



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como
bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)
en la zona de Babahoyo”.

AUTOR:

Luis Alfredo Pérez Bonilla

TUTOR:

Ing. Agr. Miguel Goyes Cabezas, MBA.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2020

RESUMEN

El presente documento detalla el uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo. La incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Los objetivos planteados fueron investigar el uso de los bioestimulantes en el cultivo de maíz e identificar los beneficios del extracto de alga *Ascophyllum nodosum* en el rendimiento del cultivo de maíz en la zona de Babahoyo. Con la finalidad de desarrollar el presente documento se efectuó investigaciones en libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencias que fueron sometidas a la técnica de análisis y resumen con temas referentes al uso del extracto de alga como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz en la zona de Babahoyo. Las conclusiones determinaron que las zonas agrícolas utilizan algas marinas como fuente de materia orgánica para fertilizar sus cultivos como complementos nutricionales entre los que se denominan bioestimulantes; el uso de bioestimulantes a base de algas marinas ha innovado la agricultura en la actualidad, mejorando los cultivos y causando efectos favorables en la cantidad, calidad y productividad de las cosechas; productos elaborados a base de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) son alternativas para mejorar la producción debido a que su efecto precursor de citoquininas permite obtener plantas resistentes a plagas y enfermedades y el excelente desarrollo de los cultivos con la finalidad de incrementar los rendimientos; de todos los extractos de algas marinas, *Ascophyllum nodosum* y sus propiedades ha sido el más investigado y utilizado en la agricultura; esta alga se encuentra en abundancia en las zonas litorales y la composición química del *Ascophyllum nodosum*, se hace referencia a sus extractos una vez procesada. Entre ellos se encuentran nutrientes esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio, además de una gran variedad de elementos secundarios y oligoelementos como el magnesio, calcio, manganeso, zinc, boro, etc.; hormonas naturales de crecimiento como citoquininas y auxinas además de zeatina que es de gran

actividad biológica; bioestimulantes como la bateínas, poliaminas, oligosacáridos, manitol, ácido algínico, laminarina y aminoácidos como el ácido glutámico, alanina, fenilalanina, glicina, prolina, lisina.

Palabras claves: bioestimulantes, extracto de algas, maíz.

SUMMARY

This document details the use of algae extract (*Ascophyllum nodosum*) as a biostimulator in corn crop yield (*Zea mays* L.) in the Babahoyo area. The incorporation of algae into the soil increases the crops and favors the quality of the fruits basically because not only all the macro and micronutrients required by the plant are administered to the crops, but also natural substances whose effects are similar to the growth regulators. The objectives were to investigate the use of biostimulants in corn cultivation and identify the benefits of the *Ascophyllum nodosum* algae extract in the yield of corn cultivation in the Babahoyo area. In order to develop this document, research was carried out on books, magazines, newspapers, scientific articles, web pages, papers that were submitted to the analysis technique and summary with topics related to the use of algae extract as a biostimulator in the performance of Corn crop in the Babahoyo area. The conclusions determined that agricultural areas use seaweed as a source of organic matter to fertilize their crops as nutritional supplements among which are called biostimulants; the use of seaweed-based biostimulants has innovated agriculture today, improving crops and causing favorable effects on the quantity, quality and productivity of crops; products made from seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) are alternatives to improve production because its precursor effect of cytokinins allows to obtain plants resistant to pests and diseases and the excellent development of crops in order to increase yields; Of all seaweed extracts, *Ascophyllum nodosum* and its properties has been the most researched and used in agriculture; This algae is found in abundance in the coastal areas and the chemical composition of *Ascophyllum nodosum*, refers to its extracts once processed. Among them are essential nutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium, in addition to a wide variety of secondary elements and trace elements such as magnesium, calcium, manganese, zinc, boron, etc .; natural growth hormones such as cytokinins and auxins in addition to zeatin which is of great biological activity; Biostimulants such as batesinas, polyamines, oligosaccharides, mannitol, alginic acid, laminarin and amino acids such as glutamic acid, alanine, phenylalanine, glycine, proline, lysine.

Keywords: biostimulants, seaweed extract, corn.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
MARCO METODOLÓGICO	2
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivo	3
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.6. Hipótesis	19
1.7. Metodología de la investigación	19
CAPÍTULO II	20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1. Desarrollo del caso	20
2.2. Situaciones detectadas.....	20
2.3. Soluciones planteadas.....	20
2.4. Conclusiones	21
2.5. Recomendaciones	22
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	28

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los principales productos básicos que conoce el ser humano, debido a que este producto conlleva a obtener una serie de derivados entre los que se destacan aceites, harinas y potencialmente se utiliza para alimentación del ganado.

En nuestro país, en el año 2018 se cosechó una superficie de 262 351 ha, alcanzando una producción de 1 474 048 tn y un rendimiento promedio de 5,62 tn/ha. La provincia de Los Ríos, aportó con el 35,10 % de la producción nacional (517 433 tn) con un rendimiento promedio de 5,24 tn/ha (MAG, 2019).

Este cultivo, que se adapta a las condiciones climáticas de suelo, temperatura y luminosidad, mejora la eficiencia de absorción y limitación de los nutrientes indispensable para el desarrollo del cultivo mediante la aplicación de bioestimulantes. Se considera bioestimulante a cualquier sustancia o microorganismo a base de ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos y extracto de algas.

Numerosos estudios han demostrado los beneficios de las aplicaciones de extractos de algas en las plantas, tales mejoras se aprecian en la germinación, aumento en rendimiento, resistencia al estrés biótico y abiótico, mayor vida de anaquel de productos perecederos, entre otros. Los beneficios de las algas observados en el crecimiento, la sanidad y el rendimiento de los cultivos se ha atribuido a: 1) el suministro de nutrientes esenciales por la degradación de la materia orgánica y 2) a la mejora de las características del suelo. Las algas son especies con elevado contenido en fibra, macro y microelementos, aminoácidos, vitaminas y fitohormonas (Intagri, 2019).

