



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD – IZTAPALAPA

Crecimiento de una leguminosa *Trifolium repens* y un cereal, *Triticum aestivum*, usando como bio-estimulantes macroalgas marinas.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

Hidrobiol. Ignacio Jaimes Duarte

FECHA

01 de febrero del 2022

La Maestría en Biología de la
Universidad Autónoma Metropolitana
pertenece al Padrón de
Posgrados de Calidad del CONACyT.

El jurado designado por la

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

Hidrobiol. Ignacio Jaimes Duarte

El día 01 de febrero del año de 2022.

Comité Tutoral y Jurado

Tutor: M. en B. E. Sergio H. Álvarez Hernández

Asesor: Dra. María del Rocío Zárate Hernández

Asesor: M. en B. Ana Teresa Jaramillo Pérez

Sinodal: Dra. Alejandrina Graciela Avila Ortiz

Sinodal: Dr. Jorge Eduardo Vieyra Durán

Declaración de Originalidad

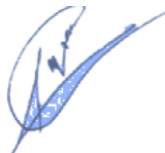
El que suscribe Ignacio Jaimes Duarte, alumno del posgrado Maestría en Biología, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y autor de la tesis o idónea comunicación de resultados titulada: “Crecimiento de una leguminosa *Trifolium repens* y un cereal, *Triticum aestivum*, usando como bio-estimulantes macroalgas marinas”

Declaro que:

1. La tesis o idónea comunicación de resultados que presento ante el H. Jurado para lo obtención del grado de Maestro en Biología es de mi autoría y original creación, producto del resultado de mi trabajo de investigación personal e individual; el cual cuenta con las correspondientes citas textuales del material bibliográfico utilizado y con el debido otorgamiento de los créditos autorales.
2. En la tesis o idónea comunicación de resultados no he reproducido párrafos completos; ilustraciones, fotografías, diagramas, cuadros y tablas, sin otorgamiento del crédito autoral y fuente correspondiente.
3. En consecuencia, relevo de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma Metropolitana de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que se considere con derecho sobre la tesis o idónea comunicación de resultados, respondiendo por la autoría y originalidad de la misma, asumiendo todas las consecuencias económicas y jurídicas si ésta no fuese de mi creación.

La presente declaración de originalidad se firma en la Ciudad de México el 20 de enero del 2022.

Atentamente



Ignacio Jaimes Duarte

Agradecimientos

A mi Alma Mater, por haberme brindado el conocimiento y las herramientas necesarias para formarme como profesionista y a Conacyt por la beca que me otorgó durante los dos años.

A mi director de tesis el M. en B.E. Sergio Humberto Álvarez Hernández, por la oportunidad que me dio para realizar este proyecto de investigación, por todo el apoyo brindado a lo largo de la licenciatura y de la maestría, por su tiempo, amistad y conocimientos transmitidos.

A mis asesoras de Tesis

A la Dra. María del Rocío Zárate Hernández y M. en B. Ana Teresa Jaramillo Pérez por su apoyo y tiempo que me brindaron para poder realizar este trabajo.

Al Dr. Juan Gabriel Rivera Martínez[†] por todo el apoyo brindado, por su tiempo, amistad y conocimientos transmitidos.

Dedicatorias

A mis padres Rogelio e Ignacia, por haberme dado la oportunidad de estudiar y elegir una carrera para mi futuro, gracias por sus consejos y sus valores, y por la motivación constante, que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por todo su amor y cariño, y por la confianza que han depositado siempre en mí, todo esto se los debo a ustedes. A mis hermanos, por los consejos que me han brindado. A mi familia, por motivarme y apoyarme en todo.

Resumen

La agricultura orgánica está basada en la utilización óptima de los recursos naturales, lo cual ayuda a incrementar la actividad biológica del suelo de forma natural sin utilizar compuestos químicos que pueden alterar el suelo, los cultivos y a los mantos acuíferos. Algunas macroalgas han sido utilizadas con excelentes resultados como acondicionadores de suelos y bioestimulantes en la agricultura. En este estudio se probaron ocho macroalgas de las costas de Veracruz (Golfo de México), México. Se añadieron al suelo en forma de fragmentos y de extracto en líquido alrededor de las plantas de *Trifolium repens* y *Triticum aestivum*. Se siguió un diseño aleatorio con cuatro réplicas. También se utilizaron dos tratamientos estimulantes, un fertilizante químico y un concentrado de hormonas de crecimiento y un control de agua destilada. El crecimiento se registró los días lunes, miércoles y viernes. Los resultados mostraron que varias algas promovieron el crecimiento ($p < 0.05$), en trigo fueron *Acantophora spicifera* (tratamiento extracto) y *Acantophora spicifera*, *Ulva fasciata* y *Palisada perforata* (tratamiento de fragmentos), en trébol blanco fueron *Acantophora spicifera* (tratamiento extracto) y *Palisada perforata* (tratamiento de fragmentos), en comparación con los estimulantes y agua. Dado que las plantas de los tratamientos estimulantes crecieron menos o de igual manera que con los tratamientos algales, concluimos que se comprobó que existe potencial en las algas estudiadas para su uso como bioestimulantes de crecimiento de plantas de cultivos de interés comercial, mejorando la calidad del suelo para el aporte de nutrientes esenciales para los cultivos.

Palabras clave: Agricultura orgánica, Bioestimulante, Algas, Suelo, Cultivo

Abstract

Organic agriculture is based on the optimal use of natural resources, which helps to increase in a natural way the biological activity of soil, without using chemical compounds that can alter the soil, crops and aquifers. Some macroalgae have been used with excellent results as soil conditioners and biostimulants in agriculture. In this study, eight macroalgae from the coasts of Veracruz (Gulf of Mexico), Mexico, were tested. They were added to the soil in the form of fragments and liquid extract around *Trifolium repens* and *Triticum aestivum* plants. A randomized design with four replicates was followed. Two stimulant treatments, a chemical fertilizer and a growth hormone concentrate, and a distilled water control were also used. Growth was recorded on Monday, Wednesday and Friday. The results showed that several algae promoted growth ($p < 0.05$), in wheat they were *Acantophora spicifera* (extract treatment) and *Acantophora spicifera*, *Ulva fasciata* and *Palisada perforata* (fragments treatment), in white clover they were *Acantophora spicifera* (extract treatment) and *Palisada perforata* (fragments treatment), compared against to the stimulants and water. Since the plants of the stimulant treatments grew less or the same as with the algae treatments, we conclude that there is potential in the algae studied for their use as biostimulants for plant growth of crops of commercial interest, improving the quality of the soil for the supply of essential nutrients for the crops.

Key words: Organic agriculture, Bio-stimulant, Algae, Soil, Crop

Índice

Introducción.....	1
Antecedentes.....	7
Justificación.....	11
Pregunta de investigación.....	12
Hipótesis.....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos particulares.....	13
Materiales y métodos.....	14
Resultados.....	23
Discusión.....	38
Conclusiones.....	48
Perspectivas para estudios futuros.....	49
Literatura citada.....	50
Anexo.....	68

- **Introducción**

El 11% de la superficie terrestre está enfocada a la agricultura y durante los últimos 50 años ha crecido al 12%. Este crecimiento se debe a un aumento significativo en la productividad de los cultivos principales. Sin embargo, algunas de estas producciones a nivel mundial causaron degradación en la tierra, deterioro en las regiones ecosistémicas y en los recursos hídricos (OCDE/FAO, 2011).

La agricultura es uno de los pilares principales en la economía rural del mundo, la cual garantiza alimento, empleo, sustento, ingresos por exportación y desarrollo económico, también es una de las actividades en la que se usan grandes cantidades de agroquímicos, especialmente los fertilizantes químicos nitrogenados, los cuales son la principal causa de que las aguas superficiales y subterráneas tengan grandes cantidades de nitratos, los que pueden llegar a ser tóxicos a concentraciones mayores de 50 mg/L (Reyes-Tirado, 2015; Hallberg, 1989; Dominguez y Dominguez, 1994). Un fertilizante es un producto natural o sintético que es usado para ayudar al crecimiento y mejorar el rendimiento de los cultivos al aportar los compuestos necesarios para que las raíces de las plantas absorban sus requerimientos (Restrepo, 1992). La aplicación de fertilizantes químicos es un método económico, rápido y efectivo para suministrar lo necesario a los cultivos (Chen, 2006). Sin embargo, los fertilizantes pueden dejar de estar disponibles para los cultivos por las escorrentías del suelo, transformación química, física o biológica (Daverede *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2001; Schachtman *et al.*, 1998; Moe *et al.*, 1967).

Los agroquímicos han sido utilizados para aumentar la producción de los cultivos, estas sustancias son esencialmente, fertilizantes de tipo inorgánico y químico, los cuales ayudan mejorando el crecimiento y desarrollo de las plantas. Durante los últimos años, las fuentes fundamentales de fertilizantes han sido el carbono, fósforo y nitrógeno los cuales se degradan por la actividad microbiana (FAO, 2015). El uso de los agroquímicos tiene varios fines como: proporcionar nutrientes a los suelos (fertilizante), eliminar plantas (herbicida), eliminar hongos y algunas algas (fungicida y alguicida), matar insectos (insecticida), matar gusanos del suelo (nematicida), controlar roedores (rodenticida) o acelerar el crecimiento y floración (Restrepo, 1992; Restrepo *et al.*, 2000). El uso excesivo de los fertilizantes tiene como consecuencias que la productividad de los suelos baje aumentando la erosión de estos. Los fertilizantes más usados son los de base nitrogenada, cuyo uso y costos han aumentado considerablemente en los últimos años (SAGARPA-COFUPRO-UNAM, 2013).

En la agricultura en todo el mundo se llegan a utilizar los fertilizantes químicos, los bio-fertilizantes y los bio-estimulantes para mejorar el crecimiento, desarrollo y para aumentar el rendimiento de las plantas de cultivo, las plantas necesitan nutrientes, macro y microelementos, los cuales se encuentran naturalmente en el suelo, puestos a disponibilidad por descomposición (Senn, 1987).

Los fertilizantes químicos que también contienen fosfatos son unos de los causantes de la contaminación de cuerpos de agua, ya que se asocia su uso al crecimiento de cianobacterias que pueden producir toxinas que ponen en riesgo a la salud (SAGARPA-COFUPRO-UNAM, 2013).

Para disminuir el uso de los fertilizantes químicos se han usado: compostas, lombricompostas, estiércol, bio-estimulantes (base de algas) entre otros. Esta práctica es también llamada la agricultura orgánica (Ruiz, 2001; FAO. 2013).

La agricultura orgánica está basada en la utilización óptima de los recursos naturales, lo cual ayuda a incrementar la actividad biológica del suelo de forma natural sin utilizar compuestos químicos que pueden alterar el suelo, los cultivos y a los mantos acuíferos. Actualmente es una de las mejores alternativas, ya que tiene como objetivo tener cultivos con una mejor calidad, obteniéndolos mediante un proceso sostenible y sin usar sustancias químicas que dañan al medio ambiente y así poder aprovechar al máximo las tierras sin dañarlas, sin dañar a los cultivos y la salud del ser humano. Esta es una alternativa para disminuir el uso excesivo de los fertilizantes químicos y así disminuir la degradación de los suelos y contribuir a disminuir la contaminación del ambiente (Sotamba, 2013; Hernandez, 2011; Orozco-Abundis, 2006; Altieri, 1992).

Los bio-estimulantes son sustancias, incluidos microorganismos, que se aplican a plantas, semillas y suelos, que pueden mejorar la capacidad para asimilar los nutrientes aplicados o proporcionar beneficios para el desarrollo de la planta (Bioestimulant coalition, 2013).

Se ha demostrado que cuatro grupos principales de bio-estimulantes afectan positivamente el crecimiento de la raíz, crecimiento de la planta y la absorción de nutrientes: (1) sustancias húmicas, (2) hidrolizados de proteínas y formulaciones de aminoácidos, (3) extracto de algas marinas y (4) microorganismos promotores del crecimiento de las plantas.

Las algas marinas se han utilizado como bio-estimulantes del crecimiento de las plantas a nivel mundial, especialmente en E.U.A, parte de Europa, Sudamérica y Asia, esto es gracias a sus efectos benéficos tanto para las tierras como para los cultivos, se han usado durante siglos como recurso orgánico que favorece a la germinación y al crecimiento de plántulas, un mayor crecimiento de las raíces, la absorción de nutrientes, la producción de frutos y un mejor rendimiento, calidad y vida útil del cultivo. El primer fertilizante con base de algas se creó hace aproximadamente 60 años en China (Craigie, 2011).

El extracto de algas mejora la nutrición de las plantas al afectar los procesos del suelo y directamente en la fisiología de la planta. Los mecanismos que ocurren en los procesos del suelo incluyen: (1) mejora la estructura del suelo y, (2) mejora de la solubilidad de nutrientes en el suelo. Las algas marinas de la División Ochrophyta, clase Phaeophyceae contienen grandes cantidades de polisacáridos, como alginatos y fucoidanos, que se unen con los iones metálicos en el suelo para producir un gel que ayuda a retener agua y mantener una estructura agregada (Khan *et al.*, 2009). Esto ayuda a la planta a desarrollar un sistema de raíces robusto, que a su vez puede aumentar la absorción de nutrientes.

Se han estudiado diferentes procesos para crear diferentes tipos de bioestimulantes (formas líquidas y en polvo) a partir de una variedad de algas marinas como: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp., *Ecklonia maxima* *Durvillaea* spp., *Ulva* sp. y *Kappaphycus alvarezii*, la mayoría se ha utilizado en la

agricultura europea y su aplicación ha mostrado resultados positivos al promover el crecimiento de las plantas tratadas (Hong, *et al.*, 2007; Hernández, *et al.*, 2014).

La utilización de algas marinas en la agricultura ha crecido a nivel mundial, ha avanzado hasta desarrollar varios productos con base en algas procesadas. El uso de las algas se puede dividir en: composta para suplementar el suelo en grandes volúmenes; extractos en polvo o líquidos y concentrados empleados como extractos para raíces o bien para empapar el suelo o como pulverizaciones foliares (Booth, 1969; Senn 1987).

Otra forma de procesamiento para un bio-fertilizante con base de algas es como harina, éstas poseen ciertas cualidades como: Proporcionar al menos los nutrientes necesarios para la planta y estimular la acción de las bacterias del suelo, ayudando a que el fósforo y el potasio estén disponibles para las plantas cuando ésta lo requiera (Milton, 1964; Caiozzi *et al.*, 1968).

Una de las grandes diferencias entre las harinas y los extractos es el tiempo de respuesta. La harina puede tardar hasta meses en ser 100% efectiva ya que tiene que ser descompuesta por bacterias del suelo para ser utilizados por la planta. En los extractos líquidos, los componentes celulósicos de las algas marinas, ya sea que se descompongan o eliminen, los componentes no celulósicos se vuelven rápidamente disponibles para que sean absorbidos por las raíces de una planta, (Stephenson, 1974).

Dentro de las propiedades del suelo el pH y los macronutrientes han sido muy estudiados y se les ha responsabilizado de estimular el crecimiento de plantas en

cultivo. El pH es una de las propiedades más importantes del suelo que afectan la disponibilidad de los nutrientes, controla muchas de las actividades químicas y biológicas que ocurren en el suelo y tiene una influencia indirecta en el desarrollo de las plantas (Hernandez, 2002). Por su parte, dentro de los macronutrientes, nitrógeno, fósforo y potasio se ha observado que se requieren en grandes cantidades para mejorar la condición del suelo. En cuanto al nitrógeno se sabe que las plantas obtienen el nitrógeno principalmente del suelo, donde se encuentra bajo la forma orgánica, la que no es disponible inmediatamente para la planta, sino después de un proceso de mineralización catalizada por los microorganismos del suelo. En caso del fósforo se considera que es un elemento esencial para plantas y animales, siendo el doceavo en abundancia en la corteza terrestre el fósforo se caracteriza por ser uno de los más limitantes y poco móviles en el suelo. El fósforo inorgánico se encuentra bajo varias formas y su disponibilidad depende del pH del suelo. El potasio es uno de los elementos esenciales en la nutrición de la planta cuya movilidad es limitada y es otro elemento que se encuentra en pequeñas cantidades en los suelos (Hernandez, 2002).

Se ha demostrado que los extractos de algas marinas, que contienen una mezcla compleja de polisacáridos, micronutrientes y miméticos de hormonas de crecimiento vegetal como (Auxinas, Giberelinas y Citoquininas), tienen un efecto estimulador sobre el crecimiento de las plantas (Khan *et al.*, 2009; Craigie, 2011; González *et al.*, 2013). Sus modos de acción aún no se conocen bien, pero la aplicación de nuevas herramientas analíticas y moleculares proporciona una nueva percepción de sus efectos sobre la expresión génica, las vías bioquímicas y los procesos fisiológicos

(Rayirath *et al.*, 2009) Una mayor comprensión de los modos de acción de este recurso renovable será útil para optimizar su uso en la gestión sostenible de los sistemas agrícolas y hortícolas (Khan *et al.*, 2009; Quilty y Cattle, 2011).

- **Antecedentes**

El uso de las algas marinas como acondicionador de suelo comienza en el siglo XII a. c. en China, las personas agregaban a las zonas agrícolas, algas marinas, por ser fuente valiosa de nutrientes para diversos tipos de suelo y para diferentes cultivos. Desde este siglo en China y países de Asia, usaban las algas marinas frescas para la agricultura, pero tiempo después la segunda referencia que se tiene de la utilización de las algas como composta es en la segunda mitad del primer siglo, cuando los británicos prerromanos también añadieron algas al suelo como estiércol (Milton, 1964). Los primeros fertilizantes utilizados con base en algas marinas fueron en Europa como España, Irlanda entre otros durante el siglo IV d.c., algunos países del continente los utilizaban por su alto contenido de nutrientes (Cabioch, 1976).

Varios estudios han revelado efectos beneficiosos de las aplicaciones de algas marinas en las plantas, como la germinación, el rendimiento, crecimiento, entre otros (Beckett y van Staden, 1989; Kombrink y Somssich, 1995; Norrie y Keathley, 2006)

Los efectos de las algas a la agricultura se pueden justificar por el contenido de sustancias bio-activas tales como vitaminas (B, B2, B12, entre otros) que son esenciales para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas (Bula-Meyer, 2004; Hong *et al.*, 2007), reguladores del crecimiento “miméticos de hormonas” (auxinas,

giberelinas y citoquininas) que pueden influenciar no solamente en estimular el crecimiento de la planta sino también parece actuar como catalizadoras para estimular las hormonas de los mismos vegetales (Challen y Hemingway, 1966; Scott, 1972; Kingman y Moore, 1982; Tay *et al.*, 1987; Metting *et al.*, 1990; Crouch *et al.*, 1992; Khan *et al.*, 2009), micronutrientes como Fe, Cu, Zn, Mn, Si, I, Br y Na (Booth, 1965; Abdel-Maguid *et al.*, 2004; Eman *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2009; Sathya *et al.*, 2010) y macronutrientes como C, H, O, K, N, S, P, Ca y Mg (Vinogradov, 1953; Abdel-Maguid *et al.*, 2004; Eman *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2009; Sathya *et al.*, 2010). Tanto los micro y macronutrientes, son esenciales para el crecimiento de la planta y ayudan a mejorar el suelo (independientemente del modo de aplicación: foliar, al suelo, extractos líquidos, abono verde, algas vivas, harina) (Simpson y Hayes, 1958; Subba *et al.*, 2007).

Un gran avance registrado en el conocimiento de las algas como acondicionadores y como bio-estimulantes sucedió durante la segunda guerra mundial, se descubrió que poseen nutrientes que ayudan a la planta a crecer. El Dr. Reginald F. Milton se mudó a Birmingham, donde estableció un pequeño laboratorio para investigar métodos para licuar algas marinas y usarlas como fertilizante. En 1947 fabricó un producto líquido usando un método basado en un proceso alcalino presurizado en caliente que patentó el investigador, este proceso formó la base para el producto Maxicrop de la empresa Valagro, el cual es un complejo de micro y macronutrientes con bioestimulantes diseñado especialmente para la irrigación en los cultivos, aunque, también puede ser utilizado para aplicación foliar, este bioestimulante es producido con extracto del alga

Ascophyllum nodosum una de las especies más explotadas de algas cafés (Milton, 1964; Blunden *et al.*, 1997). Abetz en 1980, realizó una revisión del uso de extractos comerciales de algas en la agricultura, sugirió que las citoquininas son un componente principal de los extractos comerciales de los productos Maxicrop y que estos ayudan con la resistencia a las heladas, aumentan la absorción de nutrientes de las plantas, aumentan los rendimientos y mejoran la germinación de las semillas.

