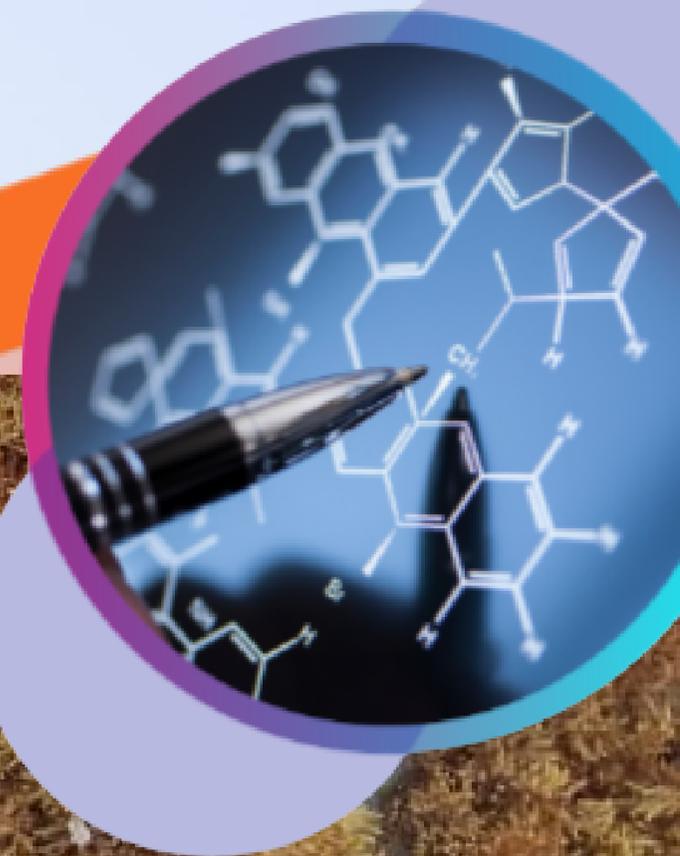


VI Congreso Internacional de DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA



Experiencia de Investigación Formativa

**Sargazo: Biosorción en el Área de
Contaminación Ambiental.**

Congreso Online

Autoras:

María Fernanda Leyvas Acosta

María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar

ORGANIZA

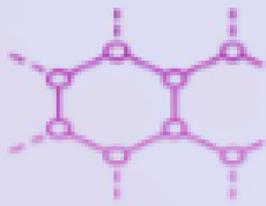


**Asociación de Químicos
de Galicia**

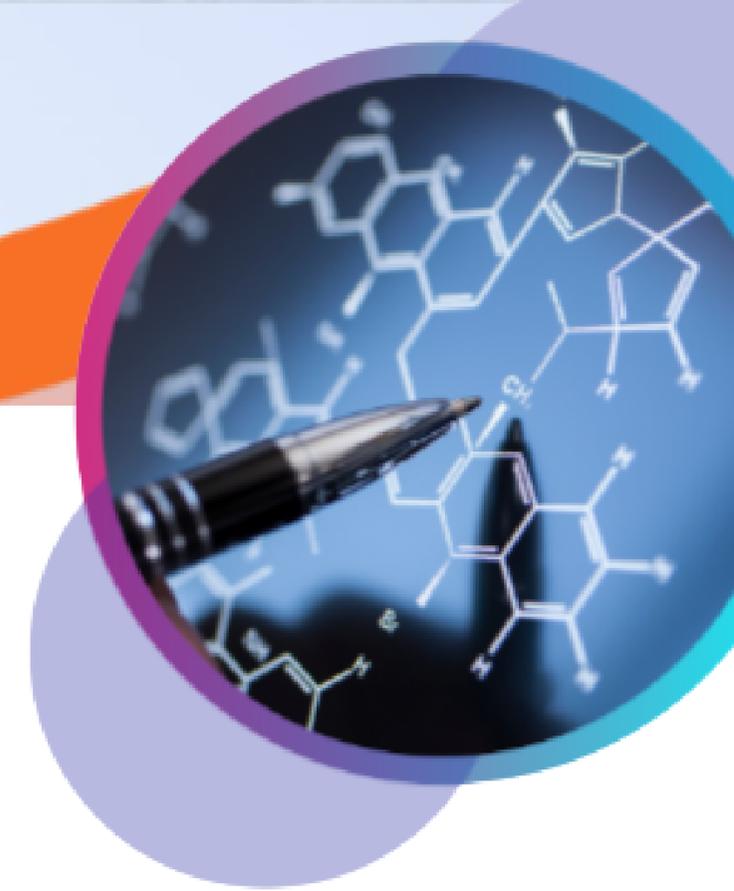
**MAYO
del 22 al 24 de 2025**

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica



VI Congreso Internacional de **DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**



INTRODUCCIÓN

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Sargazo

Filo: Ochrophyta, Clase: Phaeophyceae, Orden:
Fucales, Familia: Sargassaceae.

Sargazo en México

La llegada masiva de sargazo a México en 2015 y su continua aparición desde 2018 (Amador-Castro et al., 2021) han afectado las costas del caribe mexicano

- En 2019 se recolectaron 85,495 toneladas
- 2020 17,865 toneladas de sargazo
- 2021 se registraron 44,913 toneladas



Figura 1. Foto tomada en la Unidad Académica de Sistemas Arrecifales (Leyvas Acosta, 2021)

Composición

El uso de sargazo como biosorbente para remover metales pesados y colorantes orgánicos se debe a los carbohidratos contenidos entre un 10 - 40% (Saldarriaga-Hernández et al., 2020). La pared celular en las algas pardas se identifica como la responsable de la adsorción de sustancias químicas (Plaza-Cazón, 2012), debido a la composición de su matriz de alginato.

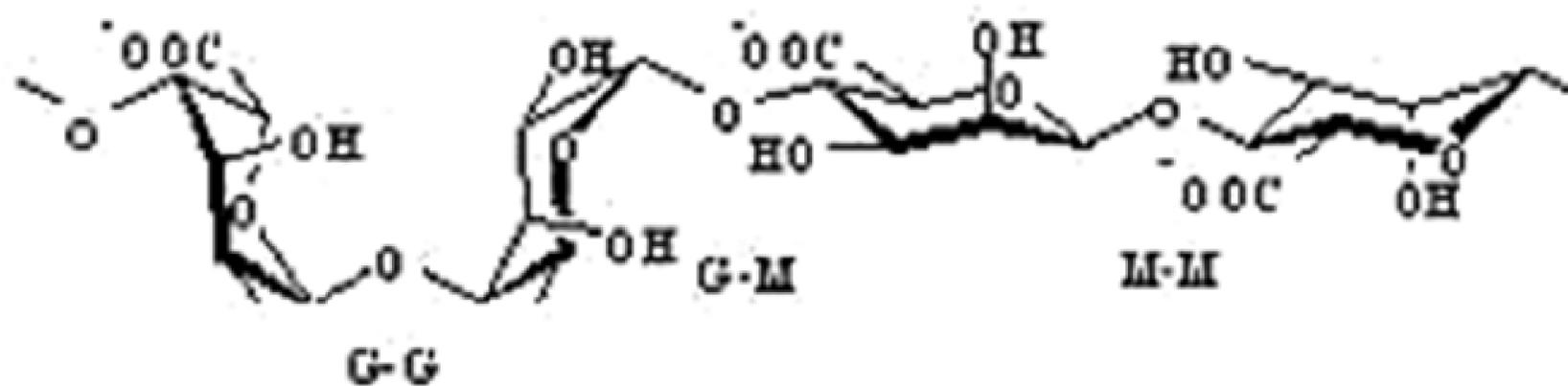


Figura 2. Cadenas dimerizadas del ácido β -D manurónico (M) y α -L gulurónico (G), formando las estructuras "egg box" (Cuizano y Navarro, 2007).