El presente documento tuvo como finalidad identificar los uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento detalla el uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo. La incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Canales, 2014).

1.2. Planteamiento del problema

La mayoría de los productores agrícolas no utilizan los fertilizantes adecuados con las respectivas dosis para incrementar los rendimientos. Dentro de esos cultivos se encuentra el maíz (*Zea mays* L.) un rubro de mayor importancia en la zona de Babahoyo.

La mayoría de su producción se concentra en la utilización de productos agrícolas que ciertas veces no son los indispensables para el desarrollo del cultivo. Por tanto no existe capacitación adecuada para concientizar a los productores a la utilización de agroquímicos ecológicos para la producción de cultivos.

1.3. Justificación

El cultivo de maíz es de mucha importancia a nivel nacional, regional y

local, donde genera fuente de empleo a las personas que habitan en sectores rurales cerca de su producción y además genera fuente de ingresos a los productores.

Es necesario aplicar productos complementarios a la fertilización química, como los bioestimulantes, que promueven el crecimiento y desarrollo del cultivo ayudando a incrementar su rendimiento por hectárea.

En ciertos casos los productores utilizan para la producción del cultivo de maíz, extracto de algas marinas, como complemento a la fertilización química, lo que favorece a mejorar la productividad.

El extracto comercial de algas pardas *Ascophyllum nodosum* es un producto natural que puede estimular a la planta a aumentar la producción endógena de citoquininas, una clase de hormonas vegetales que promueven la división celular con implicaciones en la iniciación del brote. Los poli y oligosacáridos también se encuentran con frecuencia en los extractos de *Ascophyllum nodosum*, que pueden inducir diferentes actividades biológicas cuando se aplican a las plantas y estimular diversas respuestas de crecimiento y defensa. Se han detectado una serie de betaínas de amonio cuaternario, antioxidantes y compuestos osmorreguladores en *Ascophyllum nodosum* extractos (Da Silveira et al., 2015).

1.4. Objetivo

1.4.1. General

Recopilar información sobre los uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo.

1.4.2. Específicos

- Investigar el uso de los bioestimulantes en el cultivo de maíz.

- Identificar los beneficios del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) en el rendimiento del cultivo de maíz en la zona de Babahoyo.

1.5. Fundamentación teórica

Agroptima (2018), indica que el cultivo del maíz procede de hace miles de años. Forma parte de la alimentación básica en muchos países de Sudamérica. Tiene una gran variedad, desde especies para alimento animal, para procesarlo y fabricar sémola, el maíz dulce, y también el conocido para hacer las famosas palomitas. Teniendo en cuenta su exposición al aire y sus grandes superficies foliares, su cultivo requiere mucha humedad e hidratación, fundamentalmente cuando ya se han formado las espigas. Una vez que los granos ya se han formado y están duros, ya se puede ir disminuyendo la intensidad del riego e ir dejando que el cultivo se seque. Hasta ese momento de formación y secado del grano, el maíz requiere de un buen aporte en nutrientes, una tierra bien abonada y rica en humus, y una tierra profunda, fértil, muy bien aireada y rica en humus.

El productor (2018), señala que la fisiología del cultivo depende del factor genético, y la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales: temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los 6 días. Períodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana. No requiere luz para germinar y no presenta problemas de latencia. La temperatura óptima para la germinación es: 20 a 25 °C, mínima de 10 °C y máxima de 40 °C. El cambio de la fase vegetativa a la reproductiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos de luz. Durante días largos florece tardíamente. El maíz necesita más agua en sus primeras fases de crecimiento, floración e inicio fructificación. El crecimiento se detiene al tiempo que se estimula la floración. Los excesos de agua provocan amarillamiento. Las heladas y granizo producen trastornos fisiológicos

Ecoagricultor (2018), manifiesta que el maíz es una planta rústica de fácil desarrollo y su cultivo con judías y calabazas da una excelente

combinación de nutrientes. Aunque con frecuencia se equipara el maíz con un cereal, en realidad, se trata de una especie única, cuyos ancestros todavía no están claros y que desarrollan los pueblos precolombinos de América. De hecho, aun hoy en día sigue siendo la base de la alimentación en gran parte de las poblaciones de América y también de África.

Zermeño-González *et al.* (2015) difunden que el maíz (*Zea mays L.*) es actualmente el segundo cultivo de importancia en el mundo después del trigo. Su importancia económica a nivel mundial se debe a que es un grano fundamental para la alimentación animal y, en muchos países, humana. Recientemente este grano se ha empleado para producir etanol, compitiendo con las funciones tradicionales, por lo que se requiere incrementar su productividad.

Ecoagricultor (2018), difunde que el cultivo en el huerto es relativamente fácil, aunque si se quiere obtener grandes matas y abundantes y suculentas espigas, hay que abastecerla bien de agua y nutrientes. Entre las infinitas variedades de maíz que se puede cultivar y consumir, existen tres grandes grupos con características bien diferenciadas: los maíces de grano grande y duro, aptos para elaborar sémolas y harinas y que se consumen mediante cocción; las variedades de grano pequeño y piel extremadamente resistente, que sirven para elaborar las populares palomitas; y las de granos tiernos y jugosos –maíz duce–, especialmente aptos para su consumo en fresco, todas ellas se pueden encontrar subvariedades con diferentes formas de granos y colores.

Monteros y Salvador (2015), acotan que el maíz duro seco es uno de los cultivos transitorios más importantes del Ecuador por su papel principal en la producción de balanceados y su presencia en todas las provincias del país, por tanto, es necesario considerar factores que permitan incrementar la producción del cultivo y por ende su rendimiento.

Cano *et al* (2013), sostienen que la imperiosa necesidad de satisfacer la demanda de productos alimenticios básicos de una creciente población tanto

estatal como nacional y el incremento constante de los insumos agrícolas que ocasionan que el costo de producción del cultivo de maíz sea muy alto, justifican los programas de investigación y mejoramiento en maíz tendientes a incrementar su producción por unidad de superficie y hacer más rentable el cultivo para que los productores maiceros de temporal en el estado continúen sembrando.

