

# EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE BIO-REMEDIACIÓN PARA LA REMOCIÓN DE IONES METÁLICOS PESADOS Y COLORANTES TÓXICOS UTILIZANDO *SARGASSUM* sp.

J. Luis López-Miranda<sup>1</sup>, Rodolfo Silva<sup>2</sup>, Gustavo A. Molina<sup>3</sup>, Rodrigo Esparza<sup>1</sup>, Angel R. Hernández-Martínez<sup>1</sup> y Miriam Estévez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, lopezfim@gmail.com, resparza@fata.unam.mx, angel.ramon.hernandez@gmail.com, miries@fata.unam.mx

<sup>2</sup> Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, rsilvac@iingen.unam.mx

<sup>3</sup> Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, gustavomolina21@gmail.com

## Resumen

Desde 2011, las costas del Caribe mexicano se han enfrentado a una serie de amenazas por la afluencia masiva de *Sargassum* sp (Johnson et al., 2013; Silva et al., 2016). Varios ecosistemas marinos están muriendo (por ejemplo, corales y pastos marinos) debido a la reducción de la luz, que afecta la fotosíntesis, y al aumento del pH del agua (reducción de la saturación de carbonato de calcio), lo que está poniendo en peligro la existencia de varias especies. Los impactos, como la pérdida de turismo y los costos de eliminación, así como los impactos en la salud (la producción de gases peligrosos en el proceso de descomposición), están cobrando un precio en muchas regiones costeras. En 2018, aproximadamente 20 millones de m<sup>3</sup> de *Sargassum* sp llegaron a lo largo de la costa del Caribe mexicano, lo que costó a los hoteleros y al gobierno varios millones de dólares para su remoción de las playas.

Por lo tanto, existe un gran interés en las propiedades y características del *Sargassum* sp, las cuales puedan ser aprovechadas para su uso y aplicación en diversas áreas. Uno de los potenciales usos es la remoción de contaminantes disueltos en agua, tales como iones metálicos y colorantes orgánicos. El principal componente responsable de la sorción de metales en las algas es el alginato, que se encuentra presente en forma de gel en sus paredes celulares; este material es fácilmente penetrable por pequeños cationes metálicos, lo que hace que las algas marinas sean biosorbentes adecuados, con un alto potencial de sorción. El proceso de biosorción del azul de metileno por *Sargassum* sp se debe a atracciones electrostáticas,

interacciones n- $\pi$  y enlaces de hidrógeno con nitrógeno del azul de metileno (Hannachi, Y. and Hafidh, A., 2020).

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos en el diseño y fabricación de un filtro sencillo, económico y ecológico a base de *Sargassum* sp para la eliminación de sustancias tóxicas orgánicas e inorgánicas. El objetivo principal es hacer uso de *Sargassum* sp, ya que las cantidades masivas de esta alga que llegan a la costa del Caribe mexicano han causado serios problemas en los últimos años.

Para obtener el sistema de filtración óptimo se evaluaron diversos parámetros, como el tratamiento químico, la molienda y la masa del *Sargassum* sp utilizado, el diámetro del filtro, el número de capas, el caudal de la solución y el grado de humedad del *Sargassum* sp. A partir de estos resultados, se ensambló el sistema de filtración, mostrado en la Figura 1, para su análisis. El agua contaminada se coloca en un recipiente, el cual tiene una bomba sumergible. Este líquido se bombea a través de una válvula reguladora, que controla el flujo de agua que ingresa al filtro. El filtro consta de cuatro capas, cada una de las cuales contiene 1,75 g de *Sargassum* sp. El líquido purificado se recoge en otro recipiente. Cada 10 minutos, este recipiente es reemplazado por otro para el posterior análisis por UV-Vis de todas las muestras recolectadas.

Las sustancias tóxicas tratadas fueron colorantes orgánicos (azul de metilo, naranja de metilo y rojo de metilo) y iones metálicos de plomo (II). Se obtuvieron tasas de remoción de casi el 100%, 65% y 25% para el azul de metileno, rojo de metilo y naranja de metilo, respectivamente, y en el caso del plomo (II)

se obtuvieron valores de hasta el 95%. Posteriormente, se caracterizó el *Sargassum* sp, mediante espectroscopía FT-IR y microscopía electrónica de barrido, mostrando la presencia de los colorantes y las especies iónicas.

