

EXTRUIDO DE NEUMÁTICOS EN COLUMNAS DE LECHO FIJO PARA REMOCIÓN DE COLORANTE ROJO CONGO DEL AGUA

Juan Nápoles Armenta^{1*}; Juan Antonio Vidales Contreras¹; Celestino García Gómez¹; Luis Samaniego Moreno²; Aaron Isain Melendres Alvarez²; Gil Fredy Clemente Solis²; Edgardo Martínez Orozco³; Celia De la Mora Orozco⁴

¹Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Francisco I. Madero S/N, Ex Hacienda el Cañada, C.P. 66050, General Escobedo, Nuevo León, México.

juan.napolesrm@uanl.edu.mx - 6441619018 (*Autor de correspondencia)

²Departamento de Riego y Drenaje, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila, México.

³Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería Ambiental, Unidad Académica Arandas, Jalisco.

⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro Experimental Altos de Jalisco.

Resumen

Métodos físicos, químicos y biológicos han sido ampliamente utilizados en la eliminación de Rojo Congo de efluentes residuales, pero su efectividad o ventaja económica sigue siendo actualmente un problema importante. La adsorción se considera superior a otras técnicas por ser económica, de alto rendimiento y fácil operación. Las investigaciones están encaminadas a utilizar adsorbentes de bajo costo como la reutilización de residuos agrícolas o industriales. El objetivo de este estudio es utilizar el extruido de neumáticos en columna de lecho fijo para la remoción de colorante Rojo Congo del agua. El mejor resultado se presentó con una masa de empaque de 6 g, a una concentración de colorante de 30 mg/L y un caudal de 10 mL/min con un tiempo de ruptura de 10 minutos.

Palabras claves: Caucho, Rojo Congo, Adsorción, Agua.

Introducción

El rojo Congo (CR, sal sódica de benceno diazo-bis-1-naftilamina-4-ácido sulfónico) es un colorante diazoaniónico soluble en agua altamente tóxico (Suárez-Vázquez et al., 2019). Los colorantes sintéticos orgánicos representan uno de los mayores problemas de contaminación generados por las industrias textil, papelera, plástica, farmacéutica, alimentaria y cosmética. Los tintes se vierten en ambientes acuáticos, dañando los ecosistemas debido a su toxicidad. En consecuencia, hay una reducción de la actividad fotosintética por la obstrucción de los rayos solares. Además, los colorantes representan un riesgo para la salud humana debido a sus posibles efectos mutagénicos y cancerígenos. Los colorantes antraquinónicos reactivos tienen una estructura aromática estable, lo que dificulta su eliminación. Estos tintes representan alrededor del 20-30% de los tintes utilizados en todo el mundo. Tienen una baja fijación en prendas de algodón, lana y otros durante la etapa de teñido, lo que significa que entre el 8 y el 35% de los tintes aplicados se vierten en los efluentes residuales (Romero-Soto et al., 2021).

El Rojo Congo es un colorante aniónico secundario lineal diazo utilizado como indicador ácido-base. La geometría molecular se representa en la Figura 1. Este compuesto se utiliza para la tinción de fibrillas de proteínas de β -amiloides que se presenta en algunas patologías neurodegenerativas. Además, el Rojo Congo retrasa la aparición de signos clínicos de ensayos experimentales crónicas. También podría ser utilizado como paliativo en terapias de enfermedades neurodegenerativas. En la búsqueda de las condiciones para la liberación controlada de moléculas es indispensable contar con métodos que permitan establecer las posibles interacciones entre la molécula a ser transportada y la matriz de transporte. Empleando Rojo Congo como molécula trazadora y geles biopoliméricos de alginato y/o goma GUAR como matrices transportadoras, en el presente trabajo se postula el uso de las espectroscopias de infrarrojo y Raman para determinar las interacciones a nivel molecular. En consecuencia, parte de este trabajo tiene como objetivo identificar los grupos funcionales involucrados en las interacciones entre el Rojo Congo y las matrices biopoliméricas y estimar la magnitud de estas (Chacón Villalba et al., 2014).

