

Acciones colaborativas

para el monitoreo del

sargazo

Hugo E. Lazcano Hernández, Javier Arellano-Verdejo y Martín Santos Romero

Resumen: La ciencia procura apoyarse en la mejor tecnología para obtener resultados precisos, pero incluso el equipo más sofisticado tiene limitaciones. En cuanto a las arribaciones de sargazo a las costas y playas del Caribe en los últimos años, para entender su dinámica se ha monitoreado su presencia en mar abierto mediante sistemas satelitales, lo que si bien ha sido provechoso, se ve obstaculizado por factores atmosféricos y, sobre todo, se ha concluido que necesita complementarse con monitoreos a escala local; en tal sentido se han abierto paso proyectos innovadores, como Collective View, que se enmarcan en la tendencia de ciencia ciudadana.

Palabras clave: problemas medioambientales, ciencia ciudadana, monitoreo satelital, Sargassum.

Maayat'aan (maya): Múul meyaj uti'al u ch'ukta'al bix yanik u ta'il k'áanab wáaj sargazo

Kóom ts'íibil meyaj: Cienciae' ku kaxtik u yáantikubáaj yéetel túumben nu'ukulil meyaj tecnología uti'al u ma'alob jóok'ol ba'ax ku xokik, ba'ale' kex táaj ma'alo'ob ba'ax yéetel ku meyajje' ma' tuláakal ku jóok'ol tu beelil. Yóok'olal u k'uuchul tu jáal ja'il Caribe séen ya'ab u ta'il k'áanab wáaj sargazo ti' le ts'ook ja'abo'oba', uti'al u na'ata'al bix u bin u péeke' ku ch'ukta'al yéetel u nu'ukulil sistemas satelitales bix yanik ich k'áanab, kex jach uts u meyajje' ma' tuláakal ma'alob tumen yaan ba'alo'ob topik je'elbix u séen k'áaxal ja', nookoyil, ke'eil yéetel u jeelo'ob le ku ya'alal factores atmosféricos, lebetik bejla'e' ojéela'an jach k'a'abet u chukbesa'al yéetel u ch'ukta'al náats'il xan; la'aten táan u k'ajóolta'al túumben múuch' meyajjo'ob je'elbix Collective View, ku múul meyajtik ciencia yéetel u kaajnáalilo'ob le kúuchil táak u xak'alxo'okolo'.

Áantaj t'aano'ob: talamilo'ob báak'pachtiko'on way yóok'olkab, múul meyaj ciencia yéetel kaajnáalilo'ob, ch'uk yéetel satellite, Sargassum.

Bats'i k'op (tsotsil): Komon abtel sventa sk'elel yilel yaxaltik oy ta yutil muk'ta nabetik

Smelolal vun albil ta jbel cha'bel k'op: Ak'o mi oy xa sa'bil smelolal k'usi xu' ta stunesik li jpas bijilal abtelaletike sventa xchannel k'usi mu'yuk to ojtikinbile, te makal ta xkom, ja' ti k'usi ta spik ta stunesike mu'yuk to lek sju'elal. Sventa yilel xchannel k'u yu'un xlok'an talel yaxaltik oy ta sti'alal muk'ta nabetike yu'un Caribe, jelavem xa jun chib jabil lik sk'elel xchannel ta yilobil ta ak'ol to, ta satélite, ja' ta sk'elik li yaxaltik oy ta yutil muk'ta nabetike, taje oy slekial, ja' no'ox ti sk'an to stsutses li abtele, ja' yu'un yakal ta sa'beik smelol sventa chich' k'elel ta nopol sventa xchannel lek ti k'usi chich' sa'elel; jech-o xal lik xa nopbil abtelaletik ta stojolal yu'un jpas bijilal abtelaletik Collective View, ti ja' ojtikinbilik ta yabtelik spasel bijilal abtelaletik ta komon.

Jbel cha'bel k'opetik tunesbil ta vun: k'usitik xchopilil ta jkuxlebtik, ciencia ciudadana, monitoreo satelital, Sargassum.

