

SARGAZO: PROBLEMÁTICA Y OPORTUNIDADES DE APROVECHAMIENTO

Ana Rosa Sánchez-Camarillo^{1*}, María Myrna Solís-Oba¹, José Agustín Pacheco- Ortiz¹, Daniel Santos-Ubaldo¹, Aida Solís-Oba², Rubria Marlen Martínez-Casares².

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada, Ex-Hacienda San Juan Molino, Carretera Estatal, Km 1.5, 90700, Santa Inés Tecuexcomac, Tlax.

²Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco, Lab. de Biotransformaciones, Calz. del Hueso 1100, Coapa, Villa Quietud, Coyoacán, 04960, Ciudad de México.
asanchezc2000@alumno.ipn.mx

RESUMEN

El sargazo es una macroalga que contribuye al desarrollo de muchas especies marinas, además, cuenta con alto valor nutrimental, posee gran capacidad antioxidante, polisacáridos, pigmentos, péptidos, ácidos grasos y minerales. Sin embargo, cuando la cantidad de sargazo aumenta en aguas oceánicas se convierte en un problema, afectando al ecosistema marino y los ingresos de los sectores pesquero y turístico. La acumulación de sargazo en las zonas costeras es una problemática, ya que es un residuo de difícil disposición, que afecta tanto al medio ambiente como a la salud humana. Una estrategia interesante para disminuir la acumulación de sargazo en las zonas costeras ha sido reutilizar y aprovechar sus características y alto valor nutrimental, por ejemplo, en la agricultura, en donde se han incorporado a los cultivos extractos de diversas algas como bioestimulantes, aumentando el rendimiento de la cosecha y mejorando las características nutrimentales y nutraceuticas. El presente trabajo es una revisión de las aplicaciones de los compuestos bioactivos que contiene el sargazo a nivel agroalimentario.

Palabras clave: bioestimulante, sargazo, compuestos bioactivos, fertilizante

ABSTRACT

Sargassum is a macroalgae that contributes to the development of many marine species, it has high nutritional value, has a high antioxidant capacity, polysaccharides, pigments, peptides, fatty acids and minerals. However, when the amount of *Sargassum* increases in ocean waters it becomes a problem, affecting the marine ecosystem and the income of the fishing and tourism sectors. The accumulation of *Sargassum* in coastal areas is problematic, because it is a waste that is difficult to dispose of and it affects the environment as well as human health. An interesting strategy to reduce the accumulation of *Sargassum* in coastal areas has been to reuse and to benefit from its characteristics and high nutritional value, for example, in agriculture where extracts of various algae have been incorporated as biostimulants to crops, increasing crop yields and improving the nutritional and nutraceutical characteristics of crops. The present work is a review of various applications of the bioactive compounds contained in *Sargassum* at the agri-food level.

Keywords: biostimulants, bioactive compounds, fertilizer, *Sargassum*

I. INTRODUCCIÓN

Las macroalgas del género *Sargassum* son organismos multicelulares distribuidos en zonas tropicales, forman colonias flotantes y cubren grandes extensiones de océano, el sargazo cumple funciones vitales en el océano: como

hábitat, proporcionar oxígeno al mar, como productor primario en la cadena alimentaria marina, como sitio de desove, refugio de diversas especies marinas, alimento y protección para otras tantas; sin embargo, su acelerado crecimiento ha llegado a alcanzar 20 millones de toneladas de peso vivo en el Atlántico (Wang et al. 2019). Actualmente, en las costas de Yucatán la cantidad de arribazones es considerable, predominando las especies *S. natans* y *S. fluitans* (Nava y Sánchez, 2020). Entre 2018 y 2019, hubo un aumento en la aparición de dicha macroalga en las playas del Caribe, en Quintana Roo, (Optical oceanography Lab. 2019) (ver figura 1). Para aminorar afectaciones al ambiente, es necesaria la pronta remoción del sargazo, ya que su rápida descomposición genera mal olor, producción de amoníaco, ácido sulfhídrico y proliferación de insectos, además, aumenta la mortalidad de especies marinas por modificación del color del agua, esta se torna café, impidiendo el paso de luz y propiciando zonas de anoxia y aumento de la materia orgánica. En el sector económico se ven afectadas las actividades pesqueras y servicios que incluyen la llegada de turistas, interrumpiéndose actividades acuáticas en áreas de mayor acumulación de sargazo, ocasionando daños a la salud, manifestándose principalmente por medio de dermatitis, conjuntivitis y malestares respiratorios. (Robledo



Figura 1. Acumulación de sargazo en el océano

Fuente: pixabay

y Vázquez-Delfín, 2019; Martínez-González. 2019).