El uso de las algas marinas como extracto o abono (algas particuladas) aplicadas al suelo como acondicionador, representa una buena alternativa para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Norrie y Keathley, 2006). Estudios mostraron que la aplicación de extractos o abono (particulado) de algas marinas, estimulan la actividad de los microorganismos del suelo, que provocan que haya una mayor disponibilidad de nutrientes para la planta, facilitan su absorción por la raíz y promueven la salud del suelo ya que liberan nutrientes orgánicos (Metting *et al.*, 1990; Selvaraj *et al.*, 2004; Khan *et al.*, 2009). Las algas marinas también tienen un efecto positivo sobre la actividad biológica (respiración y movilización del nitrógeno) del suelo promoviendo la diversidad microbiana y mejorando la aireación, adicionando estabilidad al suelo (Metting *et al.*, 1990; Sarwar *et al.*, 2008).

La aplicación de las algas marinas como extracto o abono ha tenido muy buenos resultados y estos están estrictamente relacionados con el componente de las algas marinas (micro y macronutrientes, vitaminas y miméticos de hormonas) (Alvarado-de-León, 2015).

Los extractos de algas no son considerados como fertilizantes, sino clasificados como un producto bio-estimulante vegetal, ya que al diluirlas con agua durante su preparación no permite que se adicionen cantidades significativas de nutrientes (Briceño-Domínguez, 2011). Los bioestimulantes no suplen todos los nutrientes en las cantidades necesarias, sin embargo, incrementan la absorción de los nutrientes que estarán disponibles en el suelo (Briceño-Domínguez, 2011).

En la agricultura la aplicación de extracto y particulado de algas marinas al suelo muestran la mejora significativa del desarrollo y rendimiento de cultivo de *Lactuca capitata*, *Allium cepa*, *Allium ampeloprasum* var. *porrum* y *Triticum sativum* (Blunden *et al.*, 1968); *Glycine max* (Rathore *et al.* 2009; El Din, 2015); *Solanum lycopersicum* (Kumari *et al.*, 2011; Vinoth *et al.*, 2012; Hernández-Herrera *et al.*, 2013); *Triticum aestivum* var. *pusa gold* (Kumar y Sahoo, 2011); *Vigna radiata* (Kavipriya *et al.*, 2011; Akila *et al.*, 2019); *Phaseolus vulgaris* (Abou El-Yazied *et al.*, 2012); *Arachis hipogea* (Ganapathy y Sivakumar, 2014); *Capsicum annuum* (Arunkumar *et al.*, 2015); *Amaranthus caudatus* (Kumareswari y Victorial, 2015).

El tratamiento en la agricultura con algas marinas ha crecido en los últimos años, lo cual ha conducido al desarrollo de un gran número de productos procesados de algas. Inicialmente las algas marinas fueron comercializadas como productos secos y pulverizados e incorporados directamente al suelo, pero en los últimos años al menos 25 especies de algas marinas se utilizan como bioestimulantes y biofertilizantes mejoradores de suelo (Zemke-White y Ohno, 1999). Las algas marinas son aplicadas en la agricultura, por lo que se han desarrollado productos procesados como extractos

comerciales a base de *Ascophyllum nodosum*; *Ecklonia máxima*; *Kappaphycus alvarezii* entre otras, los cuales mejoraron el rendimiento de los cultivos de *Lactuca sativa*, *Brassica oleracea* var. *Botrytis*, *Phaseolus vulgaris*, *Solanum lycopersicum* (Abetz y Young, 1983; Blunden, 1972; Featonby-Smith y Van Staden, 1984; Finnie y Van Staden, 1985; Beckett y Van Staden, 1989); *Tagetes patula*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus macarthurii*, *Eucalyptus grandis*, *Capsicum annuum* (Van Staden et al., 1994; Van Staden et al., 1995; Arthur et al., 2003); *Arabidopsis* sp. (Khan et al., 2011) y *Solanum lycopersicum* (Zodape et al., 2011).

Las principales especies de algas que se han utilizado como bioestimulantes son: De la División Chlorophyta (*Ulva lactuca*, *Codium tomentosum*, *Caulerpa scalpelliformis* y *Ulva* sp.); de la División Rhodophyta (*Kappaphycus alvarezii*, *Gracilaria edulis*, *Hypnea musciformis* y *Gracilaria corticata* var. *corticata*) y de la División Ochrophyta (*Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*, *Sargassum johnstonii*, *Sargassum wightii*, *Sargassum plagiophyllum*, *Padina tetrastrumatica*, *Padina gymnospora*, *Sargassum liebmannii*, *Padina pavonica*, *Stoechospermum marginatum*. *Dictyota dichotoma* y *Sargassum vulgare*)

- **Justificación**

El uso de las algas marinas como bio-estimulantes, acondicionadores de suelo y estimulantes de crecimiento, es muy importante para la agricultura a nivel mundial y particularmente para cultivos como frijol, alfalfa, sorgo, trigo, trébol, maíz, caña, y hortalizas en general. En países como India, Estados Unidos de Norteamérica, China, España, entre otros, tienen efectos beneficiosos para sus cultivos agrícolas de semillas

y hortalizas, también reportan beneficios para el suelo y al medio ambiente (Milton, 1964; Blunden *et al.*, 1968; Hong *et al.*, 2007; Rathore *et al.*, 2009; Ganapathy & Sivakumar, 2014; Akila *et al.*, 2019)

En México existen pocos trabajos publicados que usen las macroalgas como estimulantes del crecimiento o acondicionadores del suelo y es necesario comprobar si las algas que viven en la región costera del país presentan estas propiedades biológicas, que puedan ser aplicables a cultivos de interés comercial. Un beneficio añadido del uso de estas macroalgas es que no agotan el suelo como lo hacen los agroquímicos, constituyendo una fuente biodegradable de bioestimulantes o acondicionadores de suelo, mejorando la composición del mismo y también ayudan al crecimiento de las plantas.

- **Preguntas de investigación.**

- ¿Las macroalgas podrían ser utilizadas como bio-estimulantes o acondicionadoras de suelo en la agricultura?
- ¿Los extractos y el particulado de macroalgas son capaces de estimular el crecimiento de plantas en cultivo?
- ¿En qué forma las macroalgas, estimulan mejor el crecimiento de plantas en cultivo?
- ¿Cuál especie de macroalga y cuál tratamiento (extracto o particulado) resulta mejor para cada plántula (trigo y treból blanco)?

- **Hipótesis**

Si las macroalgas poseen compuestos bio-estimulantes, entonces éstos ayudarán a incrementar el crecimiento (altura de la planta) de *Trifolium repens* y *Triticum aestivum*.

- **Objetivo general**

Evaluar el potencial de las macroalgas como bio-estimulantes o acondicionadores de suelos, a través de la evaluación del crecimiento de 2 especies de cultivos comerciales, de importancia como forrajes o de alimentación y el análisis de la composición del suelo.

- **Objetivos específicos**

- Utilizar las macroalgas marinas en forma de extracto y particulado, para estimular el crecimiento de *Trifolium repens* y *Triticum aestivum*.
- Determinar a través del incremento en talla en *Trifolium repens* y *Triticum aestivum*, cual tratamiento (extracto o particulado), estimula mejor el crecimiento de las plantas experimentales.
- Comparar el crecimiento de los tratamientos (extracto y particulado) contra los controles: fertilizante químico (Bayfolan® forte), un bio-estimulante hormonal (Agromil V) y agua.
- Contrastar el posible cambio de la composición del suelo (N, P, K y pH), al inicio y al final del experimento, con la adición de extractos o particulados de macroalgas.

- Analizar los resultados usando un diseño de medidas repetidas y realizar las pruebas a posteriori para corroborar el mejor tratamiento o combinación.

- **Materiales y métodos**

Recolecta de material algal

Las macroalgas marinas fueron recolectadas en las siguientes tres localidades del estado de Veracruz (figura 1): Punta delgada (PD) (19° 51' 34.20" N, 96° 27' 32.24"O), Playa Muñecos (PM) (19°44'38"N, 96°24'27"O) y Playa Paraíso (PP) (19°35'14"N, 96°23'05"O). Las localidades de estudio son costas mixtas y la zona costera a la que pertenecen posee un clima cálido-subhúmedo (Aw₂) con régimen de lluvias de verano. Su estacionalidad se define por tres épocas que se conocen como lluvias (junio-octubre), secas (febrero-mayo) y nortes (noviembre-enero). Playa Paraíso (PP). Playa tipo arenoso-pedregoso y rocosopedregoso, sujeta a emersión y sumersión constante. En la porción donde se recolectaron las algas se ubican las siguientes zonas: 1) intermareal expuesta, 2) protegida de tipo rocoso-arenoso, 3) protegida de tipo rocoso-pedregoso y 4) terrazas expuestas (Figura 1).

Punta delgada (PD) Playa tipo arenoso-rocoso, donde se ubican las siguientes zonas: 1) protegida de tipo arenoso-pedregoso y 2) macizos rocosos (Figura 1).

Playa Muñecos (PM). Playa abrasiva con acantilados en donde se encuentran las siguientes zonas: 1) macizos rocosos expuestos a oleaje fuerte, 2) macizos rocosos protegidos y 3) pozas intermareales (Figura 1).

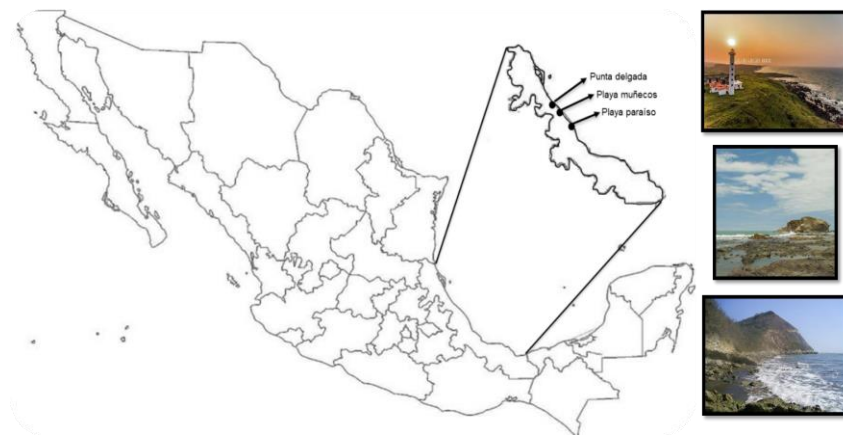


Figura 1. Localidades de recolecta en la costa del estado de Veracruz.

Se recolectaron ocho especies de macroalgas, dos de la División Chlorophyta (*Ulva fasciata* Delile, *Ulva lactuca* Linnaeus; cuatro de la División Rhodophyta (*Palisada perforata* (Bory, K.W.Nam), *Hypnea musciformis* (Wulfen, J.V. Lamouroux), *Acanthophora spicifera* (M.Vahl, Børgesen) y *Digenea simplex* (Wulfen, C.Agardh) y dos de la División Ochrophyta, clase Phaeophyceae; *Sargassum cymosum* C.Agardh y *Padina gymnospora* (Kützing, Sonder) (Figura 2).

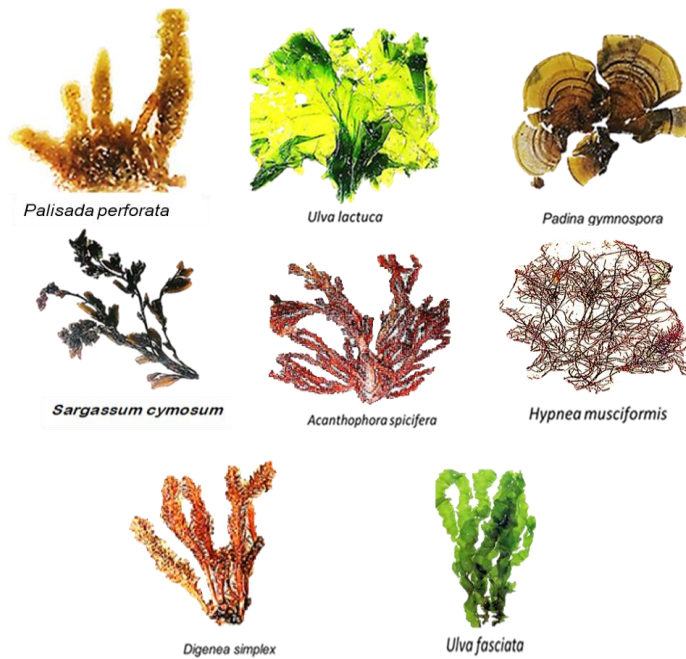


Figura 2. Algas usadas en los experimentos.

Se eligieron estas algas debido a que casi siempre están presentes en las localidades y además proveen suficiente biomasa para este estudio.

Se recolectaron manualmente 3 kilos de alga y se tomaron parámetros como salinidad, temperatura y pH, del agua de mar en cada localidad de colecta, las algas se lavaron in situ con agua de mar para eliminar desechos y arena, se guardaron en bolsas de plástico de cierre hermético, etiquetadas. Se transportaron congeladas al laboratorio usando CO₂ sólido para evitar descomposición y metabolismo enzimático.

En el laboratorio se lavaron con agua destilada para limpiarlas de epífitos, arena y sales, una vez limpias se guardaron en el congelador a -20°C hasta su uso.

Preparación de los tratamientos: Se realizaron dos tratamientos, el primero consistió en obtener un extracto algal (Tratamiento Extracto) y el otro solo se fraccionó la biomasa algal (Tratamiento Particulado) considerando estos tratamientos un bioestimulante del crecimiento y un acondicionador de suelo, respectivamente.

Tratamiento Extracto: Las algas se descongelaron a temperatura ambiente, se maceraron 2 Kg en un mixer (Waring®) con 4 litros de agua destilada (P:V) a una proporción de 1:5 el cual equivale a una concentración de extracto del 20%. El homogenado se filtró a través de filtro Whatman No. 42 para eliminar partículas de material algal, este se fraccionó y se guardó congelado a -20°C hasta su uso.

Tratamiento Particulado: Se fraccionó un 1kg de cada especie algal, usando tijeras hasta obtener partículas de 4 mm de diámetro aproximadamente. Las algas así procesadas se guardaron a -20°C para su uso en las pruebas del experimento.

El experimento se realizó considerando un diseño de lotes al azar.

Se hicieron 2 tratamientos, extracto y particulado, cada uno de estos tratamientos se aplicó a las plantas. En total se probaron 8 especies de macroalgas, usando factor de replicación de $n=4$. Se realizaron dos tratamientos estimulantes, un fertilizante químico y un concentrado de hormonas de crecimiento (Auxinas, Giberelinas y Citocininas), también se probó un control de agua destilada, éstos últimos también con 4 repeticiones por cada uno.

En total se realizaron: 2 tratamientos X 8 algas X 2 plantas de experimentación X 4 réplicas = 128 plantas.

2 tratamientos estimulantes X 2 plantas de experimentación X 4 réplicas = 16 plantas.

1 control X 2 plantas de experimentación X 4 réplicas = 8 plantas.

Total 152 plantas tratadas, 76 por cada especie de angiosperma (plantas de experimentación).

Se germinaron semillas de *Trifolium repens*, *Triticum aestivum* compradas comercialmente y pre-tratadas para mejorar la germinación usando Peat Moos, garantizando así que todas las plántulas poseyeran entre 1 a 2 cm en promedio de longitud inicial.

Se realizaron análisis del suelo de pH y macronutrientes (N, K, P) a muestras del suelo al inicio y al final del experimento (para cada tratamiento, especie de alga usada, control de hormonas y el fertilizante químico) que se usaron para evaluar el posible cambio en la composición del suelo debida a la adición de los tratamientos.

El trigo se sembró a una profundidad de 3 a 6 cm, mientras que el trébol blanco a una profundidad de 0.2 a 0.5 cm. El experimento se efectuó en condiciones ambientales (temperatura promedio 24° a 26°C, humedad promedio del 30%, dos días de lluvia, insolación directa controlada con malla sombra del 75%).

Composición del suelo y pH

Se realizó, al principio y al final del experimento, un análisis de composición del suelo y pH con un equipo de prueba de suelo de Environmental Concepts (Figura 3). Se prepararon las muestras de suelo que se analizaron al principio y al final del experimento dejando secar la muestra de suelo aproximadamente 2 a 3 días.



Figura 3. *Kit de prueba de suelo*

Prueba de pH

1. Se colocó la muestra de suelo seca y desmoronada en un tubo de ensayo hasta la marca de 1 ml que son 3 gramos. Se añadió una cucharada de sulfato de bario.
2. Se añadió la solución de prueba de pH hasta la marca de 2.5 ml. Se tapó el tubo.
3. Se agitó el tubo exhaustivamente.

4. Se dejó el tubo en forma vertical y esto permitió el asentamiento de la mezcla.

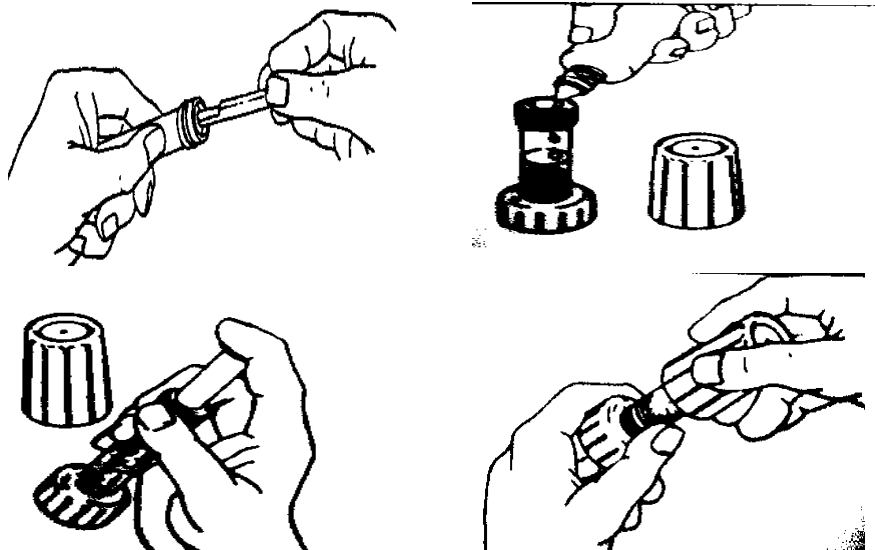
Tabla de lectura de pH proporcionada en el kit de prueba Environmental Concepts: pH 7.5 – alcalino, pH 7.0 – neutro, pH 6.5 – ligeramente ácido, pH 6.0 – ácido, pH 5.0 – muy ácido, pH 4.5 – muy ácido.

Pruebas de N, P y K

Filtración de nutrientes.

1. Con la muestra de suelo seca y desmoronada, se llenó el barril del dispositivo de filtración hasta el nivel requerido: N = 1ml, P= 0.5ml, K= 0.5ml.

2. posteriormente se añadió la solución de prueba apropiada para N, P y K.



Prueba de nitrógeno (N)

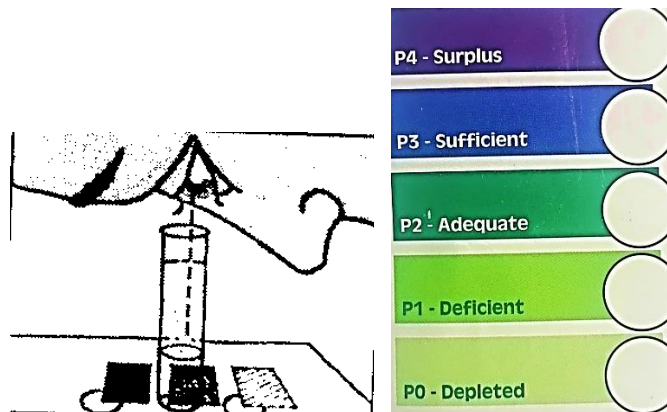
Se añadió una cucharada de la solución N₂. Se tapó el tubo y se agito suavemente por 10 segundos. Posteriormente se mantuvo el tubo sin movimiento por 5 minutos. Se

tomó la lectura sosteniendo el tubo de ensayo contra la tabla de lectura de nitrógeno (N4 – excedente, N3 – suficiente, N2 – adecuado, N1 – deficiente, N0 – agotado).



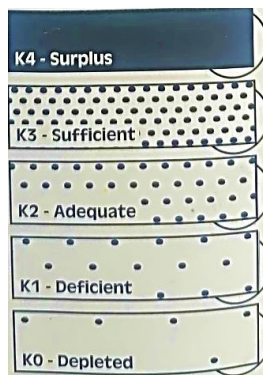
Prueba de fósforo (P)

Se añadió media cucharada de la solución P₂. Se tapó el tubo y se agitó suavemente por 5 segundos. Posteriormente se mantuvo el tubo sin movimiento por 5 minutos. Se destapó el tubo e inmediatamente se tomó la lectura del color poniendo el tubo en el círculo impreso a un costado de la tabla de comparación y se miró debajo, a través del tubo, para determinar el color comparado con la tabla de lectura del fósforo (P4 – excedente, P3 – suficiente, P2 – adecuado, P1 – deficiente, P0 – agotado).



