



# SARGAZO Y BIOSORCIÓN (INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL PRELIMINAR 2016-2022).

AUTORES

María Fernanda Leyvas Acosta<sup>2</sup>, María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar<sup>1</sup>, Minerva Monroy Barreto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad Universitaria, CDMX, México, CP04510; <sup>2</sup>Facultad de Química, UNAM 312007661@quimica.unam.mx

## RESUMEN

Se presentan los resultados de investigación documental de estudios reportados empleando la macroalga sargazo en conjunto con otros materiales biosorbentes como la rizhobacteria y la hidroxapatita. Los estudios comparan la capacidad de adsorción entre un sistema compuesto de sargazo y otro biosorbente, con la de un sistema que este formado únicamente por sargazo (con o sin tratamiento químico). Los metales que son estudiados para su remoción en medio acuoso por la biomasa de sargazo son; Ag, Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Th, U y Zn, así mismo se encontró que la macroalga es capaz de adsorber también colorantes utilizados comúnmente en la industria textil (azul de metileno, naranja ácido 52, etc.).

## METODOLOGÍA

La investigación documental especializada se realizó empleando la plataforma www.bidi.unam.mx (Dirección General de Bibliotecas, UNAM).

## INTRODUCCIÓN

La biosorción es el proceso reversible rápido, pasivo de adsorción de una sustancia química en una superficie de origen biológico (Gautam et al., 2014; Plaza-Cazón, 2012) y es aprovechada como una técnica de biorremediación (Gautam et al., 2014), el tipo de adsorción que se lleva a cabo en el sargazo es la fisiorción (Davis et al., 2000; Amador-Castro et al., 2021).

## OBJETIVOS

- identificar las especies del género *sargassum* empleadas para la elaboración de materiales biosorbentes
- identificar de las especies químicas especialmente elementos de transición capaces de ser removidas por sistemas biosorbentes elaborados a base de sargazo
- identificar las principales técnicas analíticas utilizadas en los estudios reportados de biosorción.

## RESULTADOS

**Tabla 1. Adsorbente de sargazo con distintas especies encontradas y la información de los sistemas de estudio**

Especie de Sargazo	País de Origen	Sistema	Matriz	Especies Químicas	Bibliografía
<i>S. horneri</i>	China	Sargazo fresco en un vaso de precipitado	Solución acuosa sintética multi iónica	Cr, Mn, Sr	(Wang et al., 2021)
	China	Carbón activado con ZnCl <sub>2</sub> a base de sargazo recubierto de quitosano.	Solución acuosa sintética	Cr	(Zeng et al., 2020)
<i>S. natans</i>	India	Columna empacada de sargazo previamente protonado.	Solución acuosa sintética	Cr	(Prabhu et al., 2020)
<i>S. cinereum</i>	Indonesia	Bolsa de té con rizhobacteria y sargazos molidos	Agua residual del centro industrial de Batik (pH 8).	Zn	(Lestari et al., 2020)
<i>S. tenerrimum</i>	Irán	Sargazo seco en un sistema por lotes	Solución acuosa sintética	Pb	(Tukaram Bai y Venkateswarlu, 2018)
<i>S. glaucescens</i>	Irán	Nanopartículas de sargassum / hidroxapatitas adaptadas a una membrana dinámica	Solución acuosa sintética	Co, Ni, Zn	(Beni et al., 2021)
<i>S. dentifolium</i>	Egipto	Membrana compuesta de fibras de acrílico con sargazo molido	Agua residual de la autoridad de Materiales Nucleares	U y Th	(Orabi et al., 2019)
<i>S. vulgare</i>	Marruecos	Columna de lecho fijo de sargazo inmovilizada	Solución acuosa sintética	Fe	(Benaissa et al., 2019)
<i>S. filipilendula</i>	Brasil	Columna de lecho fijo de sargazo desalginizado	Solución acuosa sintética	Ag	(Rocha de Freitas et al., 2019)
<i>S. natans</i>	Brasil	Columna de lecho fijo de sargazo desalginizado	Solución acuosa sintética	Cu y Ni	(Barquilha et al., 2019)
<i>S. spp</i>	México	Sistema de filtrado a base de sargazo previamente tratado con H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Solución acuosa sintética	Pb	(López Miranda et al., 2020)

