



<https://pcti.mx>

PROGRAMA DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

El sargazo en Quintana Roo

**Héctor G. Nolasco-Soria
COMPILADOR**





El sargazo en Quintana Roo

COMPILACION

**PROGRAMA DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL
DESARROLLO DE MÉXICO**



PROGRAMA DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

2026

El presente documento es una compilación sintética de la información publicada por terceros sobre la biología y ciclo del sargazo. El documento tiene carácter informativo y se da el crédito a los autores.

Autor de la compilación:

Héctor Nolasco-Soria

PCTI

hnolascosoria@gmail.com



ÁREAS:

Biología y Química,

Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra

PROBLEMÁTICA: El sargazo es un recurso biológico que se desarrolla en el Atlántico y que presenta ciclos de distribución que afectan las costas de Quintana Roo. Dada la magnitud del problema en las costas, se considera oportuno divulgar por todos los medios posibles sobre el tema para su conocimiento por la sociedad y su atención por los tomadores de decisiones.

USUARIOS: Investigadores sobre recursos biológicos marinos, tomadores de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales y la sociedad en general.

OBJETIVOS: El objetivo fue sintetizar información relativa al sargazo, como recurso biológico que se desarrolla en el Atlántico y que presenta ciclos de distribución que afectan las costas de Quintana Roo, con el fin de facilitar su conocimiento por la sociedad en general.

MATERIALES Y MÉTODOS: En el periodo del mes de julio de 2026 se realizó una búsqueda abierta en internet sobre artículos disponibles sobre el sargazo, para hacer una compilación sintética, relativa a su biología, importancia ecológica, distribución, variabilidad y factores que afectan su crecimiento y circulación y los efectos de su arribo en las costas. El documento tiene solo carácter informativo para la sociedad en general y toda la información incluida pertenece a los autores citados.



ÍNDICE	Página
Generalidades de la compilación	4
ABSTRACT / RESUMEN	6
1. Que es el sargazo que arriba a las costas de Quintana Roo	7
2. Condiciones que modulan el crecimiento del sargazo	9
3. Ciclo de vida del sargazo	11
4. Importancia ecológica del sargazo	11
5. Ciclo de circulación del sargazo en el Atlántico	14
6. Orígenes del cinturón de sargazo del Atlántico	14
7. El papel de la deriva del viento	15
8. Variabilidad estacional	23
9. Variabilidad interanual	23
10. Teledetección del sargazo	23
11. Elementos que controlan el crecimiento y desplazamiento del sargazo	24
12. Conclusiones / Impacto socioeconómico	24



El sargazo en Quintana Roo

Compilado por Héctor Nolasco-Soria
PCTI, México. hnolascosoria@gmail.com

ABSTRACT

Sargassum is a biological resource that develops in the Atlantic Ocean and exhibits distribution cycles that affect the coasts of Quintana Roo. An open search was conducted to find available online publications and compile a summary of its biology, ecological importance, distribution, variability, and factors affecting its growth and circulation, as well as the effects of its arrival on the coasts. It was found that *sargassum* is a group of brown algae of the species **Sargassum natans** and **Sargassum fluitans**. These species spend their entire life cycle floating on the ocean surface. *Sargassum* growth is mediated by high nutrient concentrations, specifically when the nitrogen-to-phosphorus ratio is less than 30-35 (the N:P ratio in phytoplankton began to gradually decrease due to increased phosphorus inputs driven by human activity, from agriculture, wastewater, and industrial runoff, thus altering nutrient dynamics in some regions), ocean salinity (36 to 42 PSU), high levels of sunlight (minimum of 200 to 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$), warm ocean temperatures (18 to 30 °C), ocean currents, and unusually strong westerly winds displaced south from the Sargasso Sea to form the Great Atlantic *Sargassum* Belt (GASB).

RESUMEN

El sargazo es un recurso biológico que se desarrolla en el Atlántico y que presenta ciclos de distribución que afectan las costas de Quintana Roo. Se realizó una búsqueda abierta para la búsqueda de publicaciones disponibles en internet para hacer una compilación sintética sobre su biología, importancia ecológica, distribución, variabilidad y factores que afectan su crecimiento y circulación y los efectos de su arribo en las costas. Se encontró que el sargazo es un conjunto de alga pardas de las especies *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans*). Son especies que pasan todo su ciclo de vida flotando en la superficie del océano. El crecimiento del sargazo esta mediado por las concentraciones elevadas de nutrientes, específicamente cuando la proporción de nitrógeno y fósforo es menor a 30-35 (es la proporción N:P en el fitoplancton comenzaron a disminuir gradualmente por un aumento de los insumos de fósforo impulsados por la actividad humana, que provienen de la agricultura, aguas residuales y escorrentía industrial, alterando así la dinámica de nutrientes en algunas regiones), la salinidad del océano (de 36 a 42 PSU), los altos niveles de luz solar (mínimo de 200 a 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$), las temperaturas cálidas del océano (de 18 a 30 °C), las corrientes marinas y los vientos del oeste inusualmente fuertes y desplazados hacia el sur desde el Mar de loa Sargazos para dar forma al Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB).

1. Que es el sargazo que arriba a las costas de Quintana Roo

Sargassum es un género de algas pardas de la familia Sargassaceae, (orden Fucales, clase Phaeophyceae), que incluye 359 especies bentónicas (en fondos) o pelágicas (en superficie) (Stiger-Pouvreau et al., 2023, Debue et al., 2025).

Las especies de sargazo se distribuyen extensamente por océanos tropicales y templados, en aguas poco profundas y arrecifes de coral, así como en el mar abierto, Son especies que pasan todo su ciclo de vida flotando en la superficie del océano (EPA, 2026).



Figura 1. *Sargassum fluitans*, alga marrón que contribuyen al Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB) y que llega a las costas del Caribe y el Golfo de América. Cortesía de: Susan K. Jackson (Autor: EPA, 2026).

Las especies *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans*, se encuentran en el Mar de los Sargazos y el Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB, por sus siglas en inglés). *Sargassum natans* tiene tallos largos y hojas angostas, mientras que *Sargassum fluitans* tiene tallos cortos y hojas anchas. Las especies son de flotación libre debido a sus vesículas llenas de aire y son las responsables de los eventos de inundación de sargazo (SIE, por sus siglas en inglés) en las costas del Atlántico, el

Caribe y el Golfo de América. La abundancia de variantes genéticas de estas dos especies puede diferir en sus ubicaciones geográficas (EPA, 2026):

- *Sargassum natans* VIII es la forma predominante en el GASB.
- *Sargassum natans* I es la forma predominante en el Mar de los Sargazos.

En el sargazo, en el océano Atlántico, dominan tres morfotipos de dos especies holopelágicas: *S. fluitans* III, *S. natans* I y *S. natans* VIII (Siuda et al., 2024; Debue et al., 2025).

M. Debue et al.

Marine Pollution Bulletin 216 (2025) 117923

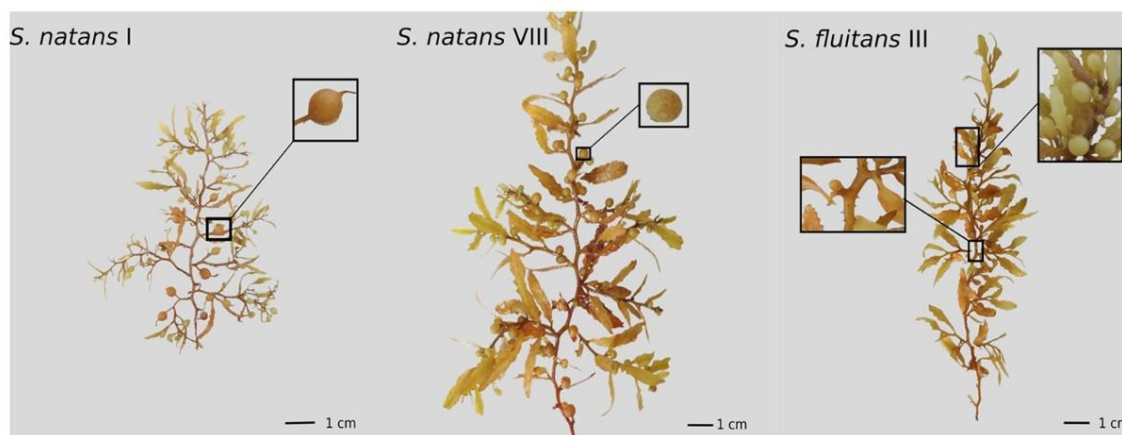


Figura 2. Morfotipos holopelágicos de *Sargassum* presentes en el océano Atlántico. Los recuadros muestran la forma diferencial de las vejigas y la presencia o ausencia de espinas en el tallo y en las vejigas. Tomado de Alleyne et al. (2023a) (Autor: Debue et al., 2025).