¿Cuáles son las principales causas del arribo excesivo de sargazo?

Aún se desconoce a qué se debe exactamente el aumento de la reproducción masiva de sargazo, pero se ha determinado que ciertas condiciones ambientales propician su proliferación, entre ellas, mayor cantidad de nutrientes en el agua, principalmente nitrógeno, hierro y fósforo, así como el incremento de la temperatura global (Tussenbroek 2020). Se ha reportado entre otras causas, la presencia de polvo del desierto del Sahara, residuos de fertilizantes minerales que confluyen al mar y provienen de actividades en la Amazonia, además de aguas residuales de municipios de la Riviera Maya que se descargan al mar (Martínez-González 2019) es decir,

todo indica que los problemas ambientales derivados de la actividad humana han propiciado la proliferación de sargazo.

2. ALTERNATIVAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL SARGAZO

En poblaciones orientales y algunas europeas las algas son utilizadas como alimento, en China son consumidas en sopas y ensaladas (Samarathunga et al. 2022) debido a su actividad antioxidante, por tanto, se considera nutraceutico y de gran contenido nutrimental (Choudhary et al. 2021). Por ejemplo, en el alga comercial se ha reportado que el contenido de proteína disponible va de 31.9 a 366.0 mg/g, 6.9 a 30.4 mg/g de lípidos totales, 29.2 a 45.4 mg/g de fibra cruda y 115.5 a 298.3 mg/g de ceniza, mientras que en algas no comerciales se pueden encontrar rangos de 30.8 a 156.0 mg/g, 4.5 a 101.4 mg/g, 30.4 a 220.1 mg/g y 53.13 a 195.76 mg/g, respectivamente (Cherry et al. 2019). Así mismo, se ha reportado que *Sargassum* es una fuente importante de compuestos bioactivos y fitoquímicos como: polisacáridos, pigmentos, péptidos, ácidos grasos esenciales como omega-6 y omega-3, vitaminas liposolubles, minerales (por ejemplo, calcio, boro, zinc, potasio, fósforo, magnesio, entre otros), compuestos fenólicos, saponinas y flavonoides, que presentan actividad antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana (Via et al. 2019, Kumar et al. 2021).

Las algas también se utilizan como aditivos alimenticios, en cosméticos, aditivos dietéticos y se procesan industrialmente para extraer agentes espesantes como el alginato y el agar (Kholssi et al. 2022). En países europeos las algas se han utilizado como alimento para animales y sus derivados hidrocoloides se usan como agentes gelificantes (Polat et al. 2021). Por otro lado, las algas pueden aprovecharse como biocombustibles de tercera generación (Khatri et al. 2019), es decir, sus azúcares fermentables pueden ser transformados en combustibles como etanol, butanol y metanol (Agrawal et al. 2020).

Otra aplicación importante es el uso de extractos de sargazo en la agricultura, en donde han sido utilizados para mejorar las características físicas y nutrimentales de los cultivos (López-Padrón et al. 2020)

3. APLICACIÓN DE EXTRACTOS DE SARGAZO EN AGRICULTURA ECOLÓGICA

La fertilización con macroalgas se ha realizado por aplicación directa de soluciones líquidas sobre el suelo, como preparados de polvos secos y recientemente los extractos de macroalgas se han convertido en una alternativa importante en la agricultura sostenible (Shah et al. 2013).