Prueba de potasio (K)

Se añadió 0.5 ml de la solución de K₂. Se dejó la solución actuar por 5 minutos antes de tomar la lectura. La solución tuvo un grado de turbidez acorde a la cantidad de potasio presente. Se colocó el tubo de ensayo en el círculo impreso debajo de los rectángulos punteados en la tabla de lectura de potasio. Se colocó primero en la lectura más alta y se movió hacia debajo de la tabla hasta que uno de los cuadros fue visible. Dicho cuadro corresponde a su lectura (K4 – excedente, K3 – suficiente, K2 – adecuado, K1 – deficiente, K0 – agotado).



Fase experimental

Tratamiento Extracto.- Las plantas se regaron con 100 ml de extracto los días lunes, miércoles y viernes.

Tratamiento Particulado.-Se mezclaron 100 g del particulado algal con la tierra donde se sembró cada planta, un día antes del trasplante de los brotes y se le agregó 100 ml de agua destilada los días lunes, miércoles y viernes.

Tratamientos estimulantes.- se usaron: un agroquímico y hormonas de crecimiento que se aplicaron siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Bayfolan Forte

Se diluyeron $80 \mu\text{l}/\text{cm}^2 = 0.08 \text{ ml}/\text{cm}^2$ en 10 ml de agua tanto para trigo como para trébol blanco y se agregó en el suelo a una distancia proximada de 0.5 mm del tallo, esto cada 20 días.

Cultivos	Dosis
Trébol	2.0 a 4.0 L/ha
Trigo	2.0 a 4.0 L/ha

Agromil V

Se diluyeron $20 \mu\text{l}/\text{cm}^2 = 0.02 \text{ ml}/\text{cm}^2$ en 10 ml de agua tanto para trigo como para trébol blanco y se agregó en el suelo a una distancia aproximada de 0.5 mm del tallo, esto cada 20 días.

Cultivos	Dosis
Trébol	500 ml/ha por aplicación
Trigo	500 - 700 ml/ha por aplicación

Para los tratamientos estimulantes y el control solo se añadieron 100 ml de agua destilada los días lunes miércoles y viernes y algunos domingos se llegó agregar 50 ml a las plantas extras ya que el suelo se veía seco.

Durante el experimento se midió el largo total de las plantas en los días de riego respectivamente, iniciando con 2 cm en promedio aproximadamente hasta culminar el experimento (2 meses después, aproximadamente).

Para el análisis estadístico de las mediciones del largo total de las plantas, debido a que el arreglo pertenece al tipo de medidas repetidas, y como no se justificó el principio de circularidad de Mauchly, los datos se analizaron con un ANOVA modificado, usando el modelo de medidas repetidas, seguido de las pruebas de clasificación de medias de Bonferroni. Para estas pruebas se usó el software estadístico SPSS 15.0 (SPSS, 2006). En el caso de la composición del suelo, se realizó una prueba No Paramétrica U de Mann-Whitney para dos poblaciones independientes, con el propósito de observar diferencias en la composición del suelo al inicio y al final del experimento utilizando también el software estadístico SPSS 15.0 (SPSS, 2006).

- **Resultados**

Se observan en las Tablas 1 y 2 los valores de la longitud total de crecimiento de las plantas de *Triticum aestivum* durante el experimento. Para el tratamiento extracto, el valor más alto que se registró fue con el extracto de *Acantophora spicifera*, 30.25 cm y el valor mínimo fue obtenido con alga *Hypnea musciformis*, 22 cm, para el tratamiento particulado el valor más alto que se registró fue con *Palisada perforata*, 27.62 cm y el valor mínimo fue obtenido con *Hypnea musciformis*, 21.4 cm. Los tratamientos estimulantes reportaron 22.15 cm para Bayfolan forte, 20.65 cm para Agromil V y 18.22 cm para el agua.

Tabla 1. Valores promedio (\pm DE) de longitud de las plantas de *Triticum aestivum* al inicio y al final y su crecimiento al termino del experimento para extracto

Planta experimental	Especies	Long promedio al inicio (cm) \pm SD	Long promedio al final (cm) \pm SD	Δ crecimiento de <i>Triticum aestivum</i>
“Extracto” <i>Triticum aestivum</i>	<i>Ulva fasciata</i>	1.77 \pm 0.17	27.62 \pm 0.20	25.85
	<i>Ulva lactuca</i>	1.62 \pm 0.17	26.67 \pm 0.20	25.05
	<i>Palisada perforata</i>	1.72 \pm 0.09	27.12 \pm 0.17	25.4
	<i>Hypnea musciformis</i>	1.75 \pm 0.12	22 \pm 0.14	20.2
	<i>Digenia simplex</i>	1.62 \pm 0.12	22.52 \pm 0.15	20.9
	<i>Acantophora spicifera</i>	1.72 \pm 0.17	30.25 \pm 0.20	28.52
	<i>Sargasum cymosum</i>	1.67 \pm 0.09	26.85 \pm 0.12	25.17
	<i>Padina gymnospora</i>	1.8 \pm 0.08	26.97 \pm 0.09	25.17
	Bayfolan Forte	1.72 \pm 0.15	22.15 \pm 0.26	20.42
	Agromil V	1.8 \pm 0.14	20.65 \pm 0.19	18.85
	Agua	1.77 \pm 0.09	18.22 \pm 0.25	16.45

Tabla 2. Valores promedio (\pm DE) de longitud de las plantas de *Triticum aestivum* al inicio y al final y su crecimiento al termino del experimento para particulado

Planta experimental	Especies	Long promedio al inicio (cm) \pm SD	Long promedio al final (cm) \pm SD	Δ crecimiento de <i>Triticum aestivum</i>
“Particulado” <i>Triticum aestivum</i>	<i>Ulva fasciata</i>	1.67 \pm 0.09	27.2 \pm 0.48	25.52
	<i>Ulva lactuca</i>	1.77 \pm 0.12	25.77 \pm 0.26	24
	<i>Palisada perforata</i>	1.65 \pm 0.1	27.62 \pm 0.18	25.97
	<i>Hypnea musciformis</i>	1.8 \pm 0.14	21.4 \pm 0.14	19.6
	<i>Digenia simplex</i>	1.6 \pm 0.08	25.97 \pm 0.20	24.37
	<i>Acantophora spicifera</i>	1.8 \pm 0.08	24.87 \pm 0.23	23.07
	<i>Sargasum cymosum</i>	1.67 \pm 0.09	21.72 \pm 0.15	20.05
	<i>Padina gymnospora</i>	1.65 \pm 0.1	21.9 \pm 0.08	20.25
	Bayfolan Forte	1.72 \pm 0.15	22.15 \pm 0.26	20.42
	Agromil V	1.8 \pm 0.14	20.65 \pm 0.19	18.85
	Agua	1.77 \pm 0.09	18.22 \pm 0.25	16.45

Se observan en las Tablas 3 y 4 los valores de la longitud de las plantas de *Trifolium repens* durante el experimento. Para el tratamiento extracto el valor más alto que se registró con *Acantophora spicifera*, 9.95 cm y el valor mínimo fue obtenido con *Digenia simplex*, 3.2 cm, para el tratamiento particulado el valor más alto que se registró fue con *Palisada perforata*, 4.65 cm y el valor mínimo fue obtenido con *Hypnea musciformis*, 2.37 cm. Los tratamientos estimulantes reportaron una longitud de 3.37 cm para Bayfolan forte, 2.7 cm para Agromil V y 2.32 cm para el agua.

Tabla 3. Valores promedio (\pm DE) de longitud de las plantas de *Trifolium repens* al inicio y al final y su crecimiento al termino del experimento para extracto

Planta experimental	Especies	Long promedio al inicio (cm) \pm SD	Long promedio al final (cm) \pm SD	Δ crecimiento de <i>Trifolium repens</i>
“Extracto” <i>Trifolium repens</i>	<i>Ulva fasciata</i>	1.55 \pm 0.05	4 \pm 0.14	2.45
	<i>Ulva lactuca</i>	1.65 \pm 0.05	3.97 \pm 0.09	2.32
	<i>Palisada perforata</i>	1.62 \pm 0.09	3.97 \pm 0.15	2.35
	<i>Hypnea musciformis</i>	1.67 \pm 0.09	3.22 \pm 0.09	1.55
	<i>Digenia simplex</i>	1.67 \pm 0.05	3.2 \pm 0.08	1.52
	<i>Acantophora spicifera</i>	1.7 \pm 0.08	9.95 \pm 0.12	8.25
	<i>Sargasum cymosum</i>	1.67 \pm 0.05	3.9 \pm 0.14	2.22
	<i>Padina gymnospora</i>	1.65 \pm 0.05	4 \pm 0.14	2.35
	Bayfolan Forte	1.75 \pm 0.17	3.37 \pm 0.09	1.62
	Agromil V	1.67 \pm 0.12	2.7 \pm 0.08	1.02
	Agua	1.62 \pm 0.09	2.32 \pm 0.12	0.7

Tabla 4. Valores promedio (\pm DE) de longitud de las plantas de *Trifolium repens* al inicio y al final y su crecimiento al termino del experimento para particulado

Planta experimental	Especies	Long promedio al inicio (cm) \pm SD	Long promedio al final (cm) \pm SD	Δ crecimiento de <i>Trifolium repens</i>
“Particulado” <i>Trifolium repens</i>	<i>Ulva fasciata</i>	1.67 \pm 0.09	4.47 \pm 0.30	2.8
	<i>Ulva lactuca</i>	1.75 \pm 0.05	3.87 \pm 0.12	2.12
	<i>Palisada perforata</i>	1.72 \pm 0.15	4.65 \pm 0.17	2.92
	<i>Hypnea musciformis</i>	1.65 \pm 0.05	2.37 \pm 0.09	0.72
	<i>Digenia simplex</i>	1.62 \pm 0.09	2.9 \pm 0.18	1.27
	<i>Acantophora spicifera</i>	1.65 \pm 0.1	3.7 \pm 0.16	2.05
	<i>Sargasum cymosum</i>	1.67 \pm 0.12	3.12 \pm 0.17	1.45
	<i>Padina gymnospora</i>	1.65 \pm 0.05	3.3 \pm 0.21	1.65
	Bayfolan Forte	1.75 \pm 0.17	3.37 \pm 0.09	1.62
	Agromil V	1.67 \pm 0.12	2.7 \pm 0.08	1.02
	Agua	1.62 \pm 0.09	2.325 \pm 0.12	0.7

Los datos se sometieron al cumplimiento de la prueba de esfericidad de Mauchly, los resultados mostraron que el nivel crítico asociado al estadístico W para todos los tratamientos fue menor que 0.05, por lo tanto se violó el principio de esfericidad: *Triticum aestivum* en extracto es (Sig.= 0.000), *Triticum aestivum* en particulado es (Sig.= 0.000), *Trifolium repens* en extracto es (Sig.= 0.000) y *Trifolium repens* en particulado es (Sig.= 0.000). Como no se cumplió el principio de esfericidad se utilizó el ANOVA modificado para medidas repetidas (Intra-sujeto).

Los resultados del ANOVA Intra-sujeto, mostraron que el valor de significancia para los cuatro casos fue menor que 0.05: *Triticum aestivum* en extracto es (Sig.= 0.000),

Triticum aestivum en particulado es (Sig.= 0.000), *Trifolium repens* en extracto es (Sig.= 0.000) y *Trifolium repens* en particulado es (Sig.= 0.0009), por lo cual se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que al menos un par de medias fueron diferentes. En los cuatro casos, la eficiencia del cremiento total de la planta usando los tratamientos algales en (*Triticum aestivum* y *Trifolium repens*) fueron significativos.

Se realizó la prueba a posteriori de clasificación de medias de Bonferroni, para observar los grupos formados de medias diferenciales del crecimiento de las plantas.

En la figura 4 se observa que la media del extracto de *Acantophora spicifera* formó un grupo solitario produciendo el mayor crecimiento. Por otro lado, el menor crecimiento se obtuvo con el testigo de agua y el tratamiento estimulante Bayfolan fuerte que formaron un grupo. De igual manera Agromil V produjo un crecimiento menor de las plántulas.

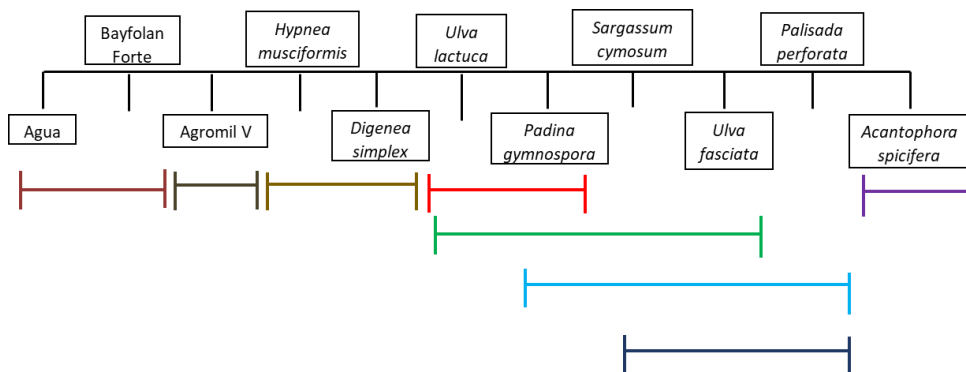


Figura 4. Grupos formados después de la prueba de Bonferroni con los promedios del tratamiento (Extracto) en *Triticum aestivum*.

En la figura 5 se observa que las medias de los particulados de *Acantophora spicifera*, *Ulva fasciata* y *Palisada perforata* formaron un grupo mostrando el mayor crecimiento.

Por otro lado el menor crecimiento se obtuvo con el testigo de agua que formó un grupo con los tratamientos estimulantes. De igual manera Bayfolan forte, *Sargassum cymosum* e *Hypnea musciformis* produjeron un crecimiento menor de las plantas.

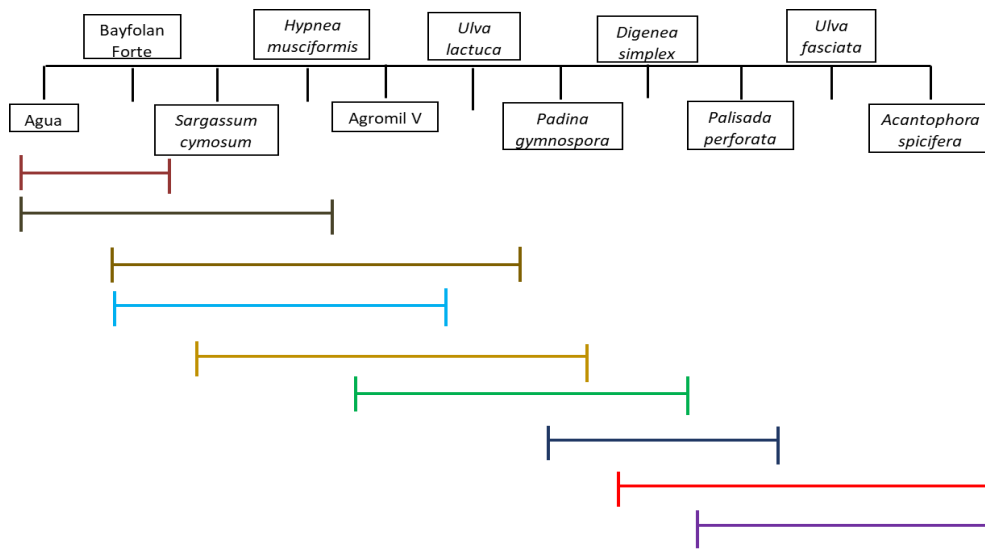


Figura 5. Grupos formados después de la prueba de Bonferroni con los promedios del tratamiento (Particulado) en *Triticum aestivum*.

En la figura 6 se observa que la media del extraco de *Acantophora spicifera* formó un grupo solitario produciendo el mayor crecimiento. Por otro lado el control de agua mostró el menor crecimiento significativo de todos los promedios. De igual manera Agromil V, *Digenea simplex* e *Hypnea musciformis* produjeron un crecimiento menor de las plantas. Bayfolan forte mostró un crecimiento superior, ya que estuvo por arriba de varias especies de algas.

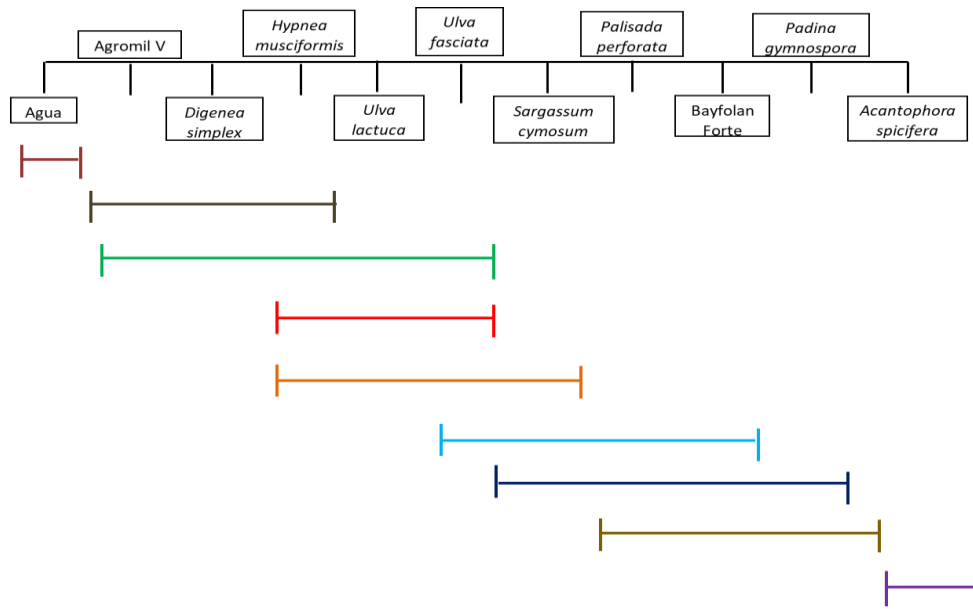


Figura 6. Grupos formados después de la prueba de Bonferroni con los promedios del tratamiento (Extracto) en *Trifolium repens*.

En la figura 7 se observa que la media del particulado de *Palisada perforata* mostró el mayor crecimiento significativo de todos los promedios. Por otro lado, el menor crecimiento se obtuvo con el tratamiento de agua e *Hypnea musciformis* que formaron un grupo. Bayfolan forte estimuló el crecimiento y se unió al grupo de los mayores promedios, por encima del crecimiento producido por varias especies de algas, excepto *Palisada perforata*.

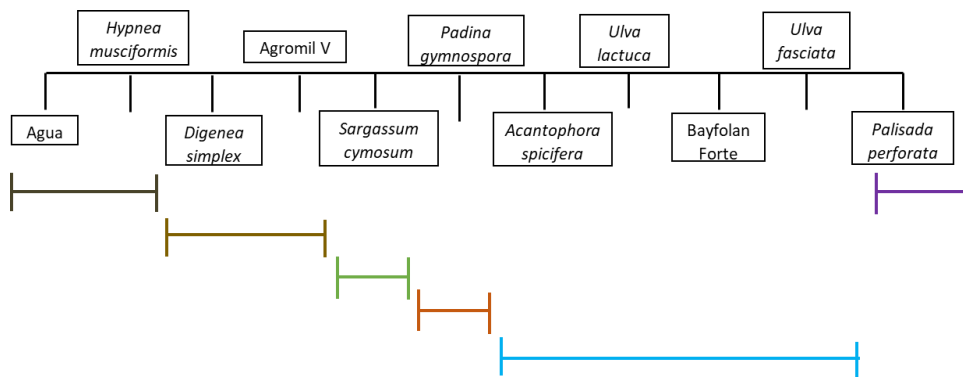


Figura 7. Grupos formados después de la prueba de Bonferroni con los promedios del tratamiento (Particulado) en *Trifolium repens*.

Se observan las diferencias del crecimiento promedio en las figuras 8 y 9 para los tratamientos: extracto y particulado respectivamente.

