



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÍCOLA**

MODALIDAD: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTO DE BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS
EN EL CULTIVO DE FRÉJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata* L. Walp)**

AUTORES:

**MARIANO DAVID BRAVO VERA
JORGE FABIAN SALTOS PALMA**

TUTOR:

ING. SERGIO M. VÉLEZ ZAMBRANO, Mg.

CALCETA, JULIO 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

MARIANO DAVID BRAVO VERA con cédula de ciudadanía **1725863334** y **JORGE FABIAN SALTOS PALMA** con cédula de ciudadanía **1312253634** declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFEECTO DE BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS EN EL CULTIVO DE FRÉJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata* L. Walp)**, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los conocimientos, Creatividad e Innovación.

MARIANO D. BRAVO VERA
1725863334

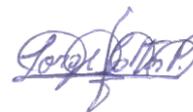
JORGE F. SALTOS PALMA
1312253634

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

MARIANO DAVID BRAVO VERA con cédula de ciudadanía **1725863334** y **JORGE FABIAN SALTOS PALMA** con cédula de ciudadanía **1312253634**, Autorizo a la Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFEECTO DE BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS EN EL CULTIVO DE FRÉJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata* L. Walp)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



MARIANO D. BRAVO VERA
1725863334



JORGE F. SALTOS PALMA
1312253634

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

El ING. SERGIO M. VÉLEZ ZAMBRANO, Mg. certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EFFECTO DE BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS EN EL CULTIVO DE FRÉJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata* L. Walp)**, que ha sido desarrollada por MARIANO D. BRAVO VERA y JORGE F. SALTOS PALMA, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. SERGIO M. VÉLEZ ZAMBRANO, Mg.

1310476773

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han APROBADO el trabajo de titulación **EFFECTO DE BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS EN EL CULTIVO DE FRÉJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata* L. Walp)**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Mariano D. Bravo Vera y Jorge F. Saltos Palma, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. LENIN VERA MONTENEGRO, PhD.

1309126462

PRESIDENTE

ING. JOSÉ REYNA BOWEN, PhD

1309899407

MIEMBRO

ING. FROWEN CEDEÑO SACÓN, Mg.

1310353121

MIEMBRO

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de tener una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día; Ing. Sergio Vélez Zambrano, Mg. Por habernos guiado de manera muy correcta en nuestra tesis.

A nuestros padres por la ayuda brindada todos los días de estudio y en la vida cotidiana.

A nuestros profesores quienes con su contribución en el camino de la enseñanza nos brindaron todos sus conocimientos para forjarnos como buenos profesionales.

MARIANO D. BRAVO VERA

JORGE F. SALTOS PALMA

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios quien siempre está para todos a cada minuto.

A mis padres quienes con su esfuerzo me ayudaron en seguir estudiando pese a las adversidades dándome siempre el apoyo la motivación y el cariño que como todos buenos padres darían a sus hijos, con paciencia siguiendo adelante luchando frente a todos los problemas que nos aquejan siempre y haciendo lo mejor para darnos la ayuda incondicional todos los días.

MARIANO D. BRAVO VERA

DEDICATORIA

En primer lugar le dedico este logro a Dios todo poderoso por haber escuchado mis oraciones en los momentos más difíciles de mi vida, y haberme permitido llegar a este momento tan importante de ser un profesional.

A mis padres por haberme forjado como persona de bien inculcándome valores humanos, como la humildad.

A mis hermanos, Lourdes, Cecilia, Belén, Gema gracias por su comprensión.

A mis primos Juan Carlos, Gregorio y Carlos, gracias por su apoyo siempre.

A mis amigos, Carlos Kuffo, Nelson Plaza, Geoconda López que me apoyaron en todo momento.

A cada uno de nuestros docentes por compartir conocimientos y formación profesional durante más de 5 años muchas gracias.

JORGE F. SALTOS PALMA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
DEDICATORIA	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE CUADROS	xi
CONTENIDO DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN.....	xii
PALABRAS CLAVE:	xii
SUMMARY	xiii
KEYWORDS:	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. IDEA A DEFENDER.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. EL CULTIVO DE FREJOL CAUPÍ.....	5
2.2. FERTILIDAD DE LOS SUELOS	6
2.3. LOS BIOESTIMULANTES.....	6
2.4. LAS ALGAS MARINAS.....	7
2.4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ALGAS.....	8
2.5. BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS.....	10
2.5.1. BASFOLIAR ALGAE SL.....	10
2.5.2. SEAWEED EXTRACT	11
2.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS	11
2.6. EFECTOS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS EN LOS CULTIVOS.....	14

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	16
3.1. UBICACIÓN.....	16
3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.3. FACTORES Y NIVELES EN ESTUDIO.....	17
3.4. TRATAMIENTOS.....	17
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	17
3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL	18
3.7. VARIABLES A MEDIR	18
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	19
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	21
3.10. ANÁLISIS ECONÓMICO	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. EFECTO DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS SOBRE LA MORFOLOGÍA DE LAS PLANTAS DE FRIJOL CAUPÍ.....	22
4.2. DOSIS ADECUADA Y BIOESTIMULANTE A BASE DE ALGAS MARINAS QUE AUMENTE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.....	25
4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO	26
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1. CONCLUSIONES	29
5.2. RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXOS.....	37

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos y sus respectivos códigos.	15
Cuadro 3.2. Esquema ADEVA.	15
Cuadro 4.1. Significancia estadística de las variables en estudio, en el cultivo de fréjol caupí bajo el efecto de tres dosis probadas en dos bioestimulantes a base de algas marinas (parte 1).	20
Cuadro 4.2. Significancia estadística de las variables en estudio, en el cultivo de fréjol caupí bajo el efecto de tres dosis probadas en dos bioestimulantes a base de algas marinas (parte 2).	20
Cuadro 4.3. Análisis de dominancia de los tratamientos.	23
Cuadro 4.4. Análisis marginal de los tratamientos no “dominados”.	24

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Efecto de tres dosis probadas en dos bioestimulantes a base de algas marinas en la longitud de vainas, en el cultivo de fréjol caupí.	21
Gráfico 4.2. Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas vs el testigo en la longitud de vainas, en el cultivo de fréjol caupí.	21
Gráfico 4.3. Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas vs el testigo en el número de semillas por vaina, en el cultivo de fréjol caupí.	22
Gráfico 4.4. Curva de relación de benéficos netos y costos totales.	24

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo estudiar el efecto de dosis de bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo de fréjol caupí (*Vigna unguiculata* L. walp), bajo las condiciones ambientales del campus de la ESPAM MFL. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con dos factores (AxB+1), siete tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 28 unidades experimentales. Los tratamientos fueron T1 (Seaweed extract en dosis de 0,5 L.ha⁻¹), T2 (Seaweed extract en dosis de 0,75 L.ha⁻¹), T3 (Seaweed extract en dosis de 1 L.ha⁻¹), T4 (Basfoliar algae en dosis de 0,5 L.ha⁻¹), T5 (Basfoliar algae en dosis de 0,75 L.ha⁻¹), T6 (Basfoliar algae en dosis de 1 L.ha⁻¹), y tratamiento control. El análisis de varianza manifestó que los bioestimulantes fomentaron el desarrollo de la longitud de vainas y número de semillas; las dosis de aplicación de los bioestimulantes evaluados no influyeron en el rendimiento del cultivo de frejol caupí; el análisis económico demostró que Seaweed extract en dosis de 1 L.ha⁻¹ generó los mayores beneficio netos.

PALABRAS CLAVE: Bioestimulantes, dosis, algas marinas, frejol caupí, rendimiento.

SUMMARY

The objective of the research was to study the effect of seaweed-based biostimulants doses on the cultivation of cowpea beans (*Vigna unguiculata* L. walp), under the environmental conditions of the ESPAM MFL campus. A randomized complete block design (RCBD) with two factors (AxB+1), seven treatments and four repetitions with a total of 28 experimental units was drawn. The treatments were T1 (Extract of seaweed in doses of 0.5 L.ha), T2 (Extract of seaweed/0.75 L.ha), T3 (Extract of seaweed/1 L.ha), T4 (Basfoliar algae/ 0.5 L.ha), T5 (Basfoliar Algae/0.75 L.ha), T6 (Basfoliar Algae/1 L.ha), and control. The analysis of variance showed that the biostimulants promoted the development of bean pod length and number of seeds; the application doses of the evaluated biostimulants did not influence the output of the cowpea crop; the economic analysis revealed that Seaweed extract in doses of 1 L.ha gave the highest net benefits.