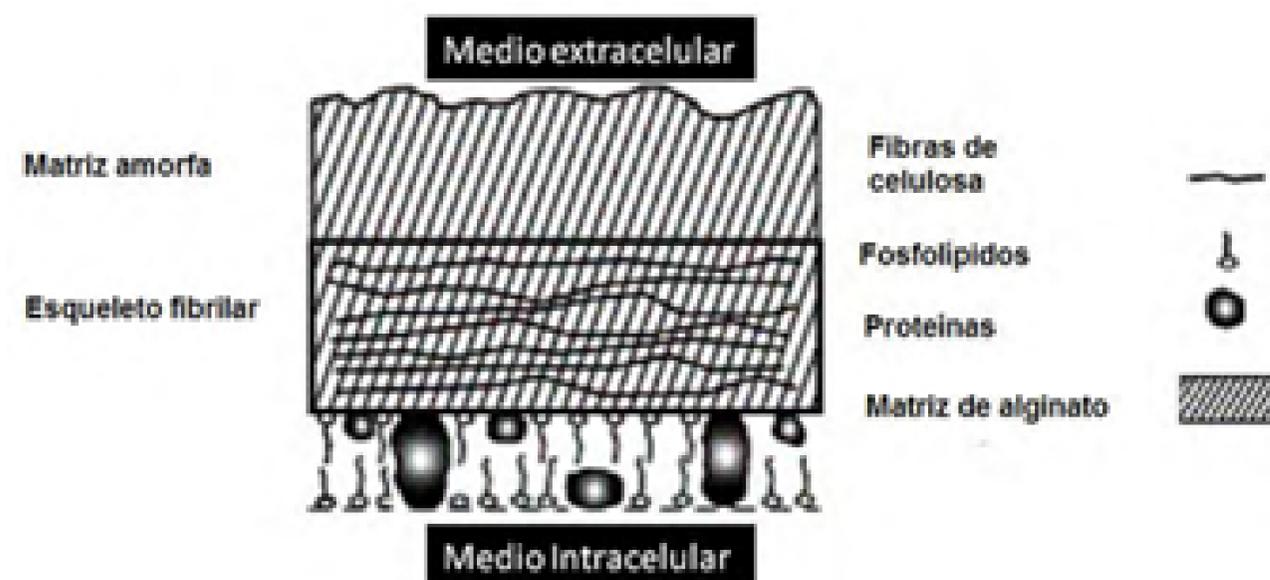


Figura 3. Estructura y composición de la pared celular de algas marrones (Plaza-Cazón, 2012)

Biosorción

Lo que llamamos biosorción, se define como el proceso de remoción de metales pesados basado en la unión pasiva de estas iones a la estructura de biomasa, sin la implicación directa de la actividad metabólica celular (Federico Sala et al., 2010).

El proceso de biosorción involucra una fase sólida a la que se le llama sorbente y una fase líquida que contiene las especies disueltas que van a ser sorbidas (Cañizares Villanueva, 2000).

La biosorción se puede describir mediante un proceso de adsorción que involucra varias etapas (Gautam et al., 2013):

1. **Penetración de la superficie celular:** La sustancia química se desplaza por difusión desde el medio acuoso hacia la película que recubre la pared celular del biosorbente.
2. **Adsorción inicial:** El adsorbato comienza a desplazarse a través de la interfaz entre la película y el biosorbente.
3. **Interacción con grupos funcionales:** El adsorbato interactúa con los grupos funcionales presentes en la pared celular del biosorbente, esta interacción puede llevarse por medio de intercambio iónico, adsorción física y/o complejación (Hernández Sánchez, 2008).
4. **Transferencia y acumulación:** El adsorbato se transfiere a la superficie de la pared celular, donde comienza a acumularse.

ORGANIZA

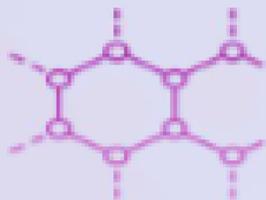


Asociación de Químicos
de Galicia

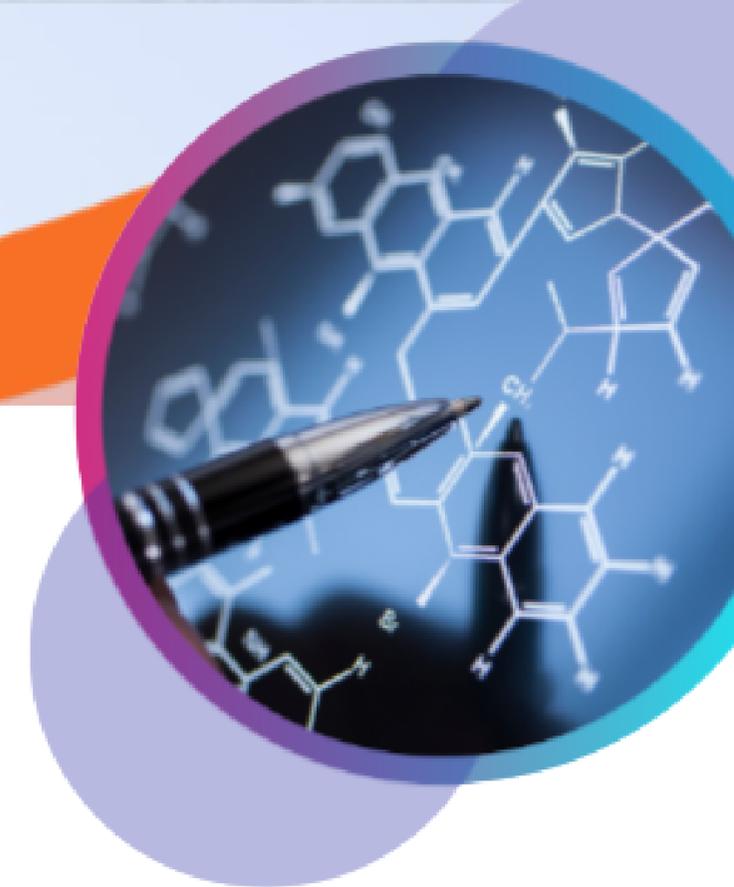
MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica



VI Congreso Internacional de **DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**



OBJETIVOS

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

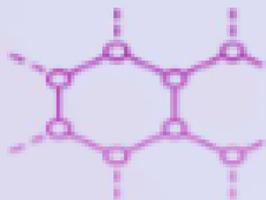
Objetivo General

Desarrollar una investigación bibliográfica sobre macroalga *Sargassum* como biosorbentes

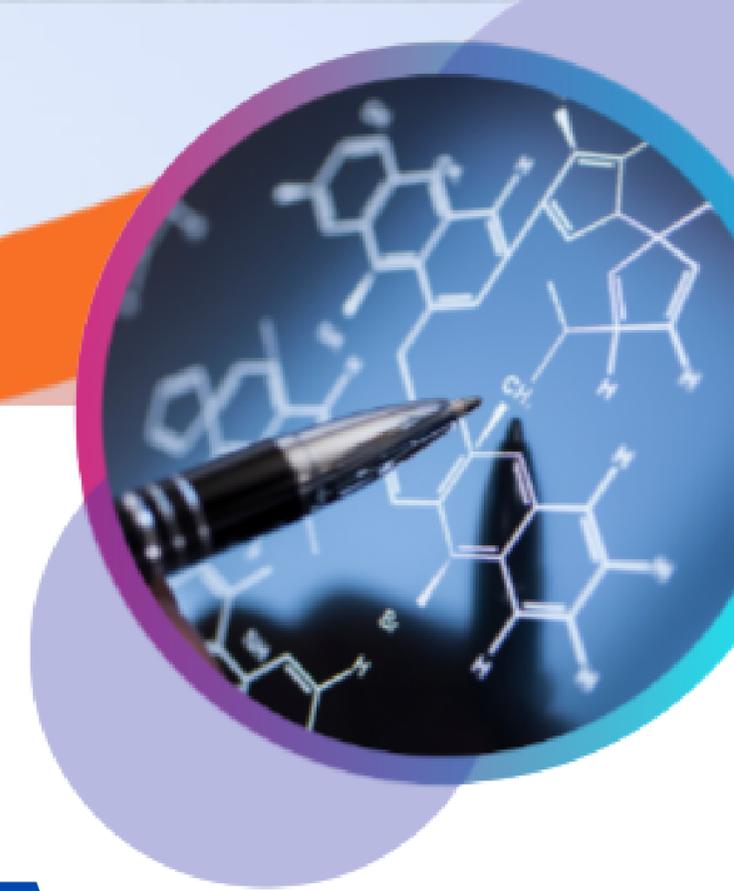
Objetivos Particulares

- Consultar y Registrar:
 - a) Las especies de sargazo que han sido empleadas como biosorbentes (desde 2018 a 2024).
 - b) Los metales pesados removidos por los sistemas de biosorbentes con base en especies de *Sargassum*.
 - c) Los diversos sistemas empleados para la biosorción y sus procesos de adsorción.
 - d) Las técnicas analíticas utilizadas para cuantificar los metales pesados y caracterizar los biosorbente.
- Colocar la distribución geográfica de los puntos de recolección de sargazo en la plataforma Google Earth.
- Consultar e Identificar la normatividad ambiental vigente en México para el aprovechamiento del sargazo.
- Desarrollar, como propuesta un diagrama detallado de un sistema de biosorción para la remoción de metales pesados presentes en México, en específico Cr y Pb.