Las especies holopelágicas de *Sargassum* se propagan por crecimiento vegetativo (Winge, 1923), con tiempos de duplicación entre 9 y 200 días, dependiendo de la ubicación, las condiciones abióticas y la especie. Aunque la mayoría de los estudios reportan tiempos de duplicación entre 10 y 30 días. *S. fluitans* III suele superar a *S. natans* I y VIII (Changeux et al., 2023; Corbin y Oxenford, 2023; Magaña-Gallegos et al., 2023b), aunque algunos estudios reportan tasas más altas para *S. natans* (Lapointe et al., 2014; Magaña-Gallegos et al., 2023a; Debue et al., 2025).

2. Condiciones que modulan el crecimiento del sargazo

Las condiciones ideales para el crecimiento del sargazo son: Primero.- Altos niveles de luz solar (mínimo de 200 a 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$); Segundo.- La salinidad típica del océano (de 36 a 42 PSU); Tercero.- Las temperaturas cálidas del océano (de 18 a 30 °C); y Cuarto.- Las elevadas concentraciones de nutrientes, específicamente cuando la proporción de nitrógeno y fósforo es menor a 30-35 (EPA, 2026).

En experimentación, las tasas de crecimiento con múltiples parámetros que influyen en el crecimiento de las algas, incluyendo la temperatura, la salinidad, la insolación y la disponibilidad de nutrientes. La temperatura ejerce un efecto significativo, con una relación en forma de campana entre la tasa de crecimiento y la temperatura. Hanisak y Samuel (1987) encontraron temperaturas óptimas de 24–30 °C para *S. fluitans*, y de 18–30 °C para *S. natans*, con una marcada disminución en las tasas de crecimiento a temperaturas más bajas y más altas (Debue et al., 2026).

La salinidad óptima para el crecimiento oscila entre 36 psu y 42 psu, con una reducción de la tasa de crecimiento de aproximadamente el 50 % a una salinidad de 30 psu y sin crecimiento por debajo de 18 psu (Hanisak y Samuel, 1987). Las especies pelágicas son estenohalinas en comparación con las bentónicas y, por lo tanto, son más sensibles a las variaciones de salinidad que se presentan en estuarios o zonas costeras (Hanisak y Samuel, 1987; Debue et al., 2026).

La insolación también influye en la tasa de crecimiento, con un punto de compensación (el punto de compensación lumínica es la intensidad de luz en la donde la tasa de fotosíntesis -captación de CO_2 - coincide exactamente con la tasa de respiración celular -emisión de CO_2 -; es decir, la formación y el consumo de materia orgánica son iguales, y las algas no pueden acumular material de almacenamiento de energía) que oscila entre 25 a 85 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ y un punto de saturación que varía entre 200 y 1000 $\mu\text{E}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ (Hanisak y Samuel, 1987; Lapointe, 1995). Las especies pelágicas presentan puntos de saturación más altos que las especies bentónicas, lo que indica una adaptación a condiciones de alta

luminosidad (Hanisak y Samuel, 1987; Lapointe, 1995; Vásquez-Elizondo et al., 2024; Debue et al., 2026).

La disponibilidad de nutrientes, en particular nitrógeno (N) y fósforo (P), limita las tasas de crecimiento en *S. fluitans* y *S. natans* (Lapointe, 1986, 1995). Esta limitación es más marcada en aguas oceánicas que en aguas neríticas, lo que conlleva una mayor tasa de crecimiento en estas últimas (Lapointe, 1995; Lapointe et al., 2014). Varias fuentes de N y P podrían contribuir al crecimiento de las agregaciones de *Sargassum*, con aportes a mayor escala, como la mezcla vertical, afloramientos, descarga fluvial o deposición atmosférica (Johns et al., 2020; Lapointe et al., 2021; Skliris et al., 2022; Wang et al., 2019). Leemans et al. (2025) también propusieron una limitación del crecimiento por deficiencia de hierro (Debue et al., 2026). En la década de 1980, los estudios mostraron que el *Sargassum* es más productivo en aguas neríticas donde tiene menores proporciones de carbono a nitrógeno (C:N) y de carbono a fósforo (C:P). La productividad y el crecimiento del *Sargassum* están limitados tanto por el N como por el P, aunque el P suele ser el principal nutriente limitante. El origen del Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB, por sus siglas en inglés) en 2011 estaba al norte de la desembocadura del río Amazonas, lo que sugiere que esta fuente de nutrientes fluviales contribuyó a su desarrollo (Lapointe et al., 2025). Además, las actividades antropogénicas como la deforestación, la quema de biomasa, el uso de fertilizantes o las aguas residuales urbanas han provocado un aumento del suministro de nutrientes, en particular nitrógeno, lo que podría afectar la evolución del *Sargassum* (Lapointe et al., 2021, Aquino et al., 2022;).

3. Ciclo de vida

Los morfotipos de *Sargassum* tienen un ciclo de vida completamente pelágico, flotando en la superficie o cerca de ella gracias a sus vejigas (Parr, 1939). En mar abierto, los individuos suelen agruparse en agregaciones de diversos tamaños (desde unos pocos metros hasta varios cientos), diversos espesores (desde unas pocas decenas de centímetros hasta varios metros) y diversas formas (hileras,



parches o una combinación de ambos), que pueden agruparse formando estructuras de varios kilómetros de longitud (Goodwin et al., 2022; Debue et al., 2025).

Estas agregaciones son impulsadas por vientos, olas y corrientes oceánicas, en particular por la circulación isotérmica de Langmuir inducida por el viento (Langmuir, 1938). Aunque las agregaciones tienden a formarse en condiciones de calma (Parr, 1939), pueden dispersarse con vientos fuertes (4 m/s) (Debue et al., 2025).

Las acumulaciones de sargazo pueden cubrir áreas grandes de la superficie del océano y son llevadas a la costa por el viento y las corrientes marítimas. Después del varamiento en las áreas costeras, mueren, se descomponen y suelen denominarse “mareas marrones” o “doradas” por su color y la decoloración del agua causada por la lixiviación de la materia orgánica disuelta (EPA, 2026).

Sus varamientos masivos, que pueden superar los diez millones de toneladas en ciertos meses en el Caribe (PNUMA-CEP, 2021), plantean importantes desafíos biológicos y socioeconómicos, al afectar gravemente a las comunidades costeras, la salud pública, el turismo y la pesca (Mohan y Strobl, 2024). En los últimos años, este peligro ambiental emergente ha llevado a varios países del Caribe a declarar estados de emergencia nacionales en respuesta a las afluencias de sargazo (Desrochers et al., 2022; Debue et al., 2026).

4. Importancia ecológica del sargazo

Las conformaciones flotantes de sargazo funcionan como ecosistemas flotantes únicos para una variedad de especies acuáticas, incluidos organismos migratorios (cangrejos, camarones, tortugas marinas) y peces comerciales como el atún y el marlín (EPA 2026).

Las agregaciones de sargazo constituyen ecosistemas de alto valor trófico y ecológico en mar abierto, albergando significativamente más individuos y especies que las aguas circundantes (Martin et al., 2021; Michotey et al., 2020), con más de doscientas especies de diferentes tamaños, edades y ecologías, incluyendo especies endémicas (Debue et al., 2026).

Si bien las acumulaciones de sargazo constituyen ecosistemas valiosos en mar abierto, sus varamientos masivos en las costas del Caribe y África Occidental desde 2011 han generado gran preocupación (Debue et al., 2026). El sargazo, como cualquier otra alga, depende de la luz solar, produce oxígeno durante los períodos de fotosíntesis y puede consumir grandes cantidades de oxígeno durante la respiración. La descomposición del sargazo consume oxígeno de la columna de agua y como resultado, las “mareas marrones” o “doradas” se asocian con condiciones de bajo nivel de oxígeno (hipóxicas) o sin oxígeno (anóxicas) (EPA, 2026).

