



Hot Science

¿El sargazo, un aliado inesperado contra la diabetes?

Could sargassum be an unexpected ally against diabetes?

Resumen

El sargazo es un alga invasora de las playas mexicanas, pero afortunadamente está dejando de ser un problema molesto para convertirse en una fuente de soluciones para obtener fertilizantes, materiales de construcción y medicamentos. En el Instituto Politécnico Nacional, hemos logrado extraer una sustancia llamada alginato mediante una metodología amigable con el medio ambiente y la transformamos en partículas diminutas. Actualmente, estamos explorando su potencial para tratar enfermedades como la diabetes. Nuestro enfoque pretende “matar dos pájaros de un tiro” al dar valor agregado al indeseable sargazo y formular un potencial medicamento para una de las principales enfermedades en nuestro país.

Palabras clave: Sargazo, Nanopartículas, Diabetes.

Summary

Sargassum is an invasive algae affecting Mexican beaches, but fortunately, it is shifting from being a troublesome issue to becoming a source of solutions for obtaining fertilizers, construction materials, and medicines. At the Instituto Politécnico Nacional, we have successfully extracted a substance called alginate using an environmentally friendly methodology and transformed it into tiny particles. We are currently exploring its potential for treating diseases such as diabetes. Our approach aims to “kill two birds with one stone” by adding value to the undesirable sargassum while developing a potential treatment for one of the most prevalent diseases in our country.

Keywords: Sargassum, Nanoparticles, Diabetes.

Francisca Villanueva-Flores^{1*}

Hannia A. Ramírez-Lara^{1,2}

Igor Garcia-Atutxa³

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, Atlacholoaya, Morelos, México.

²Instituto Tecnológico de Zacatepec, Zacatepec de Hidalgo, Morelos, México.

³Universidad Católica de Murcia (UCAM), Murcia, España.

*Autor para la correspondencia:
fvillanuevaf@ipn.mx

Imagina llegar a tus vacaciones a una playa del hermoso Caribe mexicano y encontrar toneladas de algas marrones invadiendo la arena y el agua cristalina. Según estimaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el año 2023, más de 20 millones de toneladas de sargazo llegaron a las costas mexicanas del Caribe, marcando un récord histórico. Este fenómeno, no solo arruina las vacaciones de muchos turistas, sino que también pone en peligro la economía local y los ecosistemas marinos de la región, ya que el sargazo consume grandes cantidades de oxígeno del agua y bloquea la luz solar, elementos vitales para la vida marina. Además, cuando se descompone, libera gases tóxicos como ácido sulfhídrico, amonio y metano, que no solo huelen mal, sino que también representan un riesgo para la salud de las personas que viven cerca de la costa [1].

En Quintana Roo, el costo de remover el sargazo puede llegar hasta 18 millones de pe-



Figura 1. Caricatura de playa con sargazo. Fuente: elaboración propia.

sos por kilómetro cada año. Esta es una carga financiera enorme tanto para el gobierno como para la industria hotelera, que dependen del turismo para sostener la economía local [2]. En la Fig. 1. se muestra una caricatura de la problemática del sargazo en las playas. Cuando grandes cantidades de sargazo llegan a la playa, por seguridad, los bañistas deberán quedarse con las ganas de meterse al mar. ¡Qué decepción!

¿Y si pudiéramos convertir esta plaga marina en algo útil y valioso? Añadir valor al sargazo mediante su uso en aplicaciones tecnológicas podría ser la clave. Por ejemplo, el sargazo se puede utilizar para hacer biocombustibles, fertilizantes naturales, materiales de construcción e incluso productos cosméticos. Estas innovaciones no solo ayudarían a reducir su impacto ambiental negativo, sino que también podrían generar ingresos para las comunidades costeras afectadas. A continuación,

se presentan algunas de las aplicaciones más destacadas del sargazo que los científicos están explorando, con un enfoque especial en las oportunidades de innovación que estamos desarrollando en el Instituto Politécnico Nacional, donde trabajamos en el desarrollo de un potencial medicamento contra la diabetes a partir de este recurso natural.

