

# Conferencia Interdisciplinaria de Avances en Investigación



## Reducción electroquímica de cromo hexavalente empleando Electroodos de Diamante Dopados con Boro

Ruiz Martínez M., Salazar Laureles J.L., Lugo Lugo V., Velázquez Peña S.\*

[2133068874@correo.ler.uam.mx](mailto:2133068874@correo.ler.uam.mx), [j.Salazar@correo.ler.uam.mx](mailto:j.Salazar@correo.ler.uam.mx), [v.lugo@correo.ler.uam.mx](mailto:v.lugo@correo.ler.uam.mx)

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma

DOI: 10.24275/uam/lerma/repinst/ciai2018/000232

CIAI  
2018

### Introducción

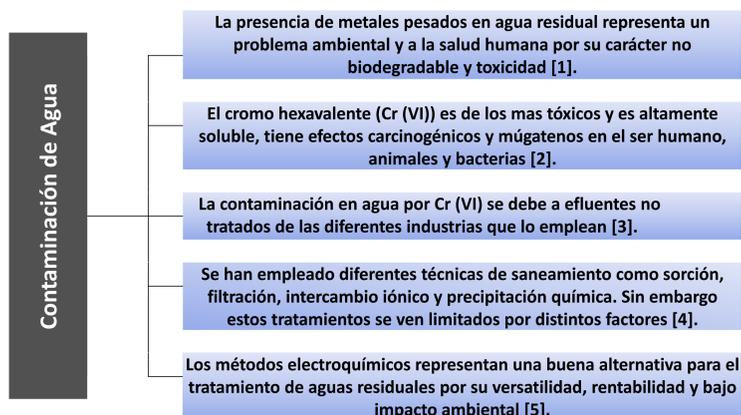


Figura 1. Contaminación de agua por metales pesados.

El presente trabajo propone un sistema que reduzca el Cr(VI) a Cr(III) cuya toxicidad es mínima [6], mediante un proceso electroquímico empleando electrodos de diamante dopados con boro, los cuales, por sus propiedades físicas y químicas son un material prometedor como electrodo para ser usado en métodos electroquímicos para la depuración de aguas residuales [7].

### Material y métodos

#### 2.1 Muestra de estudio.

Se preparo una muestra sintetica a partir de dicromato de potasio con un concentración de Cr (VI) 500 mg/ L de la cual se hizo una disolución de 5 mg/L para la curva de calibración y varias diluciones a 100 mg/ L para las pruebas preliminares la cual se ajusto a pH 2 con acido sulfúrico. Como electrolito soporte se uso cloruro de sodio a una concentración 0.1 M.

#### 2.2 Sistema experimental.

Las corridas experimentales se llevaron a acabo en una celda electroquímica por lotes (Figura 2), usando un electrodo de hierro como ánodo y el electrodo de diamante dopado con boro como cátodo, los cuales estaban inmersos en la muestra a tratar y se les aplico una intensidad de corriente definida con una fuente de poder .

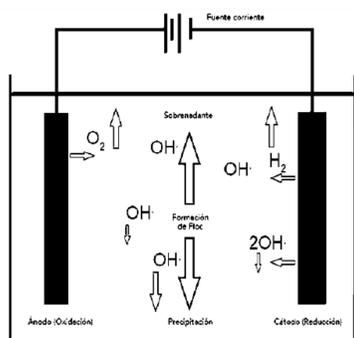


Figura 2. Celda electrolítica usada para electrocoagulación [8]

#### Corrida experimental.

Las corridas experimentales consistían en depositar 100 ml de muestra en la celda electrolítica, los electrodos se sumergían en la solución y el experimento iniciaba al aplicar la corriente eléctrica, se tomó 1 ml de muestra en intervalos regulares de 10 minutos, la intensidad de corriente de de 0.1, 0.2 y 0.3 A, a un pH 2 t NaCL como electrolito soporte.

#### 2.4 Técnica de análisis.

La cuantificación de Cr(VI) se llevo a cabo con el método colorimétrico de la 1-5 Difenilcarbazida [9] con espectrofotómetro aplicando una longitud de onda de 543 nm.

### Resultados

#### 3.1 Curvas de calibración

Se elaboraron dos curvas de calibración, una para concentraciones de 0.01 a 1 mg/L usando 9 puntos de calibración y otra para concentraciones 0.01-0.05 mg/L usando 5 puntos de calibración, la última basada en los límites mínimos permisibles en agua potable en agua residual. Ambas curvas se hicieron por triplicado.

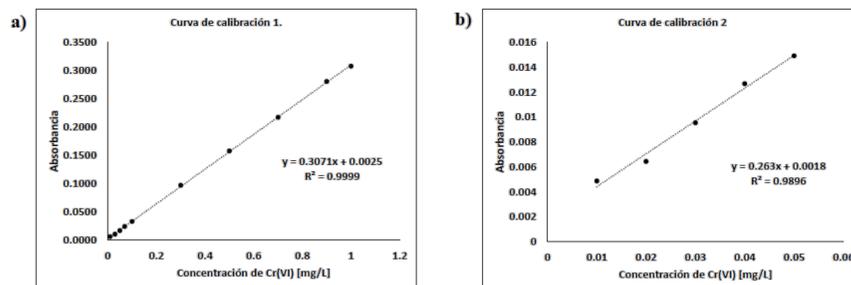


Figura 3. Curva de calibración a) Curva de calibración 1 para concentraciones de Cr(VI) de 0.01 a 1 mg/L y b) Curva de calibración 2 para concentraciones de Cr(VI) de 0.01 a 0.05 mg/L.