M. Debue et al.

Marine Pollution Bulletin 216 (2025) 117923

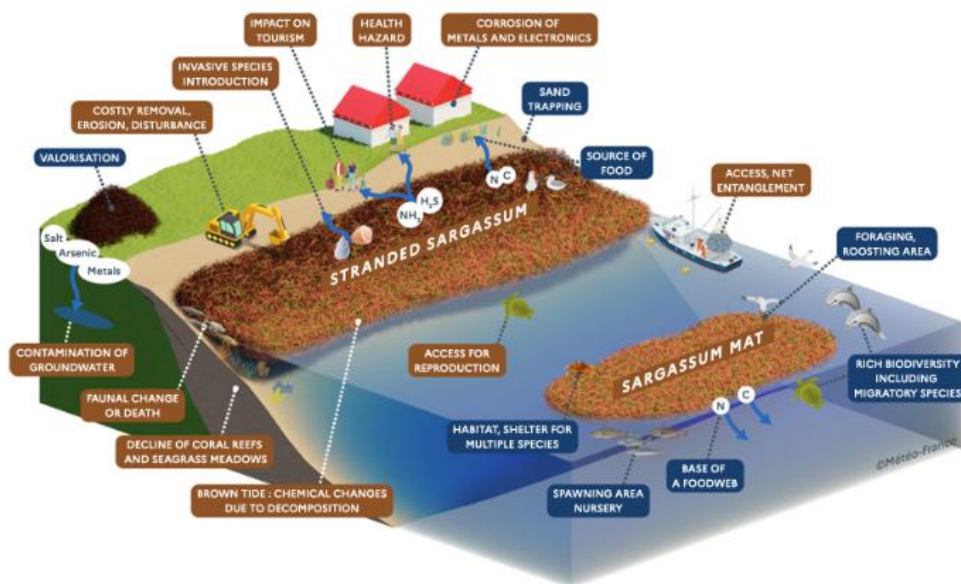


Figura 3. Valor ecológico de las agregaciones de *Sargassum* y consecuencias de sus varamientos. Etiquetas azules: beneficios; etiquetas marrones: problemas; flechas azules: transmisión a otro compartimento (Autor: Debue et al., 2026).



Desde 2011, se han producido varamientos masivos del alga parda pelágica *Sargassum* en el Caribe (Davis et al., 2021). Las afluencias masivas cerca de la costa o en ella pueden ser perjudiciales (Debue et al., 2026):

Problemas asociados a su varamiento en las costas:

- Contaminación de agua subterránea.
- Cambios químicos por descomposición
- Cambios en fauna o muerte de fauna limitando el acceso a las áreas reproductivas).
- Introducción de especies invasoras.
- Costo anual de remoción (1.5 millones de USD/km de costa) (Gaceta UNAM, 2023).
- Decaimiento del arrecife de coral.
- Amenaza a la salud (emanaciones de sulfuro de hidrógeno y amoníaco).
- Los varamientos de sargazo tienen consecuencias económicas, en la pesca, la circulación de embarcaciones, el valor de las propiedades costeras, el turismo y, por lo tanto, en el empleo.
- Impacto al turismo (Disminución del 11,6 % en el producto local bruto en las playas mexicanas debido al varamiento de sargazo) (BID, 2022).

Una vez en la costa, el *Sargassum* debe ser recolectado mecánicamente y se deposita en vertederos (Davis et al., 2021). Se han explorado algunas alternativas de aplicaciones comerciales del sargazo como materia prima de *Sargassum natans* I (SnI), *S. fluitans* III (Sf) y *S. natans* VIII (SnVIII). Se encontró que SnVIII acumuló una menor cantidad de metales y metaloides en comparación con SnI y Sf, pero contenía mayores cantidades de fenoles y polisacáridos no celulósicos. SnVIII también tuvo más manitol (compuesto de almacenamiento de carbono), sin diferencias en el contenido y composición de alginato, aunque con bajo rendimiento de extracción, respecto a otras especies de algas pardas usadas a nivel industrial.

Debido a su alto contenido de arsénico, no se recomienda el uso de *Sargassum* pelágico con fines nutricionales (Davis et al., 2021).

La composición del sargazo indicó que la concentración de Ca, Na, K⁺ y Cl fue mayor que los elementos Mg, S, Si y Sr, Al y P. Contiene elementos traza Fe, Mn, Zn, Cu, y Ni en *S. fluitans* y *S. natans*, por lo que pueden ser considerados como un recurso natural y alternativa de aprovechamiento como mejorador de suelos para el cultivo de plantas de ornato (Nava-Jiménez, 2022).

5. Ciclo de circulación del sargazo en el Atlántico

A partir de 2011, las zonas costeras del mar Caribe y del océano Atlántico tropical comenzaron a experimentar acumulaciones anuales extraordinarias de *Sargassum*. (principalmente en el Golfo de México y el Mar de los Sargazos). Los análisis sugieren que, durante la fase negativa extrema de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) del invierno de 2009-2010, vientos del oeste inusualmente fuertes y desplazados hacia el sur explican el transporte de *Sargassum* desde el Mar de los Sargazos (~20–40°N, 80–20°O) hacia el extremo oriental del Atlántico Norte. Este efecto se refiere a la deriva adicional, inducida por el viento, del material que flota en la superficie libre, resultante de la acción directa del viento sobre la superficie del mar. En las simulaciones realizadas, el efecto del viento se incluye como un vector adicional (velocidad y dirección) a las corrientes oceánicas superficiales, con equivalencia del 1% de las velocidades del viento superficial. El análisis lagrangiano de la circulación regional sugiere que (Johns et al., 2020):

(1) Parte del sargazo se desplazó posteriormente hacia el suroeste en la Corriente Ecuatorial del Norte (NEC) y entró en el Atlántico tropical central, llegando al Caribe en la primavera de 2011;

(2) Otra parte continuó hacia el sur a lo largo de la costa de África en la Corriente de Canarias, incorporándose finalmente al sistema de corrientes del Atlántico tropical.



Desde entonces, las manchas de sargazo se agrupan de marzo a septiembre formando enormes hileras a lo largo de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) bajo la acción de vientos convergentes. Estas manchas e hileras están expuestas a una intensa radiación solar y al flujo ascendente de nutrientes del océano abierto debido a la mezcla generada por remolinos y vientos en el Atlántico tropical central. Si la mezcla del viento es intensa y la capa de sargazo supera los 50-60 m de profundidad en el Atlántico tropical sur en esta época, el sargazo florecerá y formará una enorme hilera. De lo contrario, la floración se verá inhibida.

6. Orígenes del cinturón de sargazo del Atlántico

Hasta la fecha, la principal hipótesis sobre el origen del Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB, por sus siglas en inglés: Great Atlantic *Sargassum* Belt) ha sido documentada por Johns et al. (2020) y confirmada por Jouanno et al. (2025). Las inundaciones de sargazo sin precedentes en el Atlántico tropical tienen su origen en el Mar de los Sargazos. Una anomalía negativa intensa en la Oscilación del Atlántico Norte (NAO) (invierno de 2009-2010) desempeñó un papel clave en el desplazamiento hacia el sur de los vientos del oeste (Debue et al., 2026).

7. El papel de la deriva del viento

El sargazo se desplaza en la superficie del océano bajo la influencia del viento (Gavio et al., 2015). Estudios han demostrado que (ignorando las corrientes oceánicas) los objetos flotantes tienden a moverse a favor del viento a una velocidad proporcional a la del viento, generalmente del 1 al 3 % de la velocidad del viento. La "fuerza del viento" se considera la fuerza directa adicional del viento en la superficie del mar (que incluye toda la fuerza del viento sobre el agua y sobre el objeto flotante) (Johns et al., 2020).