Bioremediación, biofertilizantes y producción de biogás

El sargazo podría convertirse en un aliado inesperado para el medio ambiente. Se ha descubierto que ciertas especies de sargazo se pueden aprovechar para limpiar áreas de maricultura contaminadas. México, China y otros países están aprovechando estas algas como

filtros naturales para eliminar contaminantes del agua como algunos colorantes tóxicos o metales pesados, y así ayudar a restaurar el equilibrio de los ecosistemas marinos. Asimismo, esta biomasa puede aprovecharse para la producción de biofertilizantes comerciales. Incluso, el sargazo también puede transformarse en una fuente de energía limpia. Cuando se combina con residuos alimentarios en un proceso llamado digestión anaeróbica (es decir, sin oxígeno), este proceso produce biogás que es una mezcla de metano y dióxido de carbono. Esto significa que esas molestas algas marrones que invaden nuestras costas podrían generar energía renovable, reduciendo el impacto ambiental y creando soluciones sostenibles. ¿Te imaginas que el sargazo que arruina las vacaciones en la playa sea la clave para generar energía limpia? Con innovación y creatividad, lo que antes era un problema se convierte en una oportunidad para un futuro más verde [3].

Producción de bloques de construcción con sargazo

Esta macroalga, además, podría convertirse en un aliado para la construcción sostenible. Investigaciones recientes han demostrado que las fibras de sargazo se pueden usar para fabricar bloques de construcción con propiedades superiores a los materiales tradicionales. Estos bloques no solo son resistentes, sino que también tienen una capacidad mejorada para absorber la humedad y reducen la transferencia de calor, lo que los hace ideales para construir casas más frescas y eficientes energéticamente [4].

Uso en biomedicina: un alga con superpoderes

Además de invadir las playas, el sargazo tiene un gran potencial en medicina pues contiene compuestos naturales con efectos anticancerígenos, antiinflamatorios, antibacterianos y antivirales. También es rico en antioxidantes, como polifenoles y carotenoides, valorados en las industrias cosmética y alimentaria por su capacidad para conservar alimentos y mejorar productos de belleza. Sin embargo, ciertas especies suelen acumular metales pesados tóxicos, por lo que podría requerir etapas de purificación adicionales antes de su aprovechamiento [5].

El IPN desarrolla nanopartículas de alginato de sargazo con potencial antidiabético

Como ves, el sargazo tiene un gran potencial en diversas áreas. Actualmente, en nuestro grupo de investigación en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), Unidad Morelos del Instituto Politécnico Nacional, hemos desarrollado una técnica innovadora y amigable con el medio ambiente para aprovechar el sargazo y extraer un biopolímero natural llamado alginato con un rendimiento del 10%. El alginato tiene una consistencia tipo goma o gel cuando está hidratado. Imagina los biopolímeros como cadenas largas de moléculas parecidas al azúcar, aunque sin un sabor dulce.

En nuestro grupo, hemos recolectado muestras de sargazo y hemos identificado que pertenece a la especie *S. natans* en las costas del puerto de Chuburná, en Yucatán. El *S. natans* presenta filoides largos y estrechos, con márgenes lisos o ligeramente dentados. Además, sus vesículas flotantes tienen pequeñas espinas, a diferencia de otras especies como *S. fluitans*, que las tiene lisas. En la Fig. 2 se muestra una foto del *S. natans* recolectado. Para analizar el alginato obtenido del sargazo, utilizamos una técnica llamada espectroscopía de infrarrojo. Esta herramienta nos permite “ver” las huellas químicas del material al interactuar con luz infrarroja, que hace vibrar las moléculas como si estuvieran bailando. Estas vibraciones son únicas para cada tipo de molécula, lo que nos ayuda a confirmar su composición y estructura (datos no publicados).