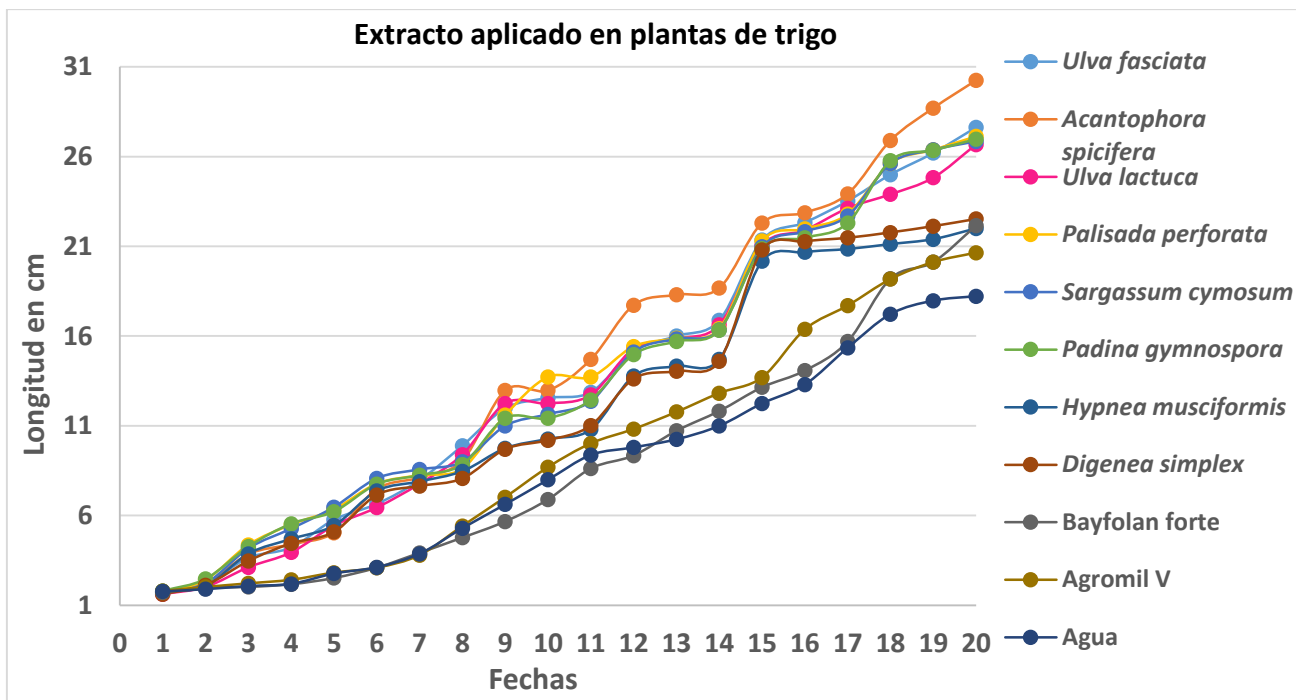


Figura 8. Grafica del crecimiento de *Triticum aestivum* con el tratamiento Extracto.

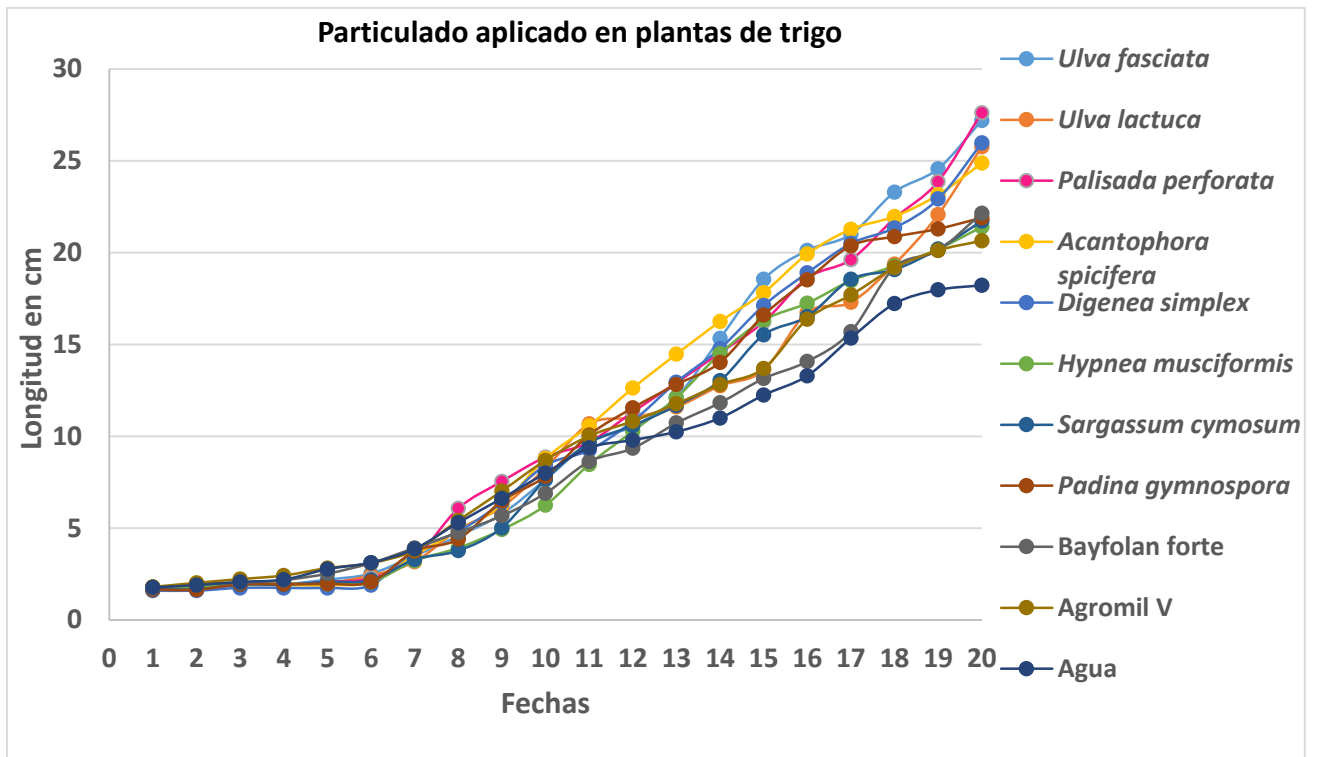


Figura 9. Grafica del crecimiento de *Triticum aestivum* con el tratamiento Particulado.

Se observan las diferencias del crecimiento promedio en las figuras 10 y 11 para el tratamiento extracto y particulado respectivamente, se puede observar que el crecimiento del trébol fue paulatino, sin embargo destaca que *Acantophora spicifera* produjo un crecimiento considerable en comparación con las demás algas.

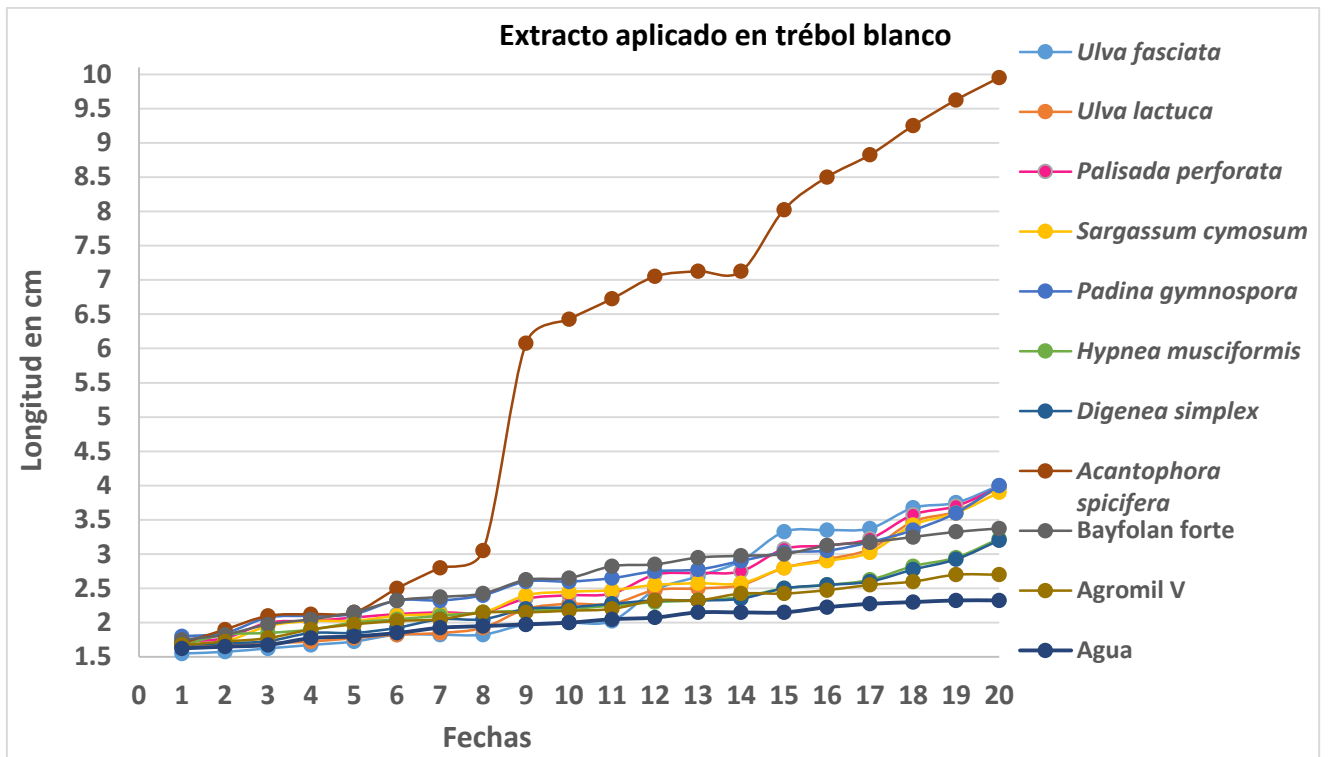


Figura 10. Grafica del crecimiento de *Trifolium repens* con el tratamiento Extracto.

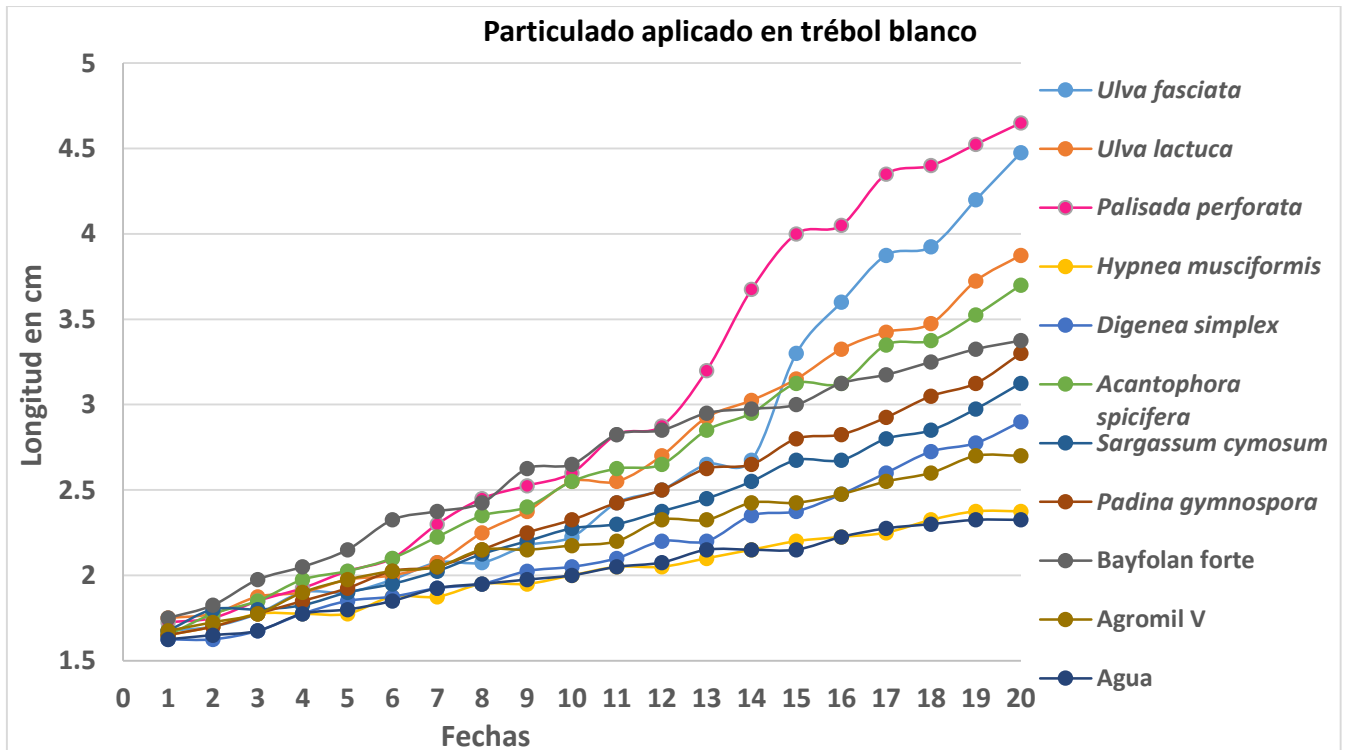


Figura 11. Grafica del crecimiento de *Trifolium repens* con el tratamiento Particulado.

Se observan las diferencias del crecimiento promedio En las figuras 12 y 13 para *Triticum aestivum* y *Trifolium repens* se puede observar que las tres algas de los dos tratamientos que promovieron mejor crecimiento de las plantas en contraste con los tratamientos estimulantes y el control.

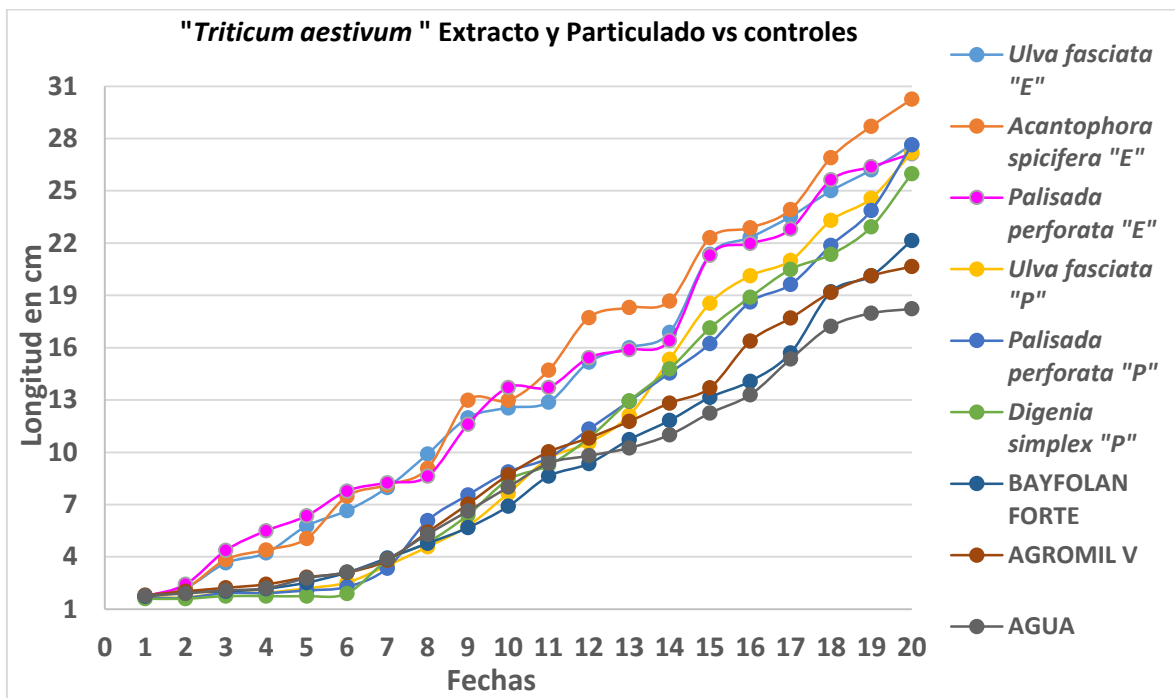


Figura 12. Diferencias significativas entre los extractos y particulados que promovieron el mayor crecimiento de *Triticum aestivum* (*Ulva fasciata* E, *Acanthophora spicifera* E y *Palisada perforata* E) (*Ulva fasciata* P, *Digenia simplex* P y *Palisada perforata* P) contra los tratamientos estimulantes (Bayfolan forte y Agromil V) y el control (agua). E (Extracto) y P (Particulado)

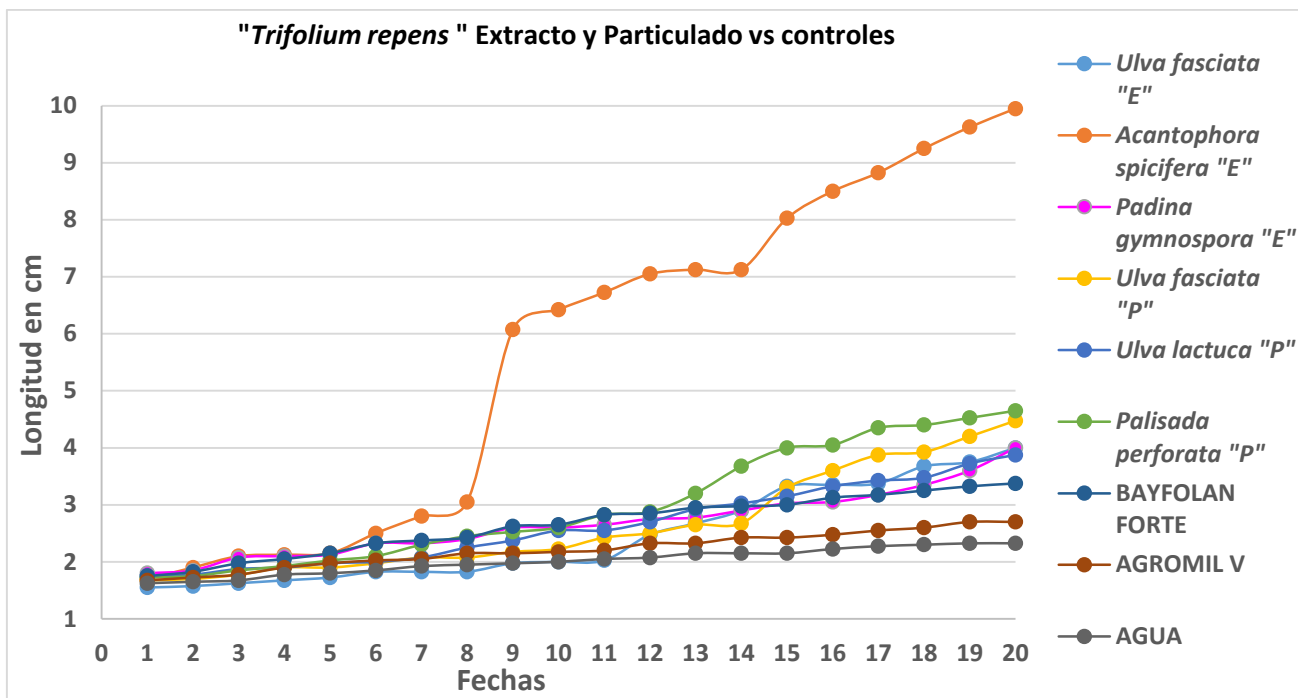


Figura 13. Diferencias significativas entre los extractos y particulados que promovieron el mayor crecimiento de *Trifolium repens* (*Ulva fasciata* E, *Acantophora spicifera* E y *Padina gymnospora* E) (*Ulva fasciata* P, *Ulva lactuca* P y *Palisada perforata* P) contra los tratamientos estimulantes (Bayfolan forte y Agromil V) y el control (agua).

De acuerdo con los resultados obtenidos de bioestimulación del crecimiento provocado por las algas, se muestra el número y porcentaje de especies algales que estimularon el crecimiento de cada planta de cultivo en la siguiente tabla.

Tabla 5. Número y porcentaje de especies que estimularon el crecimiento.

<i>Triticum aestivum</i>				<i>Trifolium repens</i>			
Extracto		Particulado		Extracto		Particulado	
7 especies	87.5%	5 especies	62.5%	6 especies	75%	5 especies	62.5%

Se observan los resultados del análisis del suelo (pH, N, P y K) al inicio del experimento (tabla 6); al final del experimento para cada alga (extracto y particulado) y para los dos tratamientos estimulantes y control (agua) (tabla 7).

Tabla 6. Resultados del análisis del suelo realizados con el kit de prueba de suelo de Environmental Concepts para el suelo al inicio del experimento haciendo 8 replicaciones.

Suelo al inicio del experimento								
pH	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
K	K1	K1	K0	K1	K1	K1	K1	K0
N	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1
P	P1	P1	P1	P1	P1	P0	P1	P1

pH 7.5 – alcalino, pH 7.0 – neutro, pH 6.5 – ligeramente ácido, pH 6.0 – ácido, pH 5.0 – muy ácido, pH 4.5 – muy ácido. N4 – excedente, N3 – suficiente, N2 – adecuado, N1 – deficiente, N0 – agotado. P4 – excedente, P3 – suficiente, P2 – adecuado, P1 – deficiente, P0 – agotado. K4 – excedente, K3 – suficiente, K2 – adecuado, K1 – deficiente, K0 – agotado.

Tabla 7. Resultados del análisis del suelo realizados con el kit de prueba de suelo de Environmental Concepts para el suelo que se utilizó Extracto “E” y Particulado “P” y los tratamientos estimulantes (Bayfolan forte y Agromil V) y el control (agua).