KEYWORDS: Biostimulants, dose, seaweeds, cowpea beans, yield.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Muchos de los suelos agrícolas de América Latina y el Caribe, por sus propiedades inherentes, son frágiles y deficientes en nutrientes (Sarandón, 2020); adicionalmente, la creciente demanda global de alimento ha creado una mayor presión sobre los suelos para aumentar la producción de alimento y que abastezca a la industria y población (Gardi *et al.*, 2014).

El uso desmedido de fertilizantes y químicos para compensar esta falta de nutrientes, también ha contribuido a la degradación severa del suelo y una disminución de su productividad (Rodríguez *et al.*, 2019).

Los suelos con deficiencia de nutrientes también requieren incrementos en los insumos, esta tarea es especialmente difícil en los países de bajos ingresos, donde los agricultores no pueden pagar los insumos para mejorar la fertilidad de sus suelos empobrecidos; además, la capacidad de los fertilizantes minerales como única alternativa para incrementar significativamente la producción de los cultivos es limitada (Montanarella *et al.*, 2015). Asimismo, esta problemática global se evidencia en el Ecuador (Espinosa, 2014).

Las leguminosas son muy susceptibles a los cambios de la nutrición del suelo y ayudan como indicador de calidad al mismo tiempo (Vargas y Cárdena, 2021).

En el Ecuador, el fréjol caupí tiene una buena aceptación en el mercado; sin embargo, los problemas mencionados sobre la fertilidad inadecuada de los suelos y uso desmedido de fertilizantes y químicos, condiciona el desarrollo y rendimiento del cultivo (Murillo, 2005; citado por Torres *et al.*, 2013). Para este problema del desarrollo del cultivo, existen alternativas como bioestimulantes que permiten incrementar el desarrollo y productividad de la planta (Bertolín *et al.*, 2010).

Du Jardin (2015) Existe una clasificación de los bioestimulantes con un cierto nivel de consenso entre expertos y científicos:

- Ácidos húmicos y fúlvicos.
- Aminoácidos y mezclas de péptidos.
- Extractos de algas y plantas.
- Quitosanos y otros biopolímeros.
- Compuestos inorgánicos.

Dentro del grupo de los bioestimulantes, los elaborados a base de extractos de algas marinas pueden ser una alternativa a estos problemas, ya que contienen sustancias naturales (reguladores de crecimiento, vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas, y agentes quelantes como ácidos orgánicos y manitol.) que estimulan procesos biológicos, mejorando la disponibilidad de nutrientes y optimizando su absorción (Pérez *et al.*, 2020).

Por lo descrito se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Los bioestimulantes a base de algas marinas incrementarán la productividad del cultivo de fréjol caupí?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las plantas están sometidas frecuentemente a situaciones desfavorables para su desarrollo y funcionamiento óptimos, ocasionadas por alteraciones en el medio ambiente. Los bioestimulantes, entre ellos los de extractos de algas marinas, constituyen sustancias que por su acción pueden estimular el crecimiento de la planta e incrementar los rendimientos, optimizando la absorción de nutrientes en suelos con deficiencias (Veobides *et al.*, 2018).

Los extractos a base de extracto de algas aportan microelementos y macroelementos esenciales en el desarrollo de las plantas, además, de aminoácidos, carbohidratos y reguladores del crecimiento de origen natural, involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Rodríguez, 2015). Asimismo, la utilización de bioestimulantes foliares en diversos cultivos de hortalizas, muestran resultados altamente satisfactorios en el incremento de masa foliar y rendimiento productivo (Medjdoub 2018).

Los bioestimulantes son complementarios al uso de fertilizantes, éstos pueden generar sinergias para que éstos sean más eficaces, favoreciendo la absorción y el transporte de nutrientes; optimizando el rendimiento de los cultivos maximizando su potencial genético, sin incrementar el uso de fertilizantes (Padilla, 2010).

Con base a lo mencionado, se considera que el uso de extractos de algas como bioestimulantes es necesario en el cultivo de caupí y puede contribuir de forma acertada como una estrategia de nutrición para las plantas y de esta forma potenciar varios procesos fisiológicos en las mismas. Este proyecto aporta a lo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en el documento Transformar los sistemas alimentario: Asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuir al mantenimiento de los ecosistemas, y entre otros aspectos mejorar

progresivamente la calidad de los suelos (Intini *et al.*, 2019).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de dosis de bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo de fréjol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), bajo las condiciones ambientales del campus de la ESPAM MFL.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir el efecto de los bioestimulantes a base de algas marinas sobre la morfología de las plantas de frijol caupí.
- Establecer la dosis adecuada y bioestimulante a base de algas marinas que aumente el rendimiento del cultivo.
- Realizar un análisis económico de las aplicaciones de los bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo.

1.4. IDEA A DEFENDER

Los bioestimulantes a base de algas marinas incrementan la productividad del cultivo de fréjol caupí.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. EL CULTIVO DE FREJOL CAUPÍ

El INEC reporta que, durante el año 2019, a nivel nacional, el frejol tierno y seco obtuvo un rendimiento promedio de 1685 y 584 kg.ha⁻¹; en la costa se sembraron 3,2 y 2,8 mil ha de frejol tierno y seco, obteniendo un rendimiento promedio de 1798 y 639 kg.ha⁻¹, respectivamente.

Mendoza y Linzán (2005) citan, que nivel experimental bajo condiciones de agricultor en varias localidades de Manabí, los rendimientos promedios resultaron en 34194 y 35980 mazos.ha⁻¹, y 1662 y 1837 kg.ha⁻¹ en grano seco, para los materiales INIAP-462 e INIAP-463 respectivamente. Haro *et al.* (2019) al evaluar el comportamiento agronómico de diez cultivares de frijol caupí en una localidad de Manabí, reportan que los mejores fueron en mazos de vainas verdes INIAP 3463 e INIAP 462 con 30425 y 30392 mazos.ha⁻¹ respectivamente; y en grano seco a INIAP 463 con 1133 kg.ha⁻¹.

Albán (2012) describe taxonómicamente al caupí, esta planta representa al reino: Plantae, clase: Angiospermae, subclase: Dicotyledoneae, orden: Leguminosae, familia: Fabaceae, género: *Vigna*, especie *V. unguiculata* L. Walp.

El mismo autor describe morfológicamente a *Vigna unguiculata* L. Walp, indicando que es una planta herbácea anual. Compuesta de una raíz principal y raíces secundarias, que desarrollan nódulos. Los tallos son delgados y angulosos; en las variedades locales el crecimiento es semi erecto. Las flores son hermafroditas, preferentemente autogamas, que se dan en pequeños racimos. El fruto es una vaina alargada de 20 a 24 cm de longitud, que contiene de 16 a 20 granos por vaina. Las semillas pueden ser de color blanco o marrón, con el hilio café y de textura lisa o rugosa. El inicio de la floración se presenta entre los 42 y 45 días, y la cosecha del grano seco a los 70 días.

2.2. FERTILIDAD DE LOS SUELOS

El suelo agrícola debe estar compuesto de minerales orgánicos que sirven de alimento a la edafofauna y microorganismos benéficos, que ayudan a la conservación adecuada de sus propiedades. La disposición de un suelo oxigenado, con buena estructura, equilibrado en sus nutrientes y un grado de acidez adecuado son indispensables; caso contrario, aunque el clima, las labores y el riego acompañen no ayudará al desarrollo adecuado de los cultivos (Casas, 2001).

La importancia de los suelos agrícolas también se da en el desarrollo socioeconómico de cualquier país, puesto que es un recurso productivo fundamental para la producción alimentaria. La presión que se ejerce sobre el suelo ha conducido a una pérdida física de la capa superficial (erosión), a la pérdida de sus propiedades químicas originales principalmente materia orgánica y nutrientes (Navarro y Navarro, 2013).

Una de las formas de degradación es la disminución de la fertilidad, que implica la disminución de la capacidad de brindar nutrientes a las plantas para estimular su crecimiento, debido a modificaciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas. El exceso en el uso de fertilizantes químicos nitrogenados, fosforados o potásicos perjudica al suelo de manera considerable ya que ocasiona la salinización, puesto que la concentración de algunos elementos es demasiado alta (García y Dorronsoro, 2000).