En el laboratorio, nos dimos a la tarea de generar una manera para transformar el alginato en partículas pequeñas de apenas 200 nanómetros de diámetro (mil veces más pequeñas que un grano de arena). Este tamaño tan diminuto hace posible que estas partículas puedan entrar a las células, y por lo tanto, se aprovechen mejor en nuestro organismo. Sin embargo, dado que las nanopartículas de alginato tienden a agregarse, pueden perder esta posibilidad de entrar a las células, por lo que implementamos en el laboratorio un método para estabilizarlas en microcápsulas de miel con lo cual fue posible mantener las partículas en suspensión a muy bajo costo y, lo más importante, sin utilizar reactivos químicos contaminantes. En la Fig. 3 se muestran las partículas diminutas de alginato envueltas en microcápsulas de miel. Gracias a esta técnica innovadora, no solo desarrollamos materiales avanzados y naturales, sino que también demostramos que es posible encontrar soluciones tecnológicas mientras cuidamos el medio ambiente.

Una de las aplicaciones más emocionantes de estas nanopartículas de alginato en la cual estamos trabajando, es su potencial para combatir la diabetes, una enfermedad que afecta a más de 12.4 millones de personas en



Figura 2. Fotografía de una muestra de *S. natans* recolectada en el puerto de Chuburná, Yucatán.

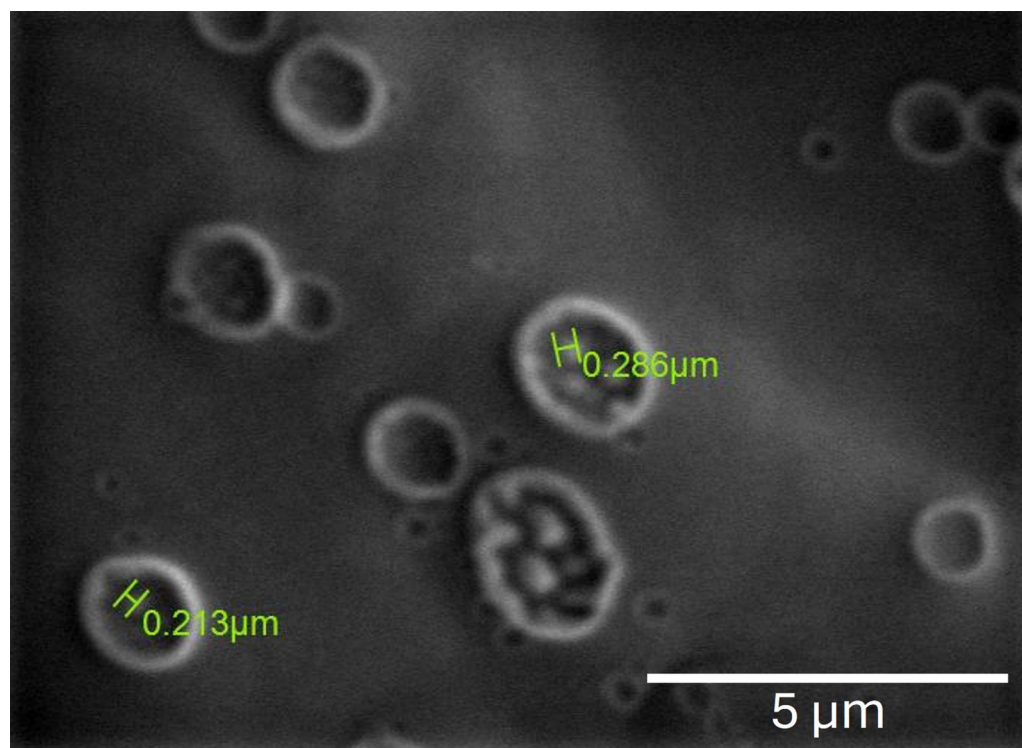


Figura 3. Micrografía electrónica de barrido de nanopartículas de alginato de *S. natans*. La imagen muestra a las nanopartículas de alginato embebidas en micropartículas de miel como estabilizante.

