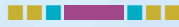


Mauricio Gómez Hernández, Cecilia Mónica Rodríguez García y Leticia Peraza Echeverría



# Arribazones de **macroalgas marinas**: un tesoro del mar

Las macroalgas marinas han contribuido en el desarrollo de la humanidad. Civilizaciones antiguas las colectaban *in situ* o en arribazones, y las aprovechaban para alimentos, medicinas y fertilizantes. Hoy se comercializan a nivel mundial productos derivados de macroalgas. En México su explotación es escasa, pero podrían ser una fuente de productos innovadores para la agricultura.

**E**n época de huracanes, tormentas tropicales y nortes, el mar arroja a las costas miles de macroalgas; este fenómeno recurrente es conocido como arribazón. Se cubren casi por completo las hermosas playas, lo que impide el paso de las personas y afecta a los habitantes de la zona costera que dependen del turismo; debido al aspecto y a los olores que despiden las algas al descomponerse, se provo-



can grandes pérdidas económicas. Sin embargo, las macroalgas de los arribazones guardan un tesoro, pues podrían significar un gran recurso económico potencial para México.


Los arribazones se relacionan con las corrientes marinas y el arrastre de las macroalgas ocasionados por los fenómenos meteorológicos arriba mencionados (Dreckmann y Sentíes, 2013). Esto es, una amplia variedad de especies de macroalgas de poblaciones naturales fijadas a un sustrato se ven desprendidas, en partes o en su totalidad, para posteriormente depositarse en las playas. Incluso especies de masas flotantes como los **sargazos** (*Sargassum fluitans*, *S. hystrix* y *S. natans*) llegan en grandes cantidades.

Las macroalgas marinas que son arrojadas por los arribazones se parecen a las plantas, ya que realizan la fotosíntesis (producen su propio alimento), aunque se diferencian de éstas porque carecen de raíz, tallo y hojas, y en su lugar desarrollan estructuras llamadas disco de fijación, talo y filoides, respectivamente. Las macroalgas tienen una amplia distribución en los océanos y mares; las encontramos en todas las costas, desde la playa hasta profundidades de 200 metros. Son clasificadas de acuerdo con su color: rojas (Rhodophyta), verdes (Chlorophyta) y cafés (Ochrophyta). Finalmente, se definen como macroalgas por su tamaño; es decir, mayores a 1 cm y hasta 60 m, como la especie *Macrocystis pyrifera*, que es de color café y puede formar grandes bosques submarinos que miden decenas de hectáreas.

#### Sargazos

Macroalgas marinas flotantes (especies del género *Sargassum*).

#### **Las macroalgas marinas en el pasado y el presente**

 La obtención de las macroalgas marinas desde tiempos remotos se ha realizado mediante: 1) colecta *in situ* (al bajar la marea o buceando); 2) colecta de arribazones (temporales); y 3) cosecha de cultivo en granjas acuícolas. Aunque los reportes más antiguos poco mencionan sobre la obtención de estas macroalgas, se cree que principalmente era *in situ* o en cosecha, y que, por su fácil acceso, también se





han colectado las algas de arribazón en determinadas épocas del año. A continuación presentamos un breve resumen histórico sobre la utilidad que tienen las macroalgas marinas para el ser humano, independientemente de su método de obtención.

Desde la prehistoria la especie humana ha consumido macroalgas; de hecho, es probable que éstas tuvieran un papel importante en el desarrollo cerebral (Cornish y cols., 2017). En la antigua Grecia las macroalgas marinas eran alimento para humanos y animales, e incluso medicamento. En Japón y en China también se consumen desde los siglos IV y VI, respectivamente; algunas especies muy comunes en la gastronomía oriental inicialmente se colectaron de vida silvestre, pero hoy en día, debido a su gran valor comercial, se cultivan en grandes extensiones, como el kombu (*Laminaria* sp.), el nori (*Porphyra*) y el wakame (*Undaria pinnatifida*). En la medicina tradicional china las macroalgas como el *Sargassum* sp. se recomendaban para el tratamiento de diversos males, como bocio, dolor de garganta e inflamación. Por otra parte, los vikingos de los siglos VIII al XI consumían el alga roja *Palmaria palmata*; también la colectaban para alimentar a los animales y fertilizar los cultivos agrícolas. Del siglo XIII al XVIII en las costas del norte de Francia se colectaban algas marinas, como las del género *Fucus*, ya fuera *in situ* o también de arribazón durante la época de tempestades; servían como abono, alimento para animales y humanos, así como combustible en lugar de leña (Mauriès, 1874-1875). También se empleaban en la industria del salitre, la extracción de sosa y la producción de vidrio.