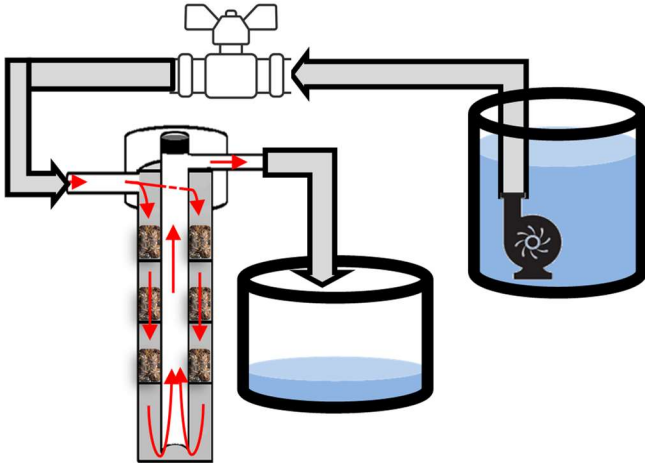


Figura 1. Sistema de filtración implementado para la remoción de contaminantes disueltos en agua.

Estos resultados demuestran la capacidad de *Sargassum* sp. para atrapar y eliminar determinadas sustancias tóxicas solubles en agua. Este tipo de sistema de filtro biosorbente dinámico es, por lo tanto, una opción ecológica, escalable y rentable para fines domésticos, agrícolas e industriales.

### Referencias

Hannachi, Y., Hafidh, A. (2020). Biosorption potential of *Sargassum muticum* algal biomass for methylene blue and lead removal from aqueous medium. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(9): 3875-3890.

Johnson, D. R., Ko, D. S., Franks, J. S. Moreno, P. Sanchez-Rubio, G. (2013). The *Sargassum* Invasion of the Eastern Caribbean and Dynamics of the Equatorial North Atlantic. *Proceedings of the 65th Gulf Caribbean Fisheries Institute*, 102-103.

Silva, R., Mendoza, E., Mariño-Tapia, I., Martínez, M.L., Escalante, E. (2016). An artificial reef improves coastal protection and provides a base for coral recovery. *Journal of Coastal Research*, 75: 467-471.



1er Congreso Internacional  
**CEMIE-Océano**





Cinvestav  
UNIDAD MERIDA



Cinvestav  
Unidad Saltillo



Cinvestav  
UNIDAD GUADALAJARA



INSTITUTO DE ECOLOGÍA, PESQUERÍAS  
Y OCEANOGRAFÍA DEL GOLFO DE MÉXICO  
Universidad Autónoma de Campeche



INGENIERÍA Y  
MEDIO AMBIENTE



IMTA  
INSTITUTO MEXICANO  
DE TECNOLOGÍA  
DEL AGUA



PC  
SECRETARÍA DE  
PROTECCIÓN CIVIL  
DEL ESTADO DE VERACRUZ



Universidad Veracruzana



UNIDAD ACADÉMICA  
YUCATÁN



Instituto  
de Biología  
UNAM



IG  
INSTITUTO DE  
GEOGRAFÍA  
U. N. AM.



INSTITUTO DE  
CIENCIAS  
FÍSICAS



INSTITUTO NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD Y  
ENERGÍAS LIMPIAS



INECOL



CIDESI®



Universidad  
del Caribe  
CONOCIMIENTO Y CULTURA PARA EL DESARROLLO HUMANO



CICIMAR-IPN



UADY  
UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE YUCATÁN



Potencia  
Industrial



ECOSUR



INAOE



DINA



IER  
Instituto de Energías  
Renovables



CENTRO DE INVESTIGACION  
EN QUÍMICA APLICADA



UNIVOC  
UNIVERSIDAD DE



CICATA-IPN



Centro de  
Física Aplicada y  
Tecnología Avanzada



Universidad Internacional  
SECUNDARIA, BACHILLERATO, LICENCIATURA, INGENIERÍA, POSGRADO