Los extractos derivados de macroalgas del género *Sargassum* contienen una cantidad considerable de nutrientes que son

fácilmente asimilados por las plantas (Verma et al. 2020); lo que ha conducido a un incremento en el rendimiento, en la tasa de crecimiento de la planta y la mejora de las características organolépticas y nutraceuticas de los cultivos. Estos extractos se conocen como bioestimulantes, que en una primera definición se catalogaron como materiales que, en muy pequeñas dosis inciden en el crecimiento de las plantas, más tarde, Zhang et al. (2003) explicaron que su acción bioestimulante se debe a efectos hormonales y la protección que brinda a las plantas frente al estrés abiótico mediante la adición de antioxidantes.

La aplicación de bioestimulantes a base de sargazo aseguran la nutrición de la planta porque aportan altas concentraciones de materia orgánica, microelementos como hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), cobalto (Co), molibdeno (Mo), manganeso (Mn) y níquel (Ni), así como algunas vitaminas, aminoácidos y reguladores de crecimiento, principalmente, auxinas, citoquininas y giberelinas (Khan et al. 2009). Estos actúan activando las células de las raíces, estimulando la biosíntesis de las citoquininas endógenas (Schmidt. 2005), mantienen el estado hídrico de la hoja, el contenido de ciertos nutrientes en las plantas, promueven el prendimiento y crecimiento de los brotes y la fuerza de tracción de las raíces (Demir et al. 1999), favorecen balance hormonal, producción de auxinas y citoquininas, mejoran la actividad de enzimas que protegen contra condiciones adversas del ambiente (Schmidt. 2005), la estimulación de la biosíntesis de tocoferol, ácido ascórbico y carotenoides en el cloroplasto que protegen el aparato fotosintético II (Zhang y Schmidt. 2000), protegen a las células vegetales contra peroxidación lipídica y promueven la activación de enzimas que se producen bajo estrés (Smirnov 1995), estimulan la elongación del tallo, y presentan actividad similar a la de la auxina. (Crouch y Van-Staden. 1993), entre otras.

Bioestimulantes a base de sargazo

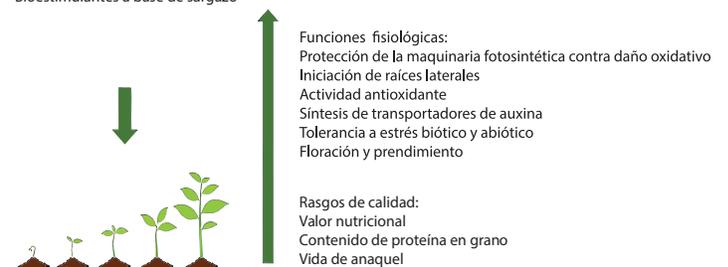


Figura 2. Beneficios de los bioestimulantes aplicados a los cultivos
 Elaboración propia a partir de: du Jardin. 2015 y Mandal. 2023

Un ejemplo de el efecto de los extractos de sargazo aplicados en agricultura es la evaluación realizada por Rathore et al. (2009) en ella se evaluó la fertilización de soya (*Glicine max L.*) por medio de extracto del alga *Kappaphycus alvarezii*, a diferentes concentraciones (0, 2.5, 5, 7.5, 12.5 y 15% v/v) siendo el 15 % el tratamiento que generó mayor beneficio respecto al control negativo, incrementando; la altura de la planta (cm) en 16 %, el número de plantas en 78 %, el número de granos por vaina: 73 %, el peso total (g): 56.5 %, y el rendimiento del grano: 81 %.

La importancia de incorporar extractos de algas como fertilizante radica en que son una alternativa a la actual agricultura intensiva, misma que se sustenta en el uso de cantidades desmedidas de fertilizantes minerales, pesticidas y herbicidas, lo que a lo largo del tiempo impacta en la economía de los productores y en el medio ambiente (Adderley et al. 2023). A nivel mundial se considera a la fertilización inorgánica desmedida como la mayor causa de deterioro de la calidad del suelo, porque disminuye la diversidad del microbiota del suelo, aumenta la vulnerabilidad de las plantas a enfermedades y contamina aguas subterráneas (Chen. 2007), dichos efectos negativos, han conducido a la necesidad de utilizar biofertilizantes que son aplicados como tratamiento de semillas, pulverización foliar y aplicación directa al suelo para proteger las plantas y promover su crecimiento (Verma et al. 2020), mejorar rendimiento y calidad de los cultivos y se ha reportado la mejora en la calidad del suelo después de su uso (Das et al. 2019, Kholssi et al. 2022).

