



## Las algas y sus usos en la agricultura

### Algae and their uses in agriculture

✉Elein Terry Alfonso\*, ✉Yanelis Reyes Guerrero, ✉Josefa Ruiz Padrón, ✉Yudines Carrillo Sosa

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

**RESUMEN:** Una agricultura sostenible sin la utilización inadecuada de productos químicos es una necesidad creciente a nivel mundial que ha ido en ascenso en los últimos años. Es por ello, que el incremento en el uso de productos biológicos es uno de los retos de la agricultura moderna. La utilización de las algas es una de las alternativas más viables a utilizar con estos fines. Las algas, son organismos fotosintetizadores de organización sencilla, que viven en el agua o en ambientes muy húmedos. La aplicación de extractos de algas marinas como biofertilizantes al suelo, follaje y semillas ha mostrado incrementos en rendimiento y calidad de la cosecha de diversos cultivos; además, se utilizan como suplementos nutricionales, bioestimulantes o biofertilizantes en la agricultura. Con esta revisión bibliográfica se propone dar una visión general y actualizada sobre las algas, su importancia, clasificación y características, además de sus usos y efectos en la agricultura.

**Palabras clave:** plantas, productos biológicos, bioestimulantes, biofertilizantes.

**ABSTRACT:** A sustainable agriculture without the inappropriate use of chemical products is a growing need worldwide that has been on the rise in recent years. That is why the increase in the use of biological products is one of modern agriculture challenges. The use of algae is one of the most viable alternatives to use for these purposes. Algae are photosynthesizing organisms with a simple organization live in water or in very humid environments. The application of seaweed extracts as biofertilizers to the soil, foliage and seeds has shown increases in the yield and harvest quality of various crops. They are also used as nutritional supplements, biostimulants or biofertilizers in agriculture. With this bibliographic review, it is proposed to give a general and updated vision of algae, their importance, characteristics, classification, as well as their uses and effects in agriculture.

**Key words:** plants, biological products, biostimulants, biofertilizers.

## INTRODUCCIÓN

El suministro mundial de alimentos depende, en gran medida, de la agricultura. En la actualidad, alcanzar este objetivo es una tarea difícil sin el uso de los plaguicidas para manejar las plagas que afectan a los cultivos. La aplicación generalizada de estos productos sintéticos trae consecuencias no deseadas, como los efectos adversos sobre la salud humana, del suelo y del ambiente de forma general, debido a su toxicidad y persistencia. Otro aspecto negativo es el surgimiento de resistencia en las plagas, debido a su evolución frente a estas aplicaciones y la sobrevivencia de individuos mejor adaptados y

posiblemente más agresivos, lo cual conlleva al incremento de las aplicaciones, conformándose de esta forma un círculo cerrado en espiral, que empeora las condiciones del ecosistema en general (1).

La utilización inadecuada de productos químicos en la agricultura ha ocasionado la pérdida de la capa fértil de los suelos, ha disminuido su biodiversidad y ha ido eliminando a los enemigos naturales de las plagas (2). Con el propósito de conservar el agroecosistema y teniendo en cuenta la creciente demanda de alimentos, es necesario buscar nuevas tecnologías para incrementar la producción y calidad de los cultivos, así como ofrecer productos libres de residuos tóxicos a los consumidores (3,4).

\*Autor para correspondencia: [terry@inca.edu.cu](mailto:terry@inca.edu.cu)

Recibido: 20/10/2022

Aceptado: 14/01/2023

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses

**Contribución de los autores:** **Conceptualización y elaboración del artículo-** Elein Terry. **Conceptualización-** Josefa Ruiz y Yudines Carrillo. **Supervisión-** Yanelis Reyes.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Hoy en día, la indiscutible necesidad de proteger el medio ambiente y luchar contra los efectos adversos que ocasiona el cambio climático en la agricultura, ha traído consigo que se retome, con gran aceptación, el uso de extractos vegetales y de algas, para aumentar los rendimientos agrícolas y para la prevención y el tratamiento de enfermedades en las plantas. Estos extractos son productos biodegradables y de baja o nula toxicidad para animales y humanos (5).