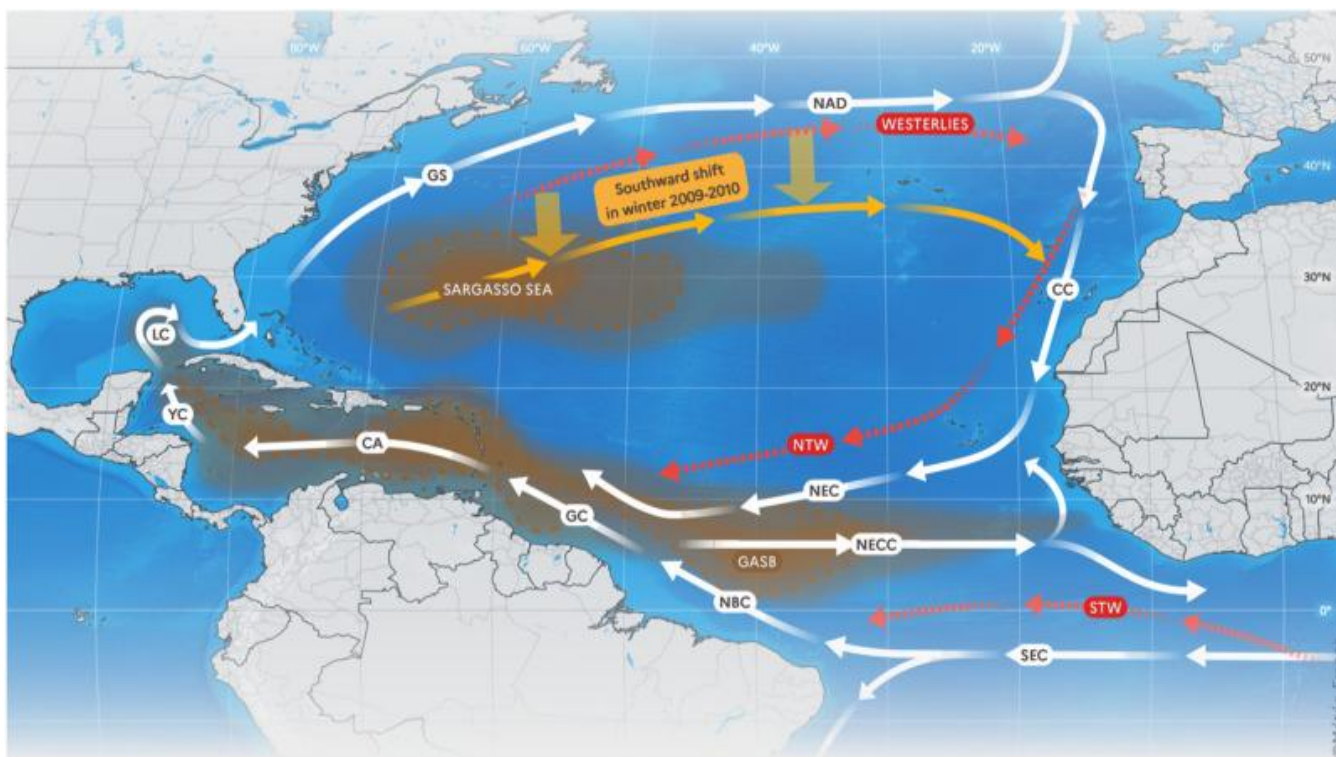


Figura 4. Situación del sargazo en el Atlántico Norte desde 2011. Las flechas blancas representan las corrientes oceánicas superficiales; las flechas rojas, los vientos; y las flechas naranjas, el desplazamiento hacia el sur de las corrientes superficiales y los vientos durante el invierno de 2009-2010. CA: Corriente del Caribe; CC: Corriente de Canarias; GASB: Cinturón de Sargazo del Gran Atlántico; GC: Corriente de Guayana; GS: Corriente del Golfo; LC: Corriente del Lazo; NAD: Deriva del Atlántico Norte; NBC: Corriente del Norte de Brasil; NEC: Corriente Ecuatorial del Norte; NECC: Contracorriente Ecuatorial del Norte; NTC: Vientos Alisios del Norte; SEC: Corriente Ecuatorial del Sur; STW: Vientos Alisios del Sur; YC: Corriente de Yucatán. (Autor: Debue et al, 2026).

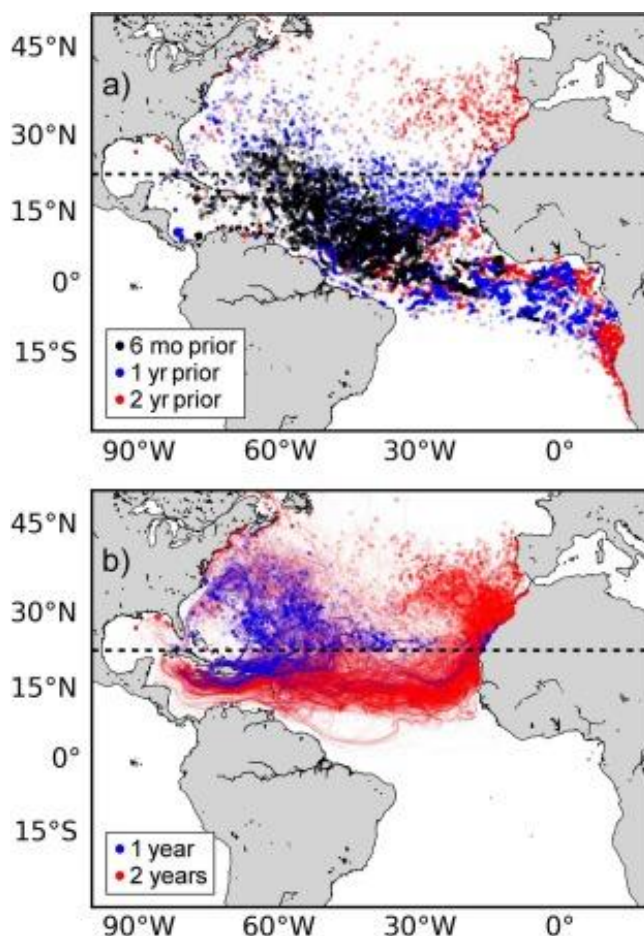


Figura. 5. Resultados del modelo de retroceso global HYCOM. (a) Ubicaciones de 30 000 partículas sintéticas liberadas inicialmente entre abril y junio de 2011 en ubicaciones aleatorias y a intervalos de 5 días en todo el Mar Caribe después de ser rastreadas durante 6 meses (puntos negros), 1 año (puntos azules) y 2 años (puntos rojos). La línea discontinua indica la latitud 23°N, el límite sur del “origen del Atlántico Norte”. (b) Trayectorias solo de aquellas partículas que fueron rastreadas desde el Mar Caribe hasta el Atlántico Norte (>23°N) dentro de 1 año (azul) o 2 años (rojo). Una ruta occidental más corta a través de las Antillas Mayores que afectó al noreste del Mar Caribe (azul), y una ruta oriental más larga a través del Atlántico tropical y las Antillas Menores que afectó a una zona más amplia del Mar Caribe (rojo) (Autor: Johns et al., 2020).

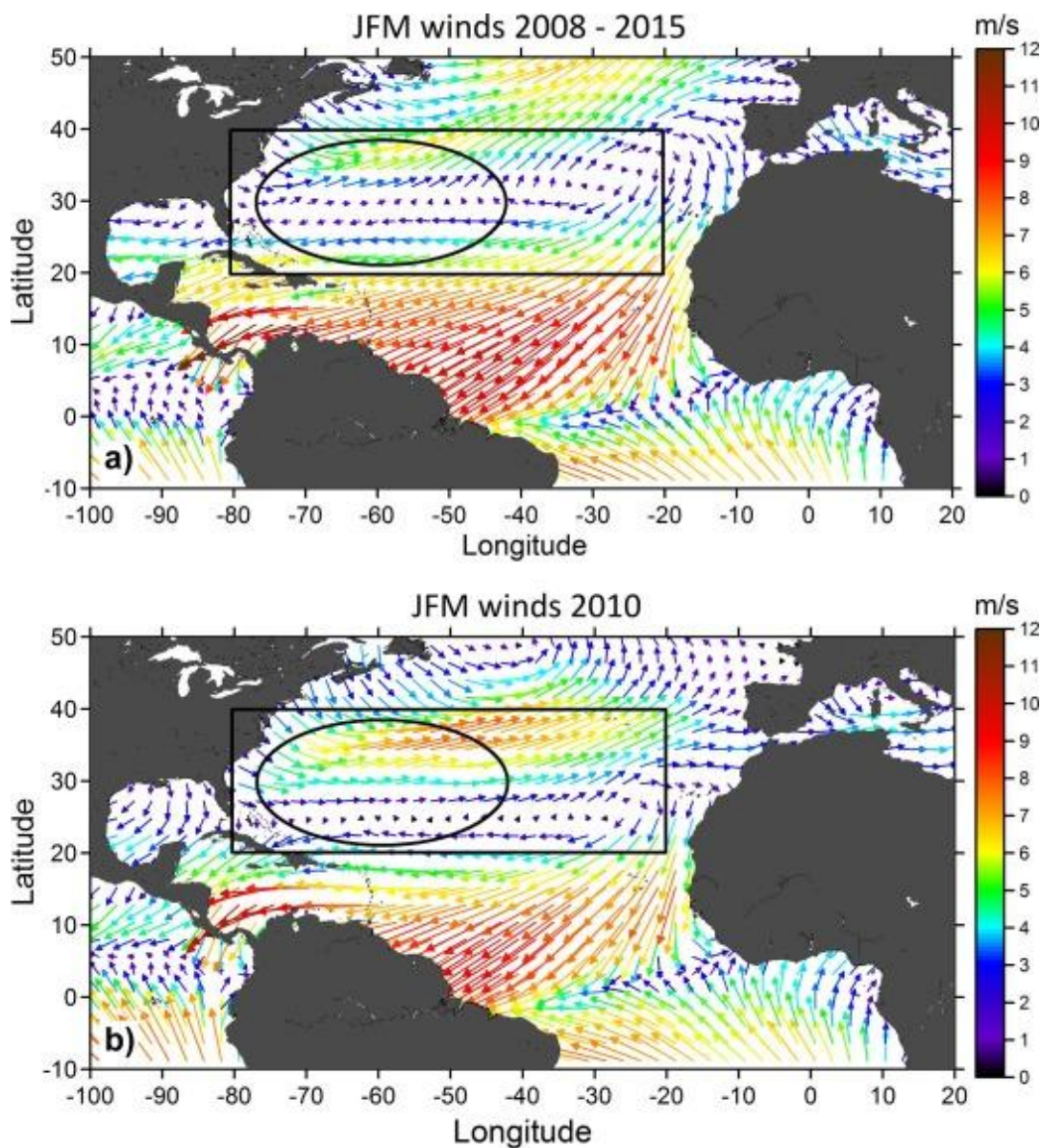


Figura 6. (a) Vientos climatológicos de enero-febrero-marzo (JFM) para 2008-2015. (b) Vientos JFM para 2010 a partir de los datos de reanálisis mensuales del NCEP. Nótese en particular los vientos en la banda de 20–40°N, 80–10°O (rectángulo negro), que abarca el Mar de los Sargazos nominal (óvalo negro). El Mar de los Sargazos nominal se muestra como un óvalo negro, según Laffoley et al. (2011) (Autor: Johns et al., 2020).