El mar de los Sargazos, conocido desde tiempos de Cristóbal Colón en el siglo XV, se ubica en el océano Atlántico cerca del mítico Triángulo de las Bermudas, y ha inspirado historias de barcos atrapados o perdidos; incluso el capitán Nemo, protagonista de *Veinte mil leguas de viaje submarino*, de Julio Verne, desconfiaba de sus aguas pardas. A pesar de las historias oscuras, las macroalgas llamadas sargazos conforman ahí una zona de refugio y descanso para peces, crustáceos, tortugas y moluscos.

El sargazo parecía haber quedado en esas leyendas, pero en 2018 saltó a la fama de nuevo cuando arribó en cantidades enormes a las costas del mar Caribe en donde antes era marginal. Las acciones para limpiar las playas no han bastado porque faltan la experiencia e infraestructura para atender un fenómeno de tales dimensiones que se ha seguido repitiendo. Una herramienta valiosa es el monitoreo satelital, pero solo Estados Unidos cuenta con un sistema de alerta temprana a escala global (https://optics.marine.usf.edu/projects/saws_test.html), cuando cada nación afectada debería disponer del suyo para generar informa-



HUMBERTO BAHENA



HUMBERIO BAHENA

ción a escala local con la que se pudieran diseñar planes de manejo más eficientes. En este artículo exponemos algunos procesos de la observación y estudio del sargazo, que ayudan a comprender mejor la situación a escala local.

La importancia del monitoreo

Ya desde 2011, 2014 y 2015 se registró en las costas y playas del Caribe una presencia de sargazo mayor que la habitual, pero las arribazones a partir de 2018 han provocado graves impactos ecológicos y sociales. Es una situación parecida al estar en casa descansando cuando sorpresivamente nos visitan más de 100 personas. Desde luego, no podemos atender a todos los recién llegados; no hay comida suficiente y muchos querrán usar el sanitario al mismo tiempo, ¡una verdadera locura!

Todavía es un tema abierto, pero se especula que el calentamiento global y el incremento de nutrientes en el Atlántico por el uso de fertilizantes, deforestación y demás factores, han intensificado la proliferación de las especies de sargazo *Sargassum fluitans* y *Sargassum natans*. Estas macroalgas tienen pequeñas esferas o vesículas rellenas de gas (aerosistos), que les permiten pasar todo su ciclo de vida flotando en la superficie del océano y por eso se les denomina pelágicas. En mar abierto forman grandes aglomeraciones, racimos o balsas que miden desde unos cuantos metros hasta varias decenas o centenares. Cuando se acumulan grandes cantidades cerca de la playa, impiden el paso de luz hacia el fondo marino, lo que afecta a la flora y fauna de las costas. Además, su descomposición desprende ácido sulfhídrico (de olor

penetrante y riesgoso para la salud), entre otras problemáticas. Como es de suponerse, hay un efecto directo en la industria turística de la región, con pérdidas económicas y de empleos.

Entonces, es importante conocer la dinámica del sargazo para diseñar sistemas de alerta temprana y manejo que ayuden en su ubicación, colecta, aprovechamiento y disposición final, para así contribuir a la reducción de los problemas ambientales, sociales y económicos que ocasiona. En este contexto, el monitoreo satelital nos ha brindado información invaluable sobre su comportamiento en mar abierto, algo posible por los conocimientos en “percepción remota”, la cual desde hace cuatro décadas ha aportado a la observación y estudio de la Tierra a través, entre otras herramientas, de los satélites que la orbitan y

obtienen imágenes de ella. La primera observación de sargazo desde el espacio data del año 2005.

Fotosíntesis y los fotopigmentos

El sargazo, al igual que las plantas verdes, realiza la fotosíntesis, es decir, que aprovecha la energía solar para fabricar su propio alimento. La fotosíntesis es la base de toda la vida en la Tierra, y es posible gracias a unas moléculas llamadas fotopigmentos, las cuales se encargan de atrapar a los fotones (energía en forma de luz) que luego se transforman en energía química. En el caso de las plantas, esta energía se utiliza en la conversión de materia inorgánica a orgánica, es decir, que por su medio es posible que los elementos —carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno— se transformen en materia prima para construir carbohidratos (como el maíz o el trigo), o sacáridos (el azúcar refinada y diversos frutos), los cuales son las biomoléculas donde queda almacenada la energía que en principio llegó en forma de luz.