<i>Ulva fasciata</i> E		<i>Ulva lactuca</i> E	
pH	6	pH	6
K	K3	K	K2
N	N3	N	N2
P	P2	P	P2
<i>Palisada perforata</i> E		<i>Acantophora spicifera</i> E	
pH	6	pH	6
K	K2	K	K3
N	N3	N	N4
P	P3	P	P4
<i>Digenea simplex</i> E		<i>Sargassum cymosum</i> E	
pH	6	pH	6
K	K1	K	K2
N	N2	N	N2
P	P2	P	P2
<i>Padina gymnospora</i> E		<i>Hypnea musciformis</i> E	
pH	6	pH	6
K	K2	K	K1
N	N3	N	N2
P	P2	P	P2

<i>Ulva fasciata</i> P		<i>Ulva lactuca</i> P	
pH	6	pH	6
K	K2	K	K3
N	N3	N	N3
P	P2	P	P2
<i>Palisada perforata</i> P		<i>Acantophora spicifera</i> P	
pH	6	pH	6
K	K3	K	K1
N	N3	N	N2
P	P3	P	P2
<i>Digenea simplex</i> P		<i>Sargassum cymosum</i> P	
pH	6	pH	6
K	K2	K	K1
N	N3	N	N2
P	P2	P	P2
<i>Padina gymnospora</i> P		<i>Hypnea musciformis</i> P	
pH	6	pH	6
K	K2	K	K1
N	N2	N	N2
P	P1	P	P1
Bayfolan forte		Agromil V	
pH	6	pH	6
K	K2	K	K1
N	N2	N	N1
P	P2	P	P1
Agua			
pH	6		
K	K1		
N	N1		
P	P1		

Se observan los resultados de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para dos poblaciones independientes. La asignación de valores fue con números enteros consecutivos debido que la escala propuesta en el equipo de prueba de suelo de

Environmental Concepts corresponde a una escala ordinal. Los valores asignados fueron:

K4, N4, P4 – excedente = 5, K3, N3, P3 – suficiente = 4,

K2, N2, P2 – adecuado = 3, K1, N1, P1 – deficiente = 2,

K0, N0, P0 – agotado = 1

Se observaron diferencias significativas al 95 % de confiabilidad, en la concentración de Nitrógeno, Fosforo y Potasio del inicio del experimento contra el final, tanto en el tratamiento extracto (tabla 8) y particulado (tabla 8), $p \leq 0.05$, por lo tanto se pudo concluir que el contenido de nutrientes en el suelo al inicio fue significativamente menor que al final después del uso las algas marinas como particulado y aplicadas en forma de extracto.

Tabla 8. Resultados del análisis No paramétrico para dos poblaciones.

	Probabilidad	Probabilidad
	(Extracto)	(Particulado)
N	0.00034	0.00032
K	0.0032	0.0066
P	0.00047	0.0035

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, así como a la resolución de muchos procesos químicos que en él se producen. En general, el pH

óptimo de los suelos agrícolas debe variar entre 6.5 y 7.0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad (Prasad y Power, 1997), ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables, y por tanto, donde mejor se aportarán a la mayoría de los cultivos.

La disminución de 0.5 en el pH que se dio al agregar tanto el extracto de algas y el particulado pudo beneficiar a los cultivos ya que el trigo crece bien a un pH entre 5 y 7 y el trébol blanco su pH ideal para crecer va de 5.5 a 7.5.

Se revisó toda la información publicada sobre este tema de 1975 al 2019 que sirvió de soporte para la discusión ver anexo 1.

- **Discusión**

El manejo de fertilizantes químicos que se utilizan en la agricultura, influye negativamente en los suelos. Constituye un factor de riesgo para la salud humana, ya sea por contaminación de agua o por la exposición a través del consumo de alimentos contaminados. Una de las alternativas para disminuir el empleo de fertilizantes químicos es el uso de algas marinas, las cuales varios autores han reportado que al agregarlas al suelo han producido crecimiento diferencial en los cultivos, favoreciendo también la composición del suelo. El efecto de estimulación del crecimiento, está relacionado con los compuestos presentes en las algas marinas como son los micronutrientes (Booth, 1965; Abdel-Maguid *et al.*, 2004; Eman *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2009; Sathya *et al.*, 2010), macronutrientes (Vinogradov, 1953; Abdel-Maguid *et al.*, 2004; Eman *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2009; Sathya *et al.*, 2010), vitaminas (Bula-

Meyer, 2004; Hong *et al.*, 2007), y miméticos de hormonas (Challen y Hemingway, 1966; Scott, 1972; Kingman y Moore, 1982; Tay *et al.*, 1987; Metting *et al.*, 1990; Crouch *et al.*, 1992; Khan *et al.*, 2009), que sirven como fuente de energía adicional para el desarrollo de las plantas (Crouch y Van Staden, 1993; Alvarado-de-León, 2015) y/o estimulan a nivel hormonal el crecimiento.

Es claro que la liberación de los nutrientes que presentan las algas, al descomponerse o administrarse como extractos, quedan disponibles para ser usados por las plantas y así estimular su crecimiento como lo demuestran los estudios de Vinogradov en 1953, el cual concluyó que el efecto que tienen las algas marinas en la agricultura es debido a la composición de micro y macroelementos, el autor menciona que los macroelementos identificados fueron: C, H, O, K, N, S, P, Ca y Mg, encontrando que están disponibles para la planta en concentraciones altas. Booth en 1966 reportó mayor disponibilidad de N, P y K a las plantas tras la aplicación de algas marinas a remolacha azucarera. Se ha reportado que el aplicar las algas marinas al suelo, su descomposición induce una mayor absorción de nutrientes, las hojas crecen, resultando en un mayor rendimiento y calidad de las cosechas (Spinelli *et al.*, 2009 [en manzano]; Thirumaran *et al.*, 2009 [en goma guar]; Sunarpi *et al.*, 2010 [en arroz]; Bai *et al.*, 2011 [en frijol mungo]; Kumari *et al.*, 2011 [en jitomate silvestre]; Ramya *et al.*, 2011; Hernández-Herrera *et al.*, 2014). La investigación de Abou El-Yazied *et al.* (2012), mostró que los efectos de los extractos de algas marinas estimularon el crecimiento de la planta de frijol y aumentaron significativamente el número de hojas por planta, el área promedio de la hoja, el peso fresco de la hoja, el tallo por planta y

el peso seco de la hoja en comparación con el control y esto lo adjudicaron a los micro y macro nutrientes del alga. Los resultados obtenidos en este experimento coinciden con los reportados por los autores antes mencionados, que adjudican el efecto positivo del crecimiento de las plantas a la presencia de macronutrientes, tanto el tratamiento extracto como el particulado estimularon diferencialmente el crecimiento del trigo y del trébol blanco en comparación con los tratamientos estimulantes (Bayfolan forte “uno de los fertilizantes más usados en la agricultura mexicana“ y Agromil V) y el control (agua). En la mayoría de los casos, las algas promovieron un mayor crecimiento en comparación con el fertilizante químico y el concentrado de hormonas.

En México, una gran cantidad de algas marinas pueden ser consideradas como un recurso económico local importante, puesto que algunas especies están disponibles en moderada abundancia en las costas mexicanas. En el presente estudio se observó que el 80 % de las algas utilizadas estimularon el crecimiento igual o mejor que el fertilizante químico, por tanto, se considera que la mayoría de las algas empleadas en este experimento se pueden usar como bio-estimulantes y/o acondicionadoras de suelo. Trabajos donde se ha reportado porcentajes altos de bioactividad de algas con: Sunarpi *et al.*, (2010) donde se utilizaron 10 especies de algas (*Turbinaria murayana*, *Turbinaria ornata*, *Sargassum* sp.1, *Sargassum* sp.2, *Sargassum polycistum*, *Ulva fasciata*, *Ulva ferticulata*, *Padina* sp., *Chaetomorpha* sp. e *Hydroclatrus* sp.), y todas ellas estimularon el crecimiento de *Oryza sativa*; (Kavipriya *et al.*, (2011) utilizaron 6 especies de algas (*Ulva lactuca*, *Caulerpa scalpelliformis*, *Sargassum plagiophyllum*, *Turbinaria conoides*, *Padina tetrastromatica*, *Dictyota dichotama*), los cuales hubo un

16.6% de efectividad a diluciones del 0.2% y al 0.1%, y un 33.33 de efectividad a diluciones del 0.3% y 0.4% en la bioestimulación del crecimiento de *Vigna radiata*; Hernández-Herrera *et al.*, (2013) utilizaron 4 especies de algas (*Ulva lactuca*, *Caulerpa sertularioides*, *Padina gymnospora* y *Sargassum liebmannii*), el 75%, es decir, 3 de ellas estimularon el crecimiento de *Solanum lycopersicum* a las concentraciones estudiadas y solo una especie algal (25%) estimuló el crecimiento a diluciones al 1% y 0.4%; Anisimov y Chaikina, (2014) utilizaron 6 especies de algas, observando que todas bioestimularon el crecimiento (100%).

La verificación del cambio en la composición del suelo, particularmente el incremento de Nitrógeno, fue mayor para el tratamiento de extracto de *Ulva fasciata*, *Acantophora spicifera*, *Palisada perforata* y *Padina gymnospora*. En los tratamientos particulados las algas que incrementaron la concentración de nitrógeno en la tierra, al final de experimento fueron *Ulva fasciata*, *Ulva lactuca*, *Palisada perforata* y *Digenea simplex*. Para el macronutriente fósforo, su concentración en la tierra fue mayor al final del experimento en los extractos de *Acantophora spicifera* y *Palisada perforata* y en el tratamiento particulado solo en *Palisada perforata* se incrementó la concentración de este ion. Con respecto al potasio, la concentración de este fue mayor en el tratamiento de extracto de *Ulva fasciata* y *Acantophora spicifera* y en el particulado de *Ulva lactuca* y *Palisada perforata*. Las algas marinas mejoran la condición del suelo, además incrementan el nivel de nutrientes del suelo como N, P, K y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas (Surey-Gent y Morris, 1987).

Trabajos realizados por Sridhar y Rengasamy, (2010b) en maní; Kavipriya *et al.*, (2011) en soja verde; Hernández-Herrera, *et al.* (2013) en jitomate; Ruiz *et al.*, (2016) en albahaca; Castellanos-Barriga *et al.*, (2017) también en soja verde; Duarte *et al.*, (2018) en chícharo utilizaron el alga *Ulva lactuca* como bio-estimulantes de crecimiento, en estos trabajos se obtuvieron resultados positivos al estimular el crecimiento de las plantas. El alga *Padina gymnospora* ha sido usada como estimulante del crecimiento por Hernández-Herrera *et al.*, (2013) en jitomate, sus resultados sugirieron que se observó un mayor índice de germinación y un mayor crecimiento de las plantas experimentales. Lo anterior coincidió con los resultados obtenidos, en *Padina gymnospora* y *Ulva lactuca* de este estudio, las cuales estimularon el crecimiento de trébol blanco y trigo.

En el presente estudio, el extracto de *Hypnea musciformis* estimuló el crecimiento del trigo mucho más que los tratamientos estimulantes. En el caso del tratamiento particulado, éste estuvo por debajo del tratamiento hormonal con agromil V. Para el trébol blanco en extracto de *Hypnea musciformis* estuvo por debajo del tratamiento con bayfolan forte y en el caso de particulado estuvo por debajo de los tratamientos estimulantes, y fue el alga que estimuló menos el crecimiento de trébol blanco y trigo en este trabajo; lo anterior concuerda con el trabajo de Ganapathy y Sivakumar, (2014) que al probar el extracto de esta alga a una concentración del 8%, se inhibió el crecimiento y a la concentración del 2 % estimuló mayor el crecimiento del maní. Esto se relaciona con la concentración del extracto, ya que a una concentración alta como

se uso en el presente estudio (20 %), no estimulo el crecimiento de las plantas experimentales.

Trabajos de Duarte *et al.* (2018) en chícharo con *Ulva fasciata* y *Ulva lactuca*, de Sunarpi *et al.* (2010) en arroz con *Ulva reticulada*; Anisimov y Chaikina, (2014) en soja con *Ulva fenestrata*; y Akila *et al.*, (2019) en soja verde con *Ulva* sp. son trabajos realizados con especies del Género *Ulva* de la División Chlorophyta, en este trabajo también se uso *Ulva fasciata* con la cual obtuvieron buenos resultados (mejor crecimiento) cuando se aplicaron al trigo en forma de (extracto y particulado) y para trébol blanco en forma de particulado; lo anterior concuerda con lo reportado por Duarte *et al.* (2018) los cuales mencionan que con el uso del alga *Ulva fasciata* en forma de ensilado y particulado se obtuvieron buenos resultados en el crecimiento de *Pisum sativum* en comparación del tratamiento con Agromil V (hormonas vegetales), este estimulante hormonal también se utilizó en el presente experimento; donde estimuló el crecimiento más que los controles.

En el caso de las especies de la División Rhodophyta, las cuales fueron de las más estudiadas en este experimento, *Acantophora spicifera*, *Digenea simplex* y *Palisada perforata* mostraron efecto estimulante del crecimiento en el trigo cuando se adicionaron como extracto y particulado en comparación con el fertilizante químico (bayfolan forte) y las hormonas vegetales (agromil V). En el caso del trébol blanco, el extracto de *Acantophora spicifera* fue el que estimuló mayor crecimiento y para particulado fue *Palisada perforata* la que estimuló un mayor crecimiento, comparado contra los tratamientos estimulantes, lo anterior concuerda con lo reportado de Duarte

et al., (2018) que al utilizar *Palisada perforata* (= *Chondrophyucus papillosus*) como particulado obtuvo estimulación del crecimiento de *Pisum sativum*. Diferentes autores han utilizado varias especies de Rhodophyta y han tenido resultados estimulantes del crecimiento de diversas plantas de cultivo, como Rathore *et al.*, 2009 aplicando a soja el alga *Kappaphycus alvarezii*; Zodape *et al.*, (2011) en jitomate silvestre también con *Kappaphycus alvarezii*; Vinoth *et al.*, (2012) en jitomate silvestre usando *Gracilaria edulis*; Anisimov y Chaikina, (2014) donde se usaron las algas *Neorhodomela larix* y *Tichocarpus crinitus* aplicadas a plantas de soja; Rao y Chatterjee, (2014) aplicaron extracto de *Gracilaria textorii* a cultivos de (berenjena y jitomate) y Arunkumar *et al.*, (2015) en Chile con *Gracilaria corticata* var. *corticata*. Estas algas no crecen en nuestro país, a excepción de los cultivos de *Kappaphycus alvarezii* en el Caribe mexicano, sin embargo, otras especies de *Gracilaria* sí, aunque no fueron probadas, pueden potencialmente mostrar esta bioactividad. Estos autores atribuyen a la presencia y concentración de los micronutrientes y macronutrientes del alga, así como a sustancias promotoras del crecimiento como la citoquinina que pueden estar presentes en algunas especies de Ochrophyta, lo cual ayuda a que se estimule el crecimiento de plantas de cultivo.

En este experimento no se trabajó con ningún alga usada por estos autores, pero el alga roja que mostró un efecto de mayor crecimiento tanto para trigo como para trébol blanco fue *Acantophora spicifera* en el tratamiento de extracto.

Para las especies de la División Ochrophyta se usaron *Padina gymnospora* y *Sargassum cymosum* en los dos tratamientos; estas dos algas tuvieron un rendimiento

regular para estimular el crecimiento de las plantas experimentales. El tratamiento particulado de *Sargassum cymosum* aplicado al trigo, estimuló pobremente el crecimiento, quedando por debajo del producido por agromil V; en el tratamiento particulado y tratamiento extracto, aplicado al trébol blanco, el crecimiento producido fue menor que el obtenido por el fertilizante químico bayfolan forte. Lo anterior coincide en parte con los resultados publicados por Duarte *et al.*, (2018) usando el chicharo, que al aplicarle extracto de *Sargassum polyceratum* especie de alga del mismo género también se obtuvo un crecimiento por debajo del tratamiento estimulante de hormonas vegetal (Agromil V). En contraste, el tratamiento particulado aplicado por Duarte *et al.*, 2018 sí estimuló el crecimiento más que el tratamiento estimulante hormonal. La actividad bioestimulante del crecimiento que poseen las algas marinas puede estar regulada por varios factores: como el tipo de extracto, las concentraciones aplicadas o debida a las condiciones ecológicas, geográficas o relacionada con la época de recolecta del material algal (estacionalidad). Lo anterior se ha podido observar en varios experimentos como: Sridhar y Rengasamy, (2010b) y en Kavipriya *et al.*, (2011) en ambos trabajos utilizaron el alga *Ulva lactuca* la cual fue recolectada en la misma localidad pero en fechas distintas, mostrando una actividad bioestimulante diferencial entre ellas. El efecto estuvo relacionado con la temporalidad o estacionalidad de la recolecta. En este trabajo y en una experiencia previa, Duarte *et al.*, 2018 experimentaron con *Palisada perforata*, *Ulva lactuca* y *Ulva fasciata* las cuales fueron recolectadas en la misma localidad pero en fechas distintas y los resultados mostraron actividad bioestimulante diferente. Para el caso de las especies *Ulva lactuca* y *Ulva fasciata*, Duarte *et al.* (2018) las recolectaron en época de secas

en el mes de marzo en punta delgada en el estado de Veracruz, mientras que en este trabajo se recolectaron en época de lluvias en el mes de septiembre dentro de la misma localidad y se encontró lo siguiente: para el tratamiento extracto existió una estimulación menor del crecimiento en comparación con los resultados de Duarte et al. (2018). Caso contrario para el tratamiento particulado, puesto que las algas recolectadas en este trabajo estimularon mejor el crecimiento. Para apoyar la hipótesis de que la localidad o condiciones ambientales influyen en la presencia, ausencia o potencia de las propiedades bioestimulantes, consideramos dos trabajos Duarte *et al.*, (2018) *Palisada perforata* (= *Chondrophyucus papillosus*) recolectada en época de secas en Playa Paraíso, estimuló el crecimiento de *Pisum sativum*, mientras que esta misma especie *Palisada perforata* pero colectada 3 años después en Playa Muñecos (localidad alejada a 250 km de Playa Paraíso) estimuló en menor medida el crecimiento de las plantas en este trabajo, lo anterior refuerza la hipótesis planteada. Ganapathy y Sivakumar, (2014) y en este trabajo, se utilizó el alga *Hypnea musciformis*, recolectadas en localidades distintas y en fechas distintas, Ganapathy y Sivakumar, (2014) en la zona costera rocosa de kanyakumari en el estado de Tamil Nadu en la India y en este trabajo se recolectó en Punta Delgada en el estado de Veracruz en México, también se observó actividad bioestimulante diferencial, en este trabajo *Hypnea musciformis* estimuló muy pobremente el crecimiento de las plantas experimentales (*Trifolium repens* “trébol blanco” y *Triticum aestivum* “trigo”) en los dos tratamientos probados (extracto y particulado), en ocasiones fue menor que el obtenido con el Bayfolan forte y el Agromil V (en trigo para particulado estimuló menos el crecimiento que agromil V; en trébol blanco para extracto estimuló menos que el

bayfolan forte y en particulado estimuló menos que el bayfolan forte y agromil V); en el caso del trabajo de Ganapathy y Sivakumar, (2014) a un porcentaje de concentración del 2% del extracto fue el que bioestimuló mayor el crecimiento de *Arachis hipogea* “Maní” mas que el control, en el caso de las concentraciones de 1%, 4% y 6% estimularon por arriba del control y en el caso de la concentración al 8% se inhibió el crecimiento estando por debajo del control. Estos resultados ayudan a comprobar que las zonas y condiciones de los sitios de recolecta modifican la síntesis de compuestos que pueden estimular el crecimiento, o bien cambian la potencia o concentración de estos.

En el caso de *Padina gymnospora* solo el tratamiento particulado aplicado al trébol blanco, estuvo por debajo del Bayfolan forte, en contraste con lo encontrado por Hernández-Herrera *et al.*, (2013) en jitomate y Duarte *et al.*, (2018) en chicharo, que al usar *Padina gymnospora* sí estimuló el crecimiento por arriba del control (agua) y del estimulante vegetal (agromil V). Lo anterior puede deberse a que se trató de plantas experimentales distintas y por tanto con respuestas diferentes intrínsecas de la especie.

En la actualidad, las algas mas utilizadas de la división Ochrophyta como bio-estimulantes del crecimiento son *Ascophyllum nodosum* y *Ecklonia máxima* que incluso se han comercializado como extractos algales. Sin embargo, no están presentes en costas mexicanas y por ello la importancia del objetivo de este trabajo, el de encontrar especies de algas que promuevan efectos bio-estimulantes del

crecimiento de algunas especies de interés forrajero como (maíz, alfalfa, trébol blanco, etc) y alimenticio como (trigo, cebada, frijol, lenteja, etc).