Remache (2017) corrobora que los nuevos materiales genéticos de maíz con alto potencial de rendimiento, se producen periódicamente y deben ir acompañados de información técnica que oriente sobre sus características fisiológicas, resistencia a plagas, requerimientos hídricos, clima y nutricionales. Estudios han evaluado híbridos promisorios presentados a los consumidores, de los que se requiere conocer sus necesidades nutricionales según el potencial de rendimiento y la fertilidad natural de los suelos, que varían en las diferentes zonas maiceras del país.

Inzunza *et al* (2016), considerando el potencial del cultivo, así como la tecnología disponible, el maíz puede representar una alternativa rentable para el productor regional y contribuir para disminuir la dependencia alimentaria del extranjero. Para lograr esto, se requiere optimizar las diversas prácticas de manejo de los sistemas productivos.

Ríos *et al* (2017) mencionan que el cultivo de maíz es de gran importancia en la zona, pues constituye una de las principales fuentes de ingreso económico para el pequeño y mediano productor, así como también es la base de la alimentación familiar y animal. Sin embargo, por la tecnología tradicional aplicada en el manejo del cultivo se minimizan las posibilidades de mejorar los rendimientos e incrementar su ganancia.

Feliu (2014) considera que la utilización de extractos de algas en la agricultura es una de las opciones utilizadas en la fertilización de los cultivos. Sus efectos como bioestimulante agrícola es sorprendente y muy efectivo. Los extractos de algas son productos obtenidos de la extracción química o física de algas marinas. Las algas han sido usadas desde siempre por el

hombre como fertilizante, alimento para el ganado y sobre todo en las culturas orientales como alimentación humana. Las primeras referencias de su uso como enmienda agrícola datan de China en el año 2700 a. c. y ya en Europa, se extiende su uso agrícola desde el siglo XII.

Aclimatecolombia (2016) comenta que la calidad de los cultivos es de gran importancia, las cuales requieren de atenciones especiales en todas las etapas de su producción. La obtención de óptimos rendimientos y calidad son los objetivos de todo buen productor. Actualmente la sobre-explotación de los suelos está afectando la fertilidad de los mismos y es necesario impulsar la biofertilización y el incremento de microorganismos es fundamental para ayudar a la absorción de nutrientes asimilables. Se ha reportado que las algas proporcionan a los cultivos, macro y micronutrientes que las plantas requieren y además sustancias naturales con efectos comparados a los reguladores de crecimientos.

Batista et al. (2019) explica que el beneficio del uso de extractos de algas marinas ha sido estudiado ampliamente alrededor del mundo, las algas contienen todos los micronutrientes y algunos micronutrientes tales como; cobre, zinc, magnesio, hierro, molibdeno y boro, además contienen aminoácidos, manitol, betainas , la presencia de auxinas y citoquininas , hormonas vegetales, han llamado la atención de la comunidad científica.

El Huerto urbano (2015) menciona que existen productos obtenidos mediante extracción química o física de algas marinas. Los extractos de algas no responden a la definición de fertilizantes, ya que no contienen cantidades significativas de macro y microelementos, aunque si contienen de todos en trazas. Lo sorprendente de las algas y esto en parte puede ser debido a su hábitat hostil, es la cantidad de polisacáridos complejos que no están presentes en las plantas terrestres. Las algas pardas antes mencionadas contienen polisacáridos tipo laminarinas, fucoidanos y alginatos, que además se ha demostrado mediante bioensayos, que sus extractos pueden inducir la producción de auxinas y citoquininas naturales en las plantas sobre las que se aplican. Son estas sustancias las provocan que los extractos de algas sean

unos de los mejores bioestimulantes del mercado.

Ecoforce (2017) sostiene que los extractos de algas marinas al ser usados como bioactivadores aumentan el rendimiento y la calidad de los cultivos. Ya que, por un lado, incentivan la síntesis de hormonas e influyen en la absorción y translocación de nutrientes; y por otro lado, gracias a su alto contenido en fibra, cumplen una función acondicionadora en los suelos, al mejorar su capacidad de retención de humedad y estimular la actividad de microorganismos beneficiosos.

Guerrero (2016) sostiene que las algas son consideradas como organismos fotosintetizadores, los cuales están organizados en forma muy simple. Su hábitat normal es en agua o en ambientes húmedos. Desde el siglo XIX se conoce que los habitantes de las costas, recogían algas pardas arrastradas por las mareas y las incorporaban a los terrenos para ayudar a su fertilidad. Actualmente debido al incremento de la agricultura orgánica y sustentable, las algas se están utilizando en forma más intensa. Asimismo, son consideradas como activadores biológicos y bioestimulantes orgánicos y lo más adecuado es la utilización de más de un alga, para aumentar el contenido de nutrientes, y a la vez su disponibilidad para una rápida asimilación durante el desarrollo de las plantas.

Medjdoub (2015) estima que la utilización de las algas marinas y/o sus derivados como bioestimulante está cada día ganando más amplitud e importancia. Dado que el crecimiento y el desarrollo de las plantas está controlado por hormonas vegetales o fitohormonas, las cuales controlan directamente e indirectamente la ejecución de numerosas y varias reacciones fisiológicas y su integración con el metabolismo general. El efecto bioestimulante de los productos formulados a base de algas marinas es el de aumentar el crecimiento de las plantas, propiciar la germinación de las semillas, reducir la infestación por nematodos e incrementar la resistencia de enfermedades fúngicas y bacterianas, etc. Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Otros beneficios

de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos, son incrementar el grado de maduración de los frutos, así como su tamaño.

