



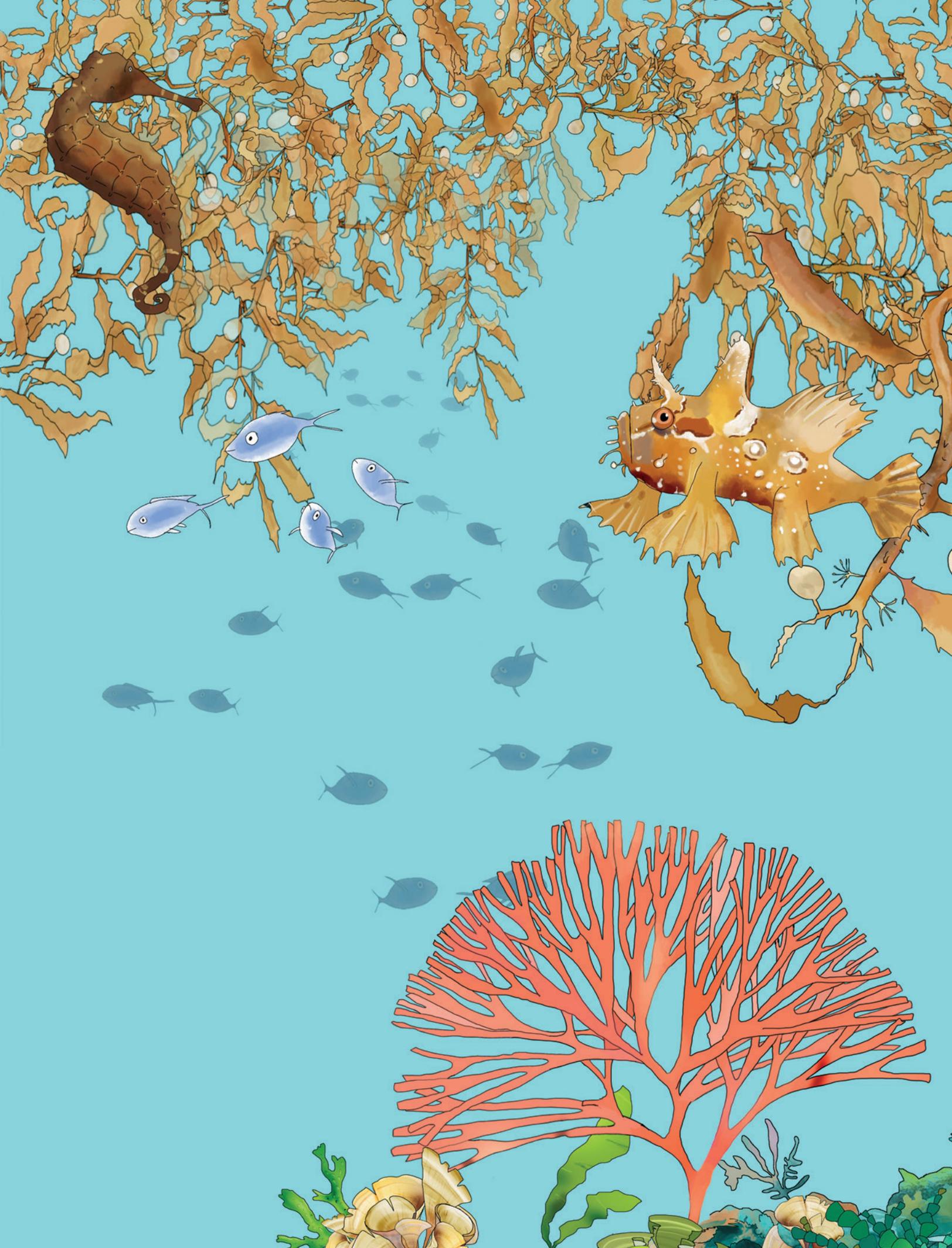
# El sargazo en los pastos marinos y arrecifes

La llegada de enormes masas algales y su descomposición en las playas del Caribe mexicano genera mal aspecto y olor, además de que libera sustancias que deterioran la calidad del agua y afectan a la flora y fauna marina. Los efectos pueden extenderse por cientos de metros hacia el arrecife, con impactos ecológicos, sociales y económicos si no se maneja de manera adecuada este nuevo fenómeno.