- **Conclusiones**

1. Los extractos de algunas macroalgas marinas de la costa de Veracruz promueven el crecimiento de *Triticum aestivum* y *Trifolium repens*.

2. Del total de las especies probadas un alto porcentaje mostraron bioactividad es decir estimularon el crecimiento de las plantas en cultivo, de tal modo que un gran número de algas pueden ser potencialmente bioestimulantes del crecimiento de plantas de cultivo.

3. El mejor tratamiento algal probado fue el extracto para las dos especies experimentales, ya que todas las algas estimularon el crecimiento del trigo (100%) y para el trébol blanco solo lo hicieron 6 algas (75%) de las 8 probadas en el experimento. En el tratamiento particulado, 6 algas de 8 (62.5 %) estimularon al trigo, mientras que 4 de 8 (50%) hicieron crecer al trebol significativamente en comparación con los controles.

4. El alga que promovió mayor crecimiento de la planta experimental *Triticum aestivum* fue *Acantophora spicifera* con el tratamiento extracto.

5. El alga que promovió mayor crecimiento de la planta experimental *Trifolium repens* fue *Acantophora spicifera* con el tratamiento extracto.

6. Para *Triticum aestivum* el agua, Bayfolan forte, Agromil V y el extracto de alga *Hypnea musciformis* fueron los que promovieron menor el crecimiento.

7. Para *Triticum aestivum* el agua, Bayfolan forte, los particulados de las algas *Hypnea musciformis* y *Sargassum cymosum* fueron los que promovieron menor el crecimiento.

8. Para *Trifolium repens* el agua, Agromil V, los extractos de algas *Digenea simplex* y *Hypnea musciformis* fueron los que promovieron menor el crecimiento.

9. Para *Trifolium repens* el control de agua, los particulados de las algas *Hypnea musciformis* y *Digenea simplex*, así como el Agromil V fueron los que promovieron el menor crecimiento.

10. El agregar las algas en forma de extracto o particulado ayudó a mejorar la composición del suelo en Nitrógeno, Fósforo y Potasio, que son nutrientes disponibles para las plantas; que aumentan la productividad y son indicadores de la calidad del suelo.

11. Se comprobó que existe potencial en las algas estudiadas para su uso como bioestimulantes de crecimiento de plantas de cultivos de interés comercial, mejorando la calidad del suelo para el aporte de nutrientes esenciales para los cultivos.

- **Perspectivas para estudios futuros**

- Utilizar diferentes concentraciones de extractos en estas o diferentes especies forrajeras o alimenticias.
- Separar de las algas compuestos lípidos y carbohidratos y ver cuáles estimulan mejor el crecimiento de las plantas.

- Estudiar el crecimiento en órganos específicos (raíz, hojas) de la planta a través de la bioestimulación de las algas.
- Aislamiento de fitohormonas de las algas (si están presentes).
- Probar la bioestimulación de las algas a nivel masivo (parcelas).
- Implementar el uso de bioestimulantes en el riego con técnicas de ahorro de agua como goteo.
- Estudiar la composición del suelo de N, P y K cuantitativamente antes de la adición de las algas y al final.

- **Literatura citada**

Abdel-Maguid A.A., El-Sayed A.B. & Hassan. H.S. A. 2004. Growth enhancement of olive transplants by broken cells of fresh green algae as soil application. *J. Agric. Res.*, 29(3): 723-737.

Abetz P. & Young C.L. 1983. The effect of seaweed extract sprays derived from *Ascophyllum nodosum* on lettuce and cauliflower crops. *Bot. Mar.*, 26: 487–492.

Abetz P. 1980. Seaweed extracts: have they a place in Australian agriculture or horticulture?. *J. Austral. Inst. Agric. Sci.*, 46: 23–29.

Abhilash E., Jisby J. & Parayil S. 2013. Effect of sea weed (*Caulerpa racemosa*) extract on biochemical variations, growth and yield of *Vigna mungo*. *Asia Pacific Journal of Environment Ecology and Sustainable Development* 1(1): 3-5.

- Abou El-Yazied A., El-Gizawy A.M., Ragab M.I. & Hamed E.S. 2012. Effect of seaweed extract and compost treatments on growth, yield and quality of snap bean”, *J. of Am. Sci.*, 8(6): 1-20.
- Akila V., Sukeetha D.S., Manikandan A., Ayyasamy P.M. & Rajakumar S. 2019. A foliar spray application of seaweed liquid fertilizer (SLF) on the growth and biochemical constituents of *Vigna radiata* (L.) from marine macroalgae *Ulva* sp. *International Journal of Scientific Research and Review* 8(2): 345-353.
- Altieri M.A. 1992. Agroecological foundations of alternative agriculture in California. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 39: 23-53.
- Alvarado-de-León H.M. 2015. Efecto de bioestimulantes enzimáticos a base de algas marinas sobre el desarrollo de caña de azúcar en renovación; La Gomera, Escuitla. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar. 66 p.
- Anisimov M.M. & Chaikina E.L. 2014. Effect of seaweed extracts on the growth of seedling roots of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seasonal changes in the activity. *International Journal of Current Research and Academic Review* 2(3): 19-23.
- Arthur G.D., Stirk W.A. & Van Staden J. 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annum*. *South African Journal of Botany* 69: 207–211.

- Arunkumar K., Kamalarasan M. & Archanadevi J. 2015. Growth promoting effect of two seaweed extract on chilly, *Capsicum annum* L. var. PMK 01. *Phykos* 45(2): 1-8.
- Bai N.R., Christi R.M. & Kala T.C. 2011. Seaweed liquid fertilizer as an alternate source of chemical fertilizer in improving the yield of *Vigna radiata* L. *Plant Archives* 11(2): 895-898.
- Beckett R.P. & Van Staden J. 1989. The effect of seaweed concentrate on the growth and yield of potassium stressed wheat. *Plant Soil.*, 116: 29–36.
- Bhosle N.B., Dhargalkar V.K. & Untawale A.G. 1975. Effect of seaweed extract on the growth of *Phaseolus vulgaris* L. *Indian J. Mar. Sc.*, 4: 208-210.
- Biostimulant Coalition. 2013. What are biostimulants? <http://www.biostimulantcoalition.org/about/>.
- Blunden G. 1972. The effects of aqueous seaweed extract as a fertilizer additive. Tokyo University Press. Japan. *Proceedings of the International Seaweed Symposium 7*: 584-589.
- Blunden G., Challen S.B. & Woods D.L. 1968. Seaweed extracts as fertilizers. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 19: 289-293.
- Blunden G., Jenkins T. & Liu Y-W. 1997. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *J. Appl. Phycol.*, 8: 535–543.

- Boobalan B., Nirmal S., Mahendrakumar M. & Perinbam K. 2018. Biofertilizing efficiency of *Sargassum polycystum* extract on growth and biochemical composition of *Vigna radiata* and *Vigna mungo*. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 7(1): 27-32.
- Booth E. 1965. The manurial value of seaweed. *Bot. Mar.*, 8: 138–143.
- Booth E. 1966. Some properties of seaweed manures. *Proceedings of the International Seaweed Symposium* 5: 349-357.
- Booth E. 1969. The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. *In Proceedings of the International Seaweed Symposium* 6: 655-662.
- Briceño-Domínguez R. 2011. Producción y evaluación de extractos líquidos obtenidos a partir del alga gigante *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Agardh, como estimulantes del crecimiento vegetal. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 86pp.
- Bula-Meyer G. 2004. Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial de *Sargassum* flotante en la producción de fertilizante en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia, *Rev. Intropica* 1: 91-103.
- Cabioch J. 1976. Utilization des Algues. *Skol-Vreiz.*, 45: 20-24.

- Caiozzi M., Peirano P., Rauch E. & Zunino, H. 1968. Effect of seaweed on the levels of available phosphorus and nitrogen in a calcareous soil. *Agronomy Journal* 60: 324-326.
- Cassan L., Jeannin I., Lamaze T. & Morot-Gaudry J.F. 1992. The effect of the *Ascophyllum nodosum* extract goemar GA 14 on the growth of spinach. *Botanica Marina* 35: 437-439.
- Castellanos-Barriga L.G., Santacruz-Ruvalcaba F., Hernández-Carmona G., Ramírez-Briones E. & Hernández-Herrera R.M. 2017. Effect of seaweed liquid extracts from *Ulva lactuca* on seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*). *J, Appl, Phycol.*, 29: 2479–2488.
- Challen S.B. & Hemingway J.C. 1966. Growth of higher plants in response to feeding with seaweed extracts. *Proceedings of International Seaweed Symposium* 5: 359–367.
- Chen J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, Bangkok, 1-11.
- Craigie J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* 23(3): 371-393.

- Crouch I.J. & Van Staden J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant growth regulation* 13(1): 21-29.
- Crouch I.J., Smith M.T., Van Staden J., Lewis M.J. & Hoad G.V. 1992. Identification of auxins in a commercial seaweed concentrate. *J. Plant Physiol.*, 139: 590–594.
- Daverede I.C., Kravchenko A.N., Hoefft R.G., Nafziger E.D., Bullock D.G., Warren J.J., & Gonzini L.C. 2004. Phosphorus runoff from incorporated and surface-applied liquid swine manure and phosphorus fertilizer. *J. Environ. Qual.*, 33: 1535–1544.
- Domínguez P., & Domínguez A. 1994. Nitratos en hortalizas españolas. *Agrícola Vergel* 12(147): 18-20.
- Duarte I., Álvarez H. S. H., Ibañez A. L. & Rodríguez C A. 2018. Macroalgae as Soil Conditioners or Growth Promoters of *Pisum sativum* (L). *Annual Research & Review in Biology* 27: 1-8.
- El Din S.M.M. 2015. Utilization of seaweed extracts as bio-fertilizers to stimulate the growth of wheat seedlings. *Egypt. J. Exp. Biol. (Bot.)*, 11(1): 31–39.
- Eman A., Moniem A.E., & Abd-Allah A.S.E. 2008. Effect of green algae cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of superior grapevines. *Am. Euras. J. Agric. and Environ. Sci.*, 4(4): 427- 433.
- Erulan V., Soundarapandian P., Thirumaran G. & Ananthan G. 2009. Studies on the effect of *Sargassum polycystum* (C. agardh, 1824) extract on the growth and

- biochemical composition of *Cajanus Cajan* (L.) Mill sp. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 6(4): 392-399.
- FAO. 2013. *Manual de compostaje del agricultor*. Experiencias en América Latina. Chile. 112 p.
- FAO. 2015. *Plaguicidas Código de conducta*. Roma. 56 p.
- Featonby-Smith B.C. & Van Staden J. 1984. The effect of seaweed concentrate and fertilizer on growth and the endogenous cytokinin content of *Phaseolus vulgaris*. *South African Journal of Botany* 3: 375-379.
- Ferreira dos Santos P.L., Reinaldo Z.A., Corrêa J.H.W., Villas B.R.L., Broetto F. & Armando R.T.A. 2019. Use of seaweed-based biostimulant (*Ascophyllum nodosum*) on ornamental sunflower seed germination and seedling growth. *Ornamental Horticulture* 25: 231-237.
- Finnie J.F. & Van Staden J. 1985. Effect of seaweed concentrate and applied hormones on in vitro cultured tomato roots. *J. Plant Physiol.*, 120: 215–222.
- Ganapathy S.G. & Sivakumar K. 2014. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 3(1): 18-22.

- González A., Castro J., Vera J. & Moenne A. 2013. Seaweed oligosaccharides stimulate plant growth by enhancing carbon and nitrogen assimilation, basal metabolism, and cell division. *J. Plant Growth Regul.*, 32: 443–448.
- Haider M.W., Ayyub C.M., Pervez M.A., Asad H.U., Manan A., Raza S.A. & Ashraf I. 2012. Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Soil Environ.*, 31: 157–162.
- Hallberg G.R. 1989. Nitrate in groundwater in the United States. *In*: R. F. Follet (Ed). *Nitrogen management and groundwater protection*. Amsterdam: Elsevier. pp. 69-73.
- Hernández A. 2011. Uso de pesticidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Rev. Int. Contam. Ambient.*, 27(2): 115-127.
- Hernández G., R. 2002. Nutrición Mineral de las Plantas. LibroBotanicaOn Line. Ed. Fisiología Vegetal, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes - Mérida – Venezuela consultado en Novimebre 2021 en <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/nutricionmineral/>.
- Hernández H.R.M., Santacruz R.F., Ruiz L.M.A., Norrie J. & Hernández C.G. 2014. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology* 26(1): 619-628.

- Hernández-Herrera M., Santacruz-Ruvalcaba F., Ruiz-López M., Norrie J. & Hernández-Carmona G. 2013. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J. of Appl. Phycol.*, 25: 4.
- Hong D., Hien H. & Son P. 2007. Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *J. of Appl. Phycol.*, 19: 817–826.
- Jeannin I., Lescure J.C. & Morot-Gaudry J.F. 1991. The effects of aqueous seaweed sprays on the growth of maize. *Bot. Mar.*, 34: 469-471.
- Kalaivanan C. & Venkatesalu V. 2012. Utilization of seaweed *Sargassum myriocystum* extracts as a stimulant of seedlings of *Vigna mungo* (L.) Hepper. *Spanish J. Agri. Res.*, 10(2): 466-470.
- Kalaivanan C., Chandrasekaran M. & Venkatesalu V. 2012. Effect of Seaweed liquid extract of *Caulerpa scalpelliformis* on growth and biochemical constituents of black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper. *Phykos* 42 (2): 46-53.
- Kavipriya R., Dhanalakshmi P.K., Jayashree S. & Thangaraju N. 2011. Seaweed extract as a biostimulant for legume crop, green gram. *Journal of Ecobiotechnology* 3(8): 16-19.
- Khan W. Hiltz D. Critchley A.T. & Prithiviraj B. 2011. Bioassay to detect *Ascophyllum nodosum* extract-induced cytokinin-like activity in *Arabidopsis thaliana*. *J. Appl. Phycol.*, 23: 409–414

- Khan W., Rayirath U.P, Subramanian S., Jithesh M., Rayorath P., Hodges M., Critchley A., Craigie J., Norrie J. & Prithiviraj B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development (review). *Journal of Plant Growth Regulation* 28(4): 386–399.
- Kingman A.A. & Moore J. 1982. Isolation, purification and quantification of several growth regulating substances in *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyta). *Bot. Mar.*, 25: 149-153.
- Kombrink E. & Somssich E. 1995. Defense responses of plant to pathogens. *Adv. Bot. Res.*, 21: 1-34.
- Kumar G. & Sahoo D. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. *Pusa Gold*. *J. Appl. Phycol.*, 23: 251–255.
- Kumareswari T. & Victorial R.S.M. 2015. Utilization of seaweeds to enhance growth and nutritive status of *Amaranthus caudatus* L. *International Journal of Research Studies in Biosciences* 3: 9-15.
- Kumari R., Kaur I. & Bhatnagar A. 2011. Effect of aqueous extract of *Sargassum johnstonii* Setchell & Gardner on growth, yield and quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Journal of Applied Phycology* 23: 623–633.
- Metting B., Zimmerman W.J., Crouch I.J. & Van Staden J. 1990. Agronomic uses of seaweed and microalgae. In: Akatsuka I. (ed) *Introduction to applied phycology*. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands, pp 269–627.

- Milton R. 1964. Liquid seaweed as a fertilizer. *Proceedings of International Seaweed Symposium 4*: 428-431 New York: Macmillan.
- Moe P.G., Mannering J.V. & Johnson C.B. 1967. Loss of fertilizer nitrogen in surface runoff water. *Soil Sci.*, 104: 389–394.
- Norrie J. & Keathley J.P. 2006. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to 'Thompson seedless' grape production. (Proceedings of the Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production, 2005). *Acta Hortic.*, 727: 243–247.
- OCDE/FAO. 2011. OCDE-FAO *Perspectivas Agrícolas 2011-2020*, OECD Publishing y FAO.
- Orozco-Abundis M.A. 2006. Fomento de la agricultura sostenible mediante el establecimiento de un sistema de garantías de calidad en los procesos productivos y de comunicación a los consumidores. Aplicación a la agricultura mexicana. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. 371 p.
- Parthiban C., Saranya C., Hemalatha A., Kavitha B. & Anantharaman P. 2013. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Spatoglossum asperum* on the growth and pigment content of *Vigna radiata*. *Int. J. Recent. Sci. Res.*, 4(9): 1418-1421.
- Prasad R. & Power J. F. 1997. Soil fertility management for sustainable agriculture. Lewis Publishers. Boca Raton, New York. 356 p.

- Quilty J.R. & Cattle S.R. 2011. Use and understanding of organic amendments in Australian agriculture: a review. *Soil Res.*, 49: 1–26.
- Ramya S.S, Nagaraj S. & Vijayanand N. 2011. Influencia de los extractos líquidos de algas en el crecimiento, características bioquímicas y de rendimiento de *Cyamopsis tetragonolaba* (L.) Taub. *The Journal of Phytology* 3: 37-41.
- Ramya S.S., Vijayanand N. & Rathinavel S. 2015. Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga *Stoechospermum marginatum* on growth, biochemical and yield of *Solanum melongena*. *Int. J. Recycl. Org. Waste. Agric.*, 4(3): 167-173.
- Rao G.M.N. & Chatterjee R. 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer from *Gracilaria textorii* and *Hypnea musciformis* on seed germination and productivity of some vegetable crops. *Uni J of Plant Sci.*, 2(7): 115-120.
- Rathore S.S., Chaudhary D.R., Boricha G.N., Ghosh A., Bhatt B.P., Zodape S.T. & Patolia J.S. 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrients uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany* 75: 351-355.
- Rayirath P., Benkel B., Hodges D., Allan-Wojtas P., Mackinnon S., Critchley A. & Prithiviraj B. 2009. Lipophilic components of the brown seaweed, *Ascophyllum nodosum*, enhance freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Planta* 230: 135-47.

- Restrepo I. 1992. Los plaguicidas en México. Comisión Nacional de Derechos Humanos. México. 2a. ed., 296 pp.
- Restrepo J., Angel D. & Prager M. 2000. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF), Santo Domingo, República Dominicana. 134 p.
- Reyes-Tirado. 2015. *Agricultura Ecológica: los siete principios de un sistema alimentario que se preocupa por la gente*. Greenpeace Internacional. Ámsterdam Países Bajos. 66 p.
- Ruiz E.F. 2001. Agrohomeopatía: una opción ecológica para el campo mexicano. *La Homeopatía de México* 70 (613): 110-116.
- Ruiz E.F.H., Hernández E.R., Beltrán M.F. A., Zamora S.S., Loya R.J.G. & Luna, O.J.G. 2016. Macroalgas como componente en el sustrato para producción de plántula de albahaca. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (17): 3543-3555.
- SAGARPA-COFUPRO-UNAM. 2013. Manual Teórico – práctico: Los Biofertilizantes y su uso en la Agricultura. Editorial Prado. México, D.F. 2013. 50 pp.
- Sanchez L., Díez J.A., Vallejo A. & Cartagena M.C. 2001. Denitrification losses from irrigated crops in central Spain. *Soil Biol. Biochem.*, 33: 1201–1209.
- Sarkar G., Jatar N., Goswami P., Cyriac R., Suthindhiran K. & Jayasri M.A. 2018. Combination of different marine algal extracts as biostimulant and biofungicide. *Journal of Plant Nutrition* 41(9): 1163-1171.

- Sarwar G., Schmeisky H., Hussian S., Muhammad M.I. & Safdar E. 2008. Improvement of soil physical and chemical properties with compost application in rice-wheat cropping system. *Journal Bot.*, 40: 275-282.
- Sathya B., Indu H., Seenivasan R. & Geetha S. 2010. Influence of seaweed liquid fertilizer on the growth and biochemical composition of legume crop *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. *J. Phytol.*, 2(5): 50-63.
- Schachtman D.P., Reid R.J., & Ayling S.M. 1998. Phosphorus uptake by plants: from soil to cell. *Plant Physiol.*, 116: 447–453.
- Scott T.K. 1972. Auxins and roots. *Annual Revue of Plant Physiology* 23: 235-258.
- Selvaraj R., Selvi M. & Shakila P. 2004. Effect of seaweed liquid fertilizer on *Abelmoschus esculentus* (L). Moench and *Lycopersicon lycopersicum* Mill. *Seaweed Res. Utilin.*, 26: 121-123.
- Senn T.L. 1987. Seaweed and plant growth. (1st edición). T L Senn. 181 p.
- Shehata S.M., Abdel-Azem H.S., Abou El-Yazied A. & El-Gizawy A.M. 2011. Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constitutes, yield and its quality of celeriac plant. *European Journal of Scientific Research* 58(2): 257-265.
- Simpson K. & Hayes S.F. 1958. The effect of soil conditioners on plant growth and soil structure. *J. Sci. Food Agric.*, 9: 163-170

- Sivasankari S., Venkatesalu V., Anantharaj M. & Chandrasekaran M. 2006. Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology* 97: 1745-1751.
- Sotamba S.R.P. & Sánchez D.J.S. 2013. “Estudio de comercialización hortícola en la Parroquia San Joaquin Bajo-Cuenca” (Tesis de ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 214 p.
- Spinelli F., Fiori G., Noferini M., Sprocatti M. & Costa G. 2009. Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 84: 131–137.
- SPSS Inc. Publicado en 2006. SPSS para Windows, versión 15.0. Chicago, SPS Inc.
- Sridhar S. & Rengasamy R. 2010a. The effect of aqueous *Sargassum wightii* extract on *Amaranthus roxburghinus* and *Amaranthus tricolor* under field trial. *Journal of Basic and Applied Biology* 4(1&2): 149-156.
- Sridhar, Sekaran & Rengasamy, R. 2010b. Significance of seaweed liquid fertilizers for minimizing chemical fertilizers and improving yield of *Arachis hypogaea* under field trial. *Recent Research in Science and Technology* 2(5): 73-80
- Stephenson W. 1974. *Seaweed in Agriculture and Horticulture*. Bargyla and Gylver Rateaver, California, 241 pp.