Según Fertum (2016) generalmente las técnicas de extracción de compuestos desde algas que incluyen, calor, deshidratación, hidrólisis alcalina, congelamiento son dañinas para el contenido de nutrientes. El método de extracción que menos daña el contenido de nutrientes es el que aplica un diferencial de presión en el cual las células vegetales revientan. Los productos derivados de la extracción de algas deben tener altos niveles de citoquininas. Adicionalmente se agregan otros productos a la extracción como por ejemplo ácido húmico, con el fin de aumentar el nivel de auxina, especialmente si se presenta un desbalance con el nivel de citoquininas.

Guerrero (2016) informa que se ha reportado que al aplicar extractos de algas marinas al follaje, las enzimas que contienen refuerzan en las plantas sus defensas, su nutrición y su fisiología, aportando más resistencia a estrés, más nutrición y vigor. Asimismo, se ha citado que los extractos de algas al aplicarlos vía suelo y foliar, fijan nitrógeno del aire, lo que ayuda a proporcionar más nutrición y vigor a los cultivos. En las porciones de algas expuestas a la luz, existen células con cloroplastos, que son los órganos especializados en llevar a cabo la fotosíntesis.

Aguilar (2015) relata que las algas pardas son las de mayor uso en el sector agrícola. Las más conocidas son *Ascophyllum nodosum*, *Fucus* sp., *Ecklonia máxima*, *Laminaria* sp., *Macrocystis pyrifera*, entre otras.

AEFA (2014) señala que las algas que se manufacturan habitualmente para los extractos son las denominadas como algas pardas. En ellas se encuentran *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* sp., *Fucus* sp., *Macrocystis pyrifera*, *Ecklonia máxima* y *Durvillaea* sp. Todas ellas, para su posterior utilización, son generalmente cortadas en fresco sin arrancarlas de las praderas de algas costeras en bajamar, las algas son lavadas, cortadas, secadas y molidas para ser utilizadas en los procesos de extracción industriales. En cuanto a los procesos de extracción podemos distinguir entre

procesos químicos y procesos físicos. En los químicos las algas son atacadas generalmente por una base fuerte y se extraen todos los componentes solubles en ese medio, es posible que en estos procesos se puedan perder algunas de las cualidades de las algas en fresco. Dentro de los procesos físicos encontramos: extracciones acuosas al vacío, procesos de ruptura celular y micro-crioplastamiento. En estos procesos no hay ataques químicos y con sus extractos son susceptibles de obtenerse posteriormente una mejor respuesta de la planta tras la aplicación del producto final.

García (2015) divulga que la especie más común de alga marina es *Ascophyllum nodosum* el alga marrón o café. Los productos derivados de algas marinas no solo se diferencian por las distintas especies de algas que se usan en su elaboración, sino también por los distintos procesos a los cuales estas algas son sometidas para extraer sus compuestos. Los métodos de extracción ocupados influenciarán la cantidad de auxinas, si se ocupa un método de extracción inadecuado de extracción causará un desbalance en la proporción de citoquininas.

Aguilar (2015) expresa que *Ascophyllum nodosum* es un alga marrón que crece en el hemisferio norte, en el Océano Atlántico y en algunos lugares del mar del Norte. *Ascophyllum nodosum* crece adherida a las rocas, flotando en horas de marea alta gracias a unas vesículas que contienen aire. En horas de marea intermedia, estas vesículas permiten una disposición más extendida de la parte superior del alga, permitiendo captar más luz y optimizar el proceso de fotosíntesis. Su recolección como materia prima para procesos industriales se realiza en Noruega, Canadá, Bretaña francesa e Irlanda, principalmente.

Ecoforce (2017) refiere que *Ascophyllum nodosum*, a diferencia de otras especies de algas pardas, soporta en su hábitat natural períodos de inmersión marina y períodos de exposición a la intemperie, según el ciclo de las mareas. Hecho que constituye un éxito de adaptación fisiológica frente a condiciones de estrés hídrico, salino y térmico, e implica que estas algas estén dotadas de una singular composición bioquímica. El ácido algínico es un polisacárido, componente estructural en las paredes celulares de *Ascophyllum nodosum*,

que participa decisivamente en el equilibrio hídrico y en la respuesta fisiológica frente al estrés abiótico. El manitol es un polialcohol sintetizado por *Ascophyllum nodosum* que, además de actuar como osmoprotector, se comporta como un eficaz antioxidante al bloquear las especies reactivas de oxígeno (ROS) y evitar así alteraciones metabólicas.

Interempresas (2016) define que la especial composición de la alga *Ascophyllum nodosum* constituye una reserva natural de micro y macronutrientes, aminoácidos y carbohidratos que incrementan el rendimiento de los cultivos, su calidad y su vigor.

AEFA (2014) describe que cuando los productos comerciales han sido desarrollados de forma adecuada y se han aplicado correctamente, los beneficios más comunes son:

- Crecimiento vigoroso: Las ramas crecen a lo largo y con aumento de diámetro.
- Plantas más fuertes: Las raíces adquieren mayor longitud y ramificación.
- Induce la brotación natural: Sin alteraciones en la planta.
- Incremento de la absorción de los elementos minerales al suelo.
- Notable resistencia a los efectos climáticos: como heladas, fuerte calor, sequedad y en general, mayor resistencia a los ataques de las plagas.
- Ayuda a superar la crisis del post-trasplante.
- Potencia la acción de los fungicidas.
- Aumento de la producción vendible: Con uniformidad en el tamaño de la fruta.

Global cespced (2016) afirma que los beneficios del uso de extractos de algas marinas que se han reportado, incluyen:

1. Estimulación del desarrollo de raíces,
2. Aumento a la tolerancia al estrés por calor y salinidad,
3. Estimulación de las defensas naturales de las plantas haciéndolas más resistentes a las enfermedades, y
4. Aumento del vigor y mejora del color del cultivo.