Entre los bioproductos que se han evaluado para su uso en la agricultura, se encuentran las algas y productos derivados que han sido utilizados como alimento humano, animal, forraje, en la producción de papel y en otras industrias (6,7). Las algas, pertenecientes en su mayoría al reino protista, son organismos fotosintetizadores de organización sencilla, que viven en el agua o en ambientes muy húmedos. En este grupo, también se incluyen las cianobacterias de célula procariota (8).

Desde los años 50, el uso de algas ha sido sustituido por los extractos hechos de diferentes especies de macroalgas. Actualmente, estos extractos han ganado aceptación como "bioestimuladores de las plantas" (9). Ellos inducen respuestas fisiológicas en las plantas, tales como la promoción del crecimiento vegetal, el mejoramiento de la floración y del rendimiento, la estimulación de la calidad y del contenido nutricional del producto comestible, así como la prolongación de la vida en anaquel. Además, las aplicaciones de diferentes tipos de extractos han estimulado la tolerancia de las plantas a un amplio rango de estrés abiótico (2).

Dada la importancia de las algas para la agricultura moderna, la presente revisión bibliográfica persigue como objetivo ofrecer una visión general y actualizada de la información general sobre las algas, su importancia, clasificación y características, además de sus usos y efectos en la agricultura.

## DESARROLLO

### Importancia de las algas marinas o sargazos

Las algas marinas han sido utilizadas como fertilizantes desde los principios de la agricultura en Japón, China, Grecia, en las islas y costas del noroeste europeo y en Chile. La agricultura y horticultura en las zonas templadas usan con frecuencia como fertilizantes los productos de algas pardas, tales como: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima* y *Fucus vesiculosus*. Se emplean con menor frecuencia, especies de *Laminaria* y *Sargassum*, aunque éstas dos pertenecen a las algas pardas, su uso ha sido determinado principalmente por su tamaño y disponibilidad, antes que por una determinación específica conveniente. En Chile, el alga roja *Gracilaria* es utilizada como abono en los cultivos de papa (10).

Los biofertilizantes a base de extractos de algas marinas, son materiales bioactivos naturales solubles en agua, son fertilizantes orgánicos que promueven la germinación de semillas y que incrementan el desarrollo y rendimiento de

los cultivos (11). Los extractos de algas marinas se utilizan como suplementos nutricionales, bioestimulantes o biofertilizantes en la agricultura y horticultura (12).

En los últimos años, el uso de extractos de algas marinas como biofertilizantes ha permitido la sustitución parcial de fertilizantes minerales convencionales (13-16). Estos se pueden utilizar como extractos líquidos aplicados en forma foliar y al suelo, o en forma granular (polvo) como mejoradores del suelo y abono (17,18).

Los extractos de algas marinas contienen una amplia variedad de sustancias promotoras del crecimiento de las plantas tales como auxinas, citoquininas, betainas, giberelinas y sustancias orgánicas como aminoácidos, macronutrientes y oligoelementos que mejoran el rendimiento y la calidad de los cultivos (15).

Se ha observado que la aplicación de algas marinas al suelo y al follaje, induce una mayor absorción de nutrientes, se incrementa el contenido de clorofila, el tamaño de las hojas, lo que resulta en un mayor rendimiento y calidad de las cosechas (18).

### Características de las algas marinas

Las algas marinas se clasifican taxonómicamente en tres grupos, basados en su color: verdes (*Chlorophyceae*), pardas (*Phaeophyceae*) y rojas (*Rhodophyceae*), ya que representan los pigmentos que predominan: las clorofilas, los carotenoides y las ficobilinas (19).

Las algas marinas son plantas talofitas (organismo que carecen de raíz, tallo, hojas), unicelulares o pluricelulares, que viven preferentemente en el agua, tanto dulce como marina, y que en general están provistas de clorofila, acompañada en ocasiones de otros pigmentos de colores variados que enmascaran a esta; el talo de las algas pluricelulares tiene forma de filamento, de cinta o de lámina y puede ser ramificado (20).

Las algas son habitantes de todos los ambientes, no solo en cuerpos de aguas estables, sino también en aquellos expuestos a la desecación: sobre rocas desnudas, fuentes termales (en donde soportan las altas temperaturas), nieves, glaciares. Es común encontrarlas en lugares con poca luz, a grandes profundidades. Esta capacidad está condicionada por la falta de exigencias y su capacidad de adaptación (19).

