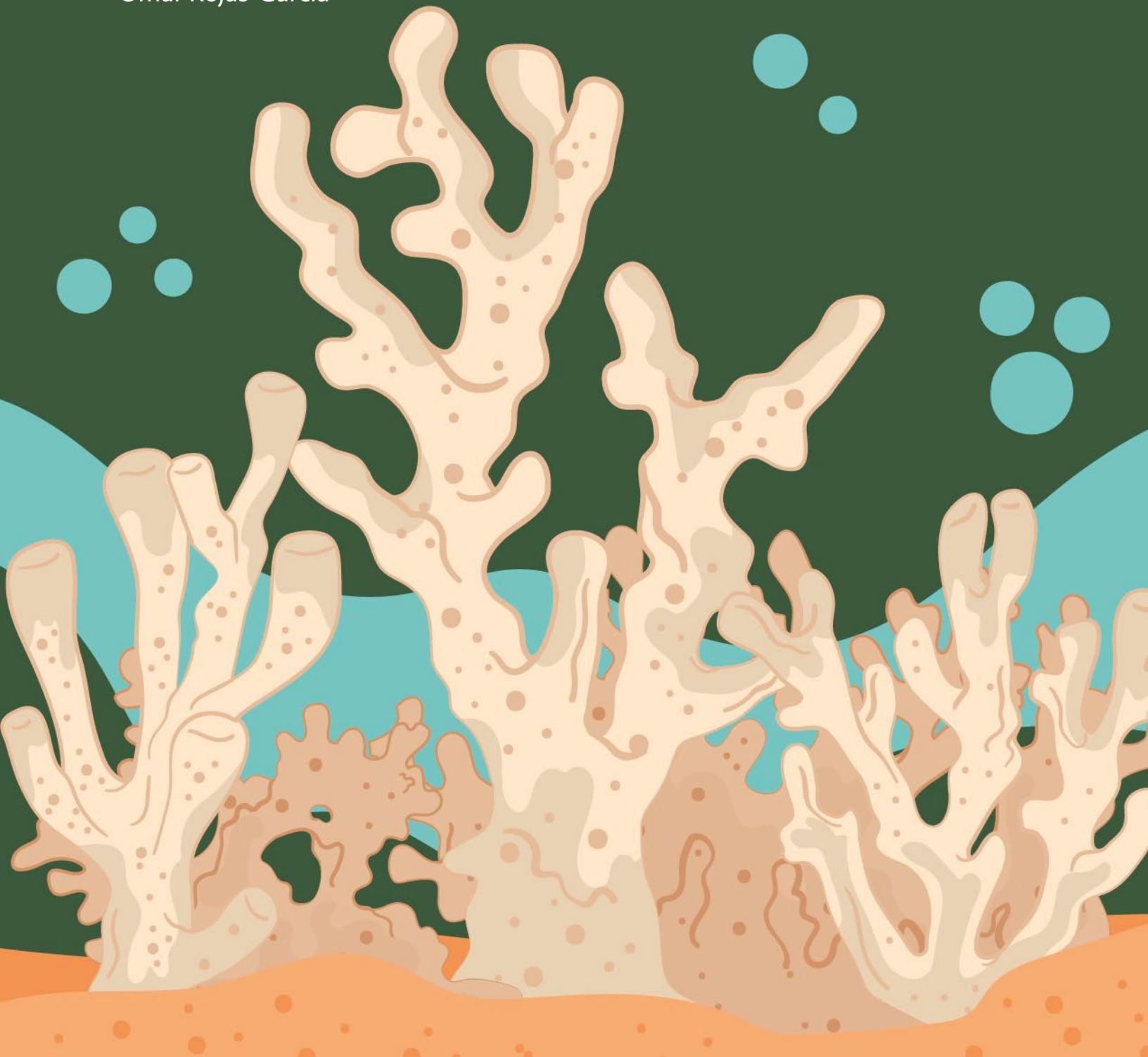


CORALES, SARGAZO Y CIENCIA. CONTRIBUYENDO AL RESCATE DEL CARIBE MEXICANO

Alejandro Ramos-Amezquita, Icoquih Zapata-Peñasco,
Omar Rojas-García



Resumen

Los arrecifes de coral en el Caribe mexicano, vitales para la biodiversidad y la economía de la región, enfrentan dos graves amenazas: el cambio climático y la llegada masiva de sargazo. El aumento de la temperatura en los océanos provoca el blanqueamiento y la muerte de los corales, mientras que el sargazo, una macroalga parda, asfixia los ecosistemas costeros y ahuyenta al turismo ligado al buceo en los bancos de corales y a las actividades en las playas. Sin embargo, ante tales situaciones, la ciencia ofrece soluciones interesantes e innovadoras. Por un lado, el monitoreo acústico pasivo permite “escuchar” de alguna forma, la salud de los arrecifes, y por otro lado, la biotecnología abre la puerta para transformar el sargazo de una macroalga que arriba masivamente en una materia prima valiosa para producir fertilizantes, biocombustibles y otros productos con alto valor comercial. Este artículo explora esta problemática y propone un cambio de perspectiva: ver la crisis como una oportunidad para construir un futuro más sostenible mediante la aplicación de la ciencia, la innovación y la economía circular.

Un tesoro bajo el agua

Imagina un jardín submarino, lleno de colores y de vida, precisamente, eso son los arrecifes de coral, que no son plantas, sino animales pequeños llamados pólipos y viven en estructuras de carbonato de calcio. Aunque los corales ocupan menos del

1% del fondo marino, albergan casi el 25% de las especies marinas (Basurto-Lozano, 2006). Además, su valor para la humanidad es inconmensurable, ya que protegen las costas de los huracanes, nos proporcionan alimentos y constituyen una fuente de nuevos medicamentos. Por otra parte, su belleza atrae a millones de turistas al año, generando una derrama económica importante para lugares como el Caribe mexicano (Ardisson et al, 2011).



Figuras generadas con: PopAi (2025). PopAi Pro