Quitral *et al.* (2015) informan que Japón y China son los mayores productores, cultivadores y consumidores de algas en el mundo. El consumo de algas en Japón es de 8,5 g/día. Las algas son un recurso abundante, económico y atractivo para utilizar como ingrediente en alimentos. Aportan nutrientes y compuestos bioactivos, además de tener propiedades tecnológicas que hacen viable su incorporación. La concentración a utilizar debe ser correctamente controlada ya que la calidad sensorial no siempre se ve favorecida, por lo que es un interesante desafío su inclusión en alimentos como un ingrediente funcional.

Valdés y Blanco (2018) indican que las algas son organismos acuáticos unicelulares y pluricelulares; las últimas pueden ser microalgas y macroalgas, mientras que las unicelulares son únicamente microalgas. Su hábitat varía a diferentes profundidades de aguas dulces, salobres o marinas. Se cultivan en masa y tienen diferentes destinos como: producción de compuestos biológicos, hidrógeno, biodiésel y biofertilizantes, también se aplican al tratamiento de aguas.

Ondarza y Rincones (2014) señalan que las algas marinas tienen un gran valor terapéutico que puede llegar a ser la clave para combatir enfermedades de origen diverso. Son además un valioso recurso natural para la industria de alimentos, cosméticos y biotecnológica. Su explotación en nuestro país puede contribuir a mejorar la realidad socioeconómica de muchas comunidades costeras, las cuales, en su mayoría, viven en condiciones de extrema pobreza.

Zermeño-González *et al.* (2015) manifiestan que los biofertilizantes a base de extractos de algas marinas son materiales bioactivos naturales solubles en agua que promueven la germinación de semillas e incrementan el desarrollo y el rendimiento de cultivos, se usan como suplementos nutricionales, bioestimulantes o biofertilizantes en la agricultura y horticultura. El uso de extractos de algas marinas como biofertilizantes permite la sustitución parcial de fertilizantes minerales convencionales y también como extractos líquidos, aplicados en forma foliar o granular (polvo), como

mejoradores del suelo y abono.

Para Quitral *et al.* (2015), las algas son organismos autótrofos de estructura simple, con escasa o nula diferenciación celular y de tejidos complejos por lo que son talofitas. Taxonómicamente se clasifican en tres grupos: Chlorophyta o clorofitas, Phaeophyta o feófitas y Rhodophyta o rodófitas, que corresponden a algas verdes, pardas y rojas respectivamente, ya que presentan pigmentos que predominan sobre los otros.

Valdés y Blanco (2018) divulgan que bajo el término genérico de algas, se agrupa un conjunto de organismos acuáticos de estructura unicelular y pluricelular; las últimas pueden ser microalgas y macroalgas, mientras que las unicelulares son únicamente microalgas. Las macroalgas son organismos similares a las plantas terrestres porque necesitan luz, están compuestas de raíces, tallos y pigmentos, aunque su forma es menos compleja. Su hábitat es variado ya que se encuentran a diferentes profundidades, igualmente en aguas dulces, salobres y marinas.

Zermeño-González *et al.* (2015) explican que los extractos de algas marinas contienen varias sustancias promotoras del crecimiento de plantas, como auxinas, citoquininas, betainas, giberelinas; y sustancias orgánicas como aminoácidos, macronutrientes y oligoelementos, los cuales mejoran el rendimiento y la calidad de cultivos. La aplicación de algas marinas al suelo y follaje induce una mayor absorción de nutrientes, aumenta el contenido de clorofila, y el tamaño de las hojas, por lo cual hay un mayor rendimiento y calidad de las cosechas.

Valdés y Blanco (2018) expresan que el cultivo de algas se realiza en masa y tiene diferente destino, como es en la producción de compuestos biológicos, de hidrógeno, de biocombustibles, específicamente biodiésel y de biofertilizantes; se utilizan en el tratamiento de aguas, en la industria cosmética, fines médicos y como fuente de alimento animal y humano, ya que éstas se han revelado como buenas aliadas de los vegetarianos al aportar nutrientes fundamentales para la alimentación.

De acuerdo a Canales (2014), existen terrenos donde proliferan las algas marinas, y existiendo la necesidad de desarrollar productos de consumo como arroz, maíz, se hace prioritaria la necesidad de incrementar los rendimientos y la productividad en forma competitiva, así como mejorar las condiciones del suelo por la incorporación de la materia orgánica.

Ondarza y Rincones (2014) mencionan que desde el punto de vista ambiental, el cultivo y explotación de algas marinas representan una actividad amigable al medio ambiente, ya que no genera desechos ni efluentes; aumenta, asimismo, la biodiversidad local al servir como sustrato y refugio a numerosas especies de peces e invertebrados y diversifica las actividades productivas tradicionales, reduciendo la pesca de ciertas especies amenazadas como las tortugas marinas, caracol de pala y langosta.

Zermeño-González *et al.* (2015) aclaran que estudios realizados demuestran que la aplicación de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) aumentó el contenido de clorofila, influyendo en el rendimiento y la calidad de los frutos; la aplicación foliar de extractos líquidos de algas marinas a una concentración de 2 %, aumentó el contenido de clorofila en hojas de las plantas de un cultivo, dando un mayor vigor y rendimiento.

Canales (2014) define que las algas marinas se aplican en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas.

Ale-Borja *et al.* (2015) afirman que el alga *Ascophyllum nodosum* es una fuente significativa de alginatos, el cual es un polisacárido que tiene igual valor comercial que el agar. Esta especie es usada como indicador biológico de contaminación por metales pesados a causa de la precipitación de sus alginatos por metales divalentes 2-9. Esta alga procede de las costas del mar atlántico de Francia.

Canales (2014) menciona que las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países del mundo y, a medida que esta práctica se extienda, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así la agricultura sustentable. Las enzimas tienen la facultad de provocar y activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo.