2.3. LOS BIOESTIMULANTES

Además de los nutrientes minerales, varios productos de origen orgánico se han estudiado como alternativas teóricamente más baratas y de menor impacto ambiental, tanto como fuente de nutrientes y como fuente de sustancias promotoras del crecimiento. Estos productos se conocen como bioestimulantes (Zandonadi, 2016).

En los últimos años se han desarrollado diversos productos y sustancias en el mercado de insumos agrícolas para mejorar la funcionalidad biológica o las interacciones entre suelo y planta. Estas sustancias y mezclas, conocidas como bioestimulantes, por sus mecanismos de acción y efectos producidos en la planta, se encontraban en la frontera entre los fertilizantes y los fitosanitarios, sin aportar directamente nutrientes a la planta (Martínez, 2019).

En la actualidad, los bioestimulantes de plantas son productos que se aplican a las plantas para mejorar la productividad y la calidad de las mismas. Suelen ser productos naturales, como extractos de algas, hidrolizados de proteínas y ácidos húmicos, que actúan sobre la fisiología de la planta. Su función no es suministrar nutrientes ni proteger la planta contra plagas y patógenos, sino modular las funciones de la planta de manera que mejore la absorción de nutrientes y aumenta la tolerancia al estrés ambiental (Du Jardin, 2019).

2.4. LAS ALGAS MARINAS

Dreckmann *et al.* (2013) manifiestan que las algas son un grupo de organismos acuáticos con metabolismo autótrofo, aunque algunas, dependiendo de las condiciones, pueden comportarse como heterótrofas. Presentan como pigmento fotosintético primario a la clorofila, característica que comparten con las plantas superiores. Contienen, además, otros tipos de pigmentos accesorios lo que hace que muchas de ellas presenten también coloraciones rojizas, azuladas, pardas hasta ennegrecidas, debido al enmascaramiento del color verde de la clorofila

La composición bioquímica de las algas depende de su localización y de las condiciones del lugar donde crecen. De esta manera, el contenido en principios activos variará entre cada especie y dentro de la misma especie en relación a la disponibilidad de nutrientes, luz, salinidad, profundidad, presencia de corrientes de agua dulce y, por supuesto, contaminación o contenido en metales pesados del agua (Aguilar, 2015).

2.4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ALGAS

A pesar de la controversia generada en torno a su clasificación biológica y a su estrecha relación con otros grupos como plantas, bacterias, hongos y protozoarios, las algas comparten una serie de características comunes que las han mantenido como una gran agrupación artificial (Valdés y Soto, 2008). Las multicelulares son por lo general clasificadas en tres grupos, Chlorophyta, Phaeophyta y Rodophyta. Las unicelulares, generalmente llamadas microalgas, son Chrysophyta, Diatomeas y Dinoflagelado.

2.4.1.1. MACROALGAS

Werlinger *et al.* (2004) manifiestan que abordan aquellos grupos de algas macroscópicas que al recibir una radiación lumínica en dependencia de la profundidad reflejan un determinado color, y bentónicas, es decir, aquellas especies vegetales que viven adheridas a algún tipo de sustrato en la costa o en el fondo del mar:

Chlorophyta o algas verdes: Los pigmentos presentes en las algas verdes corresponden a clorofila a, b, b-caroteno, luteína, violaxantina y zeaxantina. La sustancia de reserva es el almidón, aunque algunas clorofíceas también almacenan aceite. La pared celular está constituida de celulosa, aunque algunos géneros pueden presentar polímeros de xilosa, manosa o carbonato de calcio.

Phaeophyta algas pardas: Presentan clorofila a y c₂, los pigmentos accesorios el más común es el b-caroteno o la fucoxantina. Como productos de reserva estas algas acumulan polisacáridos del tipo laminarina y manitol, y compuestos fenólicos agregados. La pared celular está formada por una capa interna de celulosa y otra externa por ácido algínico y fucoidina combinada con iones de calcio, magnesio y hierro.

Rodophyta o algas rojas: Presenta clorofila a y d, los pigmentos accesorios son de tipo carotenoide y de ficobiliproteínas. La principal sustancia de reserva es el almidón de las florideas. La pared celular está constituida por una capa interna rígida de celulosa y otra externa mucilaginoso, formada por polisacáridos de galactanos. Algunas algas rojas presentan depósitos de carbonato de calcio en la pared, formada de aragonita o calcita.

2.4.1.2. MICROALGAS

Rendón *et al.* (2015) indica que las microalgas son microorganismos fotosintéticos procariotas o eucariotas que pueden crecer rápidamente debido a su estructura multicelular, unicelulares o simples. Las microalgas están presentes en todos los ecosistemas de la tierra, lo que representa una gran variedad de especies que viven en diferentes condiciones ambientales:

Chrysophyta o algas doradas: Poseen clorofila a, c₁, y c₂, y como pigmentos accesorios fucoxantina, diadinoxantina y otras xantofilas. La crisolaminarina como sustancia de reserva principal. Las células pueden ser desnudas, otras por una pared celular o escamas orgánicas de celulosa, quitina, síliceas o calcáreas.

Bacillariophyta o Diatomeas: Poseen clorofilas a, c₁ y c₂ y pigmentos tales como b-caroteno, fucoxantina, diatoxantina y diadinoxantina. Las reservas de alimento se almacenan como carbohidratos o aceites, que, además, contribuyen a su flotabilidad. La sílice biogénica que la pared celular se compone es sintetizada por polimerización de monómeros de ácido silícico.

Dinophyta o dinoflagelados: Los pigmentos incluyen clorofilas a y c₂, peridininina, beta-caroteno y pequeñas cantidades de dinoxantina y diadinoxantina. Como productos de reserva utilizan almidón y aceites. Pueden ser des desnudos o tecados, en las formas tecadas los alvéolos se apoyan en placas de celulosa que componen una especie de armadura.

2.5. BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS

Las algas marinas están constituidas mayoritariamente por elementos traza, elementos mayores y menores. También pueden encontrarse otras sustancias naturales, cuyos efectos son similares a los de ciertos reguladores de crecimiento, como vitaminas, carbohidratos, proteínas, sustancias biocidas, y agentes quelantes como ácidos orgánicos y manitol. Las bondades de uso de algas marinas en la agricultura pueden evidenciarse a partir de aplicación directa o de sus derivados (Carvajal y Mera, 2010).

Los mecanismos de acción de los bioestimulantes en las plantas no son claros, debido al complejo conjunto de moléculas bioactivas y sus proporciones presentes en las algas. El estudio de los componentes algales de forma individual como bioestimulantes puede ayudar a elucidar la actividad de estos, sin embargo, la actividad bioestimulante puede ser el resultado una acción sinérgica de todos los constituyentes en la mezcla (Ertani *et al.*, 2018).

2.5.1. BASFOLIAR ALGAE SL

Garófalo (2017) detalla que Basfoliar algae SL se produce a partir de algas que provienen de las costas del Océano Pacífico, el que por sus frías y oscuras aguas induce a las algas a la producción de altos contenidos de Carbohidratos, Fitohormonas y Vitaminas, compuestos que se mantienen en forma intacta en el extracto; además, está complementado con minerales y aminoácidos. Todos estos elementos se potencian con la incorporación de azúcares-alcoholes

La composición nutricional de Basfoliar Algae SL se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos y sus respectivos códigos.

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
Nitrógeno (N)	6%
Fósforo (P ₂ O ₅)	3%
Potasio (K ₂ O)	5%
Magnesio (MgO)	0,3%
Hierro (Fe), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn)	Trazas
Aminoácidos	Alanina, glicina, valina, treonina, serina, leucina, isoleucina, prolina, cisterna, hidroxiprolina, metionina, ácido aspártico, fenilalanina, ácido glutámico, lisina, tirosina, arginina, histidina.
Carbohidratos	Glucosa, manosa, fructosa, xilosa, y vitaminas galactosa, vitamina A, B1, B2, C, carotenos, ácido pantoténico, biotina, ácido fólico, ácido nicotínico.

2.5.2. SEAWEED EXTRACT

Bioestimulante a base de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) de Noruega. El extracto contiene N-P-K, calcio, magnesio, azufre, micronutrientes, aminoácidos, citoquininas, giberelinas y auxinas promotoras de crecimiento. Los micronutrientes están en forma de quelatos naturales (ácidos algínico y manitol), promueve la generación de metabolitos propios de las plantas como las betaínas, que son un nuevo grupo de sustancias que protegen a los vegetales del ataque de enfermedades (Edifarm, 2018).