La leyenda del descubrimiento del agar se sitúa en Japón en el siglo XVII. El posadero Tarozaemon Minoya dejó las sobras de una sopa de algas marinas del género *Gelidium* (Tokoroten) a la intemperie, la sopa se congeló durante la noche y se convirtió en una masa gelatinosa, al día siguiente se descongeló y se deshidrató; y así durante varios días hasta secarse por completo. De esta manera surgió una técnica para extraer y comercializar el agar seco, el cual después recibiría el nombre de *kanten*, que significa cielo congelado. Este producto se utilizó en la confitería y en platillos tradicionales. Un siglo después Hambei



Kanten.

Miyata mejoró la técnica de elaboración del agar —que había aprendido de la familia Minoya— e inició su comercialización en Japón (Armisen, 1995).

En el siglo XIX el químico francés Anselme Payen introdujo el agar a Occidente en una reunión celebrada en la Academia de Ciencias de París. Años después el microbiólogo alemán Robert Koch aprovecharía este producto en el cultivo de bacterias. Fue así como el agar se volvió fundamental para la medicina, la biotecnología y otras ciencias. Adicionalmente, en Francia el químico Bernard Courtois descubrió el yodo a partir de las cenizas de macroalgas; desde el siglo XX se utiliza en el tratamiento del hipotiroidismo, la curación de heridas, el revelado de fotografías y como colorante en microbiología; también se ha empleado para hacer llover y regar los cultivos en lugares secos, mediante el bombardeo de las nubes con yoduro de plata. Asimismo, desde inicios del siglo pasado se han extraído otras sustancias —como la carragenina y el alginato— a partir de las macroalgas marinas.

Las sustancias extraídas (ficocoloides) de las macroalgas hoy destacan en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica como gelificantes y espesantes; están clasificados con la denominación europea E400 a E407, lo cual significa que la inocuidad de dichas sustancias ha sido evaluada y se ha definido la ingesta diaria aceptable. Éstas se encuentran presentes en productos cotidianos: alimentos, lácteos, helados, aclarantes de cervezas, pastas dentífricas, jabones, champús, cosméticos, cremas, perfumes, me-

**Agar**  
Polisacárido con consistencia gelatinosa.

dicamentos, tratamientos antivirales, apósitos, espesantes en la industria textil y fertilizantes, entre muchos más.

En cuanto a las investigaciones más recientes sobre el uso de macroalgas marinas de arribazones, se han reportado estudios para la producción de biodiesel a partir de *Fucus spiralis* y *Pelvetia canaliculata*; también se ha explorado la elaboración de harinas a partir del alga *Sargassum* sp. y la producción láctea con otras especies; asimismo, la elaboración de fertilizantes y compostas, la obtención de **polisacáridos** como el fucoídano, y de antimicrobianos, antioxidantes, antifúngicos, antivirales, antiinflamatorios y neuroprotectores, con la respectiva valoración para su aprovechamiento.

### ¿Qué pasa en México con las macroalgas de los arribazones?

En México la industria de las macroalgas de arribazones aún se encuentra subexplotada, a pesar de que

los recursos provenientes de las macroalgas podrían ser una rica fuente de compuestos con actividades biológicas. En este ramo es necesario fomentar las empresas ecoamigables en diversas regiones del país. Aunque se han realizado algunas investigaciones sobre el aprovechamiento de las macroalgas marinas de los arribazones, entre las cuales se encuentran la búsqueda de propiedades **cosmecéuticas** (Rodríguez, 2016), para consumo humano y animal (Casas-Valdez y cols., 2006) y para uso agrícola (Ruiz-Espinoza y cols., 2016), los trabajos realizados siguen siendo insuficientes. Actualmente se desconocen muchos aspectos de la biología, distribución, ciclo de vida y especies que componen los arribazones; así como de su abundancia, la temporalidad y la cantidad de biomasa arrojada.