Por lo antes mencionado, toma relevancia el aprovechamiento del sargazo, ya que en el sector agrícola ayuda a obtener alimentos inocuos y de mayor calidad nutricional, además, de disminuir la huella ambiental que la agricultura tradicional genera, sin comprometer la alimentación de una población cada vez mayor (Benavides-Mendoza. 2021).

4. CONCLUSIONES

La gran acumulación de sargazo representa un problema complejo en zonas costeras, afecta la salud de la población cercana, poniendo en riesgo a las especies marinas y generando pérdidas económicas por la interrupción de actividades pesqueras, comerciales y turísticas, sin embargo, dado el alto contenido de compuestos bioactivos que el sargazo posee y los beneficios que brinda, los residuos de sargazo son aprovechados en diferentes procesos industriales y aplicados en agricultura por ser biofertilizantes respetuosos con el medio ambiente. Cabe mencionar que la investigación sigue explorando las vías fisiológicas y bioquímicas para incorporar de manera eficiente estas macroalgas a los cultivos y estimular el fortalecimiento y metabolismo interno de las plantas, proteger cultivos del estrés abiótico, mejorar la productividad, optimizar los rendimientos agrícolas y mejorar la calidad y protección del suelo. El uso de biofertilizantes está ganando terreno a nivel mundial, por ser una alternativa y/o complemento a los fertilizantes minerales, incrementando la producción agrícola y fertilidad del suelo y por otro lado, reducir el impacto ambiental derivado de actividades agrícolas.

5. REFERENCIAS

Adderley A, Wallace S, Stubbs D, Bowen-O'Connor C, Ferguson J, Watson C, Gustave W (2023) *Sargassum* sp. as a biofertilizer: is it really a key towards sustainable agriculture

for The Bahamas? *Bulletin of the National Research Centre*, 47: 1-112.

Agrawal S, Khatri K, Rathore M.S (2020) Seaweed biomass and microbial lipids as a source of biofuel. In: Kumar, N. (Ed.), *Biotechnology for Biofuels: A Sustainable Green Energy Solution*. Springer, Singapore, pp. 135-163.

Benavides-Mendoza A (2021) Bioestimulantes agrícolas: importancia y definición, DOI: 10.13140/RG.2.2.21104.58889

Chen J (2007) Rapid urbanization in China: a real challenge to soil protection and food security, *Catena* 69:1-15

Cherry PO, Hara C, Magee PJ, McSorley EM. y Allsopp PJ (2019) Risk and benefits of consuming edible seaweeds. *Nutri. Rev.*, doi: 10.1093/nutrit/nuy066.

Choudhary B, Chauhan OP, Mishra A (2021) Edible seaweeds: A potential novel source of bioactive metabolites and nutraceuticals with human benefits. *Frontiers in Marine Sciences*. doi: 10.3389/fmars.2021.740054.

Crouch IJ, Van-Staden J (1993) Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regul.* 13: 2129.

Das P, Khan S, Chaudhary AK, AbdulQuadir M, Thaher MI, Al-Jabri H (2019) Potential Applications of Algae-Based Bio-fertilizer. En: Giri B, Prasad R, Wu QS, Varma A (eds) *Biofertilizers for Sustainable Agriculture and Environment Soil Biology*. Vol 55. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4_3

Demir D, Günes A, Inal A, Alpaslan M (1999) Effects of humic acids on the yield and mineral nutrition of cucumber (*cucumis sativus* L.) grown with different salinity levels. *ishs acta horticulturae* 492.

du Jardin P (2015) Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196.

Khan W, Rayirath UBP, Subramanian S, Jitesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie J S, Norrie J, Prithivira B, (2009) Seaweed extracts as bio stimulants of plant growth and development", *J. Plant Growth Regul.*, 28: 386-399.