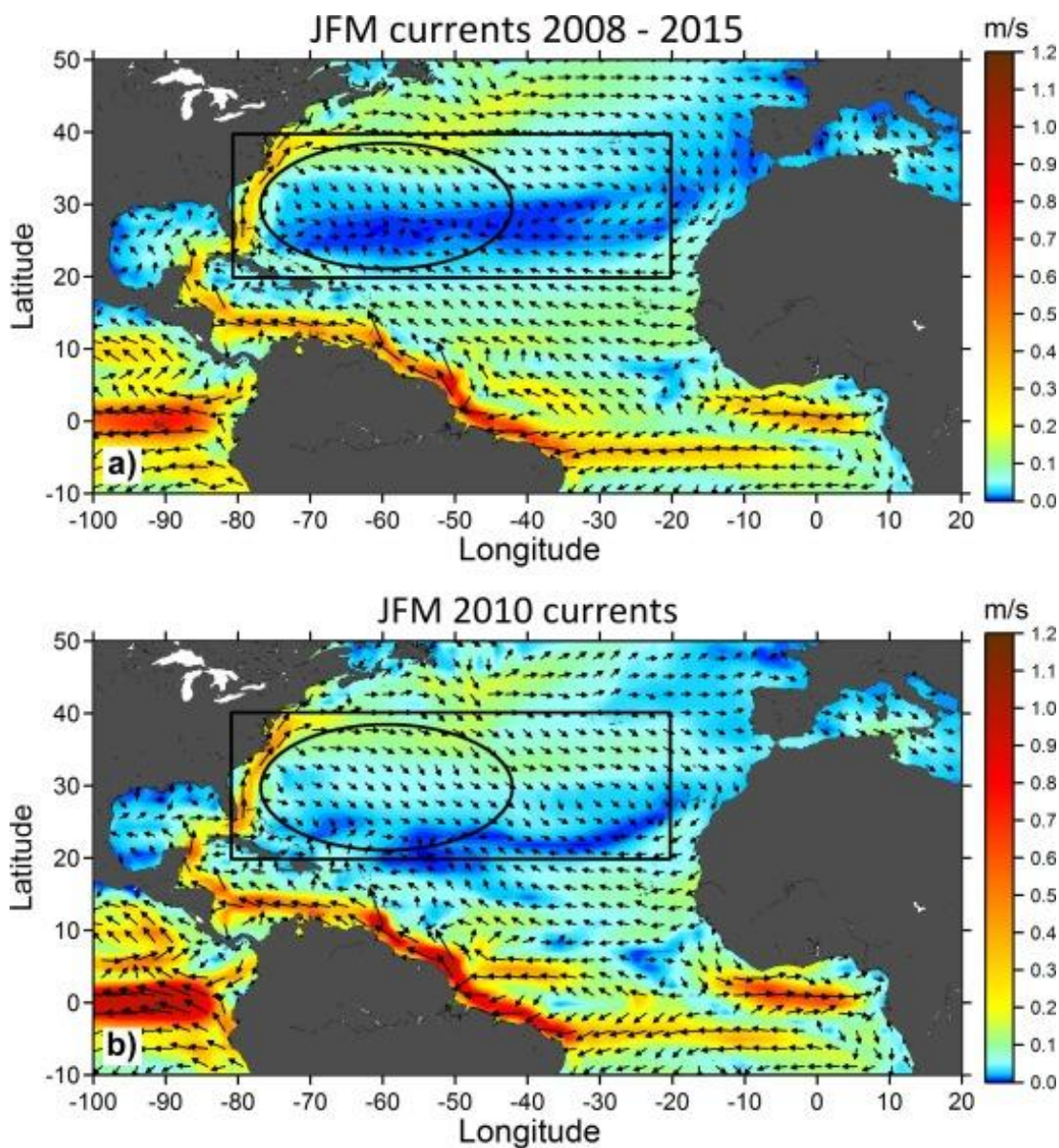


Figura 7. (a) Corrientes oceánicas superficiales climatológicas de enero a febrero de 2008 a 2015. (b) Corrientes oceánicas superficiales de enero a febrero de 2010. En el mapa climatológico, el centro del giro subtropical (tonos azul oscuro, que indican las velocidades más bajas) se encuentra a $\sim 25\text{--}30^\circ\text{N}$ en el Mar de los Sargazos, mientras que se desplaza hacia el sur durante enero a febrero de 2010 (Autor: Johns et al., 2020).

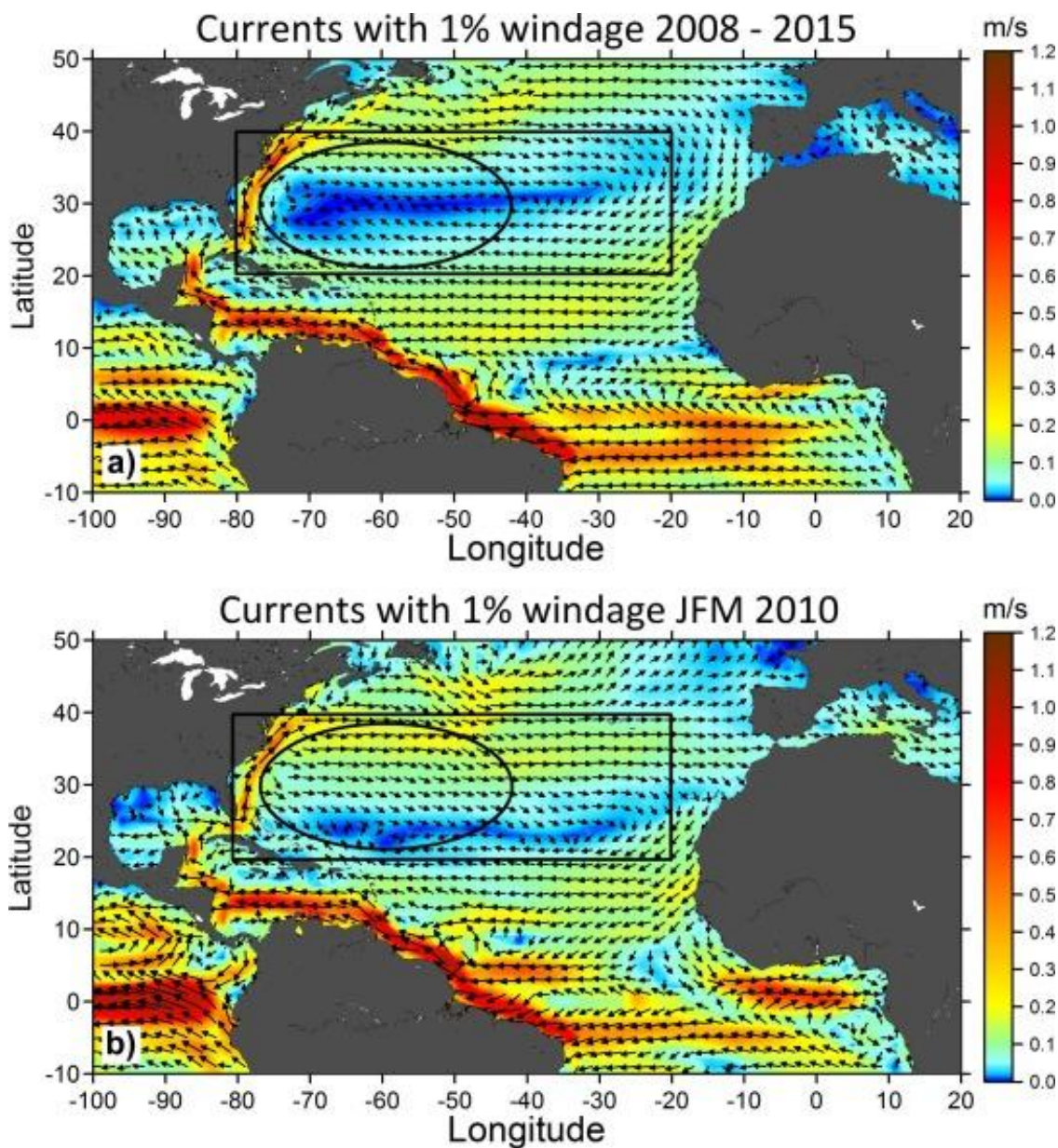


Figura 8. (a) Corrientes oceánicas superficiales climatológicas de enero a febrero (January, February, March: JFM) con un 1 % de influencia del viento para el período 2008-2015. (b) Corrientes oceánicas superficiales con un 1 % de influencia del viento para JFM 2010 (Autor: Johns et al., 2020).