2.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS

2.5.3.1. PROPIEDADES HIDRATANTES

Kolander (2003) menciona que la pared celular de las algas está constituida por polisacáridos, tales como los alginatos, carragenatos, manitol y ulvanos que tiene la capacidad de formar una retícula que retiene una gran cantidad de agua les confiere unas propiedades reológicas únicas, y explica su actuación como hidratantes de suelos. La gran higroscopicidad de estos coloides les permite captar agua en estado gaseoso de forma reiterada, motivo por el cual aumenta y mantiene la capacidad de campo de suelos, y permite reducir riegos.

Regalado *et al.* (2007) manifiestan que el alginato se obtiene de algunas algas marrones, entre las que se encuentran fundamentalmente en algunas especies de los géneros: *Laminaria*, *Sargassum*, *Lessonia*, *Ecklonia*, *Durvillaea* y *Ascophyllum*. Sánchez y Corella (2008) indican que el agar sustancia carragenina se obtiene de la pared celular de varias especies de algas rojas de los géneros: *Gelidium*, *Euचेuma* y *Gracilaria*, entre otros.

2.5.3.2. CONTENIDO DE REGULADORES DEL CRECIMIENTO

Una hormona vegetal es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control (Alcantara *et al.*, 2019). Muchas especies de algas son utilizadas como reguladores del crecimiento la biomasa de especies de *Focus*, *Laminaria*, *Sargassum*, *Turbinaria* y especialmente *Ascophyllum nodosum*, han sido explotadas en la agricultura (Norrie, 2005).

Está demostrada científicamente la presencia de al menos, hasta seis tipos de citoquininas y precursores en cianobacterias, microlagas y los tres tipos de macroalgas marinas. No obstante, algunos autores no han encontrado rastros de auxinas ni giberelinas en diversos extractos comerciales de macroalgas, que se degradan durante el procesado del producto. Estudios recientes han probado la actividad bioestimulante y potenciadora de respuesta inmunológica de los oligosacáridos de macroalgas pardas y rojas (Craigie, 2011).

Falcón *et al.* (2015) indican que la aplicación exógena de oligosacarinas influye en el crecimiento y desarrollo de los tejidos de las plantas, tienen la capacidad de promover la germinación, estimular el crecimiento radical y vegetativo de varias especies, acortar el período de floración y mejorar la floración y fructificación. Incluso se han demostrado incrementos de los rendimientos y en la calidad en varios cultivos; además, protección de los cultivos con oligosacarinas ante diferentes manifestaciones del estrés biótico y abiótico.

Las betaínas presentes en las algas marinas sirven como un soluto compatible que alivia el estrés por osmosis inducido por salinidad y sequía, además se a sugerido que mejoran el contenido de clorofila en las plantas. Este incremento en el contenido de clorofila puede ser debido a la disminución del proceso de degradación. Se ha indicado que la betaína puede trabajar como una fuente de nitrógeno cuando es proporcionado en bajas concentraciones y sirve como un osmolito a altas concentraciones (Yáñez, 2017).

2.5.3.3. CONTENIDO DE NUTRIENTES

Badar *et al.* (2015), mencionan que la adición de fertilizantes orgánicos de algas en cantidades adecuadas mejoran la condición del suelo. Además, incrementan el nivel de nutrientes del suelo como N, P, K, y micronutrientes.

Sierra y Álvarez (2009) en su estudio muestran los análisis de la riqueza en minerales (concentración) que tienen tres algas en estudio: en *Kappaphycus alvarezii* predomina el contenido de potasio (15,58%) y sodio (3,12%); en *Sargassum filipendula* el calcio (5,71%) y magnesio (1,02%); y en *Gracilariopsis tenuifrons* el nitrógeno total (3,26%) y fósforo (0,12%).

Di Filippo (2018) manifiesta que los extractos líquidos individuales y las mezclas de macroalgas, pueden ser una fuente de micro y macroelementos benéficos para el cultivo de plantas, especialmente los extractos de las algas cafés *Macrocystis pyrifera* y *Ecklonia arbórea*. Mostraron un contenido de nitrógeno total del 1,05%, fósforo total el 0,12%, potasio total el 2,10%, calcio total el 0,04% y sodio total de 0,08%; el hierro de 3,22%, zinc 2,00% y boro el 9,20%.

Di Filippo también resalta que los extractos líquidos de algas reportados en su estudio tienen un contenido inferior al 5% cada nutriente. Por lo tanto, sugiere que estos extractos deben considerarse bioestimulantes,

2.6. EFECTOS DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS EN LOS CULTIVOS

Las plantas evidenciaron un mayor crecimiento al ser asperjadas de 1,5 L.ha⁻¹ de Basfoliar, cosechándose mazorcas de mayor longitud, diámetro y número de hileras de semillas, registrando valores de 17,5 cm, 5,6 cm y 15,8 hileras de semillas, en su orden, y a su vez mazorcas más pesadas con 275 g, con un peso neto de semillas de 235 g; además, se obtuvo mayor rendimiento de grano por hectárea con 7310 kg (Ubilla, 2017).

Se observó efectos por la aplicación de algas marinas (Algasoil) en el cultivo de arroz, siendo los promedios más altos con el nivel de 150 kg de Algasoil, en las variables altura de planta, número de macollos/planta, número de panículas/planta y porcentaje de granos vanos; sin embargo, no se encontraron efectos en la variable de rendimiento (Villafuerte, 2015).

Granados (2015) estudió el efecto de tres bioestimulantes foliares a base de aminoácidos, algas marinas y ácidos fúlvicos. Determinó que el tratamiento que obtuvo mejores resultados para la producción en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*), fue el tratamiento en el cual se utilizó un bioestimulante a base de algas marinas, con un rendimiento comercial de 24849,98 kg.ha⁻¹.

Uribe *et al.* (2018) evaluaron el efecto de la aplicación de harina seca del alga marina *Sargassum vulgare* sobre un suelo pobre y el crecimiento de plantas de cilantro. Los mejores efectos son generados por la aplicación de 6 y 9 gr de harina con una mayor longitud de la planta y cantidad de biomasa generada, indicando que el mayor desarrollo de las plantas de cilantro puede estar influenciada por la materia orgánica y los compuestos bioactivos que aporta la harina al suelo.

A continuación, se detallan estudios de los efectos de bioestimulantes a base de algas marinas específicamente en cultivos de leguminosas:

Cargua *et al.* (2019) investigaron el crecimiento inicial de plántulas de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) donde los bioestimulantes a base de fitohormonas, aminoácidos y extracto de algas *Chlorella* fueron eficaces para promover el crecimiento inicial de plántulas de fréjol.

Meyer *et al.* (2018) evaluaron los efectos de dosis y tiempos (etapas fenológicas: V5, R1 y V5 + R1) de aplicación foliar de bioestimulante a base de extracto de *Ecklonia maxima*. Manifestando que la productividad se vio influenciada siendo la dosis de 637,5 mL.ha⁻¹ la que proporcionó mayor productividad, independientemente de la etapa en que se aplicó el bioestimulante.

Con el fin de determinar la respuesta entre dos biofertilizante, uno a base de extracto de *Ascophyllum nodosum*, frente al otro a base de *Chlorella sp.* asociada con *Scenedesmus sp.*, Maila (2018) pudo determinar que la altura de planta, número de flores, número de vainas, tamaño de vaina, longitud de raíz, peso seco de raíz y parte aérea, peso de granos secos y el rendimiento, alcanzó los mejores promedios para el tratamiento a base de *Chlorella sp.* asociada con *Scenedesmus sp.* con una dosis de 3'000000 células.mL⁻¹.

Moreira (2018) estudió el comportamiento agronómico de soya con aplicación de tres extractos comerciales de algas marinas a base de *Ascophyllum nodosum* (FertiEstim), *Ecklonia máxima* (Kelpak) y *Durvillaea antarctica* (Basfoliar Algae) en dosis de 1,5 y 2,0 L.ha⁻¹. Determinó que FertiEstim en dosis de 1,5 L.ha⁻¹ influyó para que el cultivo florezca y madure en menor tiempo, y obtener mayor promedio en el peso de 100 semillas y rendimiento de grano.