#### 3.2 Resultados pruebas preliminares.

El tratamiento electroquímico fue monitoreado en función del tiempo con intervalos de 10 minutos en un tiempo de tratamiento total de 50 minutos, utilizando el electrodo de diamante dopado con boro como cátodo y como ánodo el electrodo de hierro. La reducción electroquímica del Cr(VI) a una intensidad de corriente de 0.1, 0.2 y 0.3 A como se muestra en las Figuras 4a, 4b, y 4c, respectivamente. En todas las pruebas se uso NaCl 0.1M como electrolito soporte t pH se ajustó a 2 con ácido sulfúrico. Se puede observar que a intensidades de 0.2 y 0.3 A la reducción de cromo se dio en aproximadamente 10 minutos, mientras que a una intensidad de 0.1 A le tomo alrededor de 30 minutos.

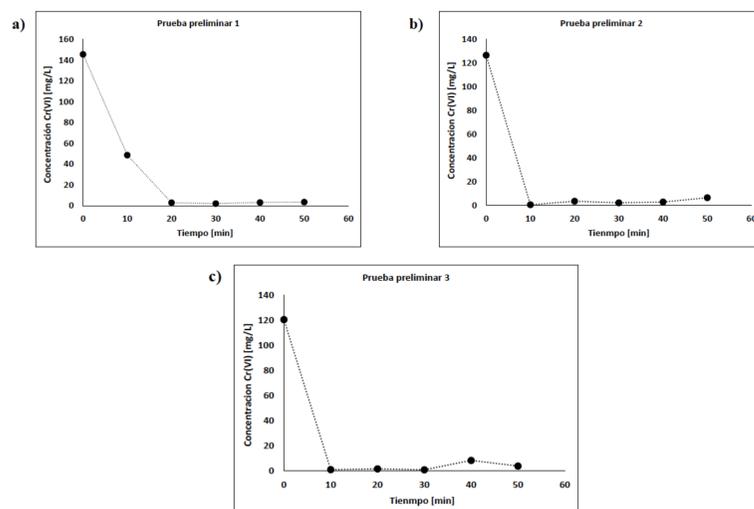


Figura 4. Reducción de Cr(VI) en función del tiempo de tratamiento: a) Con una intensidad de corriente de 0.1 A, b) Con una intensidad de corriente de 0.2 A y c) con una intensidad de corriente de 0.3 A.

### Conclusiones

El tratamiento electroquímico para la reducción de cromo hexavalente promete ser una alternativa eficaz para tratar aguas residuales contaminadas por éste metal, con base a las pruebas preliminares realizadas se puede observar que el tiempo de tratamiento es relativamente corto y presenta una alta eficiencia, es pertinente realizar más pruebas preliminares modificando las distintas variables de estudio como el pH, la intensidad de corriente y el electrolito soporte para establecer las condiciones óptimas de operación donde se logre la reducción electroquímica del Cr(VI) en tiempo de operación cortos, bajo consumo energético y menor impacto ambiental.

Por otro lado, se observo que el sistema propuesto funciona también como una manera de remover el cromo de la solución mediante un proceso de electrocoagulación, donde las partículas coloidales se aglomeran y precipitan en el medio gracias a la generación de agentes coagulantes, permitiendo removerlas mediante algún proceso físico, de la misma forma es conveniente comparar este sistema con una coagulación-floculación química convencional para determinar si el proceso ofrece una alternativa mejor a la precipitación química.

### Bibliografía y referencias

- [1] Femina Carolin, C., Senthil Kumar, P., Saravanan, A., Janet Joshiba, G., Naushad, M. (2017). Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: A review. Journal of Environmental Chemical Engineering.
- [2] National Toxicology Program (NTP)(2016). Chromium Hexavalent Compounds. Report on Carcinogens. Fourteenth Edition.
- [3] Lavado Maeza, C., Sun Kou, M., Recuay Arana, N. (2012). Remoción de cromo (vi) empleando carbones preparados química a partir de las astillas de eucalipto. Rev Soc Quim Perú. 78.
- [4] Aji Al, B., Yavuz, Y., Sabas Kopalal.(2012). Electrocoagulation of heavy metals containing model wastewater using monopolar iron electrodes. Separation and Purification Technology 86, pp 248-254.
- [5] Al Shannag, M.- Al Qodah, Z., Bani Melhem, K., Rasool Qtaishat, M., Alkasrawi, M. (2015). Heavy metal ions removal plating wastewater using electrocoagulation: Kinetic study and process performance. Chemical Engineering Journal 260, pp749-756.
- [6] VeVelazquez Peña, S., Linares Henández, I., Martínez Miranda, V., Bilyeu, B. (2013) Azo dyes as electron transfer mediators in the electrochemical reduction of Cr(VI) using boron-doped diamond electrodes. Fuel 110, pp 12-16.
- [7] Acosta Niño, G. E., Coy Barrera, C.A., Burdón Gacia, A., Cuervo Lambaque, E. (2013). La electrocoagulación como un tratamiento eficiente para la remoción de metales presentes en aguas residuales. ISSN 1900-4699, No 2, pp 306-317.
- [8] Macpherson, V. J. (2015). A practical guide to using boron doped diamond in electrochemical reserch. Phys. Chem. Chem. Phys 17, pp 2935-2949.
- [8] NMX-AA-044-SCFI (2001). Análisis de aguas – determinación de cromo hexavalente en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas – método de prueba. Diario oficial de la Federación.