- Subba R.P.V., Mantri V.A. & Ganesan K. 2007. Mineral composition of edible seaweed *Porphyra vietnamensis*. *Food Chem.*, 102: 215-218.
- Sunarpi J.A., Kurnianingsih R., Julisaniah N.I. & Nikmatullah A. 2010. Effect of Seaweed extracts on growth and yield of rice plants. *Nusantara Bioscience* 2(2): 73-77.
- Surey-Gent, S. & Morris G. 1987. Seaweed: Auser's guide. Whitter Books Ltd. London, UK. 160 p.
- Tay S.A.B., Palni L.M.S. & Macleod J. K. 1987. Identification of cytokinin glucosides in a seaweed extract. *Journal of Plant Growth and Regulation* 5: 133-138.
- Temple W.D., Bomke A.A., Radley R.A. & Holl F.B. 1989. Effects of kelp (*Macrocystis integrifolia* and *Ecklonia maxima*) foliar applications on bean crop growth and nitrogen nutrition under varying soil moisture regimes. *Plant Soil* 117 (1): 75–83.
- Thirumaran G., Arumugam M., Arumugam R. & Anantharaman P. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonolaba* (L) Taub. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2(2): 50-56.
- Uribe-Orozco M.E., Mateo-Cid L.E., Mendoza-González A.C., Amora-Lazcano E.F., González-Mendoza D. & Durán-Hernández D. 2018. Efecto del alga marina *Sargassum vulgare* C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro. *Idesia (Arica)* 36(3): 69-76.

- Van Staden J., Beckett R.P. & Rijkenberg M.J. 1995. Effect of seaweed concentrate on the growth of the seedlings of three species of Eucalyptus. *South African Journal of Botany* 61, 169-172.
- Van Staden J., Upfold S.J. & Drewes F.E. 1994. Effect of seaweed concentrate on growth and development of the marigold *Tagetes patula*. *J. Appl. Phycol.*, 6: 427–428.
- Vinogradov. A.P. 1953. The elementary chemical composition of marine organisms. *Trau Lab Biogeochem. URSS* 4: 5-9.
- Vinoth S., Gurusaravanan P. & Jayabalan N. 2012. Effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency *in vitro* mass propagation of *Lycopersicon esculentum* L. (tomato) through double cotyledonary nodal explant. *Journal of Applied Phycology* 24: 1329–1334.
- Zemke-White W.L. & Ohno M. 1999. World seaweed utilization: an end-ofcentury summary. *J. Appl. Phycol.*, 11: 369-376.
- Zermeño G.A., López R.B.R., Melendres A.A.I., Ramírez R.H., Cárdenas P.J.O. & Munguía L.J.P. 2015. Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 6(12): 2437-2446.

Zheng S., Jiang J., He M., Zou S. & Wang C. 2016. Effect of Kelp waste extracts on the growth and development of Pakchoi (*Brassica chinensis* L.). *Scientific Reports* 6: 38683.

Zodape S., Gupta A., Bhandari S., Rawat U., Chaudhary D., Eswaran K. & Chikara J. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Science and Industrial Research* 70: 215–219.

Anexo 1

Tabla 9. Actividad bio-estimulante de las macroalgas en plantas de cultivo, ordenado por división y por fechas de publicación.

Alga	Tipo	Testigo	Cultivo	Resultados	Referencia
CHLOROPHYTA					
<i>Caulerpa chemnitzia</i>	Extracto acuoso (500 g alga hervida con 1000 ml. H ₂ O destilada) Diluciones 20%, 30%, 50% y 70%.	Agua	<i>Vigna sinensis</i> "Frijol de carita"	Estimuló el crecimiento por arriba del control a la concentración del 20%.	Sivasankari <i>et al.</i> , 2006
<i>Ulva lactuca</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100% Diluciones 0.25%, 0.5%, 1.0% y 1.5%.	Agua	<i>Arachis hipogea</i> "Maní"	Todas las concentraciones probadas estimularon el crecimiento por arriba del control.	Sridhar y Rengasamy, 2010b
<i>Chaetomorpha</i> sp.	Extracto acuoso (100 g alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1:1 (p/v) sol. 100 %. Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua.	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Indujo el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Ulva reticulada</i>	Extracto acuoso (100 g alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1: 1 (p/v) sol. 100 % Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua.	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Induce el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Ulva lactuca</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Diluciones 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Germinación mayor a una concentración del 0.2% y a una concentración de 0.5% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 0.2 %.	Kavipriya <i>et al.</i> , 2011.
<i>Caulerpa scalpelliformis</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Diluciones 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Germinación mayor a una concentración del 0.4% y a una concentración de 0.1% y 0.3% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 0.4%.	Kavipriya <i>et al.</i> , 2011.
<i>Caulerpa scalpelliformis</i>	Extracto acuoso (1 Kg alga picada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 % Diluciones 5%, 10%, 25%, 50% y 75%.	Agua destilada	<i>Vigna mungo</i> "Frijol negro"	Germinación mayor a una concentración del 25% y a una concentración más alta se redujo la tasa de germinación. A la misma concentración al 25% hubo la mayor longitud de la planta y a concentraciones más altas mostraron una tendencia a la disminución.	Kalaivanan <i>et al.</i> , 2012
<i>Caulerpa recemosa</i>	Extracto acuoso (50 g alga hervida con 50 ml. H ₂ O destilada) sol. 100 % Diluciones 1%,2%,3%,4% y 5%.	Agua destilada	<i>Vigna mungo</i> "Frijol negro"	Estimuló el crecimiento por arriba del control a concentraciones de 1% y 3%; no fue así al 5%.	Abhilash <i>et al.</i> , 2013
<i>Ulva lactuca</i>	Extracto acuoso (100 g alga pulverizada con 1000 ml. H ₂ O destilada) Diluciones 0.2%, 0.4%, y 1.0%.	Agua	<i>Solanum lycopersicum</i> "Jitomate"	Todas las concentraciones probadas estimularon el crecimiento por arriba del control.	Hernández-Herrera <i>et al.</i> , 2013
<i>Caulerpa sertularioides</i>	Extracto acuoso (100 g alga pulverizada con 1000 ml. H ₂ O destilada) Diluciones 0.2%, 0.4%, y 1.0%.	Agua	<i>Solanum lycopersicum</i> "Jitomate"	Estimuló el crecimiento por arriba del control a concentraciones de 1.0 y 0.4 %, no así el 0.2 %.	Hernández-Herrera <i>et al.</i> , 2013
<i>Ulva fenestrata</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p/v). Diferentes concentraciones de 10 ⁻⁴ gSW mL ⁻¹ , 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ y 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ .	Agua destilada	<i>Glycine max</i> "Soja"	Mejor efecto estimulante se manifestó en concentraciones de 10 ⁻⁴ y 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ En concentración 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ inhibieron el desarrollo de las raíces de las plántulas.	Anisimov y Chaikina, 2014
<i>Codium fragile</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p/v). Diferentes concentraciones de 10 ⁻⁴ gSW mL ⁻¹ , 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ y 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ .	Agua destilada	<i>Glycine max</i> "Soja"	Mejor efecto estimulante se manifestó en concentraciones de 10 ⁻⁴ y 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ En concentración 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ inhibieron el desarrollo de las raíces de las plántulas.	Anisimov y Chaikina, 2014
<i>Codium tomentosum</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p / v) sol. 100 %. Diluciones 10%, 20%, 30%, 40% y 50%.	Agua	<i>Triticum aestivum</i> "Trigo"	Germinación mayor a una concentración del 20% y a una concentración de 50% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 20%.	El Din, 2015

<i>Ulva lactuca</i>	Alga como acondicionador de suelo 1 Kg de alga pulverizada combinada con Peat Moss C1 (12.5% de algas y 87.5% de peat moss), C2 (25% de alga y 75% de peat moss) y C3 (37.5% de alga y 62.5% de peat moss).	Mezcla de peat moss y agua	<i>Ocimum basilicum</i> "Albahaca"	C1 de alga estimuló por arriba del control con 18.6 cm, C2 y C3 tuvieron una altura más baja que el control.	Ruiz <i>et al.</i> , 2016
<i>Ulva lactuca</i>	Los extractos acuosos (Polvo de algas marinas se trató con 2, 4, 6, 8 y 10% (v/v) H ₂ SO ₄). Los extractos obtenidos sirvieron como soluciones madre según el porcentaje de ácido utilizado: UL2, UL4, UL6, UL8 y UL10. Los extractos ácidos se neutralizaron a pH 7 con Ca ₂ CO ₃ y diluido al 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% y 1.0%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Los tratamientos UL2, UL4 y UL6 a una concentración de 0.2% resultaron en un aumento significativo en la longitud de la plúmula, la longitud de la radícula y el peso seco en comparación con el control. Las (0.8 y 1.0%) disminuyeron la longitud de la plúmula, la radícula y el peso seco.	Castellanos-Barriga <i>et al.</i> , 2017
<i>Ulva sp.</i>	Extracto acuoso (50 g alga pulverizada con 500ml H ₂ O destilada) sol. 100 % Diluciones de ese 100 % a 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.	Agua destilada	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Mejor efecto con alga al 10% las demás concentraciones estuvieron por arriba del control.	Akila <i>et al.</i> , 2019
RHODOPHYTA					
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Extracto acuoso, sol. 100 %. Diluciones al (2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15% v/v).	Agua	<i>Glycine max</i> "Soja"	A concentraciones del 10, 12.5 y 15% de alga se observó un crecimiento gradual en el crecimiento de la planta de soja	Rathore <i>et al.</i> en 2009
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	Extracto comercial	Agua	<i>Lycopersicon esculentum</i> "Jitomate silvestre"	Estimuló mayor el crecimiento a la concentración de 2.5% y a la concentración al 5% estimulo menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Zodape <i>et al.</i> , 2011
<i>Gracilaria edulis</i>	Extracto acuoso (500 g alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Diluciones 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%.	Agua	<i>Lycopersicon esculentum</i> "Jitomate silvestre"	Mejor efecto estimulante en la elongación de los brotes y el enraizamiento de los brotes alargados a concentraciones del 30% y el 50%, respectivamente.	Vinoth <i>et al.</i> , 2012
<i>Neorhodomela larix</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p/v). Diferentes concentraciones de 10 ⁻⁴ gSW mL ⁻¹ , 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ y 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ .	Agua destilada	<i>Glycine max</i> "Soja"	Mejor efecto estimulante se manifestó en concentraciones de 10 ⁻⁴ y 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ En concentración 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ inhibieron el desarrollo de las raíces de las plántulas.	Anisimov y Chaikina, 2014
<i>Tichocarpus crinitus</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p/v). Diferentes concentraciones de 10 ⁻⁴ gSW mL ⁻¹ , 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ y 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ .	Agua destilada	<i>Glycine max</i> "Soja"	Mejor efecto estimulante se manifestó en concentraciones de 10 ⁻⁴ y 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ En concentración 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ inhibieron el desarrollo de las raíces de las plántulas.	Anisimov y Chaikina, 2014
<i>Hypnea musciformis</i>	Extracto acuoso (100 alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizaron unos 100 ml de extracto líquido de algas para preparar concentraciones al 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:20 y 1:30.	Agua	<i>Solanum melongena</i> "Berenjena"	Germinación mayor a una proporción 1:6 y a una proporción de 1:30 se redujo la tasa de germinación y estuvo por debajo del control.	Rao y Chatterjee, 2014
<i>Hypnea musciformis</i>	Extracto acuoso (100 alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizaron unos 100 ml de extracto líquido de algas para preparar concentraciones al 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:20 y 1:30.	Agua	<i>Solanum lycopersicum</i> "Jitomate"	Germinación mayor a una proporción 1:6 y a una proporción de 1:30 y 1:20 se redujo la tasa de germinación y estuvieron por debajo del control.	Rao y Chatterjee, 2014
<i>Hypnea musciformis</i>	Extracto acuoso (100 alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizaron unos 100 ml de extracto líquido de algas para preparar concentraciones al 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:20 y 1:30.	Agua	<i>Capsicum annuum</i> "Chile"	Germinación mayor a una proporción 1:6 y a una proporción de 1:30 se redujo la tasa de germinación y estuvo por debajo del control.	Rao y Chatterjee, 2014
<i>Hypnea musciformis</i>	Extracto acuoso (1 Kg alga picada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 1%, 2%, 4%, 6% y 8%.	Agua destilada como aspersión foliar	<i>Arachis hipogea</i> "Maní"	Estimuló mayor el crecimiento a la concentración de 2% y a la concentración al 8% estuvo por debajo del control.	Ganapathy y Sivakumar, 2014
<i>Gracilaria textorii</i>	Extracto acuoso (100 alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizaron unos 100 ml de extracto líquido de algas para preparar concentraciones al 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:20 y 1:30.	Agua	<i>Solanum melongena</i> "Berenjena"	Germinación mayor a una proporción 1:6 y a una proporción de 1:30 se redujo la tasa de germinación y estuvo por debajo del control.	Rao y Chatterjee, 2014
<i>Gracilaria textorii</i>	Extracto acuoso (100 alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizaron unos 100 ml de extracto líquido de algas para preparar concentraciones al 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:20 y 1:30.	Agua	<i>Solanum lycopersicum</i> "Jitomate"	Germinación mayor a las proporciones 1:6 y a 1:4 y a una proporción de 1:30 se redujo la tasa de germinación y estuvo por debajo del control.	Rao y Chatterjee, 2014
<i>Gracilaria corticata</i> var. <i>corticata</i>	El extracto se hizo cortando el alga con un pulverizador y se exprimió la savia. Esta savia seca se pulverizó con mortero y se trató como savia de algas y al final se puso 500 ml de agua destilada y se mezcló.	Fertilizante comercial (RDF)	<i>Capsicum annuum</i> "Chile"	El tratamiento de savia resultó con los mejores crecimientos de plantas de Chile, diferencias significativas con el control "el fertilizante comercial RDF" y al mismo tiempo con el tratamiento de savia del alga <i>Sargassum wightii</i>	Arunkumar <i>et al.</i> , 2015
OCHROPHYTA					
<i>Padina tetraströmatica</i>	Extracto acuoso (1 Kg de alga cortada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 10%, 30%, 50% y 70%.	Agua	<i>Phaseolus vulgaris</i> "Frijol"	Las semillas que se remojaron a la concentración al 10% y luego se les dio agua mostraron un mejor crecimiento que las que se remojaron en agua destilada y luego se les dio diferentes concentraciones de extracto. Las contracciones de 70 y 10% el incremento estuvo por debajo del control en las dos formas.	Bhosle <i>et al.</i> , 1975

<i>Sargassum tenerimum</i>	Extracto acuoso (1 Kg g alga cortada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 10%, 30%, 50% y 70%.	Agua	<i>Phaseolus vulgaris</i> "Frijol"	Las semillas que se remojaron a la concentración al 10% y luego se les dio agua mostraron un mejor crecimiento que las que se remojaron en agua destilada y luego se les dio diferentes concentraciones de extracto. Las contracciones de 50, 70 y 10% el incremento estuvo por debajo del control en las dos formas.	Bhosle <i>et al.</i> , 1975
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Extracto comercial elaborado por hidrólisis alcalina	Agua	<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Capitata</i> "Lechuga"	El diámetro medio del corazón fue más ancho con el uso del extracto comercial ya que fue significativamente mejor que el control.	Abetz y Young, 1983
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Extracto comercial elaborado por hidrólisis alcalina	Agua	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Botrytis</i> "Coliflor"	El diámetro de la coliflor en las parcelas tratadas con el extracto comercial fue significativamente mayor que los controles.	Abetz y Young, 1983
<i>Ecklonia maxima</i>	Biofertilizante comercial Kelpak 66	Agua	<i>Phaseolus vulgaris</i> "Frijol"	El concentrado de algas aplicado como pulverización foliar aumentó la masa seca total de las plantas en un 24% en comparación con el control. El rendimiento total fue un 59% mayor que el obtenido en las plantas de control, registrándose aumentos significativos de la masa seca en los frutos, las hojas y los tallos.	Featonby-Smith y Van Staden, 1984
<i>Ecklonia maxima</i> y <i>Macrocystis integrifolia</i>	Extracto "Kelpak 66" y Extracto "SeaSpray"	Agua	<i>Phaseolus vulgaris</i> "Frijol"	Las respuestas de crecimiento y desarrollo de las plantas a los tratamientos de pulverización foliar de kelp dependieron del régimen de humedad del suelo al que fueron sometidas.	Temple <i>et al.</i> , 1989
<i>Ecklonia maxima</i>	Biofertilizante comercial Kelpak	Agua y citoquinina	<i>Triticum aestivum</i> "Trigo harinero"	El rendimiento del trigo con el uso de Kelpak fue menor que el de citoquinina pero mayor que el control esto es porque el suelo estaba estresado de K y esto influyó en el rendimiento usando el extracto comercial.	Beckett y Van Staden, 1989
<i>Ascophyllum nodosum</i>	El extracto comercial de algas (Goemar GA 14)	Agua	<i>Zea mays</i> "Maíz"	El extracto de algas Goemar GA 14, aplicado como pulverización foliar a la concentración de 2,5 g L ⁻¹ , aumentó el peso fresco total de las hojas entre un 12 y un 15% justo antes de la cosecha.	Jeannin <i>et al.</i> , 1991
<i>Ecklonia maxima</i>	El SWC utilizado en este estudio se comercializa como Kelpak y se prepara mediante un estallido celular especial proceso del alga parda <i>Ecklonia máxima</i> la cual se preparó a diferentes concentraciones 0,2%, 0,4% y 1,0% aplicado como suelo empapado y 0,4% como pulverización foliar.	Agua destilada	<i>Lycopersicon esculentum</i> "Jitomate silvestre"	El extracto comercial agregándolo al suelo estimuló la maduración temprana de la fruta y la producción con 0.2% y 0.4%. Las plantas rociadas con 0.4% de concentración del extracto comercial mostraron un aumento en el número total de frutos y un aumento del peso fresco total de los frutos.	Crouch <i>et al.</i> , 1992
<i>Ascophyllum nodosum</i>	El extracto de algas (Goemar GA 14)	Agua	<i>Spinacia oleracea</i> "Espinaca"	El extracto de algas Goemar GA 14, aplicado como pulverización foliar, 4 y 6 semanas después de la siembra, a la concentración de 2,5 g L ⁻¹ , aumentó el peso fresco total de las hojas entre un 12 y un 15% justo antes de la cosecha.	Cassan <i>et al.</i> , 1992
<i>Ecklonia maxima</i>	Extracto comercial Kelpak.	Agua	<i>Tagetes patula</i> "Clavel de moro"	Estimuló mayor el crecimiento del tallo a la concentración de 0.5% de forma de empapado al suelo y a la concentración 0.5% estimulo menor crecimiento de manera foliar pero se mantuvo por arriba del control.	Van Staden <i>et al.</i> , 1994
<i>Ecklonia maxima</i>	Biofertilizante comercial Kelpak	Agua destilada y agente humectante.	<i>Eucalyptus nitens</i> "Eucalipto brillante"	El efecto de pulverización foliar sobre la altura mostró que la altura más baja se encontró con 1% siendo mayor que el control, el mayor crecimiento que tuvo la planta fue con 0.2%.	Van Staden <i>et al.</i> , 1995
<i>Ecklonia maxima</i>	Biofertilizante comercial Kelpak	Agua destilada y agente humectante.	<i>Eucalyptus macarthurii</i> "Eucalipto"	El efecto de una pulverización foliar sobre la altura mostró que la altura más baja se encontró con 0.2% siendo mayor que el control, el mayor crecimiento que tuvo la planta fue con 10%.	Van Staden <i>et al.</i> , 1995
<i>Ecklonia maxima</i>	Biofertilizante comercial Kelpak	Agua destilada y agente humectante.	<i>Eucalyptus grandis</i> "Eucalipto rosado"	Tanto la pulverización radicular como la foliar aumentaron el crecimiento de <i>E. grandis</i> , lo que sugiere que los cultivadores pueden utilizar cualquiera de los dos métodos de aplicación.	Van Staden <i>et al.</i> , 1995
<i>Ecklonia maxima</i>	Extracto comercial Kelpak.	Agua	<i>Capsicum annuum</i> "Chile"	Un tratamiento combinado de sumergir las plántulas en Kelpak al 0,4% antes del trasplante seguido por tres aplicaciones de 0,4% Kelpak significativamente aumentó el número, el tamaño de la fruta y el tamaño de la planta comercializable.	Arthur <i>et al.</i> , 2003
<i>Sargassum wightii</i>	Extracto acuoso (500 g alga hervida con 1000 ml. H ₂ O destilada) Diluciones 20%, 30%, 40%, 50% y 70%.	Agua	<i>Vigna sinensis</i> "Frijol de carita"	La concentración del 20% del extracto acuoso promovió el crecimiento de las plántulas, incluidos los parámetros de longitud de los brotes y longitud de las raíces.	Sivasankari <i>et al.</i> , 2006
<i>Rosenvingeia intricata</i>	Extracto acuoso (1 Kg g alga cortada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y el de 100%.	Agua	<i>Cyamopsis tetragonoloba</i> "El guar"	Estimuló mayor crecimiento a la concentración de 20% y a la concentración al 40%, 50% y al 100% estimularon menor crecimiento por debajo del control.	Thirumaran <i>et al.</i> , 2009
<i>Asophyllum nodosum</i>	El extracto se preparó disolviendo 1g de polvo de alga extracto (ANE1) en 20 mL de agua destilada. La solución se filtró con filtros de jeringa y este se utilizó como solución madre.	Agua	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Las plantas tratadas con ANE1 mostraron un aumento en la altura de la planta del 57% con respecto a los controles no tratados. También resultó en un aumento en el número promedio de hojas sobre las plantas control en un 20%.	Rayirath <i>et al.</i> , 2009