Gutiérrez (2016) demostró que en la vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), mediante aplicaciones de productos a base de extractos de algas marinas, el rendimiento no mostró diferencias significativas. Montenegro (2016) evidencio que los efectos de dos distancias de siembra y dos dosis de algas marinas, ni su interacción influyó en altura de planta, longitud de rama, diámetro de tallo, número de ramas por planta, pesos de cien semillas en gramos, volcamiento de plantas y rendimiento del fréjol caupí variedad INIAP-463.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se desarrolló en el área orgánica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, situada en el sitio El Limón a 2 km de la cabecera cantonal de la ciudad de Calceta, provincia de Manabí, geográficamente localizada en las coordenadas: Latitud Sur: $0^{\circ}49'27.9''$, Longitud Oeste $80^{\circ}10'27''$, y una Altitud de 15 msnm.

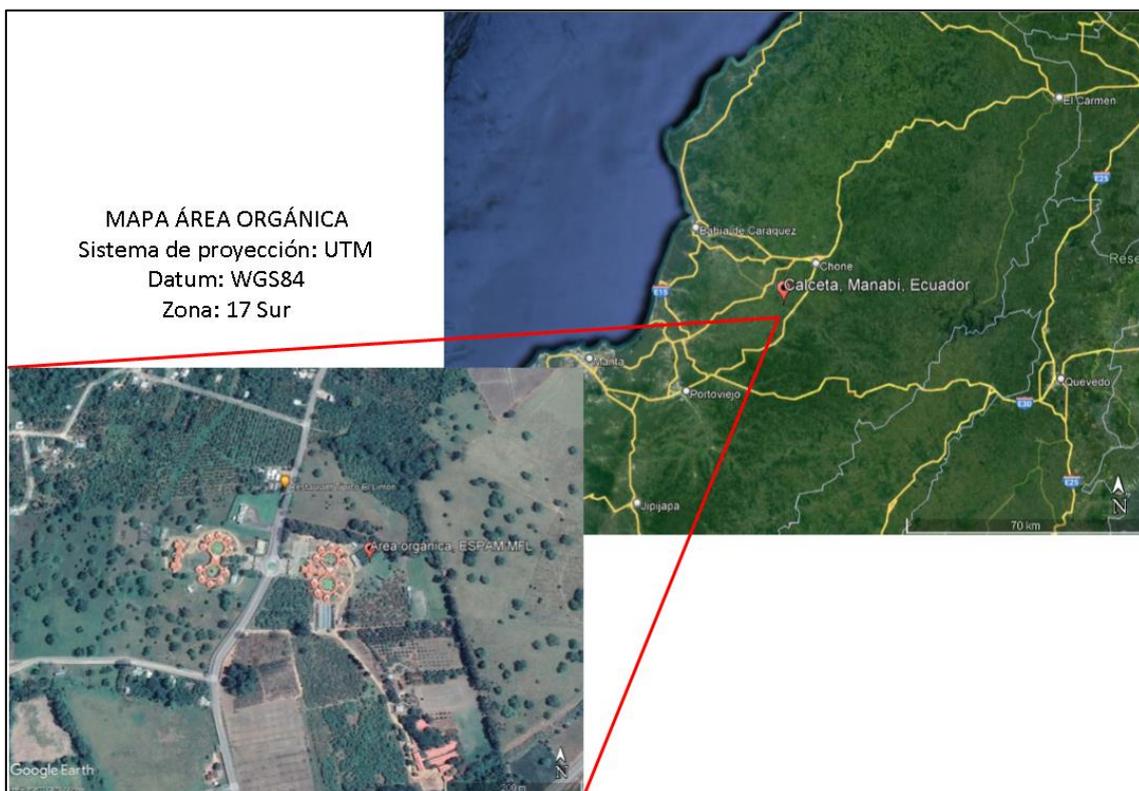


Figura 3.1. Ubicación del experimento. Calceta, Manabí, Ecuador.

3.2. DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló durante los meses de junio a septiembre del 2021, con una duración total de 4 meses.

3.3. FACTORES Y NIVELES EN ESTUDIO

Factor A (Bioestimulantes)

- Seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*)
- Basfoliar algae (*Durvillea antarctica*)

Factor B (Dosis)

- 0,5
- 0,75
- 1 L.ha⁻¹

3.4. TRATAMIENTOS

En el siguiente cuadro, se describen los tratamientos que fueron estudiados:

Cuadro 3.1. Descripción de los tratamientos y sus respectivos códigos. Dosis en L.ha⁻¹.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO DE CAMPO	DESCRIPCIÓN	
		BIOESTIMULANTE (A)	DOSIS (B)
Tratamiento 1	A1 B1	Seaweed extract	0,50
T2	A1 B2	Seaweed extract	0,75
T3	A1 B3	Seaweed extract	1,00
T4	A2 B1	Basfoliar algae	0,50
T5	A2 B2	Basfoliar algae	0,75
T6	A2 B3	Basfoliar algae	1,00
Testigo	Testigo	----	----

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con dos factores (AxB+1), siete tratamientos y cuatro repeticiones con un total de 28 unidades experimentales, bloqueándose la posible gradiente de fertilidad. A continuación se muestra el esquema del análisis de varianza (ADEVA):

Cuadro 3.2. Esquema ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	27
Tratamiento	6
Repetición	3
Error	18
Producto (A)	1
Dosis (B)	2
AxB	2

3.6. UNIDAD EXPERIMENTAL

- Área total del ensayo = 756 m² (36 m x 21 m)
- Número de tratamientos = 6 + 1 (Testigo)
- Número de repeticiones = 4
- Número de unidades experimentales = 28
- Separación entre unidades experimentales = 1 m
- Superficie de la unidad experimental = 16 m² (4 m x 4 m)
- Superficie de la parcela útil = 4 m² (2 m x 2 m)
- Distanciamiento entre plantas = 0,50 m entre planta x 1 m entre hilera
- Número total de plantas en la unidad experimental = 64 plantas
- Número total de plantas en el área útil = 16 plantas

3.7. VARIABLES A MEDIR

Para registrar los datos de las variables, se tomaron al azar 10 plantas en el área útil de cada unidad experimental:

Tamaño de guías: se midió la longitud de la guía más larga desde la intersección del tallo hasta la punta de la guía con una cinta, expresándose en centímetros.

Longitud de vainas: Se midió el largo de diez vainas al azar de cada planta con un flexómetro, expresándose en centímetros.

Número de semillas por vaina: Se contó el número de semillas por vaina de cada planta y luego se promediaron.

Peso de 100 granos: Se pesó 100 granos verdes de una muestra al azar y se expresó en gramos.

Número de vainas: Se enumeró el total de vainas de cada planta, se realizó en cuatro pases de cosecha.

Peso de vainas: Se pesaron el total de vainas de cada planta, expresándose en gramos, se realizó en cuatro pases de cosecha.

Rendimiento en mazos por hectárea: Se pesaron las vainas verdes de diez plantas en kilogramos, para luego expresarla en número de mazos verdes de 280 gramos (0,28 kg) por hectárea, empleando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de vainas } ha^{-1} = \frac{40000 \text{ plantas.ha} \times \text{Peso de vainas en kg}}{\text{Número de plantas muestreadas}} \quad [1]$$

$$\text{Mazos } ha^{-1} = \frac{\text{Peso de vainas.ha}}{0,28 \text{ kg}} \quad [2]$$

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

a) Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó con un pase de arado de discos y dos pases de rastra, para luego proceder a delimitar las parcelas.

b) Siembra

Se realizó un tratamiento a la semilla con Carboxin en dosis de 1,5 g.kg⁻¹ y Tiodicarb en dosis de 10 mL.kg⁻¹ de semilla. Las hileras estarán distanciadas a 2 m y las plantas dentro de las hileras a 50 cm colocando 2 semillas por sitio,

obteniendo una población de 40000 plantas.ha⁻¹; sembrándose de forma tradicional con espeque en el terreno previamente humedecido.

a. Riego

Se implementó un sistema de riego por goteo, con una frecuencia de 2 o 3 riegos semanales, con un último riego en la etapa de floración.

b. Fertilización

La aplicación de los fertilizantes al suelo se realizó a los 30 días después de la siembra. La formulación por hectárea fue la siguiente: 35 kg de N, 50 kg de P y 30 de K, colocando la mezcla de forma manual a 10 cm de las plantas.

c. Aplicación de bioestimulantes

Se realizaron dos aplicaciones a los 25, 35 y 45 días después de la siembra, durante la etapa de crecimiento y prefloración respectivamente, mediante aspersiones al follaje con bomba de mochila.

d. Control de malezas

El control de arvenses se realizó de forma manual usando el machete a los 15 días, y mediante aplicación de herbicida con Glufosinato de amonio en dosis de 1 L.ha⁻¹ a los 30 y 45 días después de la siembra.

e. Control fitosanitario

Se ejecutaron monitoreos semanales de las plagas y enfermedades importantes (loritos verdes, mariquitas, lepidópteros) del cultivo. Se aplicó un tratamiento con insecticidas que consistió en Imidaclopid a los 15 días, Thiametoxam a los 30 días e Imidaclopid a los 45 días.

f. Cosecha

La cosecha se ejecutó cuando las vainas presentaron las características ideales de colecta y comercialización, se realizaron cuatro recolecciones.