Khatri K, Rathore M S, Agrawal S, Jha B (2109) Sugar contents and oligosaccharide mass profiling of selected red seaweeds to assess the possible utilization of biomasses for third-generation biofuel production, *Biomass and bioenergy*, 130

Kholssi R, Lougraimzi H, Grina F, Lorentz JF, Silva I, Castaño-Sánchez O, Marks EA (2022) Green agriculture: a review of the application of micro-and macroalgae and their impact on crop production on soil quality. *J Soil Sci Plant Nutr* 22(4):4627-4641

Kumar Y, Tarafdar A, Kumar D, Verma K, Aggarwal M, Badgujar PC (2021) Evaluation of chemical, functional, spectral, and thermal characteristics of *Sargassum wightii* and *Ulva rigida* from Indian coast. *Journal of Food Quality*.

López-Padrón Indira, Martínez-González Lisbel, Pérez-Domínguez Geydi, Reyes-Guerrero Yanelis, Núñez-Vázquez Miriam, Cabrera-Rodríguez JA (2020) Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 41(2)

Mandal S, Anand U, Lopez-Bucio J, Radha, Kumar M, Kumar LM, Kumar TR, Dey A (2023) Biostimulants and environmental stress mitigation in crops: A novel and emerging approach for agricultural sustainability under climate change, *Environmental Research*, 233, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116357>

Martínez-González G (2019) Sargazo: La irrupción atípica de un ecosistema milenario, *Salud pública Mex*, 61: 698-700

Nava I, Sánchez H (2020) El sargazo del mar Caribe mexicano, *Ciencia*, 71: 58-61

Optical Oceanography Lab. (2019) Satellite-based Sargassum Watch System (SaWS). University of South Florida, a partir de <https://optics.marine.usf.edu/projects/SaWS.html>

Rathore SS, Chaudhary DR, Boricha GN, Ghosh A, Bhatt BP, Zodape ST, Patolia JS (2009) Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South Afr Journal of Botany* 75: 351–355

Robledo D, Vázquez-Delfín E (2019) sargazo, conociendo al “enemigo”. *Avance y Perspectiva*, 5(3).

Pixabay, sargazo, <https://pixabay.com/es/images/search/sargazo%20/>

Polat S, Trif M, Rusu A, Simat V, Cagalj M, Alak G, Meral R, Ozogul Y, Polat A, Ozogul F (2021) Recent advances in industrial applications of seaweeds. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1–30.

Samarathunga J, Wijesekara I, Jayasinghe M (2022) Seaweed proteins as a novel protein alternative: types, extractions, and functional food applications. *Food Rev. Int.* 1–26.

Schmidt RE (2005) biostimulants function in turfgrass nutrition. phd emeritus virginia tech. *Scientia Horticulturae*, *Biostimulants in Horticulture* 196, 3–14.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

Shah MT, Zodape ST, Chaudhary DR, Eswaran K, Chikara J (2013): Seaweed sap as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *J. Plant Nutr.* 36:192–200.

Smirnoff N, (1995) Antioxidant systems and plant response to the environment. In N. Smirnoff (Ed.). *Environment and plant metabolism: Flexibility and acclimation* (pp. 217–243). Oxford. UK: BIOS Scientific Publishers Ltd.

Tussenbroek V (2020) El problema del sargazo [online]. Instituto de Ingeniería UNAM, <http://www.ii.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Gaceta/Gaceta-Enero-Febrero-2020/Paginas/sargazo.aspx>

Verma N, Sehrawat AR, Pandey D, Pandey BK (2020) Seaweed: a novel organic biomaterial. *Curr J Appl Sci Technol* 39:1–8. <https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i1430690>

Via M, Abdillah A A, Alamsjah M A (2019) Physics and Chemical Characteristics of Sargassum Sp. Seaweed with Addition of Sodium Alginate Stabilizer to Different Concentrations. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 236, No. 1, p. 012128). IOP Publishing.

Wang M, Hu C, Barnes B, Mitchum G, Lapointe B, Montoya J (2019) The Great Atlantic Sargassum belt. *Science*, 365: 83–87. <http://doi.org/10.1126/science.aaw7912>

Zhang X, Schmidt RE (2000) Hormone-containing products' impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. *Crop Science*. v.40. pp1344–1349.

Zhang X, Ervin EH, Schmidt RE (2003) Seaweed extract humic acid, and propiconazole improve tall fescue sod heat tolerance and posttransplant quality. *HortScience* 38: 440–443.