Existen varios tipos de fotopigmentos, entre los que se encuentran las clorofilas y los carotenoides. Por su abundancia, la clorofila "a" es la más famosa, y es la que absorbe casi toda la energía en forma de luz del espectro visible, a excepción de la que vemos en color verde, ipor eso vemos verdes a la mayoría de las hojas de plantas y árboles! Es decir, el color verde es reflejado por la mayoría de las plantas. En el caso del sargazo, su color entre amarillo y marrón se debe a la presencia de otro tipo de fotopigmentos: los carotenoides y la clorofila tipo c, y es esta última la que permite diferenciar al sargazo de otras especies, entre ellas *Trichodesmium* o *Ulva prolifera*, o de objetos o aceite emulsionado que estén flotando en el océano.

Monitoreo satelital

Desde hace algunos años, el monitoreo del sargazo se realiza observando el mar abierto desde el espacio con metodologías que utilizan imágenes satelitales, una tec-

nología que en su mayor parte pertenece a la norteamericana Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) y a la Agencia Espacial Europea (ESA). A bordo de los satélites viajan instrumentos de medición que permiten diversos estudios, y el más usado es una sofisticada "cámara", idónea para fotografiar nuestro planeta desde el espacio.

Antes de seguir, aclaremos un par de cuestiones técnicas. Cuando tomamos una foto, la imagen se descompone en tres y cada una corresponde a un color llamado *banda*. Una cámara convencional toma las bandas roja, verde y azul (RGB, por sus siglas en inglés), que de cerca veremos como pequeños puntos o píxeles. Estos píxeles se codifican con números que representan la intensidad del color de la banda; por ejemplo, para la roja, la intensidad de cada pixel nos indica si se trata de un rojo suave o uno fuerte. Todas las bandas tomadas por la cámara tienen el mismo tamaño, el cual corresponde al ancho y alto de la foto. Y como están compuestas por píxeles y estos son representados por números, desde la ciencia se han ideado formas de combinarlas, y es así que a partir

de las bandas R, G y B es posible obtener una imagen a color como las que conocemos; a dicha composición RGB se le llama "color verdadero".

La principal diferencia entre dichas cámaras y las de nuestros celulares (además del costo) es la cantidad de bandas en las que descomponen una foto; los equipos satelitales pueden captar imágenes de entre 3 y 36 bandas. Dado que estas se combinan, se ha descubierto que con ciertas composiciones es posible resaltar características, como la vegetación. El resultado son las combinaciones que han sido llamadas *índices*, y existen índices para todo, como los que destacan agua o zonas con más calor. En 2009, en la Universidad del Sur de Florida (University of South Florida) se desarrolló el FAI, o índice de algas flotantes, para resaltar la presencia del sargazo; sin embargo, incluso con este índice hay confusiones con otro tipo de objetos que flotan en el mar.

Así que no es tan fácil monitorear el sargazo. Además, en las zonas costeras los cambios meteorológicos son muy dinámicos, de modo que en un par de minutos se puede pasar de un estupendo día soleado a otro con lluvia, y las nubes son obstáculos para la observación de las macroalgas. A fin de solucionarlo, se han instalado sensores cerca de la playa para facilitar la observación, como radares y cámaras, pero son instrumentos costosos y se requieren muchos para monitorear grandes áreas. Entonces, como alternativa, en los últimos años ha surgido el concepto de *ciencia ciudadana*, el cual consiste en buscar el apoyo de gente como tú o como yo para hacer ciencia, de modo que, aunque no tengamos una formación científica, podemos tomar parte en las investigaciones.

Ciencia ciudadana para el manejo del sargazo

Emprender acciones en equipo permite atenderlas más rápido y mejor que si actuáramos solos; este conocimiento empírico de la vida diaria es la esencia de la