3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se realizará a través del análisis de varianza (ADEVA) y la separación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se calcularon los estadígrafos de las variables en estudio, y se realizarán análisis de correlación y regresión de las variables de interés, empleando software estadístico InfoStat

3.10. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizará un análisis económico examinando los rendimientos, costos, beneficios y tasa de retorno marginal de cada tratamiento, mediante la metodología del CIMMYT (1989).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DE LOS BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS MARINAS SOBRE LA MORFOLOGÍA DE LAS PLANTAS DE FRIJOL CAUPÍ

De acuerdo al análisis de varianza realizado a las variables en estudio, solo manifestó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos estudiados en la longitud de vainas; y en el contraste bioestimulantes vs testigo, para las variables la longitud de vainas y número de semillas; no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en las otras fuentes de variación estudiadas, como se puede apreciar en el cuadros 4.1.

Cuadro 4.1. Influencia de dosis de bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo de frejol caupí. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

FUENTE DE VARIACIÓN	TAMAÑO DE GUÍAS (cm)	LONGITUD DE VAINAS (cm)	NÚMERO DE SEMILLAS	PESO DE 100 GRANOS (gr)
Tratamientos	0,6846 ^{NS}	0,0322 *	0,2158 ^{NS}	0,4626 ^{NS}
Bioestimulantes (A)	0,2628 ^{NS}	0,9060 ^{NS}	0,7859 ^{NS}	0,6424 ^{NS}
Dosis (B)	0,4187 ^{NS}	0,4092 ^{NS}	0,2899 ^{NS}	0,5584 ^{NS}
A*B	0,8144 ^{NS}	0,7760 ^{NS}	0,5318 ^{NS}	0,2940 ^{NS}
Bioestimulantes vs testigo	0,8330 ^{NS}	0,0013 *	0,0340 *	0,2282 ^{NS}
CV (%)	22,45	3,89	6,41	12,18

^{NS} No significativo al 5% de probabilidades de error.

* Significativo al 5% de probabilidades de error.

Los tratamientos presentaron diferencias en la longitud de vainas, sobresaliendo con el valor máximo con 18,55 cm en el T5 y mínimo con 16,68 cm en el testigo como se observa en el gráfico 4.1; el contraste ortogonal evidenció diferencias con los bioestimulantes vs el testigo, con un promedio de 18,11 cm y 16,68 cm respectivamente, obtuvo un incremento del 7,90% de longitud, como se observa en el gráfico 4.2.

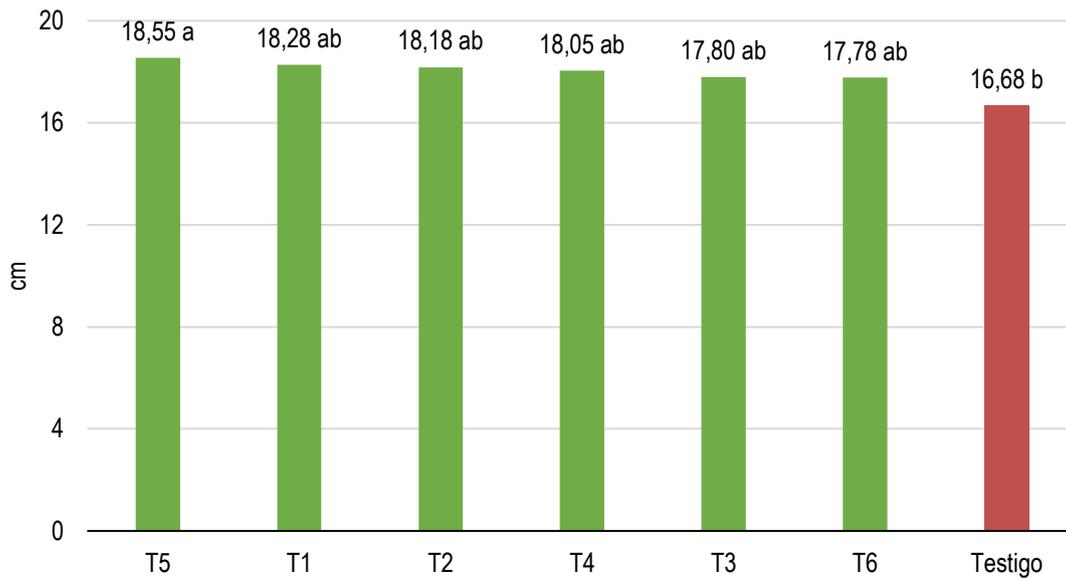


Gráfico 4.1. Efecto de dosis probadas en dos bioestimulantes a base de algas marinas en la longitud de vainas, en el cultivo de fréjol caupí. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

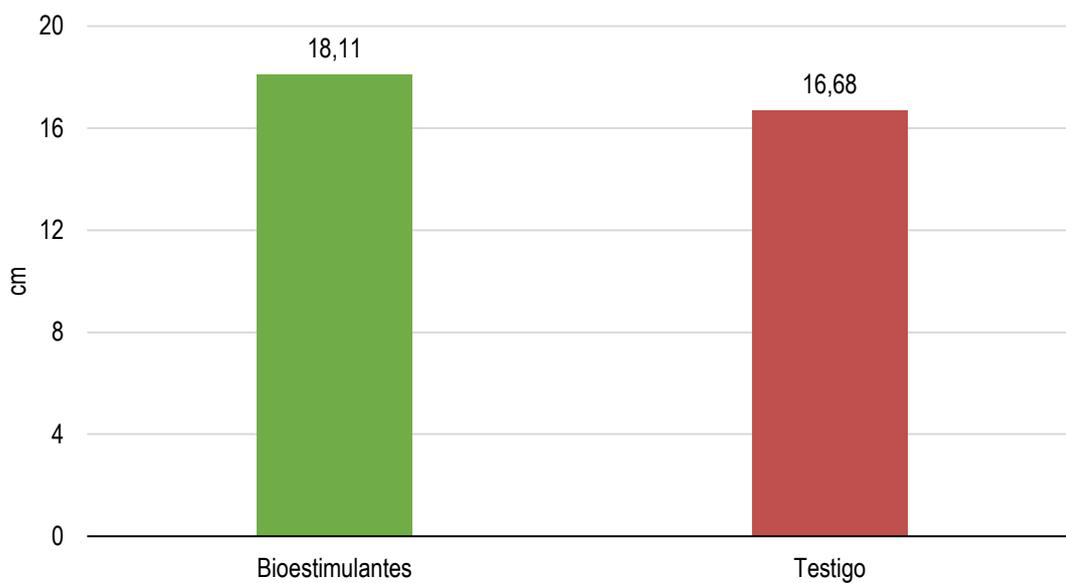


Gráfico 4.2. Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas vs el testigo en la longitud de vainas, en el cultivo de fréjol caupí. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

El contraste ortogonal evidenció divergencias en los bioestimulantes vs el testigo, con un promedio de 16,25 y 14,97 semillas respectivamente, obtuvo un incremento del 7,88% en el número de semillas, como se observa en el gráfico 4.3.