### Clasificación de las algas

Existen algunas diferencias en cuanto a la clasificación de las algas; no obstante, de forma general se pueden dividir en tres grandes grupos: las microalgas, las macroalgas y las verdaderas plantas vasculares, las cuales a su vez se subdividen en diferentes grupos (Tabla 1) (9).

### Usos y efectos de las algas en la agricultura

Tradicionalmente, las comunidades costeras de todo el mundo han estado utilizando algas como enmienda del suelo. El efecto del fertilizante de algas compostado es dependiente de su composición, patrón de mineralización

Tabla 1. Diferentes tipos de algas

| Tipos de algas  | Características   |
|---|---|
| <b>Microalgas</b>   |   |
| Filo-pirrofitas (dinoflagelados)  | En su mayoría son unicelulares, que tienen dos flagelos de longitud distinta. La célula se encuentra desnuda o va provista de una cubierta más o menos dura. Presentan forma de vida parasitaria o depredativa (8,22).  |
| Filo-crisófitas   | Conocidas como algas amarillas, son organismos unicelulares o pluricelulares que se reúnen en colonias. Su característica principal es la presencia de cromatóforos con pigmentos de color amarillo que les confieren un aspecto dorado. Son de morfología variable con flagelos y sin ellos y en algunos casos se mueven por rizópodos. Siempre se reproducen vegetativamente (23,24).   |
| Filo-euglenófitas   | Algas de estructura muy sencilla, cuya característica más significativa es la presencia de una mancha de pigmento fotosensible. Disponen de uno o dos flagelos, lo que les permite cambiar su forma y se multiplican por división longitudinal (8,23,24).   |
| Filo-bacilariofitas (diatomáceas)   | Son las conocidas diatomeas. Son formas solitarias que forman colonias estrelladas (8,22).  |
| Cianofíceas   | Conocidas como algas verde-azules (cianobacterias), son un tipo de bacterias fotosintetizadoras. Pueden resistir condiciones extremas de salinidad, temperatura y pH, porque producen envolturas mucilaginosas que las aíslan del medio ambiente externo cuando ocurren cambios bruscos (23,24).  |
| <b>Macroalgas</b>   |   |
| Clorófitas  | Conocidas como algas verdes, son organismos unicelulares o pluricelulares de formas muy variables. La mayoría de las especies microscópicas son propias de agua dulce, aunque hay numerosos grupos marinos que alcanzan tamaños grandes. Se multiplican por división celular sexualmente o por la fusión de dos gametos de tamaños diferentes (23,25).  |
| Feófitas  | Algas que alcanzan tamaños de hasta 100 m. Aunque poseen clorofilas, los pigmentos marrones las esconden, por lo que presentan coloración marrón o parda. Estas algas son típicas del agua salada, viviendo muy pocas en agua dulce (23,25). Este grupo de algas es el que tiene más generalizado su uso en la agricultura, estando el <i>Ascophyllum nodosum</i> entre las más usadas del grupo con estos fines (19,25).   |
| Rodófitas   | Son conocidas como algas rojas, con longitudes que oscilan de unos pocos centímetros hasta un metro aproximadamente y comprenden especies típicas de aguas marinas de grandes profundidades, zonas donde otras especies no pueden sobrevivir por la falta de la luz. Son de color rojo, aunque no siempre presentan este color, a veces son púrpuras, o incluso de color rojo pardo, a pesar de ello, poseen clorofila. Se reproducen sexual y asexualmente y poseen complicados ciclos de alternancia de generaciones (23,25). |
| <b>Verdaderas plantas vasculares</b>  |   |
| Las verdaderas plantas vasculares o carófitos son algas muy complejas, de color verde en su mayoría, frecuentes en las orillas de los ríos y lagos, que se reproducen sexualmente o por vía vegetativa (23,24). |   |

bioquímica y la sincronización de los nutrientes con la demanda de los cultivos (21). Las algas son disponibles comercialmente, y son consideradas como un recurso para la agricultura ecológica (22,23).

Extractos de algas marinas como biofertilizantes son materiales bioactivos naturales solubles en agua, son fertilizantes orgánicos naturales que promueven la germinación de semillas y que incrementan el desarrollo y rendimiento de los cultivos (24).

Los efectos que se logran con los extractos de algas dependen, en gran medida, del efecto sinérgico de la acción de todos los componentes, no pudiendo aislar el efecto por sí sólo de cada uno de los principios activos (24). Estos efectos se logran con concentraciones bajas de los extractos, llegando a utilizar proporciones de 1:1000 (25).

