeen, R. (2009) Phytoremediation of Heavy Metals: Physiological and Molecular Mechanisms. *Bot. Rev.* 75. 340-343[1]

Anon, (2019). Recuperado 10 de octubre 2022, de [https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6032/1/mx.wap/clausura\\_profepa\\_instalaciones\\_de\\_quimica\\_central\\_de\\_mexico\\_en\\_guanajuato.html](https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6032/1/mx.wap/clausura_profepa_instalaciones_de_quimica_central_de_mexico_en_guanajuato.html)

Newsweek México. (2019). Yuriria: entre el olvido y el lirio | Newsweek México. Recuperado 10 de octubre 2022, de

<https://newsweekspanol.com/2018/01/yuriria-entre-el-olvido-y-el-lirio/#.XYb-OnUD7m>. [Accessed 10 Oct. 2022].

Periódico AM | Noticias de Guanajuato, México. (2019). Cumplen 4 años Química Central sin retirar tóxicos | Periódico AM | Noticias de Guanajuato, México. Recuperado 10 de octubre de 2022, de <https://www.am.com.mx/guanajuato/Cumplen-4-anos-Quimica-Central-sin-retirar-toxicos-l201902250001.html>

Saha, P., Shinde, O., & Sarkar, S. (2017). Phytoremediation of industrial mines



wastewater using water hyacinth. *Int. J. Phytoremediation*, 19(1), 87-96.

Sarkar, M., Rahman, A. K. M. L., & Bhoumik, N. C. (2017). Remediation of chromium and copper on water hyacinth (*E. crassipes*) shoot powder. *Water Resour. Ind.*, 17, 1-6.

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (2022). Laguna de Yuriria y su Zona de Influencia. Guanajuato. Recuperado el 12 de septiembre del 2022, de <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/areas-naturales-protegidas/10/Laguna-de-Yuriria-y-su-Zona-de-Influencia>

Silva, G. H., Munguía, J. G. S., Vermeersch, M. M., Morales, L. V., Delgadillo, L. F., Santiago, D. H., Valdez, S. S., & Anguiano, M. E. H. (2005).

Monitoreo de contaminantes en las cuencas de los ríos Guanajuato, San Juan de Otates y Turbio y su impacto en el río Lerma, estado de Guanajuato, México. *Boletín del Instituto de Geología*, 112, 1-104.

<https://biblat.unam.mx/es/revista/boletin-del-instituto-de-geologia-unam/articulo/monitoreo-de-contaminantes-en-las-cuencas-de-los-rios-guanajuato-san-juan-de-otates-y-turbio-y-su-impacto-en-el-rio-lerma-estado-de-guanajuato-mexico>

Yapoga, S., Ossey, Y. B., & Kouame, V. (2013). Phytoremediation of zinc, cadmium, copper and chrome from industrial wastewater by *hornia crassipes*. *Int. J. Conserv. Sci.*, 4(1).