## CONCLUSIONES

Las especies de sargazo cinereum, dentifolium, filipilendula, glaucescens, horneri, natans, spp., tenerrimum y vulgare, han sido empleadas para la elaboración de sistemas adsorbentes, las especies químicas que son capaces de remover son; Ag, Cu, Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Sr, Th, U y Zn. Las principales técnicas analíticas encontradas para el estudio de la biosorción en sistemas con sargazo son; la espectrofotometría de UV-vis para determinar la cantidad de la especie química es capaz de adsorber el sistema, la espectroscopía de infrarrojo para determinar que especie química está siendo adsorbida, así como para identificar los grupos funcionales que interactúan con las especies y la microscopía electrónica de barrido que permite observar las modificaciones en la superficie del biosorbente, asegurándonos que se está adsorbiendo la especie química.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amador-Castro, F.; García-Cayuela, T.; Alper, H.S.; Rodríguez-Martínez, V.; Carrillo-Nieves, D. (2021). Valorization of pelagic sargassum biomass into sustainable applications: Current trends and challenges. *Journal of Environmental Management* 283, 112013.
- Barquilha C.E.R.; Cossicha E.S.; Tavares C.R.G.; da Silvac E.A. (2019) Biosorption of nickel and copper ions from synthetic solution and electroplating effluent using fixed bed column of immobilized brown algae. *Journal of Water Process Engineering* 32
- Benaissa S.; Arhoun B.; Villen-Guzman M.; El Mail R.; Rodríguez-Maroto J.M. (2019). Immobilization of Brown Seaweeds *Sargassum vulgare*. *Water Air Soil Pollut* 230, 19.
- Beni A.A.; Esmaelili A.; Behjat Y. (2021) Invent of a simultaneous adsorption and separation process based on dynamic membrane for treatment Zn (II), Ni (II) and Co (II) industrial wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*, 14, 103231.
- Davis T.A.; Volesky B.; Vieira R.H.S.F. (2000). *Sargassum seaweed as biosorbent for heavy metals*. *Wat. Res.*, 34(17), 4270-4278.
- Desroches A.; Cox S.-A.; Oxenford H.A.; van Tussenbroek B. (2020). *Sargassum Uses Guide: A resource for Caribbean researchers, entrepreneurs, and policy makers*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. CERMES Technical report, 97, special edition.
- Lestari S.; Hernayanti; Oedjijono; Dwi Sunu Windyartini (2020) Application of *Sargassum Cinereum* and *Rizhobacteria* as Biosorbent Zn in Batik Wastewater. *Journal of Hunan University* 48
- Liranzo-Gómez R.E.; García-Cortés D.; Jáuregui-Haza U. (2021). ADAPTATION AND SUSTAINABLE MANAGMENT OF MASSIVE INFLUX OF SARGASSUM IN THE CARIBBEAN. *Environmental Innovations: Advances in Engineering Technology and Management* 8(2), 543-553.
- López Miranda J.L.; Silva R.; Molina G.A.; Esparza R.; Hernández-Martínez A.R.; Hernández Cartefo J.; Estévez M. (2020). Evaluation of a Dynamic Bioremediation System for the Removal of Metal Ions and Toxic Dyes Using *Sargassum Spp*. *Journal of Marine Science and Engineering* 8(11), 899.
- Orabi, A.H., Abdelhamid, A.E.S., Salem, H.M., Ismaiel, D.A. (2020). New adsorptive composite membrane from recycled acrylic fibers and *Sargassum dentifolium* marine algae for uranium and thorium removal from liquid waste solution. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 326, 1233-1247
- Oviatt C.A.; Huizenga K.; Rogers C.S.; Miller W.J. (2019). What nutrient sources support anomalous growth and the recent sargassum mass stranding on Caribbean beaches? A review. *Marine Pollution Bulletin* 145, 517-525.