El incremento en los rendimientos y la buena calidad de los frutos como efecto del uso de las algas marinas y sus derivados en la agricultura se debe a que estas contienen: todos los elementos mayores, los elementos menores y los elementos traza presentes en las plantas; además, contienen 27 sustancias naturales reportadas hasta ahora, cuyos efectos son similares a los de los reguladores de crecimiento de las plantas; vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas que actúan contra algunas plagas y agentes quelatantes como ácidos orgánicos y manitol (26,27).

Entre los efectos de las algas y sus extractos se encuentran: la estimulación de la germinación de las semillas (25), el crecimiento de las plantas (2,8) y la floración y el retraso de la senescencia (5,8). Por otra parte, estimulan el crecimiento de las raíces, adelantan la maduración de los frutos (8), aumentan la tolerancia de las plantas a estrés abiótico como la salinidad, sequía, altas temperaturas y heladas, así como, poseen efectos fortificantes (5,8).

## Resultados obtenidos en Cuba

Para evaluar la efectividad de la utilización de las algas marinas como componente de sustratos para la producción de hortalizas en sistemas de siembra en cepellones se colectó sargazo acumulado durante años en las playas de Cayo Coco, provincia de Ciego de Ávila. Los sustratos se elaboraron a partir de la mezcla de sargazo (S) al 25 %, humus de lombriz (H), arena de mar (A) y cascarilla de arroz (C). Las especies hortícolas utilizadas fueron la acelga (*Brassica rapa subs. chinensis* var. PK-7) y la lechuga (*Lactuca sativa* L. var. BSS-13); las labores de manejo durante el proceso de producción de las plántulas se realizaron conforme al instructivo técnico recomendado (28).

Las evaluaciones realizadas fueron germinación relativa de semillas y comportamiento de los indicadores fisiológicos en las plántulas. Las semillas de acelga y lechuga alcanzaron valores altos de germinación con respecto al control para todos los tratamientos de estudio y no difirieron del testigo, ni se observaron diferencias entre ellas. En ambas evaluaciones, en las dos especies, el mejor tratamiento fue (H50 + S25 + A25), el cual consistió en la combinación de materiales minerales (arena) con los orgánicos (humus + sargazo) (28).

En Cuba, la *Spirulina* ha sido ampliamente usada con fines farmacéuticos, cosméticos y nutricionales; sin embargo, esta microalga no ha sido prácticamente utilizada en la agricultura, a pesar de que se conoce su composición química y la influencia que su aplicación pudiera ejercer en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como el beneficio que puede causar en los suelos por la cantidad y calidad de nutrientes que posee. Se han elaborado algunos biofertilizantes a base de *Spirulina* como el CBFERT, y más reciente Spirufert, siendo evaluado su uso foliar en algunos cultivos (9).