## Introducción

En la última década, las costas de los países en el Caribe y el oeste de África han recibido arribos masivos de sargazo pelágico que han provocado el deterioro del ambiente, además de que representan una amenaza para el turismo, la pesca y la salud humana. Sargazo es el nombre común de dos especies marinas de un género de macroalgas pardas (*Sargassum*), del cual se reconocen a la fecha 361 especies. Estas dos especies, *Sargassum natans* y *S. fluitans*, pasan su vida flotando en el mar. Históricamente, su distribución se centró en el mar de los Sargazos, en el Atlántico Norte, aunque de manera ocasional algunas masas de sargazo se desprendían y eran transportadas por las corrientes marinas y el viento hasta las costas de las islas en el noreste del Caribe y la parte este de la península de Yucatán. Sin embargo, a partir de 2011 el volumen de sargazo que llegó a las playas de las islas del Caribe oriental y de la costa oeste de África aumentó notoriamente y, desde mediados de 2014, el arribo masivo de sargazo se comenzó a registrar también en el resto del Caribe, incluidas las playas de México (véase la Figura 1).

En un principio, se pensó que las arribaciones masivas a estas costas provenían del mar de los Sargazos; sin embargo, el análisis de imágenes de satélite recientemente ha demostrado la presencia de un Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico, que se extiende desde la costa oeste de África hasta el Golfo de México. En julio de 2018, este Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico alcanzó su máximo tamaño al extenderse por más de 8 850 km; se llegó a estimar que la biomasa total era mayor a



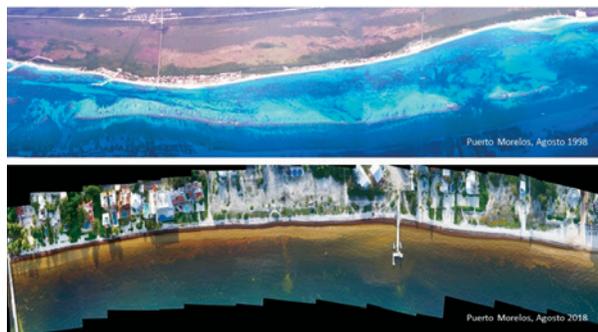


**Figura 1.** Manchas de sargazo pelágico arribando a una playa del Caribe mexicano en 2019. Foto: Lorenzo Álvarez Filip.

20 millones de toneladas. Entre los factores que posiblemente han favorecido el aumento de la biomasa de sargazo en el sur y este del Atlántico durante la última década se incluye el incremento en la concentración de nutrientes de origen antropogénico en el mar, así como los cambios en los regímenes de corrientes, surgencias y vientos, probablemente inducidos por el cambio climático.

En el Caribe mexicano, el primer arribo masivo de sargazo comenzó a finales de 2014 y alcanzó valores muy altos en el verano de 2015. En esa época, en el norte de Quintana Roo se removió un promedio de 2 360 m<sup>3</sup> de sargazo por kilómetro de la playa entre Cancún y Puerto Morelos. En 2016 y 2017, la llegada de sargazo disminuyó, pero luego volvió a incrementarse en 2018, cuando se registraron volúmenes superiores a los de 2015 en el mismo sector de playa (3 200 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup>).

Las masas flotantes de sargazo en el mar abierto sirven como hábitat a numerosas especies animales y vegetales; sin embargo, cuando se acumulan en las playas provocan daños severos a los ecosistemas costeros. Esto se debe a que su descomposición produce una gran cantidad de lixiviados y partículas de materia orgánica que deterioran la calidad de la playa y del agua marina costera, la cual se torna café y turbia (véase la Figura 2). Lo anterior induce una disminución del nivel de oxígeno y aumenta las concentraciones de nutrientes, taninos y otros compuestos



**Figura 2.** Cambio en la coloración del agua en la costa de Puerto Morelos, Quintana Roo, en 1998 (superior) y durante el evento de sargazo de 2018 (inferior). Fotos: Eric Jordán Dahlgren.

orgánicos, así como ácido sulfhídrico en el agua, que puede provocar la muerte de pastos marinos y fauna. A este fenómeno se le dio el nombre de marea marrón de sargazo. Aunque es claramente visible desde la playa hasta decenas de metros mar adentro, sus efectos se pueden extender hasta cientos de metros desde la costa y tener un impacto en ecosistemas más alejados, como los arrecifes coralinos.