VI Congreso Internacional de **DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**



METODOLOGÍA

ORGANIZA



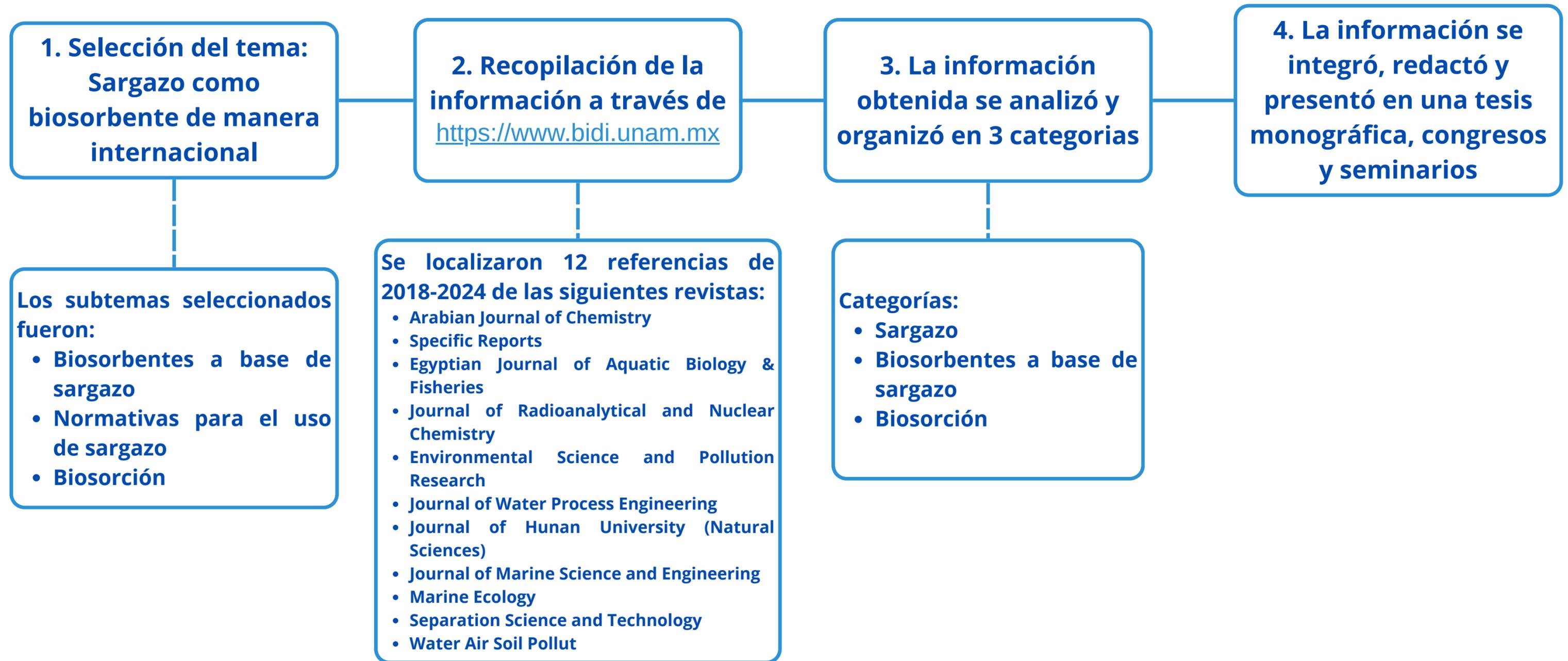
Asociación de Químicos
de Galicia

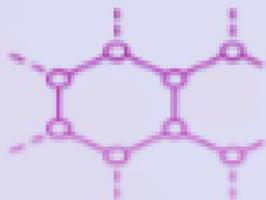
MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

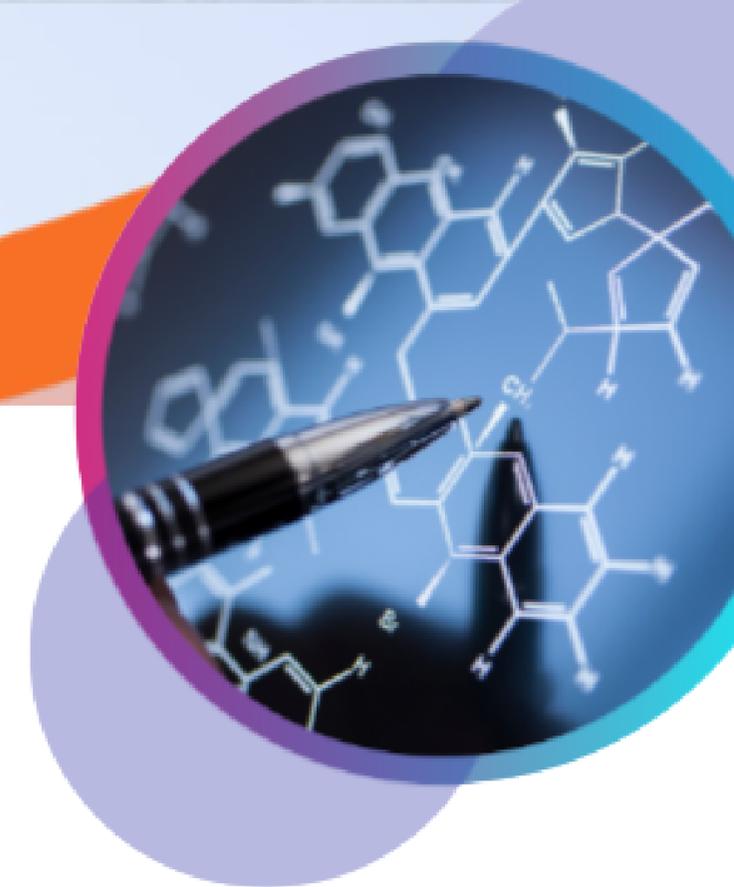
www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Metodología de la investigación documental especializada.





VI Congreso Internacional de **DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**



RESULTADOS

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Especies de Sargazo

Tabla 1. Resultado de artículos y especies de sargazo encontradas

Especie	Año	Referencias	País
<i>Sargassum Cinereum</i>	2020	<i>Lestari et al., 2020</i>	Indonesia
<i>Sargassum Crassifolium</i>	2024	<i>Farhoud et al., 2024</i>	Egipto
<i>Sargassum Dentifolium</i>	2020	<i>Orabi et al., 2020</i>	Egipto
<i>Sargassum Filipilendula</i>	2019	<i>Rocha de Freitas et al., 2019</i>	Brasil
<i>Sargassum Glaucescens</i>	2021	<i>Beni et al., 2021</i>	Irán
<i>Sargassum Horneri</i>	2020	<i>Zeng et al., 2020</i>	China
	2021	<i>Wang et al., 2019</i>	
<i>Sargassum Latifolium</i>	2024	<i>Farhoud et al., 2024</i>	Egipto
<i>Sargassum Natans</i>	2019	<i>Barquilha et al., 2019</i>	Brasil
	2020	<i>Prabhu et al., 2020</i>	India
	2023	<i>Soleymani et al., 2023</i>	Irán
<i>Sargassum Spp.</i>	2020	<i>López Miranda et al., 2020</i>	México
<i>Sargassum vulgare</i>	2019	<i>Benaisa et al., 2019</i>	Marruecos

Continentes de África, América y Asia

Total= 12 artículos



Figura 4. Número de artículos encontrados por país



Biosorbentes sin tratamiento químico

Tabla 2. Biosorbentes sin tratamiento químico y sus sistemas de adsorción.