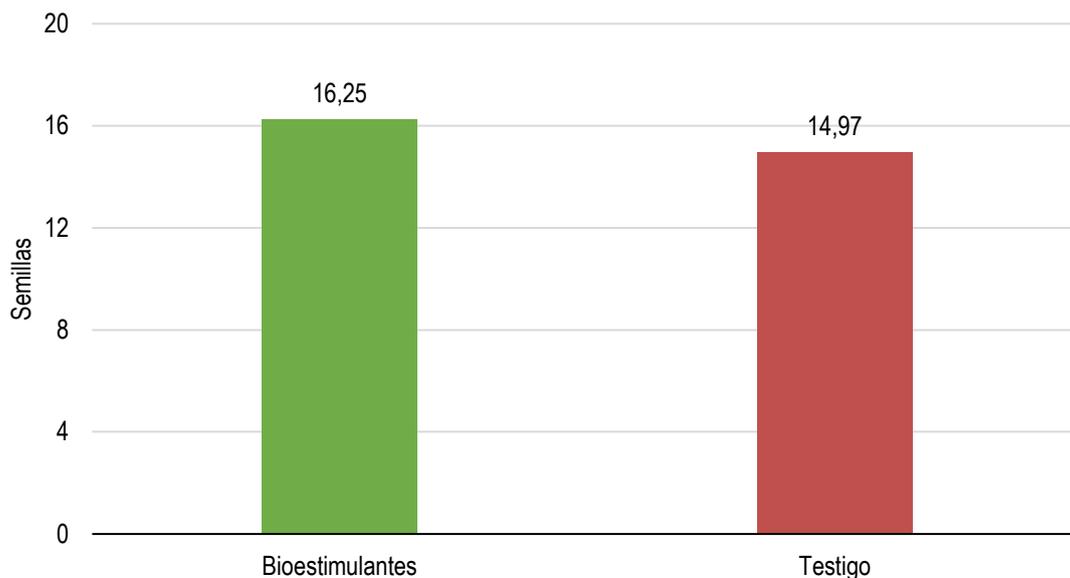


Gráfico 4.3. Efecto de bioestimulantes a base de algas marinas vs el testigo en el número de semillas por vaina, en el cultivo de fréjol caupí. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

Las siguientes investigaciones probaron bioestimulantes de distintos orígenes en cultivos de leguminosas. Quintero *et al.* (2018) evaluaron el efecto de bioestimulantes foliares a base microorganismos eficientes y de residuos orgánicos, en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), dando como resultado que la aplicación foliar de los diferentes bioestimulantes incrementaron los indicadores morfofisiológicos (número vainas por planta, granos por vaina, masa de 100 granos) y de rendimiento. Núñez *et al.* (2020) ensayaron con varias dosis y de un bioestimulante foliar compuesto de *Spirulina* spp. (cianobacterias) y vinaza, encontrando que todos los tratamientos estimularon la productividad del frijol común. Además, Pasco (2019) determinó que la aplicación foliar de un grupo de bioestimulantes a base de algas y microorganismos eficientes tienen efecto en el mayor desarrollo vegetativo y rendimiento del frijol común. Britez (2016) demostró que la aplicación de bioestimulante foliar a base de *Bradyrhizobium japonicum*, fue significativo en cuanto a número de vaina por planta y rendimiento, en el peso de 1000 granos no se encontraron diferencias.

Estas investigaciones evaluaron Basfoliar algae y Ascophyllum nodosum en varios cultivos. Menace y Cano (2020) registraron que con la aplicación de Basfoliar algae se produjo plantas de mayor altura, la longitud, diámetro y peso de frutos de ají habanero, así como una mejor producción por planta, que aportan a un mayor nivel de rendimiento en comparación al testigo. Diguay (2011) evaluó

Basfoliar algae, Seaweed extract y Biotek en dosis de 1,5, 2,0 y 2,5 L.ha⁻¹ más el respectivo testigo sin aplicación, en el cultivo de brócoli; registrando que la dosis de 2,5 L.ha⁻¹ de Basfoliar algae registró los mayores promedios de diámetro del tallo, diámetro de las pellas, el peso se vio reflejado en un incremento del rendimiento. Casa (2017) estudió el comportamiento agronómico de dos variedades de amaranto (*Amaranthus* spp.) bajo el efecto de los bioestimulantes, Basfoliar algae, Seaweed extract y Basfoliar Aktiv, en dosis recomendadas, registrando los mejores resultados en cuanto a la acumulación de biomasa el bioestimulante Seaweed extract.

4.2. DOSIS ADECUADA Y BIOESTIMULANTE A BASE DE ALGAS MARINAS QUE AUMENTE EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.

De acuerdo al análisis de varianza realizado a las variables en estudio, no manifestó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos estudiados, como se puede apreciar en el cuadros 4.2.

Cuadro 4.2. Influencia de dosis de bioestimulantes a base de algas marinas en el cultivo de frejol caupí. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

FUENTE DE VARIACIÓN	NÚMERO DE VAINAS	PESO DE VAINAS (gr)	RENDIMIENTO (mazos.ha ⁻¹)
Tratamientos	0,6748 ^{NS}	0,6900 ^{NS}	0,6900 ^{NS}
Bioestimulantes (A)	0,2763 ^{NS}	0,3891 ^{NS}	0,3891 ^{NS}
Dosis (B)	0,8516 ^{NS}	0,8233 ^{NS}	0,8233 ^{NS}
A*B	0,8881 ^{NS}	0,8034 ^{NS}	0,8034 ^{NS}
Bioestimulantes vs testigo	0,1528 ^{NS}	0,1597 ^{NS}	0,1597 ^{NS}
CV (%)	26,75	28,20	28,20

^{NS} No significativo al 5% de probabilidades de error.

* Significativo al 5% de probabilidades de error.

Los siguientes ensayos registraron diferencias no significativas. Astopilco (2015) determinó en su investigación, que las dosis foliares evaluadas de un biostimulante a base de algas y extractos vegetales no presentaron diferencias en las variables diámetro de mazorca y número de hileras de granos, si se encontró diferencias en el peso de 100 granos, sin embargo, no influyó en el rendimiento del cultivo de maíz. Aguilar (2019) muestra que distintas frecuencias

de aplicación foliar de bioestimulante a base de algas, no tuvieron efectos significativos sobre la dinámica de crecimiento, rendimiento y calidad nutricional de *Lolium perenne* L. Hoyos (2019) demostró que varios bioestimulantes en tres dosis de aplicación; no producen efectos significativos en las variables de número de vainas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento. Samudio (2020) encontró que varias formulaciones de bioestimulantes a base de algas asperjadas al follaje, no influyeron en el desarrollo vegetativo y productivo en plantas de soja en condiciones de invernadero.

Reyes *et al.* (2014) manifiestan que los efectos en el desarrollo, rendimiento y calidad de los bioestimulantes se expresan mejor en condiciones de estrés biótico y abiótico. Caballero (2016) demostró que los bioestimulantes analizados tienen, en mayor o menor grado, efectos positivos sobre la tolerancia frente al menos uno de los tipos de estrés abiótico estudiados, mientras que no se encontraron diferencias con los bioestimulantes cuando las plantas no estuvieron bajo el efecto de estreses. Mandoza *et al.* (2019) concluye, que no aplicar la dosis correcta de bioestimulantes a base de algas marinas producen efectos nulos o inhibitorios, debido a que los mecanismos de acción de los bioestimulantes obtenidos de algas marinas en las plantas no están totalmente esclarecidos, debido al complejo conjunto de compuestos bioactivos y sus proporciones.

4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

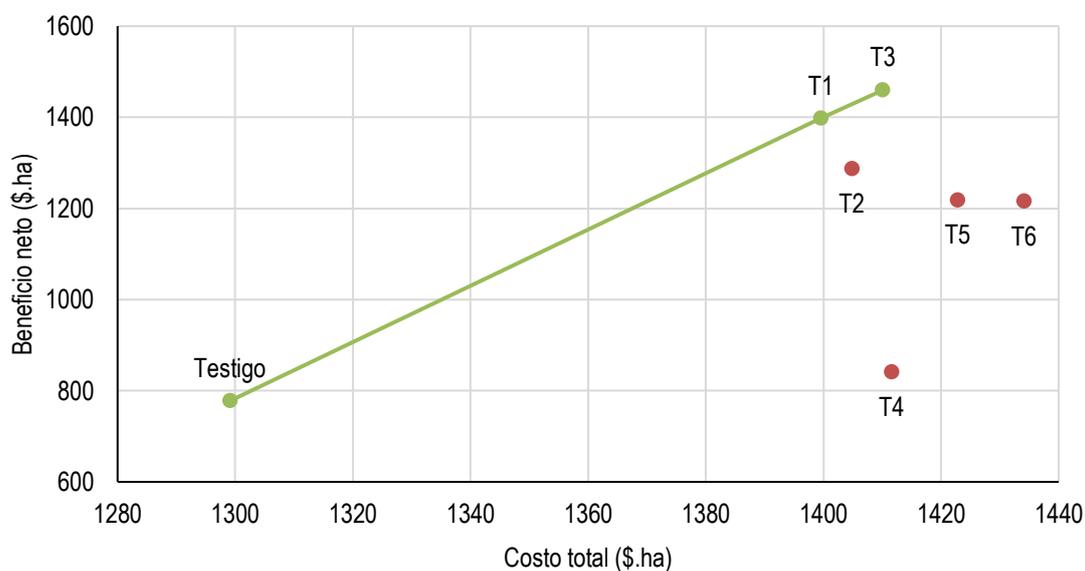
El análisis de dominancia detalla de cada tratamiento los rendimientos ajustados, el costo total, el beneficio bruto y los beneficios netos; los tratamientos se ordenaron de forma ascendente según el costo total, considerando los tratamientos “dominados” cuando tienen beneficios netos inferiores a los del tratamiento que le antecede, como se muestra el cuadro 4.3; se considera para el análisis de la tasa de retorno marginal (TRM) a los tratamientos 1 y 3.