## CONCLUSIONES

Una de las opciones para lograr una agricultura sostenible y más respetuosa con el medio ambiente es la utilización de las algas, teniendo en cuenta el gran beneficio que ellas ofrecen al ser productos naturales; que poseen una diversidad de sustancias que estimulan el crecimiento y el rendimiento de los cultivos; favorecen la actividad microbiana del suelo y mejoran la absorción de nutrientes por las raíces. Además, está documentado que otorgan a las plantas una eficaz resistencia al estrés abiótico, debido a que contienen sustancias con un alto poder antioxidante.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez OP. La resistencia inducida por productos derivados de plantas: alternativa para el manejo de plagas agrícolas. *Rev Protección Veg* [Internet]. 1 de enero de 2020 [citado 14 de mayo de 2024];35(3). Available in: [https://www.academia.edu/101496565/La\\_resistencia\\_inducida\\_por\\_productos\\_derivados\\_de\\_plantas\\_alternativa\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_plagas\\_agr%C3%ADcolas](https://www.academia.edu/101496565/La_resistencia_inducida_por_productos_derivados_de_plantas_alternativa_para_el_manejo_de_plagas_agr%C3%ADcolas)
2. Battacharyya D, Babgohari MZ, Rathor P, Prithiviraj B. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Sci Hortic* [Internet]. 30 de noviembre de 2015 [citado 14 de mayo de 2024];196:39-48. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030442381530176X>
3. Alfonso ET, Rodríguez ABF, Padrón JR, Sosa YC, Morales HM. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultiv Trop* [Internet]. 10 de abril de 2017 [citado 14 de mayo de 2024];38(1):147-54. Available in: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1348>
4. Ronga D, Biazzi E, Parati K, Carminati D, Carminati E, Tava A. Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy* [Internet]. abril de 2019 [citado 14 de mayo de 2024];9(4):192. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/4/192>
5. Crouch IJ, van Staden J. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regul* [Internet]. 1 de mayo de 1993 [citado 14 de mayo de 2024];13(1):21-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/BF00207588>
6. Hamed SM, Abd El-Rhman AA, Abdel-Raouf N, Ibraheem IBM. Role of marine macroalgae in plant protection & improvement for sustainable agriculture technology. *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci* [Internet]. 1 de marzo de 2018 [citado 14 de mayo de 2024];7(1):104-10. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2314853517301294>
7. Ansari AA, Ghanem SM, Naeem M. Brown Alga Padina: A review. *Int J Bot Stud* [Internet]. 2019;4(1):1-3. Available in: [https://www.researchgate.net/profile/Abid-Ansari-5/publication/333879310\\_Brown\\_Alga\\_Padina\\_A\\_review/links/5d0a670ea6fdcc35c15b5c2d/Brown-Alga-Padinareview.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Abid-Ansari-5/publication/333879310_Brown_Alga_Padina_A_review/links/5d0a670ea6fdcc35c15b5c2d/Brown-Alga-Padinareview.pdf)
8. Preston J, Inouchi Y, Shioya F. Acoustic classification of submerged aquatic vegetation. *ECUA* [Internet]. 1 de julio de 2006;12-5. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/228564120\\_Acoustic\\_classification\\_of\\_submerged\\_aquatic\\_vegetation](https://www.researchgate.net/publication/228564120_Acoustic_classification_of_submerged_aquatic_vegetation)
9. López-Padrón I, Martínez-González L, Pérez-Domínguez G, Reyes-Guerrero Y, Núñez-Vázquez M, Cabrera-Rodríguez JA. Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultiv Trop* [Internet]. 5 de agosto de 2020 [citado 14 de mayo de 2024];41(2):e10-e10. Available in: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1554>
10. Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial del *Sargassum* flotante en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia | *Intropica*. 19 de abril de 2016 [citado 14 de mayo de 2024]; Available in: <https://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/461>
11. Norrie J, Keathley JP. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to «Thompson seedless» grape production. *Acta Hort* [Internet]. 1 de noviembre de 2006;727:243-8. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/284250867\\_Benefits\\_of\\_Ascophyllum\\_nodosum\\_marine-plant\\_extract\\_applications\\_to\\_%27Thompson\\_seedless%27\\_grape\\_production](https://www.researchgate.net/publication/284250867_Benefits_of_Ascophyllum_nodosum_marine-plant_extract_applications_to_%27Thompson_seedless%27_grape_production)
12. Hernández-Herrera RM, Santacruz-Ruvalcaba F, Ruiz-López MA, Norrie J, Hernández-Carmona G. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J Appl Phycol* [Internet]. 1 de febrero de 2014 [citado 14 de mayo de 2024];26(1):619-28. Available in: <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0078-4>
13. Dhargalkar VK, Pereira N. Seaweed: Promising Plant of the Millennium. *Sci Cult* [Internet]. 30 de noviembre de 2004;71. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/27667265\\_Seaweed\\_Promising\\_Plant\\_of\\_the\\_Millennium](https://www.researchgate.net/publication/27667265_Seaweed_Promising_Plant_of_the_Millennium)
14. Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, et al. Seaweed extracts as