Sus reacciones son específicas: de un elemento, de un ion, de un compuesto o de una reacción; para esto, la forma geométrica del “punto activo” de la enzima debe coincidir perfectamente con la geometría del “punto de reacción” de los compuestos que están en el sustrato para que la liga (el enchufe) tome lugar, como la llave (sustrato) en una cerradura (enzima). Son dos los compuestos reactantes del sustrato que se acomodan así en el punto activo de la enzima; en el caso de las enzimas hidrolasas, uno de ellos es agua disociada H^+ , OH^- . Hay compuestos tóxicos, cuya forma geométrica del “punto de reacción” se acomoda perfectamente al “punto activo” de la enzima inhibiéndola, de tal manera, que no pueda realizar la liga con el sustrato (Canales, 2014).

El mismo autor reporta que al incinerar las algas, dejan un residuo de cenizas cinco o seis veces mayor que el que dejan las plantas; consecuentemente, tienen más metabolitos y, por lo tanto, más enzimas. Esta es la razón del por qué, al usar algas marinas y/o sus derivados en la agricultura, se aporta un complejo enzimático extra diverso y cuantioso que efectúa cambios en las plantas (y en el suelo) que sin ellos, no toman lugar.

Barrios (2017) considera que muchas algas son utilizadas en la actualidad en alimentación, cosmética o con fines medicinales. La talasoterapia emplea el agua de mar en diversas terapias pero también es cierto que determinados vegetales del mar tienen una gran importancia terapéutica, y en algunos centros a los pacientes se les frota el cuerpo con algas marinas con fines terapéuticos, lo que se viene a denominar como algoterapia. Desde el tratamiento de la seborrea hasta la celulitis las algas como el sargazo vejigoso

o distintas especies de laminaria o el mismo fucus vejigoso desempeñan un papel muy importante.

Canales (2014) determina que al aplicar foliarmente extractos de algas marinas, las enzimas que éstas contienen refuerzan en las plantas su sistema inmunitario (más defensa) y su sistema alimentario (más nutrición) y activan sus funciones fisiológicas (más vigor). Además, las microalgas cianofitas que los extractos de algas conllevan, ya sea que se apliquen foliarmente o al suelo, fijan el nitrógeno del aire aún en las no leguminosas. Resultado: plantas más sanas con mejor nutrición y más vigorosas.

Bojorge-García *et al.* (2016) relatan que otro aspecto interesante de las algas, que tiene que ver con su ecofisiología, es el relacionado a su sensibilidad y pronta capacidad de respuesta ante la eutroficación de las aguas de los ríos, producto de la incorporación de diferentes sustancias derivadas de actividades antrópicas diversas como la agricultura, la industria y los desechos de las ciudades. Para ello, se han desarrollado una serie de índices que permiten valorar la respuesta de algún grupo de algas específico, por ejemplo el índice trófico de diatomeas o de varios grupos como el índice trófico del perifiton.

Canales (2014) exponen que al aplicar algas marinas o sus derivados al suelo, sus enzimas provocan o activan en él reacciones de hidrólisis enzimáticas catalíticas reversibles que las enzimas de los seres vivos que en él habitan e inclusive las raíces no son capaces de hacer en forma notoria de tal manera que, al reaccionar con las arcillas silíceas o las arcillas de hidróxidos más arena, actúan del compuesto que se encuentra en mayor cantidad en favor del que se encuentra en menor proporción y tiende a llevarlo al equilibrio; o sea, al suelo franco, ajustando también el pH.

También hidroliza enzimáticamente los compuestos no solubles del suelo, desmineralizándolo, desintoxicándolo y desalinizándolo. En los carbonatos libera el anhídrido carbónico formando poros, lo que sucede así mismo al coagular las arcillas silíceas, descompactándolo; todo, en forma

paulatina, se logra así: el mejoramiento físico, químico y biológico del suelo, haciendo del mismo un medio propicio para que las plantas se desarrollen mejor (Canales, 2014).

Zermeño-González *et al.* (2015) aseguran que la aplicación de fertilizantes biológicos ha sido una alternativa que permite mejorar la productividad de cultivos por área cultivada y se reduce la contaminación del suelo y el agua. La práctica de fertilización biológica con base en algas marinas de especies con valor agrícola ha demostrado incrementos en rendimiento y buena calidad de las cosechas a partir de la aplicación directa o de sus derivados.

Castellanos *et al.* (2017) argumentan que la vegetación marina representa un gran recurso para el beneficio del hombre, estando compuesta básicamente por algas. Las algas se pueden emplear principalmente para la extracción de alginatos, para su consumo directo por parte del hombre, la elaboración de cosméticos y medicamentos, la obtención de fertilizante orgánico y también como alimento para animales.

Zermeño-González *et al.* (2015) apuntan que las respuestas de las plantas a la aplicación de algas marinas son mayor rendimiento, mejor absorción de nutrientes, mejoran la germinación de la semilla, incrementa el contenido de clorofila y el tamaño de las hojas. El contenido de clorofila en la hoja está estrecha y directamente relacionado con el estado nutrimental del cultivo.

Castellanos *et al.* (2017) refieren que las algas son indeseables en zonas turísticas, ya que se considera basura y su retiro implica fuertes erogaciones por parte de las autoridades. Este material se puede considerar como una alternativa para la alimentación de rumiantes, ya sea mediante su incorporación en alimentos balanceados o en bloques multinutritivos, entre otras alternativas.

Zermeño-González *et al.* (2015) describen que estudios previos muestran

que los extractos de algas marinas contienen citoquininas, auxinas y betaínas que incrementan significativamente la concentración de clorofila en las hojas de las plantas. La fluorescencia de la clorofila es un indicador importante para determinar el nivel de estrés en los procesos fotosintéticos de las plantas y para comparar el rendimiento fotosintético entre especies de plantas.

Canales (2017) indican que son muchos estudios sobre el uso de algas marinas y sus derivados en la agricultura y son muchos los países que siguen esta práctica, pues los resultados en los rendimientos y la calidad de las cosechas son muy satisfactorios, así como el mejoramiento de las condiciones del suelo por la incorporación de la materia orgánica.