Sargazo			Biosorbente				Referencias	
Especie	Recolección	Tratamiento físico	Preparación del Biosorbente					
	Lugar de recolección	Procedimiento	Obtención del biosorbente	Biosorbentes agregados	Sistema adaptado	Proceso de adsorción		
<i>Sargassum cinereum</i>	Playa Meghanti	Lavado con agua destilada	Secado a 60 °C hasta peso constante	Aislada de una papa en el laboratorio	Rhizobacteria	Bolsa de té en matraz	Por Lotes	<i>Lestari et al., 2020</i>
<i>Sargassum crassifolium</i>	Ra's Ghareb y Ras Shukeir		Secado a 40 °C por 2 días			Biomasa en vaso de precipitados		<i>Farhoud et al., 2024</i>
<i>Sargassum latifolium</i>								
<i>Sargassum dentifolium</i>	Ras Ghareb		Secado a 50 °C hasta peso constante	Residuos de fibra de acrílico	Fibras de acrílico	Membrana hecha con los biosorbentes en un matraz de Erlenmeyer	<i>Orabi et al., 2020</i>	
<i>Sargassum glaucescens</i>	Chabahar		Secado a 80 °C por 20 h	Extracción de huesos bovinos	Hidroxiapatita	Biosorbentes adaptados en una columna	Columna	<i>Beni et al., 2021</i>
<i>Sargassum horneri</i>	Isla de Nanji				Biomasa en vaso de precipitados	Por Lotes	<i>Wang et al., 2021</i>	



Biosorbentes con tratamiento químico

Tabla 3. Biosorbentes con tratamiento químico y sus sistemas de adsorción.

Sargazo				Biosorbente			
Especie	Recolección	Tratamiento físico		Tratamiento Químico	Preparación del Biosorbente		Referencias
	Lugar de recolección	Procedimiento			Sistema adaptado	Proceso de adsorción	
<i>Sargassum filipilendula</i>				Desgalginización de biomasa y esterificación de grupos funcionales en alginato	Alginato de la macroalga adaptado en una columna de adsorción	Columna	<i>Rocha de Freitas et al., 2019</i>
<i>Sargassum horneri</i>	Isla de Nanji		Secado por 24 h	Mezclado con cloruro de zinc y carbonizado a 600 °C combinado con quitosano	Sistema por lotes con carbón activado a base de sargazo recubierto de quitosano	Por Lotes	<i>Zeng et al., 2019</i>
<i>Sargassum natans</i>	Asociación de productores de algas de Ceará	Lavado con agua destilada	Secado a 60 °C	Biomasa desalginizada	Alginato de la macroalga adaptado en una columna de adsorción	Columna	<i>Barquilha et al., 2019</i>
	Udupi			Biomasa desalginizada y protonada	Alginato protonado de la macroalga adaptado en una columna de adsorción		<i>Prabhu et al., 2020</i>
	Qeshm		Secado a 60 °C por 12	Tratada con Mg ²⁺	Biomasa tratada en un vaso de precipitados	Por Lotes	<i>Soleymani et al., 2023</i>
<i>Sargassum Spp</i>	Costas del Caribe		Secado por 48 h	Biomasa desprotonada	Macroalga adaptada en una columna de adsorción	Columna	<i>López Miranda et al., 2020</i>
<i>Sargassum vulgare</i>	Marruecos		Secado a 60 °C por 24h	Grupos funcionales inmovilizados con CaCl ₂			<i>Benaisa et al., 2019</i>



Análisis Cuantitativo y sus Resultados

$$q = \frac{(C_0 - C_T)V}{m} \quad \text{Eq. 1}$$

- C_0 : concentración inicial de la especie química
- C_T : concentración final de la especie química
- V : volumen utilizado
- m : masa utilizada del biosorbente.

Tabla 4. Técnicas cuantitativas utilizadas y capacidad de adsorción.

Especie	Matriz	Metales de estudio	Capacidad de adsorción	Concentración inicial	Técnica de espectrofotometría	Referencias
<i>sargassum cinereum</i>	Agua residual	Zn	0.02747 ± 0.0023 mg/g	0.0972 -0.0102 mg/l	absorción atómica	<i>Lestari et al., 2020</i>
<i>sargassum crassifolium</i>	Disolución sintética	Cu	144.29 mg/g			<i>Farhoud et al., 2024</i>
		Cd	116.805 mg/g			
		Ni	148.85 mg/g			
		Pb	149.76 mg/g			
<i>sargassum dentifolium</i>		U	62 mg/g	67 mg/l	infrarrojo	<i>Orabi et al., 2020</i>
		Th	59.4 mg/g	103 mg/l		
<i>sargassum glaucescens</i>	Agua residual	Co	2-3 mg/g	8.41 mg/l	absorción atómica	<i>Beni et al., 2021</i>
		Ni	7-9 mg/g	23.81 mg/l		
		Zn		14.72 mg/l		
<i>sargassum horneri</i>		Cr	838 µg/g	20 mg/l	UV-Visible	<i>Zeng et al., 2020</i>
		Co		20 mg/l	ICP-OES	<i>Wang et al., 2021</i>
		Mn		100 µg/l		
		Sr	20.5 mg/g	100 µg/l		
<i>sargassum latifolium</i>	Disolución sintética	Cu	143.51 mg/g		absorción atómica	<i>Farhoud et al., 2024</i>
		Cd	116.515 mg/g			
		Ni	148.6 mg/g			
		Pb	148.77 mg/g			
<i>sargassum natans</i>		Ni	1.656 mmol/g	14.28 mg/l	UV-Visible	<i>Barquilha et al., 2019</i>
		Cu	1.404 mmol/g	58.16 mg/l		
		Cr	1.79 mg/g	25 mg/l	absorción atómica	<i>Soleymani et al., 2023</i>
Sr	103.95 mg/g	300 mg/l				
<i>sargassum vulgare</i>		Fe	45.92 mg/g	50 mg/l	absorción atómica	<i>Benaisa et al., 2019</i>

Análisis Cualitativo

Tabla 4. Técnicas cualitativas utilizadas.

Especie	Técnicas Cualitativas	Resultados	Referencias
<i>S. Cinereum</i>	Microscopía electrónica de barrido	Cambios en la superficie, antes de la biosorción se observa una superficie rugosa, después de la biosorción una lisa.	<i>Lestari et al., 2020</i>
<i>S. Dentifolium</i>	Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier con Reflectancia Total Atenuada	Caracterización de bandas características de los grupos hidroxilo (3420 cm^{-1}) y carbonilo (1729 cm^{-1}) de la pared algal y aparición de picos indicativos de enlaces metal-oxígeno (M=O a 936 cm^{-1} , U-O alrededor de 523 cm^{-1} , y Th-O a $1225/1042\text{ cm}^{-1}$)	<i>Orabi et al., 2020</i>
	Difracción de Rayos X	El espectro de la membrana acrílica reveló su naturaleza semicristalina y una región amorfa correspondiente al sargazo	
<i>S. Glaucescens</i>	Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier con Reflectancia Total Atenuada	Identificación de vibraciones correspondientes a enlaces C-H y O-H, así como la presencia de grupos carboxilato en SGN e hidroxiapatita.	<i>Beni et al., 2021</i>
<i>S. Horneri</i>	Potencial zeta	Alteración significativamente las propiedades electrostáticas de la superficie del adsorbente.	<i>Zeng et al., 2020</i>
	Microscopía electrónica de barrido de emisión de campo	Cambios en la superficie en el compuesto (estructura rugosa y porosa) que en la presencia de microesferas de quitosano reticulado (superficie lisa)	
	Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier con Reflectancia Total Atenuada	Interacciones moleculares entre el sargazo y el quitosano reticulado, manifestadas en desplazamientos de picos característicos de los grupos -OH y amida del quitosano	
<i>S. Natans</i>	Rayos X de dispersión por energía	El mapeo elemental reveló la dispersión del estroncio adsorbido sobre la superficie del sargassum natans	<i>Soleymani et al., 2023</i>
<i>S. Spp.</i>	Microscopía electrónica de barrido de emisión de campo	Alteración significativa en la morfología superficial, se observó una superficie rugosa e irregular	<i>López Miranda et al., 2020</i>
	Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier con Reflectancia Total Atenuada	Desaparición de la banda N-H tras el tratamiento y formación de bandas O-H y el desplazamiento de la banda C=O (posible formación de grupos carboxilo)	
<i>S. Vulgare</i>	Microscopía electrónica de barrido de emisión de campo	Cambios de la morfología superficial de las perlas de algas antes (superficie lisa con ausencia de porosidad) y después de la biosorción (aparición de fracturas y una menor rugosidad)	<i>Benaisa et al., 2019</i>
	Espectroscopia de Infrarrojo por Transformada de Fourier con Reflectancia Total Atenuada	Identificación de grupos hidroxilo, carboxilo, sulfonato y alcohólicos en el biosorbente no cargado y desplazamiento de sus picos vibracionales tras la biosorción de Fe^{3+}	