Las empresas mexicanas que fabrican productos derivados de macroalgas marinas de arribazones son muy pocas. Tecniproscesos Biológicos elabora fertilizantes a partir de estos recursos; mientras que Algas y Extractos del Pacífico Norte colabora con institu-

#### Cosmecéuticas

Cosméticos con propiedades benéficas.

#### Polisacáridos

Grandes moléculas formadas por la unión de azúcares simples (e.g. celulosa, almidón).





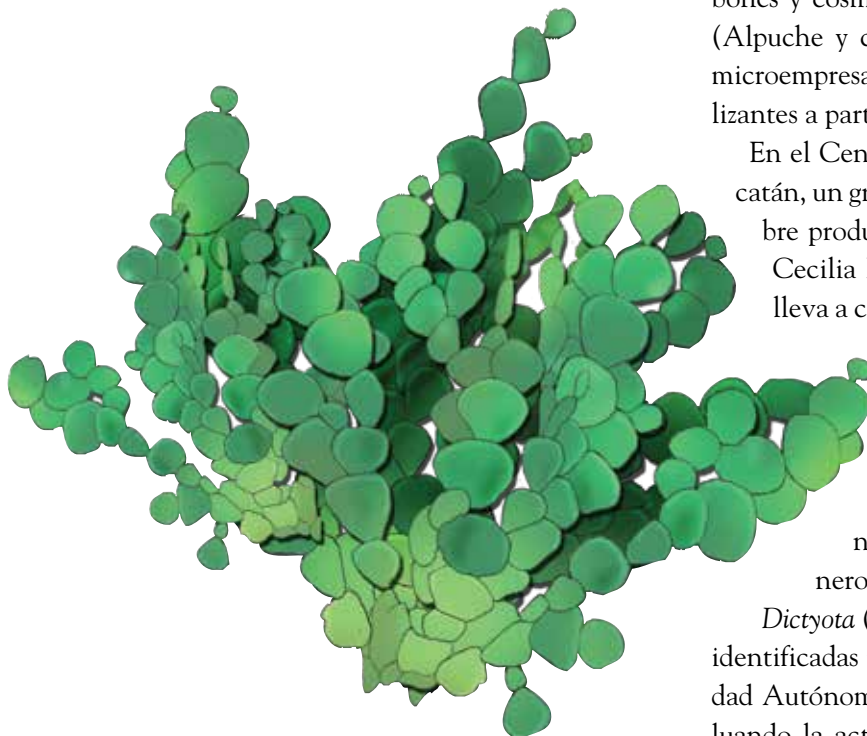
**Tabla 1.** Uso en México de las macroalgas marinas de arribazón.

Especie	Nombre común	Tipo de alga	Usos	Referencia
<i>Halymenia</i> sp.	-	Alga roja	Elaboración de cosméticos	Alpuche <i>et al.</i> , 2016
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Sargazo gigante	Alga café	Elaboración de fertilizantes	Tecniprosesos Biológicos
<i>Sargassum</i> sp.	Sargazo común	Alga café	Elaboración de fertilizantes	Comunicación personal, gerente Salgax®

ciones de educación superior para aprovechar estos recursos en el sector agropecuario. Estas empresas se encuentran en el estado de Baja California, debido a la riqueza en la región de especies como *M. pyrifera*, que también se encuentra en los arribazones (Kirkman y Kendrick, 1997).

Aunque en nuestro país sólo se han aprovechado las macroalgas marinas en dicha zona, existen otros lugares en el mundo donde su aprovechamiento es masivo. Por ejemplo, la especie *Durvilleae potatorum* de arribazón se exporta desde Tasmania (Kelp Industries Pty Ltd Tasmania) hasta Reino Unido para extraer **alginatos**; industrias como Roko, Hispanagar y Agar de Asturias se dedican a la producción de agar a partir de la compra de la especie *Gelidium corneum* recolectada de arribazones, *in situ* o cultivada.

**Alginatos**  
Polisacáridos que se extraen de las algas café.



### Los arribazones de macroalgas marinas en Yucatán

En la costa yucateca los arribazones de macroalgas son más frecuentes en la época de nortes (noviembre a febrero). Algunos géneros que se han identificado por su gran abundancia son *Sargassum* sp. (alga café), *Halymenia* sp. y *Bryothamnion* sp. (algas rojas). Aunque se han tomado medidas para disminuir los inconvenientes causados por los arribazones –como el programa de empleo temporal del gobierno federal que ha ofrecido trabajo a cerca de 4600 personas para el retiro y el manejo de los recursos algales en el estado de Yucatán–, es necesaria la investigación, el desarrollo de productos y la creación de empresas que aprovechen estos recursos en la región. Por ejemplo, en 2015 un grupo de mujeres de la comunidad de Sinanché, Yucatán, produjo champús, jabones y cosméticos a partir de macroalgas marinas (Alpuche y cols. 2016), y actualmente existe una microempresa yucateca (Salgax®) que elabora fertilizantes a partir de dicho recurso.