### ■ Efecto en los pastizales marinos

Entre los ecosistemas más vulnerables ante el impacto de la marea marrón de sargazo se encuentran las praderas de pastos marinos en las zonas cercanas a la playa. Estas praderas tienen múltiples funciones ecológicas: son uno de los ecosistemas más productivos del planeta, proveen el hábitat para numerosas especies, modulan varios procesos biogeoquímicos, estabilizan la arena e incrementan la claridad al agua al atenuar el oleaje.

Un estudio realizado después de la primera arribazón masiva de sargazo en 2015 evaluó el impacto en las praderas de pastos marinos en cuatro sitios de monitoreo en el Caribe mexicano: Cancún, Puerto Morelos, Xahuayxol e Xcalak. Si bien el grado de impacto del sargazo sobre las praderas de pastos marinos difirió entre los cuatro sitios, dependiendo de las condiciones geomorfológicas e hidrodinámicas, el patrón fue similar. Las masas flotantes de sargazo y los lixiviados y materia orgánica particulada que se produjeron por su descomposición disminuyeron la disponibilidad de luz en la columna de agua, lo

cual provocó una reducción en la fotosíntesis del fitobentos y fitoplancton. Además, la acumulación de materia orgánica causó hipoxia, y en algunos casos anoxia, como resultado de la actividad bacteriana. Estos factores, aunados a la intrusión de ácido sulfhídrico, producido por la descomposición del sargazo en las playas, provocaron la muerte de los pastos marinos en las zonas cercanas a la playa. La especie de pasto marino más afectada fue *Thalassia testudinum*, que es la más robusta y que solía ser la dominante antes de los eventos de sargazo. Después de la marea marrón de sargazo de 2015, los cambios en la vegetación cercana a la línea de playa fueron notorios; la característica más evidente fue el reemplazo de los pastos marinos por macroalgas.

La pérdida de pastos marinos tiene repercusiones severas para los ecosistemas costeros. En las aguas someras, cercanas a la playa, los pastizales marinos son especialmente importantes para la protección costera y el mantenimiento de la claridad del agua, ya que atenúan las olas y esto permite la deposición de partículas finas, lo que reduce la turbidez. A diferencia del sargazo, la mayor parte del tejido de los pastos marinos se encuentra abajo de la arena, lo cual les aporta una gran capacidad de arraigo y les permite resistir a oleajes fuertes, incluso si es generado por las tormentas y los huracanes. Además, estos tejidos subterráneos desempeñan un papel importante en la fijación de los sedimentos. Por lo tanto, las costas afectadas por los arribos masivos de sargazo tienen aguas más turbias y playas menos estables y más vulnerables a los impactos de los fenómenos meteorológicos. Por citar un ejemplo, se tiene el caso de los cambios registrados en la playa de Mirador Nizuc, en Cancún, en la que se perdieron entre 10 y 15 m de longitud de playa después de la marea marrón de sargazo de 2015.

La recuperación de las praderas de pastos marinos cercanas a la costa podría tardar décadas. Por ejemplo, en 2005 una pradera ubicada en Puerto Morelos quedó enterrada por los sedimentos durante el paso del huracán Wilma; después de 10 años (en 2015) aún no se había recuperado. Si la frecuencia de las arribaciones masivas de sargazo es mayor que el tiempo de recuperación de los pastizales marinos,

entonces éstos cambiarán de forma permanente. Por ello, es esencial restaurar las praderas afectadas lo más pronto posible y evitar que el sargazo se acumule y se descomponga en las playas.

#### **Efecto en el sistema arrecifal**

 La marea marrón de sargazo también afecta a otros organismos del sistema arrecifal. En el evento de 2015, se registró la mortalidad de corales en zonas cercanas (<100 m) a la costa. En los arribos masivos de sargazo de 2015, 2018 y 2019, se presentó además la mortalidad de individuos pertenecientes a por lo menos 78 especies de fauna marina en playas ubicadas entre Cancún e Xcalak. Su muerte se asoció a condiciones de hipoxia y a un aumento en la concentración de amonio y sulfuros. Las especies eran principalmente de peces y crustáceos, pero también se encontraron equinodermos, moluscos y poliquetos. Entre las especies afectadas se incluyen algunas de importancia comercial, como langostas, pargos y pulpos.