Ejemplos de gráficos

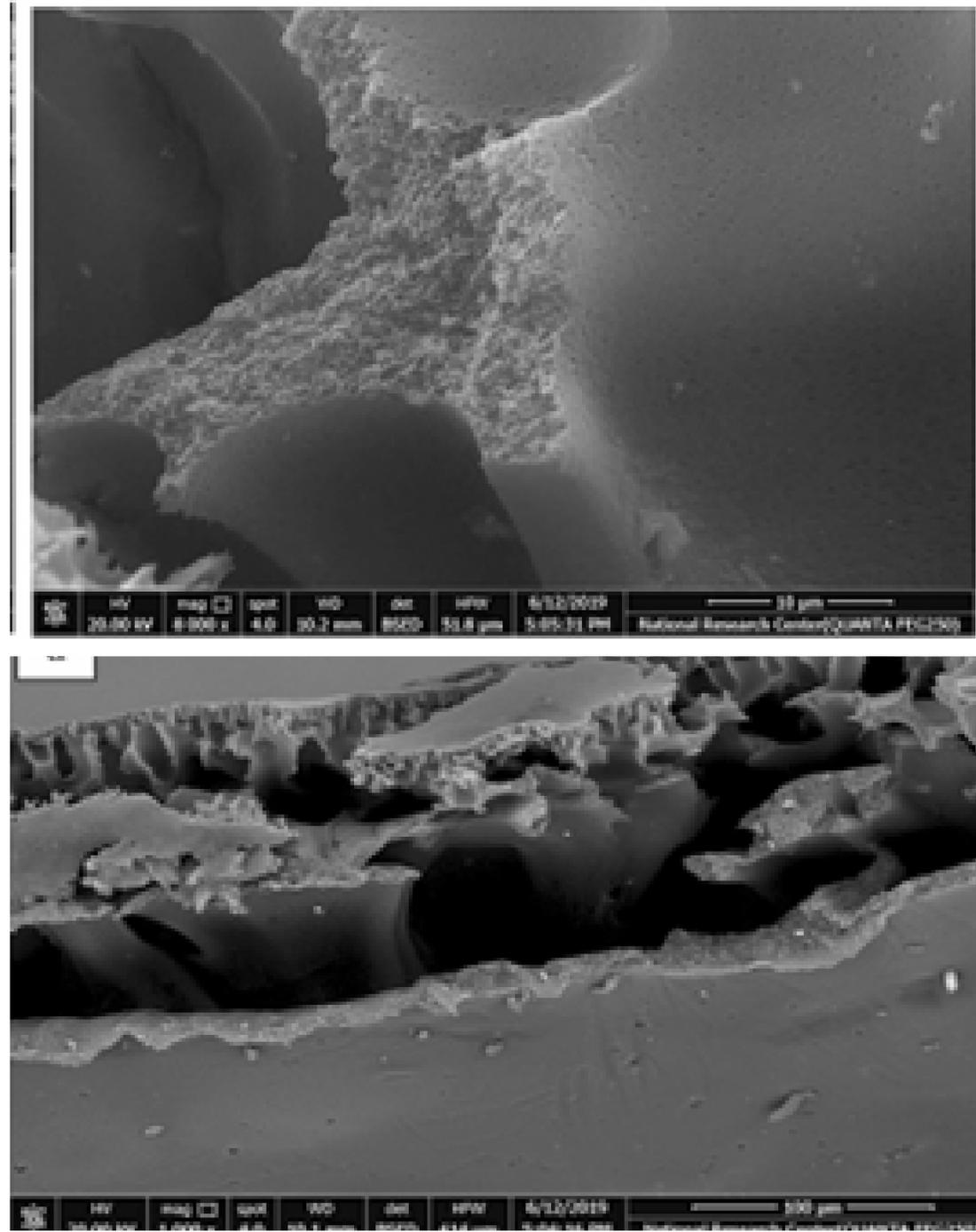


Figura 5. Microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (Orabi et al., 2020).