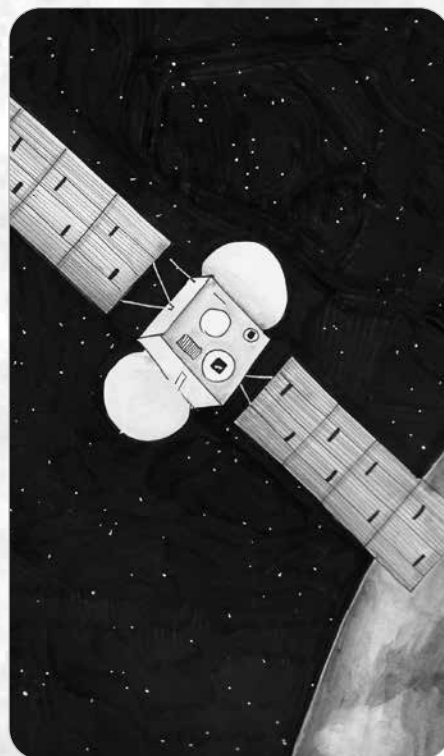


ILUSTRACIÓN: ERANDI CEDENO ZACARIAS



ciencia ciudadana.¹ Una excelente alternativa para enfrentar el problema del sargazo consiste en recolectar información local que complemente a la obtenida desde las plataformas satelitales. En este sentido, podemos convertir nuestros teléfonos inteligentes (*smartphones*) en una herramienta de participación con la captura de datos y fotografías para el monitoreo del sargazo.

El proyecto Collective View implementado por El Colegio de la Frontera Sur (ECO-SUR) y otras instituciones es un ejemplo de esto. Como muchas personas tenemos un teléfono y nos gusta visitar playas, tenemos la posibilidad de monitorear la presencia de sargazo, y no solo en Quintana

Roo, sino también en otros países. A través de una aplicación móvil, solo debemos tomar fotos de la macroalga en las playas y enviarlas. Las imágenes llevan la ubicación geográfica y otros datos como la fecha y la hora; al final, con la suma de la información de varias fotografías, es posible construir mapas que muestren la presencia del sargazo en lugares y momentos específicos, y la información sirve de insumo para el diseño de investigaciones o políticas para la gestión y manejo del sargazo.

Con la participación colectiva podemos estudiar zonas donde incluso la tecnología satelital más desarrollada no ha podido incidir. La ciencia ciudadana tiene el potencial de colaborar en la generación de soluciones innovadoras a problemáticas regionales o globales.

El monitoreo del sargazo nos ha permitido conocer que en el Atlántico ecuatorial se ha desarrollado un “gran cinturón del sargazo”, y a entender que esta macroalga ha contribuido, a escala global, en la captura del carbono que se emite a la atmósfera por la actividad humana. Pero hay muchas preguntas por responder, como conocer cuánto sargazo hay y en dónde. Por lo anterior, te invitamos a que te sumes al monitoreo ciudadano de nuestras playas y a ser parte de la solución de un problema emergente. Tu participación es muy importante, así que descarga la aplicación de Collective View en el enlace <https://collective-view-app.web.app/>. Y recuerda, ¡juntos hacemos la diferencia! 🌊

¹ Véase “Sargazo y sociedad: haciendo ciencia en Quintana Roo”, de Laura López Argoytia, en *Ecofronteras* 71, <https://bit.ly/3XyFoku>

Bibliografía

- Arellano-Verdejo, J., y Lazcano-Hernández, H. E. (2021). Collective view: mapping Sargassum distribution along beaches. *PeerJ Computer Science*, (7), e528. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.528>
- Arellano-Verdejo, J., Santos-Romero, M., Lazcano-Hernandez, H. E. (2022). Use of semantic segmentation for mapping Sargassum on beaches. *PeerJ*, (10), e13537. <https://doi.org/10.7717/peerj.13537>
- Lazcano-Hernández, H., Aguilar, G., Dzúl-Cetz, G. A., Patiño, R., y Arellano-Verdejo, J. (2019). Off-line and on-line optical monitoring of microalgal growth. *PeerJ*, (7), e7956. <https://doi.org/10.7717/peerj.7956>

Hugo E. Lazcano Hernández es investigador de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal (México) | hlazcanoh@ecosur.mx | <https://orcid.org/0000-0002-5757-6081>
 Javier Arellano-Verdejo es investigador de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal (México) | javier.arellano@ecosur.mx | <https://orcid.org/0000-0002-4920-283X>
 Martín Santos Romero es académico de la Universidad Tecnológica de Chetumal (México) | martin.santos@utchetumal.edu.mx | <https://orcid.org/0000-0002-8053-2634>