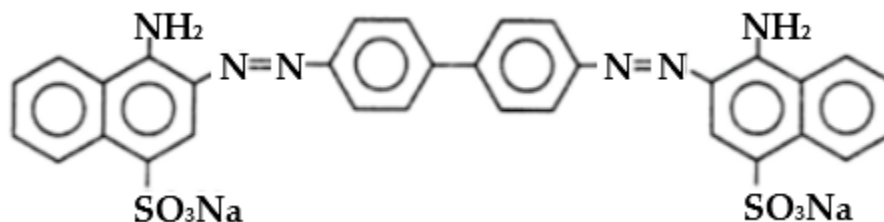


Figura 1. Geometría molecular del Rojo Congo.

Varios métodos físicos, químicos y biológicos como adsorción, floculación / coagulación, sonoquímicos, fotoquímicos, precipitación, membrana, electroquímicos, catalíticos u ozonización han sido ampliamente utilizados en la eliminación de Rojo Congo de efluentes residuales, pero su efectividad o ventaja económica sigue siendo actualmente

un problema importante. La adsorción se considera superior a otras técnicas por ser económica, de alto rendimiento y fácil operación. Las investigaciones están encaminadas a utilizar adsorbentes de bajo costo como la reutilización de residuos agrícolas o industriales (Suárez-Vázquez et al., 2019). El objetivo de este estudio es utilizar el extruido de neumáticos en columna de lecho fijo para la remoción de colorante Rojo Congo del agua.

Materiales y Métodos

El adsorbente utilizado es el extruido de neumáticos con malla 40. En esta fase del proyecto se realizaron pruebas con el material empacado en columnas de lecho fijo para conocer la capacidad de adsorción del material extruido, variando: la masa empacada, la concentración de colorante y el caudal. Se elaboró una curva de calibración (Figura 2) con diferentes concentraciones de colorante Rojo Congo, obteniendo así la ecuación de la recta.

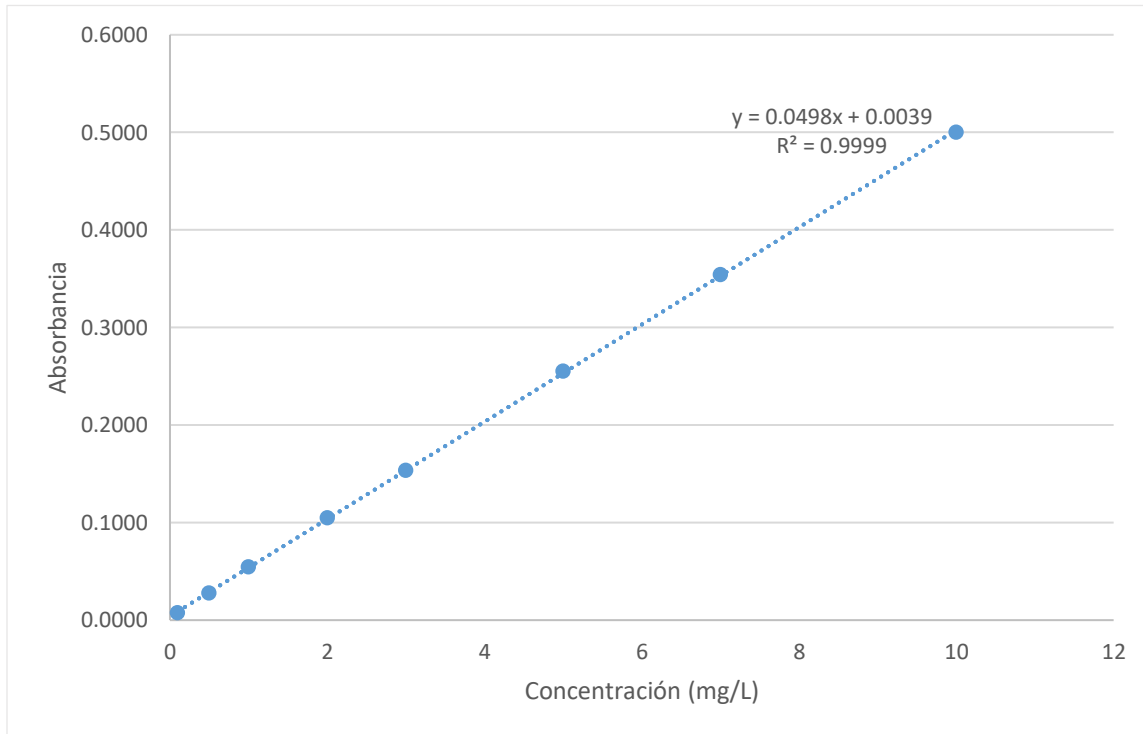


Figura 2. Curva de calibración del colorante Rojo Congo.