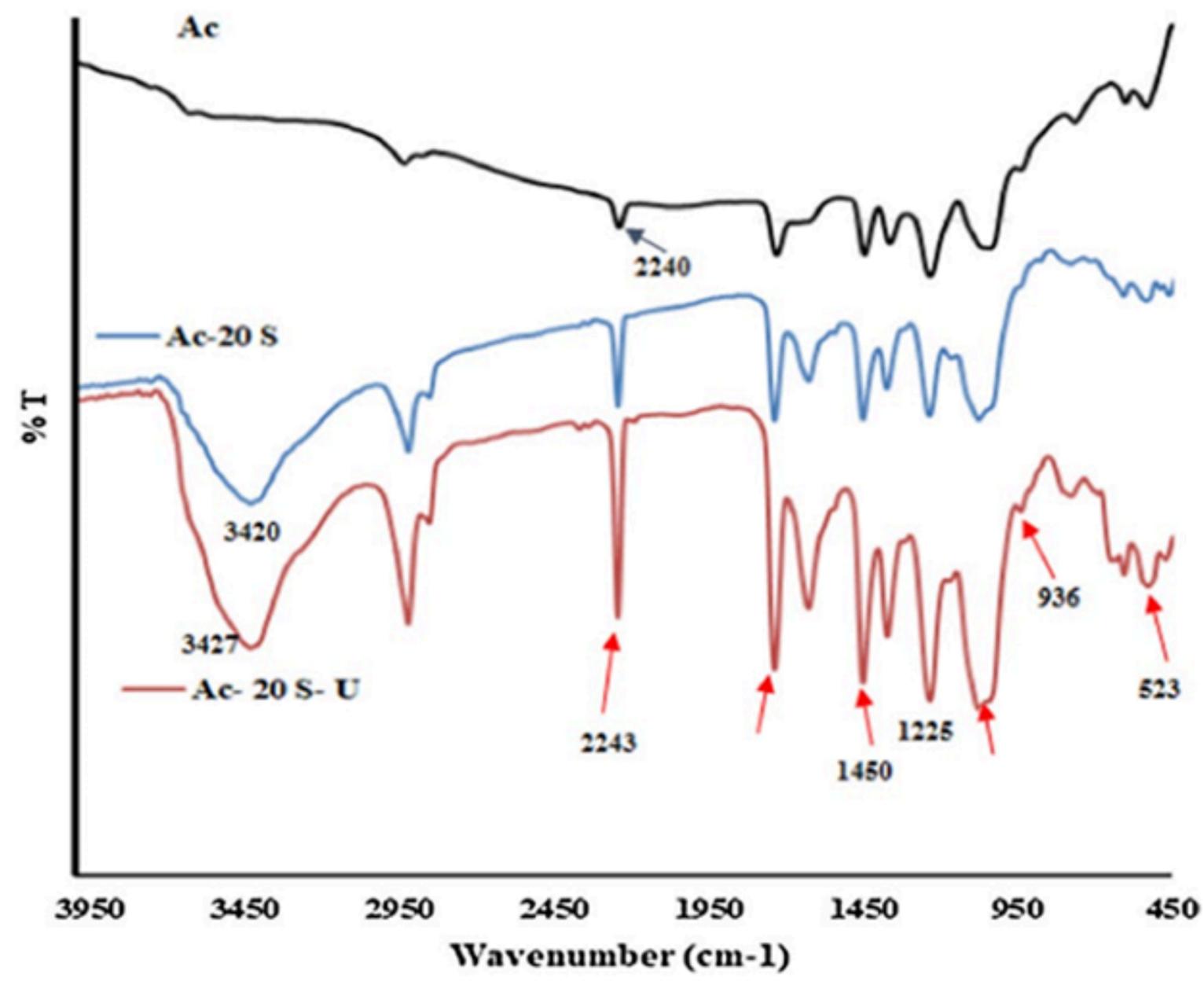


Figura 6. Espectro IR de Orabi et al., 2020

Condiciones óptimas reportadas para una buena capacidad de adsorción

Tabla 5. Condiciones óptimas reportadas para una buena capacidad de adsorción

Especie	Sistema adaptado	Matriz	pH de la matriz	Tiempo de biosorción	Temperatura	Capacidad de adsorción	Metal de estudio	Referencia
<i>Cinereum</i>	Bolsa de té	Agua residual		60 min	25 °C	0.02747 ± 0.0023 mg/g	Zn	<i>Lestari et al., 2020</i>
<i>Crassifolium</i>	Biomasa en vaso de precipitados	Disolución sintética	5	30 min		144.29 mg/g	Cu	<i>Farhoud et al., 2024</i>
						116.805 mg/g	Cd	
						148.85 mg/g	Ni	
						149.76 mg/g	Pb	
<i>Dentifolium</i>	Membrana hecha con los biosorbentes en un matraz de Erlenmeyer	Agua residual	3	30 min		62 mg/g	U	<i>Orabi et al., 2020</i>
						59.4 mg/g	Th	
<i>Latifolium</i>	Biomasa en vaso de precipitados	Disolución sintética	5	30 min		143.51 mg/g	Cu	<i>Farhoud et al., 2024</i>
						116.515 mg/g	Cd	
						148.6 mg/g	Ni	
					148.77 mg/g	Pb		
<i>Vulgare</i>	Macroalga adaptada en una columna de adsorción		2	120 min		45.92 mg/g	Fe	<i>Benaisa et al., 2019</i>