En el Centro de Investigación Científica de Yucatán, un grupo de trabajo realiza investigación sobre productos naturales. Entre ellos, la doctora Cecilia Mónica Rodríguez García y su equipo lleva a cabo la búsqueda de compuestos naturales de origen vegetal de la costa yucateca, y recientemente de origen marino a partir de macroalgas obtenidas de arribazones, como algunas especies procedentes de poblaciones naturales fijadas a sustratos de los géneros *Codium*, *Agardhiella*, *Bryothamnion* y *Dictyota* (datos no publicados), las cuales fueron identificadas por personal calificado de la Universidad Autónoma de Yucatán. Asimismo, se está evaluando la actividad fungicida de extractos acuosos

de macroalgas marinas de arribazón contra patógenos que producen enfermedades en cultivos de importancia comercial, como plátano, mango, tomate, papaya, chile y aguacate, entre otros; la finalidad es ofrecer a los agricultores, en un futuro, productos biotecnológicos ecoamigables.

En nuestro país, el aprovechamiento de las macroalgas de arribazón –un recurso gratuito– dependerá de una política gubernamental que permita establecer programas permanentes para la organización, la capacitación de personal y el desarrollo de empresas que elaboren productos biotecnológicos (sin deterioro del ambiente); así como de una fuerte inversión de capital público y privado.

### Agradecimientos

Los autores agradecen especialmente al revisor de la revista *Ciencia* por sus atinados comentarios; a Felipe Barrero por su apoyo en las colectas de macroalgas marinas; a Silvia Hernández por su apoyo en la preparación de los ejemplares para el herbario; a Dayre Catzim, Tomás Rodríguez, Roger Sulub, Erick y Ricardo Peraza por su apoyo en la revisión del artículo.

### Mauricio Gómez Hernández

Universidad Autónoma de Yucatán.  
mauricio.gomez@cicy.mx

### Cecilia Mónica Rodríguez García

Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.  
koyi@cicy.mx

### Leticia Peraza Echeverría

Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.  
lety@cicy.mx



### Lecturas recomendadas

- Alpuche, V., Santos, F. J. y Luit, G. M. (2016), "Elaboración de productos cosméticos con algas marinas por mujeres emprendedoras del Municipio de Sinanché, Yucatán, México", *Bioagrobiocencias*, 9(1):7-16.
- Armisen, R. (1995), "World-wide use and importance of *Gracilaria*", *Journal of Applied Phycology*, 7(3): 231-243.
- Casas-Valdez, M. et al. (2006), "Efecto del alga marina *Sargassum spp.* sobre las variables productivas y la concentración de colesterol en el camarón café, *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900)", *Revista de biología marina y oceanografía*, 41(1):97-105.
- Cornish, M. L., Critchley, A. T. y Mouritsen, O. G. (2017), "Consumption of seaweeds and the human brain", *Journal of Applied Phycology*, 29(5): 2377-2398.
- Dreckmann, K. M. y Sentías, A. (2013), "Los arribazones de algas marinas en el Caribe mexicano: evento biológico natural o basura en las playas", *Biodiversitas*, 107:7-11.
- Kirkman, H., y Kendrick, G. A. (1997), "Ecological significance and commercial harvesting of drifting and beach-cast macro-algae and seagrasses in Australia: a review", *Journal of Applied Phycology*, 9(4):311-326.
- Mauriès, M. (1874-1875), "Recherches historiques et littéraires sur l'usage de certaines algues", *Bulletin de la Société Académique de Brest*, 2(II):1-44. Disponible en: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2075488/f22.item.r=Molene.langFR>>. Consultado el 20 de octubre de 2017.
- Rodríguez, C. A. (2016), *Actividad biológica de extractos algales con potencial cosmeceútico* (tesis de maestría), México, Instituto Politécnico Nacional.