En mayo de 2018, los corales del Caribe mexicano comenzaron a verse afectados por una enfermedad denominada síndrome blanco, la cual continúa observándose hasta la fecha (julio de 2020). En pocos meses este síndrome afectó a entre 24 y 46 especies de coral del Caribe mexicano y provocó la muerte de entre 25 y 70% de las colonias en 82 sitios de monitoreo. Tan sólo la enfermedad causó una pérdida de corales similar a la ocurrida en total en los últimos 40 años en el Caribe mexicano. Si bien no se ha demostrado que el sargazo tiene una relación directa con el síndrome blanco, ambos eventos coinciden en el tiempo; asimismo, el deterioro en la calidad del agua, resultante de la descomposición del sargazo, posiblemente contribuye a disminuir la resiliencia de los corales, ya que están adaptados a vivir en aguas con pocos nutrientes.

Todavía se desconoce si el sargazo pelágico transporta organismos patógenos; sin embargo, en estudios recientes se ha demostrado que en él viajan grandes cantidades de bacterias, algas, invertebrados y vertebrados. Por lo tanto, el sargazo podría estar funcionando como un vector para la introducción de



nuevas especies de flora y fauna a los ecosistemas costeros. Un estudio realizado sobre la macrofauna móvil asociada al sargazo pelágico que se ha recolectado en la laguna arrecifal de Puerto Morelos indicó que, de 32 especies encontradas, 10 eran nuevos registros. Para determinar si estas especies se establecerán de manera permanente en los sistemas arrecifales, y cuál sería su impacto sobre el equilibrio ecológico, es necesario realizar más estudios científicos.

El sargazo, además, absorbe metales y otros elementos, debido a la presencia de alginatos en su pared celular. Un análisis de muestras de sargazo colectadas en 2018 y 2019 a lo largo del Caribe mexicano indicó que éste contiene macronutrientes en concentraciones suficientes para ser utilizados en la industria alimenticia y como fertilizante; no obstante, algunas muestras presentan elementos que son potencialmente tóxicos en concentraciones altas, como arsénico, cobre, manganeso, molibdeno y zinc. El arsénico se encontró en todas las muestras en concentraciones de entre 24 y 172 ppm; en 86 % de ellas su concentración fue mayor a la permitida en la Unión Europea para el uso de algas en alimentos para animales (40 ppm), y todas las muestras estuvieron por encima del límite permitido para los suelos agrícolas en México (22 ppm).

La descomposición de millones de toneladas de sargazo en el Caribe mexicano, desde 2014, implica un riesgo potencial de contaminación de playas y ecosistemas marinos por las acumulaciones excesivas de materia orgánica, nutrientes y elementos tóxicos (véase la Figura 3). También existe un riesgo de contaminación del acuífero de la península de Yucatán, debido a las malas prácticas de disposición del sargazo, ya que a la fecha no se han adecuado sitios de disposición final que estén habilitados con geomembranas y en donde se dé tratamiento a los lixiviados.

Dado que la península de Yucatán tiene un suelo kárstico, existe el riesgo de que los nutrientes y elementos tóxicos del sargazo que es tirado en las selvas, manglares, playas y terrenos baldíos, se infiltren al acuífero y contaminen la única fuente de agua dulce en la región. Además, como el agua del acuífero fluye hacia el mar por medio de ríos subte-



**Figura 3.** Limpieza manual de sargazo acumulado en una playa del Caribe mexicano. Foto: Rosa Rodríguez Martínez.

ráneos, una parte de los elementos infiltrados eventualmente llegará al ambiente marino.

De acuerdo con la información existente, el arribo masivo de sargazo al Caribe será un fenómeno recurrente en los próximos años, pero su magnitud será variable entre años (y entre estaciones del año). De no tomarse medidas urgentes y apropiadas para su contención, colecta y disposición, sus efectos en los ecosistemas costeros del Caribe mexicano podrían ser irreversibles y resultar en problemas socioeconómicos severos.

### ■ ■ ■ Acciones para disminuir el impacto del sargazo

■ Desde 2018, el gobierno mexicano y el sector hotelero han realizado varias acciones para intentar disminuir el impacto ecológico y económico del arribo masivo de sargazo. Actualmente algunos sectores de playa a lo largo de la costa de Quintana Roo cuentan con barreras de contención o desviación de sargazo, así como con embarcaciones sargaceras (véase la Figura 4) y bandas de transportación para depositarlo en camiones que lo transporten a los sitios de disposición. Con el tiempo, también han aumentado en número las máquinas para colecta de sargazo en las playas y se han mejorado sus diseños, para evitar remover grandes cantidades de arena. El manejo sustentable del sargazo, sin embargo, requiere también del desarrollo de industrias que lo



**Figura 4.** Barrera de contención de sargazo y embarcaciones sargaceras utilizadas en el Caribe mexicano. Foto: Miguel A. Diego.

utilicen en grandes volúmenes, de manera eficiente y con modelos de negocio que consideren la variabilidad interanual y estacional de las arribazones.