https://earth.google.com/earth/d/1A-lwSG5rkpuu-dgKhw_R4uxImqJXnfn6?usp=sharing

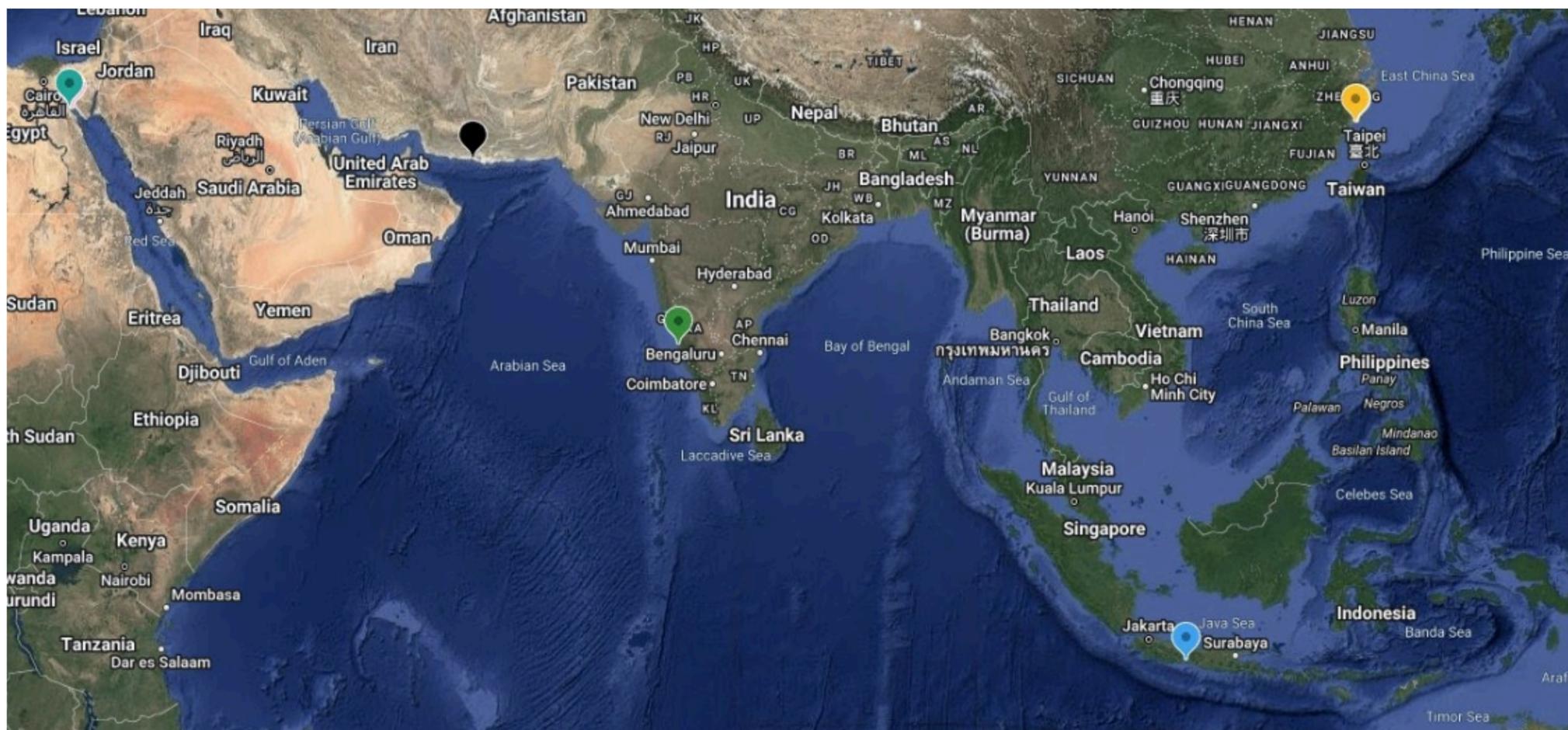


Figura 7. Previsualización del documento de Google Earth

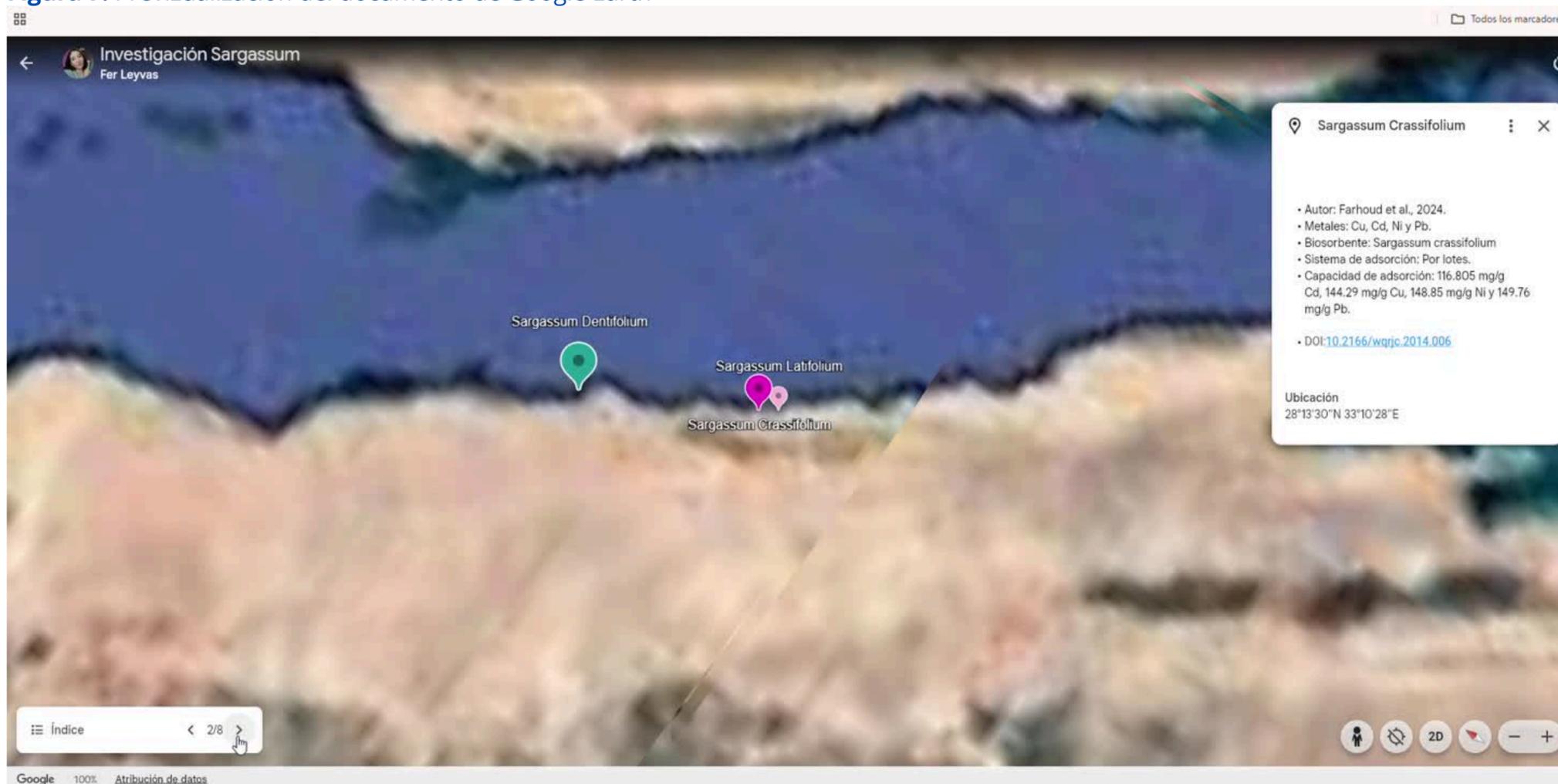


Figura 8. Video de los puntos de muestreo en Google Earth

Normativas Aplicables al Sargazo como biosorbente en México

Norma - Carácter obligatorio y de mayor alcance

Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba.

Norma Mexicana NMX-AA-180-SCFI-2018: Que establece los métodos y procedimientos para el tratamiento aerobio de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como la información comercial y de sus parámetros de calidad de los productos finales.

Lineamiento - Guía de un proceso específico

Lineamientos Técnicos y de Gestión para la Atención de la Contingencia Ocasionada por Sargazo en el Caribe Mexicano y el Golfo de México

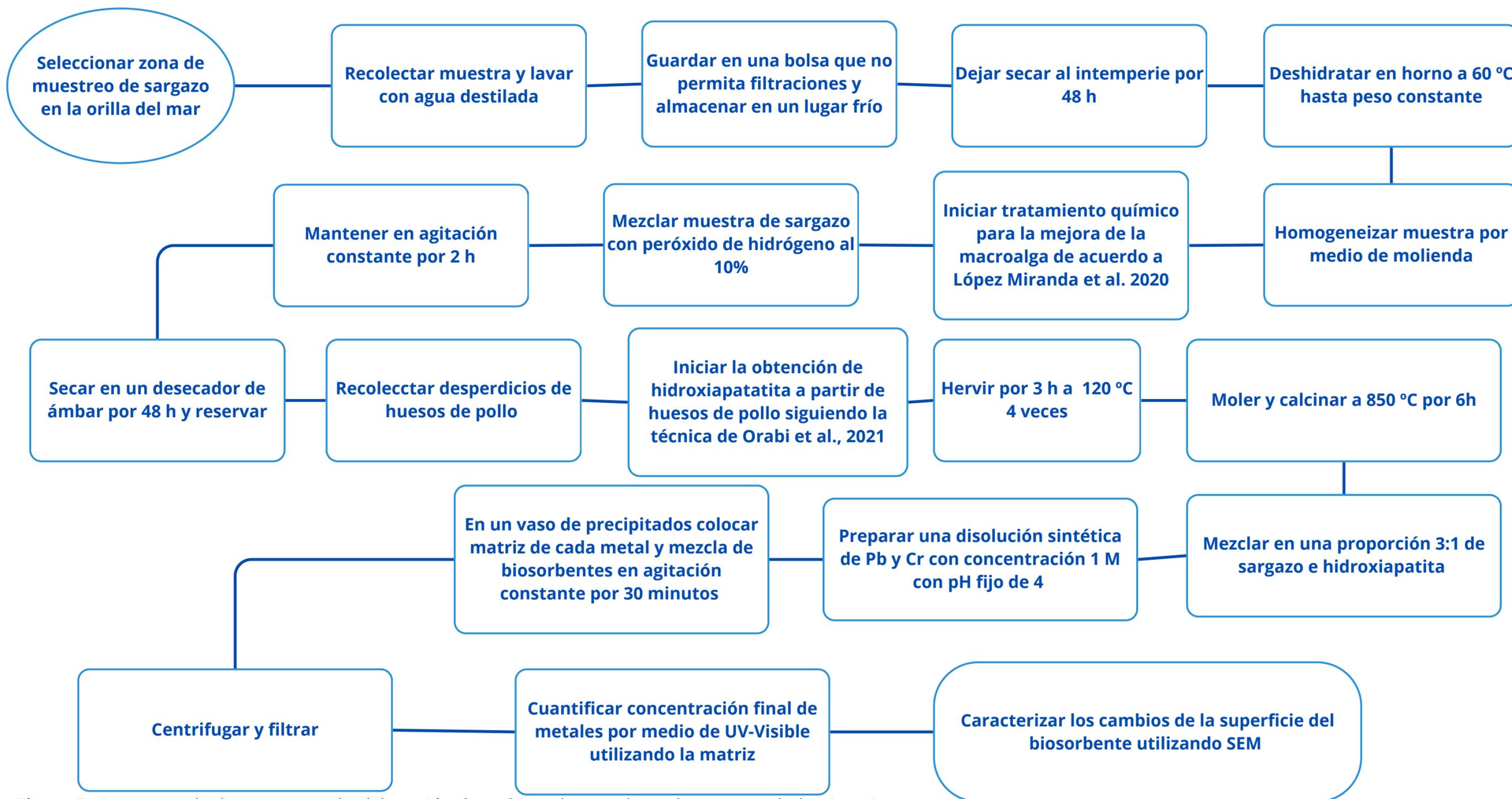
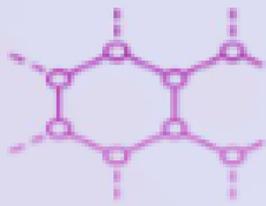
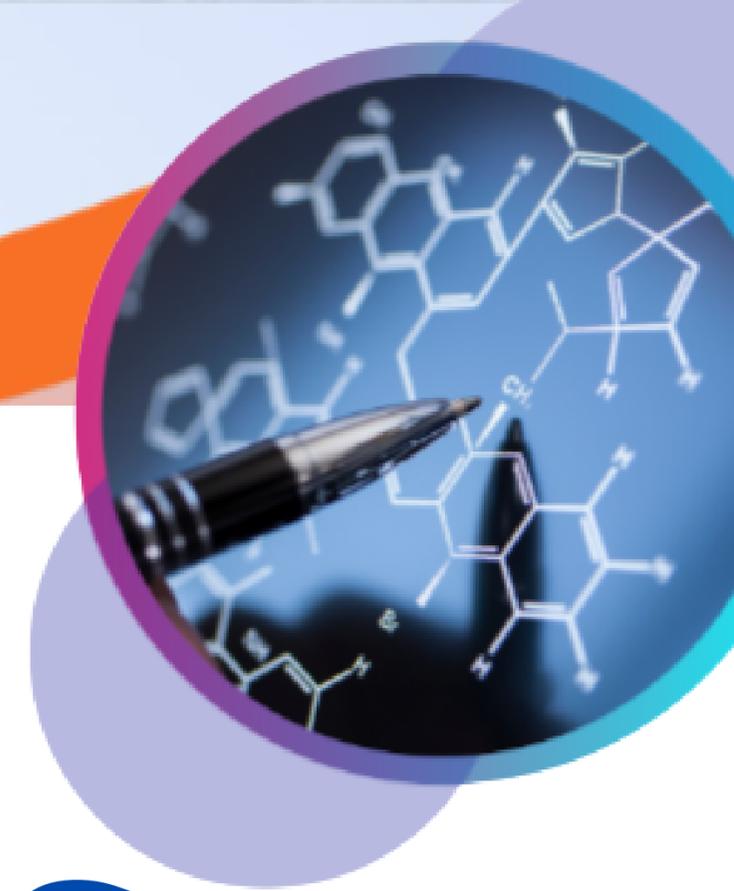