<i>Asophyllum nodosum</i>	El extracto se preparó extrayendo 10 g de polvo de ANE2 en 40 mL de metanol y se utilizó el pellet seco resuspendido en 10 mL de metanol como solución madre.	Agua	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Las plantas tratadas con ANE2 mostraron un aumento del 16% sobre los controles no tratados. El tratamiento con ANE2 no aumentó significativamente el número promedio de hojas sobre las plantas control.	Rayirath <i>et al.</i> , 2009
<i>Sargassum polycystum</i>	Extracto acuoso (100 g de alga cortada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 y 1.5 %	Agua	<i>Cajanus cajan</i> "Frijol de palo"	Estimuló mayor el crecimiento del brote a la concentración de 0.5% y a la concentración al 1.5% estimuló menor crecimiento, por debajo del control.	Erulan <i>et al.</i> , 2009
<i>Sargassum polycystum</i>	Extracto acuoso (100 g de alga cortada con 100 ml alcohol) sol. 100 %. Diluciones 0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 y 1.5 %	Agua	<i>Cajanus cajan</i> "Frijol de palo"	Estimuló mayor el crecimiento del brote a la concentración de 0.5% y a la concentración al 1.5% estimuló menor crecimiento, por debajo del control.	Erulan <i>et al.</i> , 2009
<i>Turbinaria murayana</i>	Extracto acuoso (100 g de alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1:1 (p/v)) sol. 100 %. Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Indujo el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Turbinaria ornata</i>	Extracto acuoso (100 g de alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1:1 (p/v)) sol. 100 %. Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Indujo el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Sargassum polycystum</i>	Extracto acuoso (100 g de alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1:1 (p/v)) sol. 100 %. Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Indujo el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Hydroclatrus</i> sp.	Extracto acuoso (100 g de alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1:1 (p/v)) sol. 100 %. Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Estimuló tanto el crecimiento como el rendimiento del arroz.	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Padina</i> sp.	Extracto acuoso (100 g de alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1:1 (p/v)) sol. 100 %. Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Indujo el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Sargassum</i> sp.	Extracto acuoso (100 g de alga picada con 100 ml. H ₂ O destilada, proporción 1:1 (p/v)) sol. 100 %. Dilución al 15% de extracto fue preparado mezclando 15 mL en 85 mL de agua	Agua	<i>Oryza sativa</i> "Arroz"	Indujo el crecimiento vegetativo de las plantas de arroz	Sunarpi <i>et al.</i> , 2010
<i>Sargassum wightii</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Disoluciones al 0.25%, 0.5%, 1.0% y 1.5% (p/v).	Agua	<i>Amaranthus tricolor</i> "El ala de loro"	Estimuló mayor crecimiento a concentración de 0.5% y a la concentración de 0.25% estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Sridhar y Rengasamy, 2010a
<i>Sargassum wightii</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Disoluciones al 0.25%, 0.5%, 1.0% y 1.5% (p/v).	Agua	<i>Arachis hypogea</i> "Maní"	Estimuló mayor crecimiento a la concentración de 1.0% y a la concentración de 0.25% estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Sridhar y Rengasamy, 2010b
<i>Sargassum wightii</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Disoluciones al 0.25%, 0.5%, 1.0% y 1.5% (p/v).	Agua	<i>Amaranthus roxburghinus</i> "Amaranto"	Estimuló mayor crecimiento a la concentración de 1.0% y a la concentración al 1.5% estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Sridhar y Rengasamy, 2010a
<i>Sargassum plagiophyllum</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Diluciones 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Germinación mayor a una concentración del 0.4% y a una concentración de 0.3% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 0.4% y a una concentración del 0.1% crecimiento menor.	Kavipriya <i>et al.</i> , 2011.
<i>Turbinaria conoides</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Diluciones 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Germinación mayor a una concentración de 0.3% y a una concentración de 0.1%, 0.2%, 0.4% y 0.5% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 0.3% y a una concentración del 0.4% crecimiento menor.	Kavipriya <i>et al.</i> , 2011.
<i>Padina tetrastrumatica</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Diluciones 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Germinación mayor a una concentración del 0.1% y a una concentración de 0.4% y 0.5% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 0.1% y a una concentración del 0.5% crecimiento más bajo.	Kavipriya <i>et al.</i> , 2011.
<i>Dictyota dichotama</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p / v) sol. 100 % Diluciones 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Germinación mayor a una concentración del 0.4% y a una concentración de 0.3% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 0.4% y a una concentración del 0.2% crecimiento menor.	Kavipriya <i>et al.</i> , 2011.
<i>Sargassum johnstonii</i>	Extracto acuoso (500 g de alga seca con 5 Lt. H ₂ O destilada) sol. 10 %. Diluciones 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6% y 0.8% y 10%. (v/v)	Citoquininas	<i>Lycopersicon esculentum</i> "Jitomate silvestre"	Los tres tratamientos foliares, empapado al suelo y foliar + empapado al suelo en las concentraciones trabajadas mejoraron las condiciones vegetativas, reproductivas y de crecimiento de las plantas de tomate en comparación con el control.	Kumari <i>et al.</i> 2011
<i>Sargassum wightii</i>	Extracto acuoso (1 Kg de alga picada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 5%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50%	Agua destilada	<i>Triticum aestivum</i> var. Pusa Gold "Trigo"	Germinación mayor, aumentó la longitud de raíz, número de raíces laterales, longitud de brote y número de ramas a una concentración del 20% y a la concentración de 100% se redujeron estas variables por debajo del control.	Kumar y Sahoo, 2011

<i>Ascophyllum nodosum</i>	Biofertilizante comercial Stimplex	6-benzenylaminopurine (BAP)	<i>Arabidopsis thaliana</i> "Oruga"	Las plantas tratadas a una concentración de 3 y 5 mL L ⁻¹ tuvieron diferencias significativas, pero la concentración de 1 mL L ⁻¹ del extracto comercial no tuvo diferencias.	Khan <i>et al.</i> , 2011
<i>Sargassum myriocystum</i>	Extracto acuoso (1 Kg de alga cortada con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Diluciones 5%, 10%, 25%, 50% y 75%.	Agua	<i>Vigna mungo</i> "Frijol negro"	Germinación mayor a una concentración del 10%. La germinación disminuyó al aumentar la concentración. A concentración del 10% hubo mayor longitud de brote, longitud de raíz, peso fresco y peso seco.	Kalaivanan y Venkatesalu, 2012
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Extracto comercial "Primo"	Agua	<i>Solanum tuberosum</i> "Papa"	Mayor rendimiento y crecimiento al aplicarlo en dos etapas de crecimiento (30 y 60 días después de la siembra) y al aplicarlo en 30 días; 45 días; 60 días; 30 y 45 días; 30 y 60 días; 45 y 60 días; 30, 45 y 60 se obtuvo menor crecimiento pero por arriba del control.	Haider <i>et al.</i> , 2012
<i>Sargassum wightii</i>	Extracto acuoso (500 g alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Diluciones 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%.	Agua	<i>Lycopersicon esculentum</i> "Jitomate silvestre"	Mejor efecto estimulante en la elongación de los brotes y el enraizamiento de los brotes alargados a concentraciones del 30% y el 50%, respectivamente.	Vinoth <i>et al.</i> , 2012
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Extracto comercial y composta (particulado) de algas frescas.	Abono vegetal	<i>Phaseolus vulgaris</i> "Frijol"	Las plantas tratadas con el nivel de abono 3 m ³ y aplicación foliar de 750 ppm mostraron el mayor crecimiento de la planta control, número de hojas, hojas área, peso fresco de la hoja, peso seco de la hoja, tallo fresco peso y peso seco del tallo	Abou El-Yazied <i>et al.</i> , 2012
<i>Spatoglossum asperum</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:20 (p/v) sol. 100% Diluciones al 1%, 2%, 3%, 4% y 5%	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Estimuló mayor el crecimiento a la concentración de 2%. La concentración al 5% estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Parthiban <i>et al.</i> , 2013
<i>Padina gymnospora</i>	Extracto acuoso (100 g alga pulverizada con 1000 ml. H ₂ O destilada) Diluciones 0.2%, 0.4%, y 1.0%.	Agua	<i>Solanum lycopersicum</i> "Jitomate"	Estimuló el crecimiento por arriba del control a todas las concentraciones.	Hernández-Herrera <i>et al.</i> , 2013
<i>Sargassum liebmannii</i>	Extracto acuoso (100 g alga pulverizada con 1000 ml. H ₂ O destilada) Diluciones 0.2%, 0.4%, y 1.0%.	Agua	<i>Solanum lycopersicum</i> "Jitomate"	Todas las concentraciones probadas estimularon el crecimiento por arriba del control.	Hernández-Herrera <i>et al.</i> , 2013
<i>Sargassum polycystum</i>	Extracto acuoso (100 g alga trozos pequeños con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizaron unos 100 ml de extracto líquido de algas para preparar concentraciones al 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 1:20 y 1:30.	Agua	<i>Capsicum annuum</i> "Chile"	Germinación mayor a las proporciones de 1:6 y a 1:4 y a la proporción de 1:30 se redujo la tasa de germinación y germinó por debajo del control.	Rao y Chatterjee, 2014
<i>Saccharina japonica</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p/v). Diferentes concentraciones de 10 ⁻⁴ gSW mL ⁻¹ , 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ y 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ .	Agua destilada	<i>Glycine max</i> "Soja"	Mejor efecto se manifestó en concentraciones de 10 ⁻⁴ y 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ . En concentración 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ inhibieron el desarrollo de las raíces de las plántulas.	Anisimov y Chaikina, 2014
<i>Sargassum pallidum</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p/v). Diferentes concentraciones de 10 ⁻⁴ gSW mL ⁻¹ , 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ y 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ .	Agua destilada	<i>Glycine max</i> "Soja"	Mejor efecto se manifestó en concentraciones de 10 ⁻⁴ y 10 ⁻⁷ gSW mL ⁻¹ . En concentración 10 ⁻² gSW mL ⁻¹ inhibieron el desarrollo de las raíces de las plántulas.	Anisimov y Chaikina, 2014
<i>Sargassum vulgare</i>	Extracto acuoso en una proporción de 1:100 (p/v) sol. 100%. Diluciones 10%, 20%, 30%, 40% y 50%.	Agua	<i>Triticum aestivum</i> "Trigo"	Germinación mayor a una concentración del 20% y a las concentraciones de 50%, 40% y 30% se redujo la tasa de germinación. Estimuló el mejor crecimiento a concentración de 20%.	El Din, 2015
<i>Padina pavonia</i>	Extracto acuoso (20 g alga pulverizada con 200 ml. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizó una dilución adecuada (1%) para la aplicación al suelo.	Agua	<i>Amaranthus caudatus</i> "Kiwicha"	Mejoró la longitud de los brotes, la longitud de las raíces y el área de las hojas en un 83%, 131% y 79% respectivamente bajo la aplicación al suelo en comparación con el control.	Kumareswari y Victorial, 2015
<i>Padina tetrastrum</i>	Extracto acuoso (20 g alga pulverizada con 200 ml. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizó una dilución adecuada (1%) para la aplicación al suelo.	Agua	<i>Amaranthus caudatus</i> "Kiwicha"	Aumentó el número de hojas (56.8%), la biomasa aérea (145%) en comparación con el control.	Kumareswari y Victorial, 2015
<i>Stoechospermum marginatum</i>	Extracto acuoso (20 g alga pulverizada con 200 ml. H ₂ O destilada) sol. 100%. Se utilizó una dilución adecuada (1%) para la aplicación al suelo.	Agua	<i>Amaranthus caudatus</i> "Kiwicha"	El extracto de <i>Stoechospermum marginatum</i> no promovió ninguno parámetros de crecimiento, pero estimuló la producción de pigmentos fotosintéticos, componentes fitoquímicos y bioquímicos.	Kumareswari y Victorial, 2015
<i>Sargassum spp</i>	Biofertilizante Algaenzims	Agua de la llave	<i>Vitis vinifera</i> "Uva"	Los valores de rendimiento promedio por planta en las secciones con y sin aplicación del extracto fueron 9.09 kg y 10.32 kg respectivamente, lo que resultó en una diferencia de 13.5%.	Zermeño <i>et al.</i> , 2015
<i>Stoechospermum marginatum</i>	Extracto acuoso (1 Kg alga picada con 20 Lt. H ₂ O destilada, proporción 1:20 (p/v)) sol. 100%. Diluciones 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 5.0%.	Agua	<i>Solanum melongena</i> "Berenjena"	Estimuló mayor el crecimiento del brote a la concentración de 1.5% y a la concentración al 5% estimuló menor crecimiento estando por debajo del control.	Ramya <i>et al.</i> , 2015
<i>Sargassum wightii</i>	El extracto se hizo cortando el alga con un pulverizador y se exprimió la savia. Esta savia seca se pulverizó con mortero y se trató como savia de algas y al final se añadieron 500 ml de agua destilada y se mezcló.	Fertilizante comercial (RDF)	<i>Capsicum annuum</i> "Chile"	El tratamiento de savia resultó positivo ya que tuvo diferencias significativas en comparación con el control en este caso el fertilizante comercial RDF pero al mismo tiempo estuvo por debajo del tratamiento de la otra alga	Arunkumar <i>et al.</i> , 2015
<i>Sargassum spp</i>	Alga como acondicionador de suelo 1 Kg de alga pulverizada combinada con Peat Moss C1 (12.5% de algas y 87.5% de peat moss), C2 (25% de alga y 75% de peat moss) y C3 (37.5% de alga y 62.5% de peat moss).	Mezcla de peat moss	<i>Ocimum basilicum</i> "Albahaca"	C1 de alga estimuló por arriba del control con 19.2 cm, C2 y C3 tuvieron una altura más baja que el control.	Ruiz <i>et al.</i> , 2016

<i>Sargassum vulgare</i>	La harina se preparó calentando el alga a 60°C. El alga deshidratada se trozó manualmente y se trituro en un molino eléctrico.	Agua y Fertilizante	<i>Coriandrum sativum</i> "Cilantro"	Estimuló mayor el crecimiento usando 9 g de harina de alga, 3 g de harina de alga estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Uribe-Orozco <i>et al.</i> , 2018
<i>Sargassum polycystum</i>	Extracto acuoso (500 g alga en polvo con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 0.5%, 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0%, 5.0% .	Agua	<i>Vigna mungo</i> "Frijol negro"	Estimuló mayor el crecimiento a concentración de 3.0% y a concentración al 0.5% estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Boobalan <i>et al.</i> , 2018
<i>Sargassum polycystum</i>	Extracto acuoso (500 g alga en polvo con 1 Lt. H ₂ O destilada) sol. 100 %. Diluciones 0.5%, 1.0%, 2.0%, 3.0%, 4.0%, 5.0%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	Estimuló mayor el crecimiento a concentración de 1.0% y a concentración al 1.5% estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Boobalan <i>et al.</i> , 2018
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Extracto comercial, se hicieron diferentes concentraciones las cuales fueron a 5 mL L ⁻¹ , 10 mL L ⁻¹ y 15 mL L ⁻¹	Agua	<i>Helianthus annuus</i> "Girasol"	Estimuló mayor el crecimiento a concentración de 10% y a concentración al 15% estimuló menor crecimiento pero se mantuvo por arriba del control.	Ferreira dos Santos <i>et al.</i> , 2019
Combinaciones					
<i>Ascophyllum nodosum</i> , <i>Laminaria</i> spp. y <i>Sargassum</i> sp.	Extracto comercial "Alga 600" Floliar	Agua de grifo y aminoácidos producto comercial "Amino total"	<i>Apium graveolens</i> var. <i>rapaceum</i> "Raíz de apio"	El extracto de algas a 1000 ppm tuvo un rendimiento por encima del control y de los aminoácidos pero el extracto de algas a 2000 ppm tuvo un rendimiento por encima de todos.	Shehata <i>et al.</i> , 2011
<i>Laminaria japonica</i>	El polvo de alga se suspendió en una solución amortiguadora de fosfato 0,2 M (PBS) y se hidrolizó con celulasa, pectinasa y papaína secuencialmente. Diluciones 2%, 5%, 10%, 20% y 100%.	Agua	<i>Brassica chinensis</i> "Bok choy"	El tratamiento con un 10% de KWE fue la concentración óptima para estimular el crecimiento de las plantas de una variedad de col chino, mientras que la alta concentración de KWE (100%) mostró un efecto no significativo en la promoción del crecimiento.	Zheng <i>et al.</i> , 2016
<i>Sargassum polyphyllum</i> , <i>Turbinaria ornata</i> , <i>Gelidiopsis</i> sp., <i>Padina tetrastomatica</i> , <i>Gracilaria corticata</i>	Se preparó el extracto al 100%, que se diluyó adicionalmente al 60%, 40% y 20%.	Agua	<i>Vigna radiata</i> "Soja verde"	La concentración de SLF al 100% actúa como bioestimulante así, este extracto podría utilizarse como una alternativa potencial a los fertilizantes químicos.	Sarkar <i>et al.</i> , 2018

gSW mL⁻¹ = g de extractos de algas secas por mililitro.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00205

Matricula: 2192802352

Crecimiento de una leguminosa *Trifolium repens* y un cereal, *Triticum aestivum*, usando como bio-estimulantes macroalgas marinas.



Con base en la Legislación de la Universidad Autónoma Metropolitana, en la Ciudad de México se presentaron a las 15:00 horas del día 1 del mes de febrero del año 2022 POR VIA REMOTA ELECTRONICA, los suscritos miembros del jurado designado por la Comisión del Posgrado:

DR. JORGE EDUARDO VIEYRA DURAN
DRA. ALEJANDRINA GRACIELA AVILA ORTIZ
DRA. MARIA DEL ROCIO ZARATE HERNANDEZ
M. EN B. ANA TERESA JARAMILLO PEREZ

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN BIOLOGIA

DE: IGNACIO JAIMES DUARTE

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.


IGNACIO JAIMES DUARTE
ALUMNO

REVISÓ

MTRA. ROSALÍA SERRANO DE LA PAZ
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS


DR. JOSÉ LUIS GÓMEZ OLIVARES

PRESIDENTE


DR. JORGE EDUARDO VIEYRA DURAN

VOCAL


DRA. ALEJANDRINA GRACIELA AVILA ORTIZ

VOCAL


DRA. MARIA DEL ROCIO ZARATE HERNANDEZ

SECRETARIA


M. EN B. ANA TERESA JARAMILLO PEREZ

El presente documento cuenta con la firma -autógrafa, escaneada o digital, según corresponda- del funcionario universitario competente, que certifica que las firmas que aparecen en esta acta - Temporal, digital o dictamen- son auténticas y las mismas que usan los c.c. profesores mencionados en ella