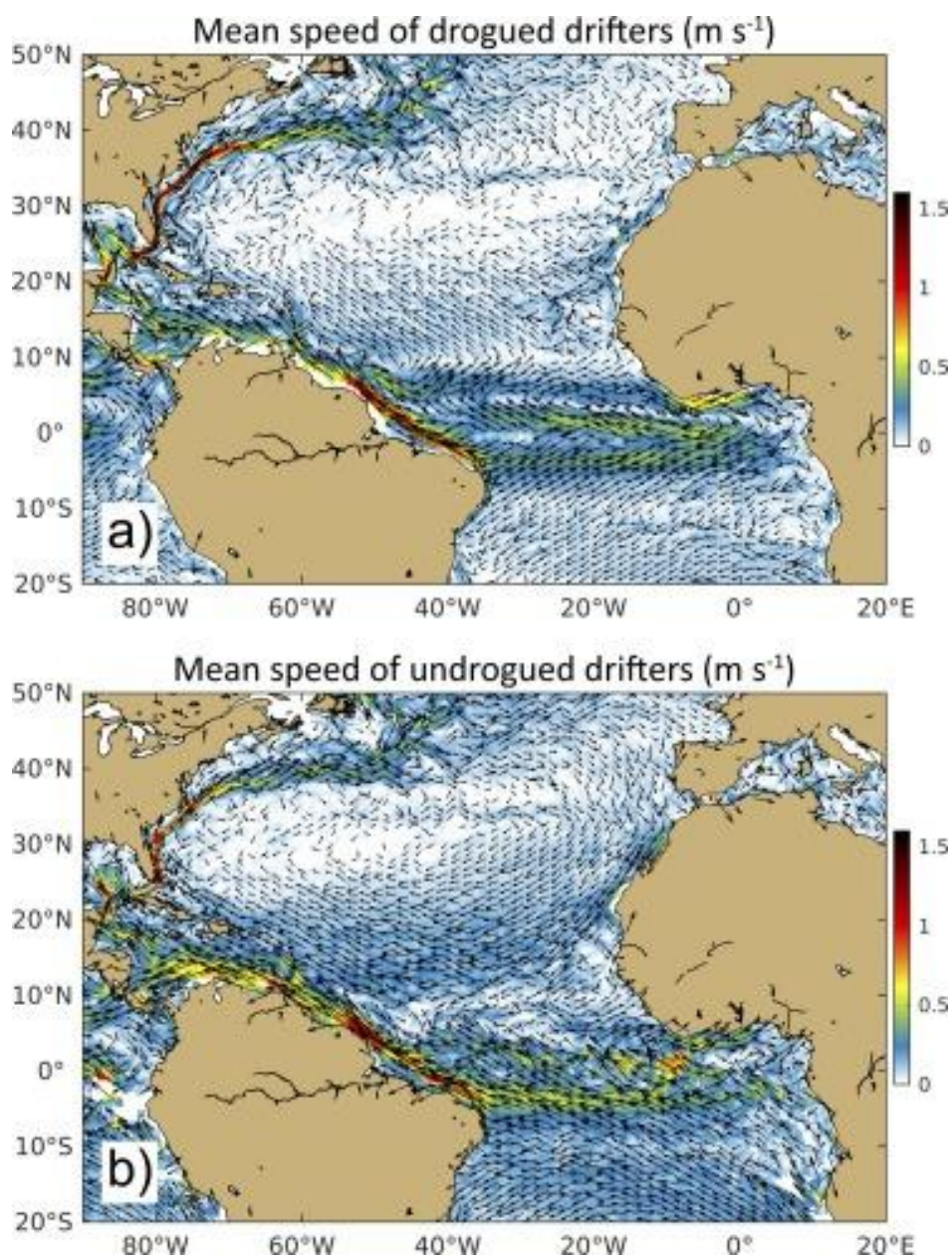


Figura 9. (a) Patrones de circulación climatológica en el Atlántico Norte basados en datos de boyas con ancla. (b) Patrones de circulación climatológica en el Atlántico Norte basados en datos de boyas sin ancla (1979-2018). Las velocidades promedio de las corrientes obtenidas con boyas sin ancla son generalmente mayores que las obtenidas con boyas con ancla, y muestran cambios notables en la ubicación y la direccionalidad de algunas corrientes, en particular un fortalecimiento de los giros subtropicales en el Atlántico Norte y Sur (Autor: Johns et al., 2020).

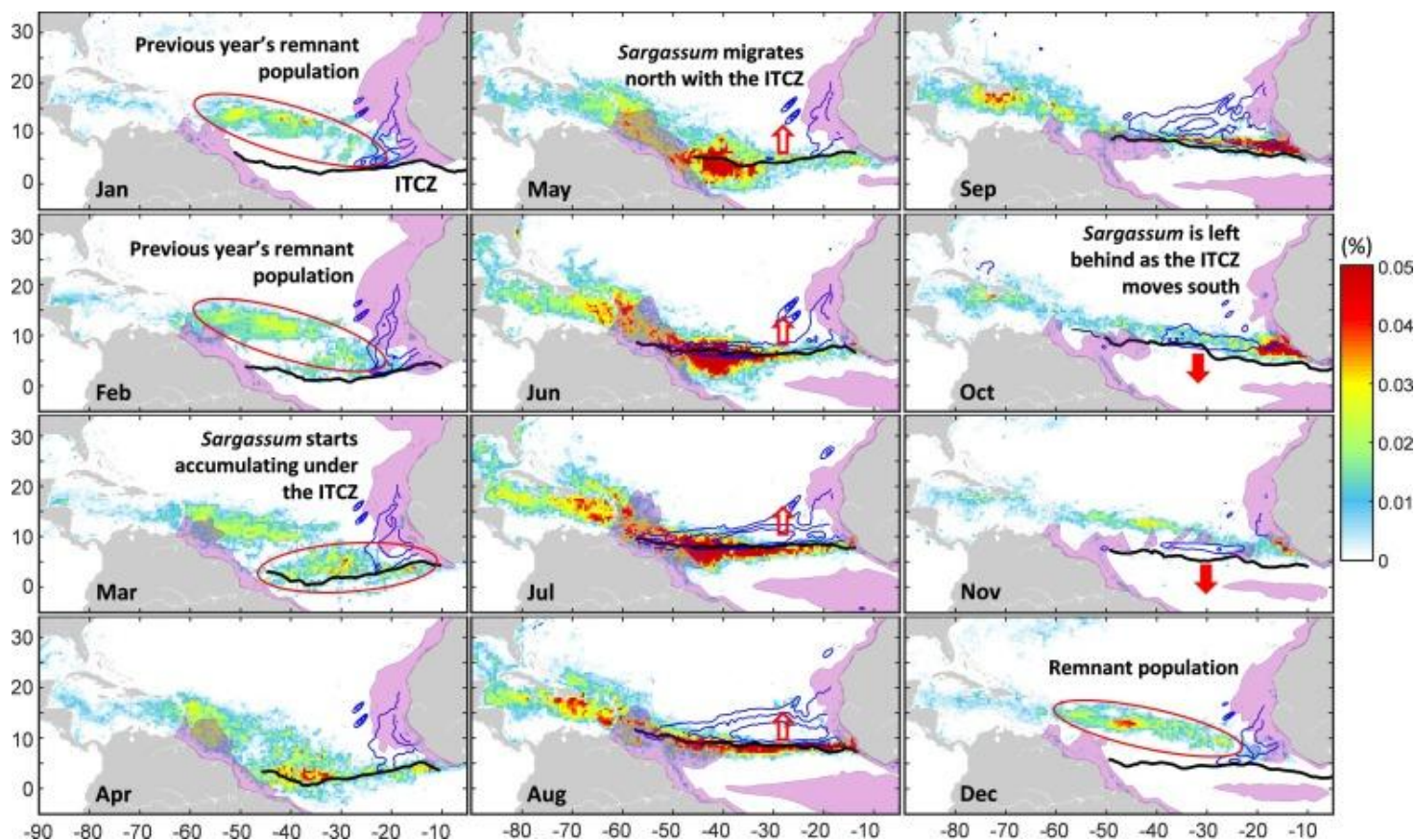


Figura 10. Promedios mensuales (2010–2018) de: Densidad de *Sargassum* (la barra de color muestra % de cobertura espacial). El afloramiento oceánico abierto ocurre sobre una gran área al norte de la ZCIT desde junio hasta octubre, cuando el *Sargassum* se acumula a lo largo de la ZCIT. Durante mayo-septiembre, el *Sargassum* se acumula en el Atlántico tropical central debido a la convergencia de vientos (Autor: Johns et al., 2020).