Medjdoub (2018) indican que los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos. Otros beneficios de la aplicación de los extractos de algas en los cultivos, son los de mejorar el crecimiento de las raíces, incrementar la cosecha de frutos y semillas, e incrementar el grado de maduración de los frutos. Trabajos realizados en la facultad de agronomía e ingeniería forestal demostraron que la aplicación foliar de extractos de algas (*Durvillea antarctica*) en las especies vegetales permitió un aumento considerable de la acumulación de materia seca en la parte aérea así como un aumento de la materia seca total de todos los árboles.

Canales (2017) indican que las algas marinas se aplican en la agricultura tal cual, en forma de harina, de extractos y de polvos solubles. Si los derivados son elaborados en la forma apropiada, los organismos vivos que contienen se conservan en estado viable y se propagan por un tiempo donde se aplican potenciando su acción, lo que hace posible la aplicación de dosis muy bajas.

Las algas marinas y/o sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países del mundo y, a medida que esta práctica se extienda, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos,

favoreciendo así la agricultura sustentable (Canales, 2017).

1.6. Hipótesis

Ho= el uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) no incremento el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo.

Ha= el uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) incrementa el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo.

1.7. Metodología de la investigación

Con la finalidad de desarrollar el presente documento se efectuó investigaciones en libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencias que fueron sometidas a la técnica de análisis y resumen con temas referentes al uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El tema desarrollado trató sobre el uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo, siendo de vital importancia la aplicación de estos productos para el desarrollo y producción del cultivo, lo que promueve el aumento de los rendimientos por unidad de superficie.

2.2. Situaciones detectadas

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales productos para la comercialización en la provincia de Los Ríos, especialmente en la zona de Babahoyo, donde la mayoría de los agricultores se dedican a la siembra y producción de este cultivar; sin embargo los rendimientos no son los esperados debido a que no se aplican las tecnologías adecuadas para su producción como siembra de híbridos resistentes, programas de fertilización complementadas con bioestimulantes, control de malezas y control fitosanitario.

Existen productores que no utilizan bioestimulantes por no elevar sus costos de producción y porque piensan que su efecto es en largo plazo por ello no aplican bioestimulantes a base de extractos de algas marinas.

2.3. Soluciones planteadas

El cultivo de maíz es el principal rubro agrícola que genera ingreso a la mayoría de los productores que se encargan de producirlo, por tanto es necesario que se apliquen productos que favorezcan al desarrollo de la plantación y que logren obtener mayor número de granos por mazorca, longitud y diámetro de mazorca, peso de granos y rendimiento.

Las algas marinas y sus productos derivados a base de ellos, entre los que se destacan el extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), son utilizados para incrementar el crecimiento y rendimiento de las plantas, lo que paralelamente protegen a las mismas ante los agentes bióticos y abióticos.

2.4. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas fueron:

Las zonas agrícolas utilizan algas marinas como fuente de materia orgánica para fertilizar sus cultivos como complementos nutricionales entre los que se denominan bioestimulantes.

El uso de bioestimulantes a base de algas marinas ha innovado la agricultura en la actualidad, mejorando los cultivos y causando efectos favorables en la cantidad, calidad y productividad de las cosechas.

Productos elaborados a base de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) son alternativas para mejorar la producción debido a que su efecto precursor de citoquininas permite obtener plantas resistentes a plagas y enfermedades y el excelente desarrollo de los cultivos con la finalidad de incrementar los rendimientos.

De todos los extractos de algas marinas, *Ascophyllum nodosum* y sus propiedades ha sido el más investigado y utilizado en la agricultura; esta alga se encuentra en abundancia en las zonas litorales.

La composición química del *Ascophyllum nodosum*, se hace referencia a sus extractos una vez procesada. Entre ellos se encuentran nutrientes esenciales como el nitrógeno, fósforo y potasio, además de una gran variedad de elementos secundarios y oligoelementos como el magnesio, calcio, manganeso, zinc, boro, etc.; hormonas naturales de crecimiento como citoquininas y auxinas además de zeatina que es de gran actividad biológica; bioestimulantes como la bateínas, poliaminas, oligosacáridos,

manitol, ácido algínico, laminarina y aminoácidos como el ácido glutámico, alanina, fenilalanina, glicina, prolina, lisina (Jisa, 2018).

2.5. Recomendaciones

Por lo detallado anteriormente se recomienda:

Aplicar al cultivo de maíz productos a base de extractos de algas a base de *Ascophyllum nodosum* debido a que aportan a las plantas nutrientes e inductores de crecimiento, indispensables para su desarrollo y producción.

Utilizar extractos de algas compuestos por *Ascophyllum nodosum* en todo tipos de cultivos por considerarse productos ecológicos ricos en auxinas y citoquininas que ayudan a la floración y maduración de frutos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aclimatecolombia. 2016. La aplicación de las algas marinas para la fertilización . Obtenido de <http://www.aclimatecolombia.org/la-aplicacion-de-las-algas-marinas-para-la-fertilizacion/>
- AEFA. 2014. Extractos de algas en la agricultura – AEFA. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/extractos-de-algas-en-la-agricultura>
- Agroptima. 2018. El cultivo de maíz. Disponible en <https://www.agroptima.com/blog/cultivo-del-maiz/>
- Aguilar, J. 2015. Algas marinas para la agricultura de alto rendimiento. Obtenido de Tradecorp: <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/136576-Algas-marinas-para-la-agricultura-de-alto-rendimiento.html>
- Ale-Borja, N., García, V., Yipmantin, A., Guzmán, E., Maldonado, H. 2015. Estudio de la cinética de biosorción de plomo (II) en alga *Ascophyllum nodosum* Sociedad Química del Perú Lima, Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú, vol. 81, núm. 3, pp. 212- 223
- Barrios, V., Castillo, R., González, I., Savón, L. 2017. Caracterización toxicológica de las macroalgas marinas *Hypnea* spp y *Sargassum* spp para la futura utilización en la alimentación y la salud animal como humana REDVET. Veterinaria Organización Málaga, España. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. VIII, núm. 7, julio, 2007, pp. 1-9
- Batista, A., Charles, M., Mancini-Filho, J., Vidal, A. 2009. Las algas marinas como fuentes de fitofármacos antioxidantes. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(2).
- Bojorge-García, M., Cantoral, E. 2016. La importancia ecológica de las algas

en los ríos Hidrobiológica. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Distrito Federal, México. Vol. 26, núm. 1, 2016, pp. 1-8

Canales, B. 2014. Enzimas-algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, pp. 271-276

Canales, B. 2017. Enzimas-algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Terra volumen 17 número 3.