En este sentido, en los últimos dos años se han puesto en marcha varios proyectos que pretenden dar valor al sargazo y analizan la factibilidad de usarlo en las industrias alimentaria, farmacéutica, textil, energética y del papel. Otra alternativa es mezclar el sargazo con resinas para producir materiales, como bloques para la edificación, tapas de registros o coladeras, así como muebles para jardín. De lograrse algunas de estas innovaciones, el arribo masivo de sargazo a nuestras costas podría pasar de ser un problema a constituir una oportunidad real para diversificar las economías del Caribe mexicano (que en su mayoría dependen exclusiva o principalmente del turismo), así como de otros países afectados por este nuevo fenómeno regional.

#### Rosa Elisa Rodríguez Martínez

Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.  
rosaer@cmarl.unam.mx

#### Brigitta Ine van Tussenbroek

Unidad Académica de Sistemas Arrecifales, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.  
vantuss@cmarl.unam.mx

#### Referencias específicas

- Alvarez-Filip, L., N. Estrada-Saldívar, E. Pérez-Cervantes, A. Molina-Hernández y F. J. González-Barrios (2019), "A rapid spread of the stony coral tissue loss disease outbreak in the Mexican Caribbean", *PeerJ*, 7:e8069.
- García-Sánchez, M., C. Graham, E. Vera, E. Escalante-Mancera, L. Álvarez-Filip y B. I. van Tussenbroek (2020), "Temporal changes in the composition and biomass of beached pelagic *Sargassum* species in the Mexican Caribbean", *Aquatic Botany*, 167:103275.
- Guiry, M. D. y G. M. Guiry (2020), *AlgaeBase*, Galway, National University of Ireland. Disponible en: <[www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)>, consultado el 10 de julio de 2020.
- James, K. J., R. Silva Casarin, B. I. van Tussenbroek, M. Escudero-Castillo, I. Mariño-Tapia, H. A. Dijkstra, R. M. van Westen, J. D. Pietrzak, A. S. Candy, C. A. Katsman, C. van der Borg, R. E. M. Riva, C. Slobbe, R. Klees, J. Stapel, T. van der Heide, M. M. van Katwijk, P. M. J. Herman y T. Bouma (2019), "Maintaining tropical beaches with seagrass and algae: A promising alternative to engineering solutions", *BioScience*, 69(2):136-142.
- Jean López, P., V. Hervé, J. Lambourdière, M. René-Trouillefou y D. Devault (2020), "From the sea to the land: dynamic of the *Sargassum* tide holobiont in the Caribbean islands", *Research Square* (en prensa, versión 1). Disponible en: <[doi.org/10.21203/rs.3.rs-33861/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-33861/v1)>, consultado el 25 de agosto de 2020.
- Monroy-Velázquez, L. V., R. E. Rodríguez-Martínez, B. van Tussenbroek, T. Aguiar, V. Solís-Weiss y P. Briones-Fourzán (2019), "Motile macrofauna associated with pelagic *Sargassum* in a Mexican reef lagoon", *Journal of Environmental Management*, 252: 109650.
- Rodríguez-Martínez, R. E., A. E. Medina-Valmaseda, P. Blanchon, L. V. Monroy-Velázquez, A. Almazán-Becerril, B. Delgado-Pech, L. Vásquez-Yeomans, V. Francisco y M. C. García-Rivas (2019), "Faunal mortality associated with massive beaching and decomposition of pelagic *Sargassum*", *Marine Pollution Bulletin*, 146:201-205.
- Van Tussenbroek, B. I., H. A. Hernández-Arana, R. E. Rodríguez-Martínez, J. Espinoza-Ávalos, H. M. Canizales-Flores, C. E. González-Godoy, M. G. Barba-Santos, A. Vega-Zepeda y L. Collado-Vides (2017), "Severe impacts of brown tides caused by *Sargassum* spp. on near-shore Caribbean seagrass communities", *Marine Pollution Bulletin*, 122:272-281.