8. Variabilidad estacional

La población de *Sargassum* en el Atlántico tropical experimenta cambios espaciales y cuantitativos a lo largo del año, impulsados por una compleja interacción estacional de corrientes oceánicas, vientos y aportes de nutrientes. La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), una zona de convergencia de vientos alisios, concentra *Sargassum* durante marzo y abril, cuyo crecimiento en la superficie se sustenta en flujos verticales de nutrientes (Johns et al., 2020; Jouanno et al., 2025; Debue et al., 2026).

9. Variabilidad interanual

La distribución de *Sargassum* muestra una notable variabilidad interanual (Wang et al., 2019). Los primeros eventos de floración importantes ocurrieron en 2011, seguidos de una tendencia general al alza, con picos notables en 2015, 2018 y 2022, mientras que en 2013 no se registró *Sargassum*. Si bien la mayoría de los años experimentan una única floración importante durante el verano, en 2015 y 2018 también se observaron floraciones invernales (Johns et al., 2020; Rutten et al., 2021; Skliris et al., 2022; Wang et al., 2019; Debue et al., 2026)

Los nutrientes, la temperatura, además de la energía y la dirección de los vientos y las olas (García-Sánchez et al., 2020; Rodríguez-Martínez et al., 2022; Rutten et al., 2021; Uribe-Martínez et al., 2022), la intensidad de las corrientes oceánicas (Putman et al., 2018) y la dinámica de los remolinos (Brooks et al., 2019) pueden influir en el transporte y la distribución del sargazo, afectando en última instancia la extensión y la ubicación de los varamientos (Debue et al., 2026)

10. Teledetección del sargazo

La acumulación de sargazo puede detectarse mediante técnicas de teledetección. Se utilizan diversos sensores, ya sea a bordo de satélites de órbita polar (p. ej., MERIS, MODIS, OLCI) o de satélites geoestacionarios (p. ej., ABI). Se siguen dos enfoques principales: índices de reflectancia espectral y algoritmos de aprendizaje automático (Lazcano-Hernandez et al., 2023; Debue et al., 2026).



11. Elementos que controlan el crecimiento y desplazamiento del sargazo:

1. Las concentraciones elevadas de nutrientes, específicamente cuando la proporción de nitrógeno y fósforo es menor a 30-35.
2. La salinidad típica del océano (de 36 a 42 PSU).
3. Altos niveles de radiación solar (mínimo de 200 a 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$).
4. Las temperaturas cálidas del Océano Atlántico Sur (de 18 a 30 °C).
5. Las corrientes marinas superficiales.
6. Los fuertes vientos del oeste hacia el sur del Atlántico tropical, que desplazan el *Sargassum*, desde el Mar de los Sargazos.

12. Conclusiones

El sargazo es un recurso natural muy importante en la ecología marina. Las condiciones de temperatura y salinidad del mar favorece el crecimiento de la biomasa de sargazo. El incremento de nutrientes en el mar, particularmente de P han incrementado el crecimiento de esta biomasa de sargazo. Las condiciones de corrientes marinas y de vientos han determinado el ciclo de circulación del sargazo. El arribo de la gran biomasa de sargazo en las costas ha ocasionado múltiples afectaciones físicas, biológicas y económicas, que para el caso de Quintana Roo han sido devastadoras. Las potenciales alternativas de control, están sobre las causales del crecimiento del sargazo y de su circulación en el Atlántico, lo que es un gran reto a nivel mundial.

Impacto socioeconómico

El arribo de sargazo en las costas mexicanas tiene un impacto socioeconómico muy importante debido a la contaminación de agua subterránea, los cambios químicos por descomposición del sargazo, los cambios o muerte de fauna por limitación de



acceso a las áreas reproductivas, la introducción de especies invasoras, el decaimiento del arrecife de coral, la amenaza a la salud (emanaciones de sulfuro de hidrógeno y amoníaco), las consecuencias económicas, en la pesca, la circulación de embarcaciones, el valor de las propiedades costeras, el turismo y, por lo tanto, en el empleo, afectados por el arribo del sargazo. El costo anual estimado de la remoción de sargazo de las costas se ha reportado en 1.5 millones de USD/km de litoral (Gaceta UNAM, 2023) y su impacto al turismo reportado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2022) alcanza una disminución del 11,6 % en el producto local bruto en las playas mexicanas debido al varamiento de sargazo.



Referencias

Aquino, R., Noriega, C., Mascarenhas, A., Costa, M., Monteiro, S., Santana, L., Silva, I., Prestes, Y., Araujo, M., Rollnic, M. (2022). Possible Amazonian contribution to *Sargassum* enhancement on the Amazon Continental Shelf. Sci. Total Environ. ISSN: 00489697 853, 158432. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158432>.

BID. Maja Schling, Roberto Guerrero Compeán, Nicolás Pazos, Allison Bailey, Katie Arkema, Mary Ruckelshaus. (2022). El Impacto económico del sargazo: Evidencia de la costa mexicana. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres. VIII. Serie. IDB-WP-1384.

Changeux, T., Berline, L., Podlejski, W., Guillot, T., Stiger-Pouvreau, V., Connan, S., Thibaut, T. (2023). Variability in growth and tissue composition (CNP, natural isotopes) of the three morphotypes of holopelagic *Sargassum*. Aquat. Bot. ISSN: 03043770 187, 103644. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2023.103644>.

Corbin, M., Oxenford, H.A. (2023). Assessing growth of pelagic *Sargassum* in the tropical Atlantic. Aquat. Bot. ISSN: 03043770 187, 103654. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2023.103654>.

Davis, D., Rachael Simister, Sanjay Campbell, Melissa Marston, Suranjana Bose, Simon J. McQueen-Mason, Leonardo D. Gomez, Winklet A. Gallimore, Thierry Tonon. (2021). Biomass composition of the golden tide pelagic seaweeds *Sargassum fluitans* and *S. natans* (morphotypes I and VIII) to inform valorisation pathways. Science of The Total Environment, Volume 762, 143134, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143134>.

Debue, M., Thibault Guinaldo, Julien Jouanno, Malik Chami, Sarah Barbier, Léo Berline, Cristèle Chevalier, Pierre Daniel, Warren Daniel, Jacques Descloitres, Jean-



Raphaël Gros-Desormeaux, Christophe Lett, Audrey Minghelli. (2025). Understanding the *Sargassum* phenomenon in the Tropical Atlantic Ocean: From satellite monitoring to stranding forecast, Marine Pollution Bulletin. Volume 216, 2025, 117923, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117923>.

Desrochers, A., Cox, S.-A., Oxenford, H.A., van Tussenbroek, B.I. (2022). Pelagic *Sargassum* – A Guide to Current and Potential Uses in the Caribbean. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3147en> isbn: 978-92-5-137320-0.

EPA (United States Environmental Protection Agency) (2026). Basic Information on *Sargassum*. <https://www.epa.gov/habs/basic-information-sargassum#ecological>, Consultado el 19 de junio de 2026.

Gaceta UNAM. (2023). El sargazo se anticipa de nuevo y con mayor volumen. <https://www.gaceta.unam.mx/el-sargazo-se-anticipa-de-nuevo-y-con-mayor-volumen/> Consultado el 25 de junio de 2026.

Gavio, B., Rincón-Díaz, M.N., Santos-Martínez, A., 2015. Massive quantities of pelagic *Sargassum* on the shores of San Andres island, southwestern Caribbean. Acta Biol. Colomb. 20 (1), 239–241.

Goodwin, D.S., Siuda, A.N.S., Schell, J.M. (2022). In situ observation of holopelagic *Sargassum* distribution and aggregation state across the entire North Atlantic from 2011 to 2020. PeerJ. ISSN: 2167-8359 10, e14079. <https://doi.org/10.7717/peerj.14079>.