Estos animales tienen una relación perfecta con unas algas microscópicas llamadas zooxantelas, que también viven en los tejidos, no solo de los corales, sino también de otros animales invertebrados. Ellas realizan la fotosíntesis y proporcionan color, energía y alimento a los corales. Cuando el coral se estresa, las zooxantelas son expulsadas de la estructura de carbonato de calcio, lo que hace que los corales se vuelvan de color blanco. Se debe resaltar que los corales son muy sensibles al estrés, por lo que cuando el agua de mar se calienta demasiado, pierden las zooxantelas, se vuelven blancos y “esqueléticos”. Este fenómeno se conoce como blanqueamiento.

Por otra parte, la temperatura juega un papel muy importante, ya que si esta no disminuye, el coral muere. En 2023, las altas temperaturas de los océanos causaron la muerte de hasta el 80% del coral en algunas zonas del Pacífico y del Caribe (NOAA, 2023).

A esta amenaza global se suma un problema local y ya casi cotidiano en las costas del estado de Quintana Roo: el arribo masivo de la macroalga marina parda, el sargazo (Rosellón-Druker et al 2023).

La marea dorada que se volvió una pesadilla

Desde el año 2011, playas como Cancún y Tulum se ven invadidas por toneladas de sargazo. Esta macroalga, que no es una plan-

ta, flota en el mar y forma el “Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico” (Wang, 2019). Aunque en el mar abierto esta gran masa de algas pardas es un hábitat importante para tortugas, peces y crustáceos, su llegada masiva a las costas se ha convertido en un grave problema.

Cuando el sargazo se acumula en la orilla y se descompone, genera un olor fétido (a huevo podrido) debido a los gases que libera durante su descomposición, lo que ahuyenta a los turistas y daña la salud de las personas. Pero el daño no solo se limita a las playas, en el mar, las grandes manchas de sargazo bloquean la luz del sol, asfixiando a los corales y a los pastos marinos, que son esenciales para el equilibrio ecológico (Chávez et al. 2020).