México. Se ha observado en ratones que el alginato puede reducir los niveles de azúcar en sangre modulando el microbiota intestinal, es decir, las bacterias que habitan en el intestino, lo que abre una puerta a nuevos tratamientos [6]. En el IPN, estamos explorando cómo aprovechar esta propiedad, buscando una sinergia con sus efectos como potencial antidiabético y así mejorar la eficiencia terapéutica. Piensa en el medicamento y su vehículo como un dúo perfecto: el medicamento es la estrella principal y el vehículo, su mánager experto, asegurándose de que llegue justo al lugar indicado y en el momento preciso. Juntos, no solo alcanzan su máximo potencial, sino que logran un efecto más potente y efectivo, mejorando los resultados del tratamiento y reduciendo los efectos no deseados. Actualmente, nos estamos enfocando en demostrar que nuestras partículas son seguras y eficaces para aplicaciones terapéuticas. Imagina cómo con esta investigación podríamos cambiar la vida de muchas personas que, como tú y yo, buscamos soluciones económicas y naturales para cuidar nuestra salud.

Conclusiones: hacia un futuro más verde

El desarrollo de nanopartículas de alginato obtenido de sargazo con actividad antidiabética representa un ejemplo claro de cómo la ciencia puede transformar un problema ambiental en una solución innovadora y amigable con el medio ambiente, al no utilizar sustancias químicas peligrosas ni condiciones extremas en el proceso. Este proyecto podría transformar el problema del sargazo de nuestras playas, en una oportunidad para crear nuevos materiales con el potencial de mejorar la salud de muchas personas.

Desde biocombustibles y fertilizantes naturales hasta materiales de construcción y potenciales bioterapéuticos, las aplicaciones del sargazo tienen el potencial de generar ingresos para las comunidades costeras y mitigar su impacto negativo en los ecosistemas. En particular, nuestra investigación en nanopartículas de alginato extraídas del sargazo demuestra un nuevo enfoque en biomedicina, con posibilidades en el tratamiento de enfermedades como

la diabetes.

Este proyecto subraya el compromiso del IPN con la innovación científica, mostrando cómo la investigación puede generar beneficios tangibles para la sociedad y el medio ambiente. Transformar el sargazo en un recurso valioso no solo responde a una necesidad urgente, sino que también establece un modelo de cómo convertir desafíos ambientales en oportunidades tecnológicas. **iBIO**

Agradecimientos

Se agradece al financiamiento SIP20242814 otorgado por el Instituto Politécnico Nacional para la realización de este trabajo.

Referencias

- [1] Wang, M., Hu, C., Barnes, B. B., Mitchum, G., Lapointe, B., & Montoya, J. P. (2019). The great Atlantic Sargassum belt. *Science*, 365(6448), 83–87. <https://doi.org/10.1126/science.aaw7912>
- [2] Hendy, I. W., Woolford, K., Vincent-Piper, A., Burt, O., Schaefer, M., Cragg, S. M., Sanchez-Navarro, P., & Ragazzola, F. (2021). Climate-driven golden tides are reshaping coastal communities in Quintana Roo, Mexico. *Climate Change Ecology*, 2, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.ecochg.2021.100033>
- [3] Liu, L., Heinrich, M., Myers, S., & Dworjany, S. A. (2012). Towards a better understanding of medicinal uses of the brown seaweed Sargassum in Traditional Chinese Medicine: A phytochemical and pharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*, 142(3), 591–619. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.05.046>
- [4] Cruz, J., & García-Uitz, K. (2024). Use of sargassum and other organic substitutes in the construction industry. A review. *Métodos y Materiales*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.15517/mym.v14i1.56675>
- [5] Pal, S., Soni, A., Patel, N., Sharma, P., Siddiqi, N. J., Fatima, S., & Sharma, B. (2024). Phytochemical profiling, antioxidant potential and cytotoxic activity of Sargassum prismaticum extracts: Implications for therapeutic applications. *Natural Product Research*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/14786419.2024.2344745>
- [6] Qiang, T., Wang, J., Jiang, L., & Xiong, K. (2022). Modulation of hyperglycemia by sodium alginate is associated with changes of serum metabolite and gut microbiota in mice. *Carbohydrate Polymers*, 291, 119359. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119359>