Hanisak, M.D., Samuel, M.A. (1987). Growth rates in culture of several species of *Sargassum* from Florida, USA. In: Twelfth International Sea-weed Symposium. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 399–404. https://doi.org/10.1007/978-94-009-4057-4_59 isbn:978-94-010-8301-0 978-94-009-4057-4.



Johns, E.M., Rick Lumpkin, Nathan F. Putman, Ryan H. Smith, Frank E. Muller-Karger, Digna T. Rueda-Roa, Chuanmin Hu, Mengqiu Wang, Maureen T. Brooks, Lewis J. Gramer, Francisco E. Werner. (2020). The establishment of a pelagic *Sargassum* population in the tropical Atlantic: Biological consequences of a basin-scale long distance dispersal event, Progress in Oceanography. Volume 182, 102269. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102269>.

Jouanno, J., Berthet, S., Muller-Karger, F., Aumont, O., Sheinbaum, J., 2025. An extreme North Atlantic Oscillation event drove the pelagic *Sargassum* tipping point. Commun Earth Environ. ISSN: 2662-4435 6 (1), 95. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02074-x>.

Laffoley, D.d'A., Roe, H.S.J., Angel, M.V., Ardron, J., Bates, N.R., Boyd, I.L., Brooke, S., Buck, K.N., Carlson, C.A., Causey, B., Conte, M.H., Christiansen, S., Cleary, J., Donnelly, J., Earle, S.A., Edwards, R., Gjerde, K.M., Giovannoni, S.J., Gulick, S., Gollock, M., Hallet, J., Halpin, P., Hanel, R., Hemphill, A., Johnson, R.J., Knap, A.H., Lomas, M.W., McKenna, S.A., Miller, M.J., Miller, P.I., Ming, F.W., Moffitt, R., Nelson, N.B., Parson, L., Peters, A.J., Pitt, J., Rouja, P., Roberts, J., Seigel, D.A., Siuda, A.N.S., Steinberg, D.K., Stevenson, A., Sumaila, V.R., Swartz, W., Thorrold, S., Trott, T.M., Vats, V. (2011). The protection and management of the Sargasso Sea: The golden floating rainforest of the Atlantic Ocean. Summary Science and Supporting Evidence Case, Sargasso Sea Alliance 44.

Lapointe, B.E. (1995). A comparison of nutrient-limited productivity in *Sargassum* natans from neritic vs. oceanic waters of the western North Atlantic Ocean. In: Limnology and Oceanography, 40.3, pp. 625–633. <https://doi.org/10.4319/lo.1995.40.3.0625> issn: 0024-3590, 1939-5590.

Lapointe, B.E., West, L.E., Sutton, T.T., Hu, C. (2014). Ryther revisited: nutrient excretions by fishes enhance productivity of pelagic *Sargassum* in the western North Atlantic Ocean. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. ISSN: 00220981 458, 46–56. <https://doi.org/>



10.1016/j.jembe.2014.05.002.

Lapointe, B.E., Brewton, R.A., Herren, L.W., Wang, M., Hu, C., McGillicuddy, D.J.,

Lapointe, B.E., Deanna F. Webber, Rachel A. Brewton. (2025). Productivity, growth, and biogeochemistry of pelagic *Sargassum* in a changing world, Harmful Algae. Volume 150, 2025, 102940, ISSN 1568-9883, <https://doi.org/10.1016/j.hal.2025.102940>.

Lazcano-Hernández, H.E., Arellano-Verdejo, J., Rodríguez-Martínez, R.E. (2023). Algorithms applied for monitoring pelagic *Sargassum*. In: Front. Mar. Sci. ISSN: 2296-7745, 10, p. 1216426. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1216426>.

Leemans, L., Magaña-Gallegos, E., van Katwijk, M.M., Lamers, L.P.M., Smolders, A.J.P., Bouma, T.J., Christianen, M.J.A., van Tussenbroek, B.I. (2025). Iron co-limitation of *Sargassum fluitans*. In: Aquatic Botany. ISSN: 03043770 196, 103807. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2024.103807>.

Lindell, S., Hernandez, F.J., Morton, P.L. (2021). Nutrient content and stoichiometry of pelagic *Sargassum* reflects increasing nitrogen availability in the Atlantic Basin. Nat. Commun. ISSN: 2041-1723 12 (1), 3060. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23135-7>.

Magaña-Gallegos, E., García-Sánchez, M., Graham, C., Olivos-Ortiz, A., Siuda, A.N.S., van Tussenbroek, B.I. (2023^a). Growth rates of pelagic *Sargassum* species in the Mexican Caribbean. Aquat. Bot. ISSN: 03043770 185, 103614. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103614>.

Magaña-Gallegos, E., Villegas-Muñoz, E., Salas-Acosta, E.R., Barba-Santos, M.G., Silva, R., van Tussenbroek, B.I. (2023^b). The effect of temperature on the growth of



Holopelagic *Sargassum* species. Phycology. ISSN: 2673-9410 3 (1), 138–146.
<https://doi.org/10.3390/phyecology3010009>.

METEORED (2026). Una masiva oleada de sargazo llega a costas de Quintana Roo, cubriendo las principales playas turísticas.
<https://www.meteored.mx/noticias/ocio/una-masiva-oleada-de-sargazo-llega-a-costas-de-quintana-roo-cubriendo-las-principales-playas-turisticas.html>.

Consultado el 19 de junio de 2026

Nava-Jiménez, Iris Aurora, Tejeda-Vega, Samuel, Cortina-Ramírez, Gloria Emelí, Zarazúa-Ortega, Graciela, Berriozabal-Islas, Christian, & Sánchez-Hernández, Hugo. (2022). Macro and microelement analysis of *Sargassum fluitans* and *Sargassum natans* arriving in the coastal zone of Cancun, Quintana Roo, Mexico. Revista de biología marina y oceanografía, 57(1), 26-33. Epub 31 de mayo de 2022.<https://dx.doi.org/10.22370/rbmo.2022.57.1.3358>.

Rutten, J., Arriaga, J., Montoya, L.D., Mariño-Tapia, I.J., Escalante-Mancera, E., Mendoza, E.T., van Tussenbroek, B.I., Appendini, C.M. (2021). Beaching and natural removal dynamics of pelagic *Sargassum* in a fringing-reef lagoon. J. Geophys. Res. Oceans 126.11, e2021JC017636 issn: 2169-9275, 2169-9291.
<https://doi.org/10.1029/2021JC017636>.
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021JC017636>.

Siuda, A.N.S., Blanfuní e, A., Dibner, S., Verlaque, M., Boudouresque, C.-F., Connan, S., Goodwin, D.S., Stiger-Pouvreau, V., Viard, F., Rousseau, F., Michotey, V., Schell, J. M., Changeux, T., Aurelle, D., Thibaut, T., 2024. Morphological and molecular characters differentiate common morphotypes of Atlantic Holopelagic *Sargassum*. Phycology. ISSN: 2673-9410 4 (2), 256–275. <https://doi.org/10.3390/phyecology4020014>.

Skliris, N., Marsh, R., Appeaning Addo, K., Oxenford, H. (2022). Physical drivers of



pelagic *Sargassum* bloom interannual variability in the Central West Atlantic over 2010–2020. *Ocean Dyn.* 72 (6), 383–404. <https://doi.org/10.1007/s10236-022-01511-1> issn: 1616-7341, 1616-7228.

Stiger-Pouvreau, V., Mattio, L., De Ramon N'Yeurt, A., Uwai, S., Dominguez, H., Flórez- Fernández, N., Connan, S., Critchley, A.T. (2023). A concise review of the highly diverse genus *Sargassum* C. Agardh with wide industrial potential. In: *J Appl Phycol*, 35.4, pp. 1453–1483. <https://doi.org/10.1007/s10811-023-02959-4> issn: 0921-8971, 1573-5176.

Vásquez-Elizondo, R.M., Vázquez-Delfín, E., Robledo, D. (2024). Growth and photosynthetic physiology of holopelagic *Sargassum* (Phaeophyceae) under laboratory conditions. *Phycol. Res.* 72 (2), 92–102. <https://doi.org/10.1111/pre.12541>, ISSN: 1322-0829, 1440-1835.

Wang, M., Hu, C., Barnes, B.B., Mitchum, G., Lapointe, B., Montoya, J.P. (2019). The great Atlantic *Sargassum* belt. In: *Science*, 365.6448, pp. 83–87 issn: 0036-8075, 1095-9203. <https://doi.org/10.1126/science.aaw7912>. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaw7912>.

Winge, Ö. (1923). The Sargasso Sea, its boundaries and vegetation. (No Title).