Figuras generadas con: PopAi (2025). PopAi Pro

El turismo en jaque

El turismo es un motor económico importante en la región del Caribe mexicano. Más de 20 millones de visitantes al año generan alrededor de 20 mil millones de dólares y medio millón de empleos. Sin embargo, las playas cubiertas de sargazo son un desastre para la imagen del Caribe. En 2019, la llegada de medio millón de toneladas de sargazo provocó la cancelación de cerca de 200,000 reservaciones de hotel, además de los costos de la limpieza de playas son millonarios, limpiar un kilómetro de playa puede costar más de un millón de dólares al año (Vargas, 2020; UNAM, 2024).

Como se puede observar, el problema no solo es económico, sino también ambiental.

El sonido del silencio. ¿Cómo saber si un arrecife está sano?

Para proteger los arrecifes, primero debemos saber cómo están de salud. Tradicionalmente, los científicos bucean para contar peces y medir la salud del coral, un método efectivo pero lento y costoso. Por eso, hoy se utiliza una técnica innovadora: el monitoreo acústico pasivo. Así como una selva sana está llena de sonidos como el canto de aves, de grillos y de monos, un arrecife sano también es un lugar ruidoso. Hay chasquidos de camarones, crujidos de peces loro al morder el coral y gruñidos u otros sonidos de algunas especies al comunicarse. Entonces, al colocar hidrófonos, que son micrófonos subacuáticos, se puede escuchar el arrecife. Si

el paisaje sonoro es rico y complejo, es señal de que hay mucha vida. Si, por el contrario, el arrecife se vuelve silencioso, es una alerta temprana de que algo anda mal (Simmons, et al, 2021). Este método es bastante barato, no molesta a las especies y da información constante y valiosa sobre la salud del ecosistema. La ciencia, así, nos ayuda a diagnosticar el problema de forma rápida, eficaz y eficiente.



Figuras generadas con: PopAi (2025). PopAi Pro

Del diagnóstico a la acción. ¿Y si el sargazo en exceso no es un problema molesto para las costas, sino un tesoro?

Escuchando los arrecifes sabemos que están en problemas, en parte por el sargazo, pero ¿y si dejamos de ver al sargazo como una macroalga que afecta y lo vemos como un recurso explotable? La biotecnología está mostrando que es posible cambiar esta perspectiva. En lugar de pagar por quitarlo y desecharlo, se puede aprovechar. Esta es la clave de la economía circular, darles una nueva vida a los materiales en lugar de desecharlos.

El sargazo tiene un enorme potencial:

- 1. Fertilizante natural.** Es rico en nutrientes como nitrógeno y potasio. Científicos de la UNAM y del IPN han desarrollado métodos para convertirlo en composta y producir fertilizantes orgánicos que ayudan al campo y reducen el uso de químicos.
- 2. Biogás y Bicombustibles.** Durante la digestión anaerobia del sargazo puede producirse biogás, como el metano. Sus azúcares pueden fermentarse para producir bioetanol, un combustible más limpio que la gasolina. Se calcula que 200 toneladas de sargazo podrían generar hasta 50,000 litros de etanol (Powell 2024).

3. Materia prima para todo. Ya se experimenta con él para fabricar bioplásticos, materiales de construcción, como ladrillos ecológicos, papel, cosméticos y jabones, e incluso para cultivar setas. (Amador-Castro et al., 2021).

Valorizar el sargazo no solo limpia las playas, sino que crea empleos verdes en cada etapa: recolección, transporte y procesamiento, y fomenta una nueva industria sostenible. Es pasar de un modelo de “usar y tirar” a otro en el que todo se aprovecha.

El futuro es verde (y viene del mar)

El Caribe mexicano está en una encrucijada. Los arrecifes se blanquean y el sargazo inunda las costas. Sin embargo, la ciencia nos ofrece las herramientas para cambiar el rumbo. El monitoreo acústico permite un diagnóstico certero de la salud de los corales. La biotecnología ofrece una solución brillante: transformar la amenaza del sargazo en una oportunidad. Al convertirlo en fertilizante, energía o nuevos productos, no solo salvamos nuestras playas y arrecifes, sino que construimos una economía más fuerte y respetuosa con el entorno. El reto es grande y requiere inversión, voluntad política y participación ciudadana. Pero el camino está trazado. La próxima vez que veamos sargazo en la orilla, tal vez deberíamos preguntarnos no “¿cómo lo quitamos?”, sino “¿qué podemos crear con él?”. El futuro del Caribe, un futuro verde y sostenible, puede estar naciendo justo ahí, en esa marea que antes considerábamos un problema.