Se utilizó el programa Design Expert 7® para realizar un diseño central compuesto con un total de 20 experimentos. Se prepararon 1.5 litros de una solución de colorante Rojo Congo para cada experimento con concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/L para las diferentes corridas. Se hizo pasar por la columna con empaques, de 2, 4, 6, 8, y 10 g de extruido de neumático, la solución de colorante. Se utilizaron caudales de 10, 20, 30, 40 y 50 mL/min. Las muestras se leyeron en el espectrofotómetro UV-Visible a 459 nm.

Resultados y Discusión

Los resultados de tiempo de ruptura de cada corrida con base en la concentración de colorante Rojo Congo durante los experimentos en columna de lecho fijo llevados a cabo durante diferentes tiempos, con las variables experimentales de masa de absorbente, concentración de colorante y caudal se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de la evaluación del tiempo de ruptura.

Corrida	Empaque (g)	Concentración de colorante (mg/L)	Caudal (mL/min)	Tiempo de ruptura (%)
1	4	20	40	1.6
2	6	10	30	2.2
3	8	20	40	2.9
4	6	30	30	2
5	2	30	30	1.7
6	6	30	10	23
7	6	30	30	2
8	6	30	30	2
9	6	30	50	1.4
10	6	30	30	2
11	8	40	40	2.1
12	6	50	30	1
13	4	20	20	2.7
14	8	20	20	10
15	6	30	30	2
16	8	40	20	6
17	6	30	30	2
18	4	40	40	1.2
19	10	30	30	2.6
20	4	40	20	5

El mejor tiempo de ruptura se presentó con una masa de extruido de neumáticos de 6 g, una concentración de colorante de 30 mg/L y un caudal de 10 mL/min, alcanzando un tiempo de ruptura de 23 minutos, seguido de una masa de extruido de neumáticos de 8 g, una concentración de colorante de 20 mg/L y un caudal de 20 mL/min, alcanzando un tiempo de ruptura de 10 minutos.

Conclusiones

Se investigó la posibilidad de reutilizar un extruido de neumáticos para la eliminación del colorante aniónico Rojo Congo en solución acuosa, utilizando un sistema de columna de lecho fijo. El uso del extruido de neumáticos con malla 40 resultó efectivo para la adsorción de colorante Rojo Congo con un tiempo de ruptura máximo de 23 minutos. Los resultados sugieren que se requiere probar el extruido de neumáticos como adsorbente empacado en columnas de lecho fijo con diferentes contaminantes para determinar el tiempo de ruptura de cada contaminante que se desee remover del agua debido a que los resultados son diferentes para cada caso a tratar.

Referencias Bibliográficas

- Chacón Villalba, E., Bosio, V., Castro, G., & Güida, J. (2014). ESTUDIO ESPECTROSCÓPICO DE LAS INTERACCIONES DEL ROJO CONGO EN SU MATRIZ DE ALGINATO Y CARBOXIMETIL GOMA GUAR. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 101(1–2), 148–162.
- Romero-Soto, I. C., Martínez-Pérez, R. B., Rodríguez, J. A., Camacho-Ruiz, R. M., Barbachano-Torres, A., Martín-del-Campo, M., Nápoles-Armenta, J., Pliego-Sandoval, J. E., Concha-Guzmán, M. O., & Camacho-Ruiz, M. A. (2021). Galactomannans for Entrapment of *Gliomastix murorum* Laccase and Their Use in Reactive Blue 2 Decolorization. *Sustainability*, 13(16), 9019. <https://doi.org/10.3390/su13169019>
- Suárez-Vázquez, S. I., Vidales-Contreras, J. A., Márquez-Reyes, J. M., Cruz-López, A., & García-Gómez, C. (2019). Removal of congo red dye using electrocoagulated metal hydroxide in a fixed-bed column: Characterization, optimization and modeling studies. *Revista Mexicana de Ingeniera Química*, 18(3), 1133–1142. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbi/revmexingquim/2019v18n3/SuarezV>