Figura 7. Propuesta de diagrama para la elaboración de un biosorbente a base de sargazo e hidroxiapatita



VI Congreso Internacional de **DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**



CONCLUSIONES

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Conclusiones

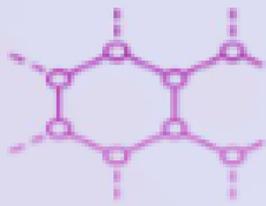
- Se encontraron 12 artículos con 10 especies de sargazo diferentes: *Sargassum cinereum*, *S. crassifolium*, *S. dentifolium*, *S. filipilendula*, *S. glaucescens*, *S. horneri*, *S. latifolium*, *S. natans*, *S. spp.* y *S. vulgare*, 3 de los 12 artículos estudiaban al *S. natans*.
- Los sistemas de biosorción basados en la especie *Sargassum* demostraron ser efectivos en la remoción de una amplia gama de metales pesados (Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sr, U, Th y Zn), con un enfoque predominante en Cu, Cr, Ni y Pb, debido a su interés ambiental.
- Se identificaron dos sistemas de biosorción, uno con tratamiento químico en la biomasa y el otro era una mezcla de biosorbentes. Los procesos de adsorción identificados fueron por lotes (estudio de las características del biosorbente y en columna (estudio del sistema adaptado para la biosorción)).
- Se identifica la espectrofotometría de absorción atómica como la técnica principal de cuantificación.
- La capacidad de adsorción mas alta registrada fue de 149.76 mg/g para Pb con la especie de *S. crassifolium*.
- Las dos técnicas cualitativas básicas identificadas fueron el SEM para la visualización de cambios en la morfología de la superficie y la Espectroscopia de Infrarrojo para la caracterización de los grupos funcionales responsables de biosorción señalando como el principal responsable el grupo carboxilo.



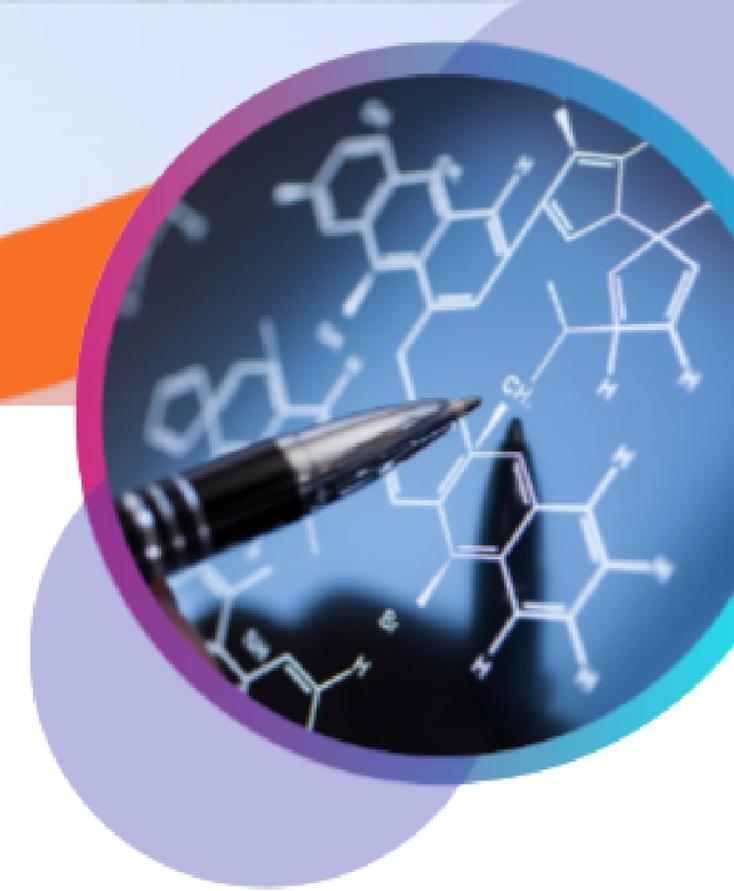
Conclusiones

- En la colocación de los puntos de recolección de sargazo en Google Earth se observó una concentración de los puntos en Asia, de estos las especies *Sargassum cinereum*, *S. crassifolium*, *S. dentifolium*, *S. glaucescens*, *S. horneri*, *S. latifolium* y *S. natans*, mostrando la disponibilidad del *S. natans* en diferentes continentes
- En las normativas aplicables al sargazo como biosorbente se identificaron la NOM-242 para su recolección y gestión y los lineamientos como una guía general del tratamiento y aprovechamiento de la biomasa. La NMX-AA-180 permite calificar a la biomasa como materia prima de alginato.
- El diagrama propuesta considera la recolección del sargazo en la orilla del mar como el método de recolección viable por su bajo costo en recursos y tiempo, así mismo se basa en la generación del biosorbente mezclando materias primas de fácil recolección y económicas, sin involucrar técnicas analíticas adicionales a las elementales para la cuantificación y caracterización del biosorbente.
- Considerando los materiales utilizados para los sistemas de biosorción, el acceso a la biomasa y su capacidad adsorción, el sargazo se considera como una opción de material biosorbente de bajo costo y potencialmente eficiente





VI Congreso Internacional de **DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA**



Gracias por su atención

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Agradecimientos

J.L. González Ch.

N.R. López S.

S.C. Gama Glz.

A.E. Ceniceros G.

L.G. Martínez J.

A. Chiken S.

O.U. Rodríguez P.

M.A. Saavedra P.

Proy. DGAPA-UNAM-PAPIME PE210820 PE201324

Organizadores del Congreso Int. de Didáctica de la Química 2025.

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Bibliografía

1. 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.
2. Barquilha C.E.R.; Cossicha E.S.; Tavaresa 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.
3. Benaisa 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.
4. 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.
5. Davis T.A.; Volesky B.; Vieira R.H.S.F. (2000). *Sargassum* seaweed as biosorbent for heavy metals. *Wat. Res.*, 34(17), 4270-4278.
6. 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.
7. Farhoud B.S.; Younis A.M.; Ali E.M. (2024) Evaluation of the Marine Algae *Sargassum latifolium* and *Sargassum crassifolium* for the Biosorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions. *Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, Vol. 28(1): 1075 – 1092.
8. Fine M.L. (1970). Faunal variation on pelagic *Sargassum*. *Marine Biology* 7(2):112-122.
9. Gautam R.K.; Mudhoo A.; Lofrano G.; Chattopadhyaya M.C. (2013) Biomass-derived biosorbents for metal ions sequestration: Adsorbent modification and activation methods and adsorbent regeneration. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 4, 239-259.

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Bibliografía

10. Lestari S.; Hernayanti; Oedjijono; Dwi Sunu Windyartini (2020) Application of Sargassum Cinereum and Rhizobacteria as Biosorbent Zn in Batik Wastewater. Journal of Hunan University 48.
11. López Miranda J.L.; Silva R.; Molina G.A.; Esparza R.; Hernandez-Martinez A.R.; Hernández-Cardeteño 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.
12. Orabi A.H.; Abdelhamid A.ES.: 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.
13. 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.
14. Plaza Cazón J. (2012). Remoción de metales pesados empleando algas marinas. Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Plata.
15. 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.
16. SEMARNAT (2021). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Lineamientos Técnicos y de Gestión para la Atención de la Contingencia Ocasionada por Sargazo en el Caribe Mexicano y el Golfo de México. Gobierno de México, 1, 13. ..revisa mi review para la redacción de normas

ORGANIZA



Asociación de Químicos
de Galicia

MAYO
del 22 al 24 de 2025

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica

Bibliografía

17. Soleymani F.; Khani M.H.; Pahlevanzadeh H.; Amini Y. (2023). Intensification of strontium (II) ion biosorption on *Sargassum* sp via response surface methodology. *Scientific Reports* 13:5403.
18. Wang M.; Hu C.; Barnes B.B.; Mitchum G.; Lapointe B. Montoya J.P. (2019). The great Atlantic *Sargassum* belt. *Marine Ecology* 365, 6448.
19. 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).

ORGANIZA



**Asociación de Químicos
de Galicia**

**MAYO
del 22 al 24 de 2025**

Más Información

www.colquiga.org/6-congreso-didactica-da-quimica