REFERENCIAS

- Amador-Castro, F., García-Cayuela, T., Alpizar-Reyes, E., & Carrillo-Nieves, D. (2021). Valorization of pelagic sargassum biomass into sustainable applications: Current trends and challenges. *Journal of Environmental Management*, *283*, 112013. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112013>
- Ardisson P.-L., M. A. May-Kú, M. T. Herrera-Dorantes y A. Arellano-Guillermo. 2011. El Sistema Arrecifal Mesoamericano-México: consideraciones para su designación como Zona Marítima Especialmente Sensible. *Hidrobiológica* 21(3): 261-280.
- Basurto-Lozano, D. Arrecifes coralinos. En: Moreno-Casasola, P., E. Peresbarbosa y A. C. Travieso-Bello (Eds.). *Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal*. Instituto de Ecología A.C. y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT)-Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, México. 2006. Disponible en: www1.inecol.edu.mx/publicaciones/MANEJO_INTEGRAL.htm.
- Chávez, V., Uribe-Martínez, A., Cuevas, E., Rodríguez-Martínez, R. E., van Tussenbroek, B. I., Francisco, V., ... Silva, R. (2020). Massive influx of pelagic *Sargassum* spp. on the coasts of the Mexican Caribbean 2014–2020: Challenges and opportunities. *Water*, 12(10), 2908. <https://doi.org/10.3390/w12102908>
- NOAA. (2023). What are coral reefs? National Oceanic and Atmospheric Administration. https://www.coris.noaa.gov/about/what_are/
- Powell, K. (2024). How I'm turning seaweed into bio-fuel for cars on Barbados: Mechanical engineer Legena Henry converts sargassum and rum-distillery waste water to produce sustainable natural gas for vehicles. *Nature*, *635*(8039), 516. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-03684-9>.
- Rosellón-Druker, J., Ortiz-Pérez, M. L., Gutiérrez-Mendieta, F. J., & Córdoba-Tlaxcalteco, E. (2023). Local ecological knowledge and perception of the causes, impacts and effects of *Sargassum* massive influxes: A binational approach. *Ecosystems and People*, *19*(1), 2253317. <https://doi.org/10.1080/26395916.2023.2253317>
- Simmons, K. R., Eggleston, D. B., & Bohnenstiehl, D. R. (2021). Soundscapes as a tool for assessing coral reef health: A review of methods

and applications. *Frontiers in Marine Science*, *8*, 673258. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.673258>

Universidad Nacional Autónoma de México. (2024). Costos de manejo del sargazo en Quintana Roo: Informe técnico 2024. UNAM, Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, Puerto Morelos.

Vargas, A. (2020). *Impacto económico del sargazo en el Caribe Mexicano: Análisis del período 2015-2019* [Informe interno]. Asociación de Hoteles de Cancún, Puerto Morelos e Isla Mujeres.

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>

Omar Rojas es biólogo por la UAM-X. Después, realizó estudios de medio ambiente y desarrollo por parte del IPN. Años más tarde, cursó sus estudios doctorales en el Instituto de Geografía de la UNAM. Realizó una estancia postdoctoral en la FES Aragón. Ha realizado estudios de Impacto Ambiental, Ordenamiento Ecológico Territorial, Análisis de Riesgo Ambiental y Planes de Desarrollo Urbano Municipal. Es especialista en temas de biodiversidad, cambio climático, uso sustentable del agua, además de ética y gobierno corporativo. Ha escrito capítulos de libros y artículos científicos y de divulgación científica. Tiene experiencia en la iniciativa privada y organizaciones civiles, así como en proyectos de divulgación científica. Es candidato a SNI a partir del año 2023 y cuenta con una beca posdoctoral del Conacyt desde diciembre de 2022, correspondiente a la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México. Actualmente trabaja como profesor en la FES Aragón de la UNAM para las carreras de economía y planificación para el desarrollo agropecuario