Cano, O., Tosquy, O., Sierra, M., Rodríguez, F. 2013. Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal Agronomía Mesoamericana, vol. 12, núm. 2. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. pp. 193-197

Castellanos, A., Cauich, F., Chel, L., Rosado, G. 2017. Vegetación marina en la elaboración de bloques multinutritivos para la alimentación de rumiantes. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Morelos, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, vol. 1, núm. 1, pp. 75-83

Da Silveira, L., Mattos, P., Mógor, Á., Daros, E., De Oliveira, M. 2015. Effect of kelp extract on sugarcane plantlets biomass accumulation. *Idesia (Arica)*, 33(3), 31-33.

Ecoagricultor. 2018. El cultivo del maíz. Disponible en <https://www.ecoagricultor.com/el-cultivo-del-maiz/>

Ecoforce. 2017. Extracto de algas para agricultura ecológica - Fertilizantes ecoforce. Obtenido de <http://fertilizantesecoforce.es/es/blog/index/list/cat/agricultura-ecologica/?p=19>

- El Huerto Urbano.net. 2015. Qué son los abonos de extractos de algas. Obtenido de <https://www.elhuertourbano.net/abonos/que-son-los-abonos-de-extractos-de-algas/>
- El productor. 2018. Cultivo de maíz. Disponible en <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicos-agricolas/manejo-del-cultivo-de-maiz/>
- Feliu, F. 2014. Extractos de algas en la agricultura. Disponible <https://www.floresyplantas.net/extractos-de-algas-en-la-agricultura/>
- Fertum. 2016. ¿SON LO MISMO TODOS LOS PRODUCTOS BASADOS EN ALGAS? Obtenido de <http://www.fertum.cl/noticias/reportajealgas>
- García, G. 2015. Usos y aplicaciones de macroalgas, microalgas y cianobacterias en agricultura ecológica. Obtenido de Universitat de les Illes Balears.: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Usos-y-aplicaciones-de-macroalgas-microalgas-y.cid221515>
- Global Césped. 2016. Extractos de algas marinas - Global Césped. Obtenido de globalcesped.org/index.php?option=com_content&view=article...id...algas...
- Guerrero, J. 2016. La aplicación de las algas marinas para la fertilización | Hortalizas. Obtenido de <http://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/la-aplicacion-de-las-algas-marinas-para-la-fertilizacion/>
- Intagri. 2019. Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>. *Recuperado el 02 de diciembre del 2019*

- Intagri. 2019. Uso de Extractos de Algas (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulantes en Agricultura. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-de-extractos-de-ascophyllum-nodosum>. *Recuperado el 02 de diciembre del 2019*
- Interempresas. 2016. Dalgin Extracto de alga marina: incrementa el rendimiento de los cultivos. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Extracto-de-alga-marina-Dalgin-76631.html>
- Inzunza, M., Villa, M., Catalán, E., Mendoza, S. 2016. Modelo para estimar el rendimiento de maíz en función de la humedad del suelo Terra Latinoamericana, vol. 24, núm. 2. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 179-185
- Jisa. 2018. *Ascophyllum nodosum*. Disponible en <https://www.fertilizantesyabonos.com/ascophyllum-nodosum/>
- Medjdoub, R. 2018. La algas marinas y la agricultura. Disponible en http://catsaigner.adiego.com/sites/default/files/las_algas_marinas.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2019. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz>. *Recuperado el 02 de diciembre del 2019*
- Monteros, A. y Salvador, S. 2015. Rendimientos de maíz duro seco en el ecuador verano 2014. Disponible en http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_verano_2014.pdf
- Ondarza, M., Rincones, R. 2014. El cultivo de algas marinas: alternativa industrial en acuacultura sustentable a mediano y largo plazo. Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria, México. Ciencia UAT, vol. 3, núm. 2, pp. 68-73

- Quitral, V., Morales, C., Sepúlveda, M., Schwartz, M. 2015. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología Santiago, Chile. Revista Chilena de Nutrición, vol. 39, núm. 4, pp. 196-202
- Remache, M., Carrillo, M., Mora, R., Durango, W. y Morales, F. 2017. Absorción de macronutrientes y eficiencia del N, en híbrido promisorio de maíz. Patricia pilar, Ecuador. Agron. Costarricense. ISSN 0377-9424. vol.41 n.2 San Pedro de Montes de Oca Jul./Dec. 2017.
- Ríos, A., Machimba, M., Molina, Á., Montenegro, M. 2017. Evaluación agronómica de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays* L.) La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, núm. 6. Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador. pp. 30-33
- Valdés, Y., Blanco, M. 2018. Algas, aliadas en el pasado y sustento para el futuro. Universidad de Oriente Santiago de Cuba, Cuba. Tecnología Química, vol. XXVIII, núm. 3, pp. 46-50
- Zermeño-González, A., Cárdenas-Palomo, J., Ramírez-Rodríguez, H., Benavides-Mendoza, A., Cadena-Zapata, M., Campos-Magaña, S. 2015. Fertilización biológica del cultivo de maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 12, pp. 2399-2408
- Zermeño-González, A., Mendez-López, G., Rodríguez-García, R., Cadena-Zapata, M., Cárdenas-Palomo, J., Catalán-Valencia, E. 2015. Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y calidad de frutos *Agrociencia*, vol. 49, núm. 8, noviembre-diciembre, 2015, pp. 875-887 Colegio de Postgraduados Texcoco, México

ANEXOS