- biostimulants of plant growth and development. J Plant Growth Regul [Internet]. 1 de diciembre de 2009 [citado 14 de mayo de 2024];28(4):386-99. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
15. Sathya1 B, Indu1 H, Geetha2 RS and S. Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legume crop, *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. J Phytol [Internet]. 8 de septiembre de 2010 [citado 14 de mayo de 2024]; Available in: <https://updatepublishing.com/journal/index.php/jp/article/view/2115>
  16. Zodape ST, Mukhopadhyay S, Eswaran K, Reddy M, Chikara J. Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata* L) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. J Sci Ind Res [Internet]. 1 de junio de 2010;69:468-71. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/286020475\\_Enhanced\\_yield\\_and\\_nutritional\\_quality\\_in\\_green\\_gram\\_Phaseolus\\_radiata\\_L\\_treated\\_with\\_seaweed\\_Kappaphycus\\_alvarezii\\_extract](https://www.researchgate.net/publication/286020475_Enhanced_yield_and_nutritional_quality_in_green_gram_Phaseolus_radiata_L_treated_with_seaweed_Kappaphycus_alvarezii_extract)
  17. Lingakumar K, Jeyaprakash R, Manimuthu C, Haribaskar A. Influence of *Sargassum* sp crude extract on vegetative growth and biochemical characteristics in *Zea mays* and *Phaseolus mungo*. Seaweed Res Utiln. 1 de enero de 2004;26:155-60.
  18. Thirumaran, Arumugam M, Arumugam R, Anantharaman P. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Abelmoschus esculentus* (L) medikus. Am-Eurasian J Agron [Internet]. 1 de enero de 2009; 2:57-66. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/237046173\\_Effect\\_of\\_Seaweed\\_Liquid\\_Fertilizer\\_on\\_Growth\\_and\\_Pigment\\_Concentration\\_of\\_Abelmoschus\\_esculentus\\_L\\_medikus](https://www.researchgate.net/publication/237046173_Effect_of_Seaweed_Liquid_Fertilizer_on_Growth_and_Pigment_Concentration_of_Abelmoschus_esculentus_L_medikus)
  19. Erulan V, P, S, Thirumaran G, Ananthan G. Studies on the effect of *Sargassum polycystum* (C.Agardh, 1824) extract on the growth and biochemical composition of *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. Am Eur J Agric Env Sci [Internet]. 1 de enero de 2009;6. Available in: [https://www.researchgate.net/publication/242558446\\_Studies\\_on\\_the\\_Effect\\_of\\_Sargassum\\_polycystum\\_CAgardh\\_1824\\_Extract\\_on\\_the\\_Growth\\_and\\_Biochemical\\_Composition\\_of\\_Cajanus\\_cajan\\_L\\_Mill\\_sp](https://www.researchgate.net/publication/242558446_Studies_on_the_Effect_of_Sargassum_polycystum_CAgardh_1824_Extract_on_the_Growth_and_Biochemical_Composition_of_Cajanus_cajan_L_Mill_sp)
  20. Robledo D. Las algas y la biodiversidad. Biodiversidad [Internet]. 1997;13(1):1-4. Available in: <https://jolbenm30.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/05/biodiversidaddealgas.pdf>
  21. Craigie JS. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. J Appl Phycol [Internet]. 1 de junio de 2011 [citado 14 de mayo de 2024];23(3):371-93. Available in: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
  22. Rebours C, Pedersen S, Roleda M, Ovsthus I. Seaweed - a resource for organic farming. Bioforsk Fokus. 2014;9(2).
  23. Grzesik M, Romanowska-Duda Z, Kalaji HM. Effectiveness of cyanobacteria and green algae in enhancing the photosynthetic performance and growth of willow (*Salix viminalis* L.) plants under limited synthetic fertilizers application. Photosynthetica [Internet]. 1 de septiembre de 2017 [citado 14 de mayo de 2024]; 55(3):510-21. Available in: <https://doi.org/10.1007/s11099-017-0716-1>
  24. Calvo P, Nelson L, Kloepper JW. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil [Internet]. 1 de octubre de 2014 [citado 14 de mayo de 2024];383(1):3-41. Available in: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
  25. Méndez G. Fertilización a base de extractos de algas marinas y su relación con la eficiencia del uso del agua y de la luz de una plantación de vid y su efecto en el rendimiento y calidad de frutos. [Internet] [Tesis de Maestría]. [México]; 2014. Available in: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7549>
  26. van Staden J, Crouch IJ. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. Plant Growth Regul [Internet]. 1 de mayo de 1993 [citado 14 de mayo de 2024];13(1):21-9. Available in: <https://doi.org/10.1007/BF00207588>
  27. López BC. Enzimas-algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Terra Latinoam [Internet]. 1999 [citado 14 de mayo de 2024];17(3):271-6. Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317312>
  28. Rodríguez W, Orellana R. Utilización de algas marinas como componente de sustratos para la producción de plántulas de acelga y lechuga. 2008.