Icoquih Zapata-Peñasco. Es investigadora sénior en el Instituto Mexicano del Petróleo. Sus intereses de investigación se centran en biotecnología, bioprocesos, biomateriales, bioingeniería y biología molecular. Ha contribuido en proyectos de investigación y de desarrollo tecnológico destinados a soluciones para el sector energético. Entre sus publicaciones se encuentran artículos en revistas indexadas,

capítulos de libros, derechos de autor y patentes nacionales e internacionales. Además, ha sido tutora de estudiantes de licenciatura y posgrado.

Alejandro Ramos Amézquita. Es investigador y docente en el campo de la acústica y las ciencias interdisciplinarias. Es doctor en ingeniería acústica por la Universidad Politécnica de Madrid, maestro en ciencias (ciencias del mar y limnología) y en música por la UNAM, además de licenciado en física. Sus líneas de investigación se centran en el monitoreo acústico pasivo de ecosistemas marinos, la ecología del paisaje sonoro, la aplicación de análisis de datos y aprendizaje de máquina en bioacústica, y la arqueología acústica mesoamericana. Ha participado en proyectos relacionados con el paisaje sonoro submarino en el Caribe mexicano, la modelación acústica arquitectónica y las políticas públicas sobre contaminación acústica. Cuenta con publicaciones en revistas y capítulos de libro, así como participaciones en congresos nacionales e internacionales. Ha impartido cursos en física, acústica y ciencias en diversas instituciones de educación media superior y superior, y ha dirigido tesis y colaborado en el diseño curricular interdisciplinario.



Figuras generadas con: PopAi (2025). *PopAi Pro*



Facultad de
Estudios
Superiores
Aragón
Órgano oficial de información



PaCiencia
Pa'Todos

CERTAMEN

VECINOS INVISIBLES: LA FLORA Y FAUNA QUE NOS RODEAN

El Comité Editorial de la Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM-Cátedra UNESCO-UIR, *PaCiencia Pa'Todos*, invita al público en general a participar en el Certamen "Vecinos invisibles: la flora y fauna que nos rodean", con las siguientes bases:

1) Presentar un trabajo, en solo una de las cuatro modalidades contempladas:

- a) Artículo de divulgación
- b) Fotografía
- c) Ilustración

2) Se consideran solo dos categorías de participación:

- a) Juvenil (15 a 25 años)
- b) Abierta (26 años en adelante)

3) Los trabajos presentados deben anexar una declaración explícita por parte del autor o autores de que son totalmente originales e inéditos; *no se considerarán si se utiliza IA para su generación*. No deberán participar simultáneamente en ningún otro concurso, evento o revista.

4) Cada concursante podrá participar con un máximo de 1 trabajo en las modalidades que elija y únicamente en una categoría.

5) Los artículos de divulgación deberán tener entre 1800 y 2300 palabras como máximo, con lenguaje sencillo, sin uso de tecnicismos, ser originales, con referencias en formato APA 7.^a edición. Ver recomendaciones para autores:

<https://publicaciones.aragon.unam.mx/ojs/index.php/paciencia/about/submissions>

6) Las fotografías deberán enviarse en formato digital de alta resolución (300 dpi), en formato .JPG o PDF. Tamaño recomendado: 1080 × 1080 px (formato cuadrado) o 1080 × 1350 px (vertical optimizado para redes). Deberán indicar:

- Título de la fotografía
- Autor(es) de la fotografía
- Correo electrónico y redes sociales
- Institución de adscripción (si aplica)
- Nombre del proyecto (si aplica)
- Nombre del responsable del proyecto (si aplica)
- Actividad del autor de la ilustración en el proyecto (si aplica)
- Año de obtención
- Tipo y marca del equipo fotográfico, microscópico o telescópico
- Características técnicas de la fotografía

Las fotografías que no cumplan con los puntos anteriores no serán consideradas.