**Tabla 2. Especies de sargazo, concentración inicial y capacidad de adsorción de las especies químicas.**

Especie de sargazo	Especie Química	Concentración inicial de especie química	Capacidad de adsorción	Bibliografía
<i>S. cinereum</i>	Zn	0.0972 mg/L - 0.0102 mg/L	0.02747 ± 0.0023 mg/g	(Lestari et al., 2020)
<i>S. dentifolium</i>	U	67 mg/L	62 mg/g	(Orabi et al., 2019)
	Th	103 mg/L	59.4 mg/g	
<i>S. filipilendula</i>	Ag	1000 ppm	1.066 mg/g	(Rocha de Freitas et al., 2019)
<i>S. glaucescens</i>	Co	8.41 mg/L	2-3 mg/g	(Beni et al., 2021)
	Ni	14.72 mg/L	7-9 mg/g	
	Zn	23.81 mg/L	95.8 %	
<i>S. horneri</i>	Cr	1000 µg/L	838 µg/g	(Wang et al., 2021)
	Mn	1000 µg/L		
	Sr	100 mg/L		
	Cr	20 mg/L	20.5 mg/g	(Zeng et al., 2020)
<i>S. natans</i>	Cu	14.28 mg/L	1.656 mmol/g	(Barquilha et al., 2019)
	Ni	58.16 mg/L	1.404 mmol/g	
	Cr	25 mg/mL	1.79 mg/g	(Prabhu et al., 2020)
<i>S. spp</i>	Pb	50 ppm		(López Miranda et al., 2020)
<i>S. tenerrimum</i>	Pb	20 mg/L	6.657 mg/g	(Tukaram Bai y Venkateswarlu, 2018)
<i>S. vulgare</i>	Fe	26.17 mg/L	4.37 mg/g	(Benaissa et al., 2019)

En todos los trabajos se describe el uso de la espectrofotometría de UV-Vis para la cuantificación de la concentración de las especies químicas en remoción. Lo anterior, para evaluar la capacidad de adsorción de la biomasa para cada especie, de acuerdo a la ecuación (1):

$$q = \frac{(C_0 - C_T) V}{m}$$

Ecuación 1. Cálculo del valor de la capacidad de adsorción.

En donde Co es la concentración inicial de la especie química, CT correspondiente a la concentración final de la especie química, V el volumen utilizado y m a la masa utilizada del biosorbente.

Los espectros de IR de los trabajos resaltan las señales en 3400-2400 cm<sup>-1</sup> correspondientes a la señal analítica del grupo funcional hidroxilo, en 1730-1700 cm<sup>-1</sup> y en 1320-1210 cm<sup>-1</sup> del grupo carbonilo, así mismo se pueden ver algunas señales en 2511-2341 cm<sup>-1</sup>.

- Plaza Cazón J. (2012). Remoción de metales pesados empleando algas marinas. Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Plata.
- Prabhu A.A.; Chityala S.; Jayachandran D.; Deshavath N.N.; Veeranki V.D. (2020). A two-step optimization approach for maximizing biosorption of hexavalent chromium ions (Cr (VI)) using alginate immobilized *Sargassum sp* in a packed bed column. *Separation Science and Technology* 56, 90-106
- Rocha de Freitas G.; Adeodato Vieira M.G.; Carlos da Silva M.G. (2019) Fixed bed biosorption of silver and investigation of functional groups on acidified biosorbent from algae biomass. *Environmental Science and Pollution Research* 26, 36354-36366
- Saldarriaga-Hernández S.; Nájera-Martínez E.F.; Martínez-Prado M.A.; Melchor-Martínez E.M. (2020). *Sargassum*-based potential biosorbent to tackle pollution in aqueous ecosystems-An overview. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100032.
- Tukaram Bai M.; Venkateswarlu P. (2018). Fixed bed and batch studies on biosorption of lead using *Sargassum Tenerrimum* powder: Characterization, Kinetics and Thermodynamics. *Materials Today: Proceedings*, 5, 18024-18037.
- Wang X.; Shan T.; Pang S. (2021). Removal of Sr, Co, and Mn from seawater by *Sargassum horneri* in mono- and multi-nuclide contamination scenarios. *Journal of Applied Phycology* 33, 2587-2596.
- Yaashikaa P.R.; Senthil Kumar P.; Saravanan A.; Dai-Viet N. Vo. (2021). Advances in biosorbents for removal of environmental pollutants: A review on pretreatment, removal mechanism and outlook. *Journal of Hazardous Materials* 420, 126596.
- Zeng G.; Hong C.; Zhang Y.; You H.; Shi W.; Du M.; Ai N.; Chen B. (2020) Adsorptive Removal of Cr(VI) by *Sargassum horneri*-Based Activated Carbon Coated with Chitosan. *Water Air Soil Pollut* 231(77)