Cuadro 4.3. Análisis de dominancia de los tratamientos. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO AJUSTADO (-15%) (mazos.ha)	COSTO TOTAL (\$.ha)	BENEFICIO BRUTO (\$.ha)	BENEFICIO NETO (\$.ha)
Testigo	13845,55	1.299,10	2.076,83	777,73
T1	18647,96	1.362,60	2.797,19	1.434,59
T2	17946,53	1.364,35	2.691,98	1.327,63*
T3	19130,71	1.366,10	2.869,61	1.503,51
T4	15021,87	1.366,60	2.253,28	886,68*
T5	17610,02	1.370,35	2.641,50	1.271,15*
T6	17665,24	1.374,10	2.649,79	1.275,69*

* corresponden a los tratamientos dominados.
Se considera \$0,15 el valor del mazo.

Cada tratamiento es identificado con un punto y los tratamientos 1 y 3 que no son “dominados” se unen con una línea con pendiente positiva, los tratamientos “dominados” también han sido indicados para demostrar que se sitúan por debajo de la curva de beneficios netos, como se ilustra en el gráfico 4.4.

**Gráfico 4.4.** Curva de relación de beneficios netos y costos totales. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

Cada tratamiento es identificado con un punto y los tratamientos 1 y 3 que no son “dominados” se unen con una línea con pendiente positiva, los tratamientos “dominados” también han sido indicados para demostrar que se sitúan por debajo de la curva de beneficios netos, como se ilustra en el gráfico 4.4.

El análisis marginal expone como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida, La tasa TRM de cambiar del Testigo al T1 es de 617% (se obtiene \$6,17 por cada dólar invertido); la TRM de cambiar del T1 al T3 es de un 590% más (se obtiene \$5,90 por cada dólar invertido), como se demuestra en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Análisis marginal de los tratamientos no “dominados”. Calceta, Manabí, Ecuador, 2021.

TRATAMIENTOS	COSTO TOTAL (\$/ha)	COSTO MARGINAL (\$/ha)	BENEFICIO NETO (\$/ha)	BENEFICIO MARGINAL (\$/ha)	TRM (\$)	TRM (%)
Testigo	1.299,10		777,73			
T1	1.399,60	100,50	1.397,59	619,86	6,17	617
T3	1.410,10	10,50	1.459,51	61,91	5,90	590

TRM (tasa de retorno marginal)

Se encontraron resultados similares en la investigación de Morales (2018) que calculó una TRM del 730% con el mejor tratamiento, en el cultivo de soya: Torres (2016) calculó que el tratamiento más rentable presentó una TRM de 10840%. Por otra parte Cadena (2013) solo generó con el mejor tratamiento una TRM del 199%, en haba.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los bioestimulantes fomentaron el desarrollo de la longitud de vainas y número de semillas.
- Las dosis de aplicación de los bioestimulantes evaluados no influyeron en el rendimiento del cultivo de frejol caupí.
- Seaweed extract en dosis de 1 L ha⁻¹ generó los mayores beneficios netos en el frejol caupí.

5.2. RECOMENDACIONES

- Replicar el experimento en otros agroecosistemas para comparar datos y definir qué bioestimulantes tienen mayor beneficio para los productores de frejol caupí.
- Al no encontrar diferencias significativas en las dosis entre los dos bioestimulantes a bases de algas marinas, se sugiere usar la mínima dosis en las plantaciones del fréjol caupí.
- Realizar con mayor frecuencia las aplicaciones por semana para tener mayores beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, F. (2019). *Efecto de la frecuencia de aplicación de un bioestimulante sobre el rendimiento, dinámica de crecimiento y calidad nutricional de Lolium perenne L.* (Tesis Ing. Agronomo). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Aguilar, J. (2015). *Algas marinas para la agricultura de alto rendimiento.* <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/136576-Algas-marinas-para-la-agricultura-de-alto-rendimiento.html>.
- Albán, M. (2012). *Manual de cultivo de frijol caupi.* Piura, Perú: ASPROR.
- Alcántara, J., Acero, J., Alcántara, J. y Sánchez, R. (2019). *Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal.* Nova. 17(32), 109-129.
- Astopilco, M. (2015). *Efecto de tres dosis de bioestimulante en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L).* (Tesis. Ing. Agrónomo). Universidad Nacional de Trujillo. Guadalupe, Perú.
- Badar, R., Khan, M., Batool, B. y Shabbir, S. (2015). *Efectos de enmiendas orgánicas en comparación con fertilizantes químicos sobre el crecimiento del caupí.* International Journal of Applied Research. 1, 66–71.
- Bertolín, D., de Sá, M., Arf, O., furlani, E., de Souza, A. y Bueno, F. (2010). *Aumento de la productividad de la soja con la aplicación de bioestimulantes.* Ciencias de las plantas. 69(2): 339-347.
- Britez, N. (2014). *Bioestimulante y su respuesta sobre el cultivo de la soja (Glycine max (L.) Merrill).* Universidad Nacional del Este. <http://repositorio.une.edu.py/bitstream/handle/123456789/246/NESTOR%20BRITZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Caballero, M. (2016). *Estudio de efectos protectores y mecanismos de acción frente a estrés abiótico de bioestimulantes de fertilizantes en Saccharomyces cerevisiae.* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Cadena, S. (2013). *Evaluación de tres bioestimulantes para prevenir la abscisión de la flor, en el cultivo de haba, (Vicia faba L) en Santa Martha de Cuba-Carchi.* (Tesis Ing. Agropecuario). Universidad Escuela Politécnica Estatal del Carchi. Tulcán, Ecuador.
- Cargua, J., Orellana, G., Cuenca, A. y Cedeño, G. (2019). *Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (Phaseolus vulgaris L.).* ESPAMCIENCIA. 10(1), 14-22.

- Carvajal, J. y Mera, A. (2010). *Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible*. Producción + Limpia. 5(2), 77-96.
- Casa C. (2017). *Evaluación del comportamiento agronómico con la utilización de bioestimuladores de crecimiento orgánico en dos variedades de amaranto (Amaranthus spp.) originarios de Vniissok (Rusia) para la producción de biomasa bajo cubierta*. (Tesis Ing. Agrónoma). Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- Casas, R. (2001). *La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/30748>.
- Craigie, J. (2011). *Estímulos del extracto de algas en la ciencia de las plantas y la agricultura*. Journal of Applied Phycology. 23(3), 371-393.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo). (1989). *La formulación de recomendaciones a partir de datos Agronómicos – Un manual metodológico de evaluación económica*. México.
- Di Filippo, D. (2018). *Actividad bioestimulante de extractos de macroalgas y su evaluación sobre el crecimiento de frijol mungo (Vigna radiata)*. (Tesis Dr. Ciencias Marinas). Instituto Politécnico Nacional. La Paz, México.
- Diguay, L. (2011). *Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de Brócoli (Brassica oleracea L.), cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel, Ecuador.
- Dreckmann, K., Senties, A. y Núñez, M. (2013). *Biología de algas*. México. Universidad Autónoma Metropolitana. p 13.
- Du Jardin, P. (2019). *¿Cómo actúan los bioestimulantes para plantas?*. Phytoma España. 313, 18-19.
- Du Jardin, P. (2015). *Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation*. Scientia Horticulturae. 196: 3-14.
- Edifarm. (2018). *Vademécum Agrícola XV*. Obtenido de https://gestion.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/pdfs/productos/SEAW_EED%20EXTRACT-20181018-124359.pdf
- Ertani, A., Francioso, O., Tinti, A., Schiavon, M., Pizzeghello, D. y Nardi, S. (2018). *Evaluación de extractos de algas de Laminaria y Ascophyllum nodosum spp. como bioestimulantes en Zea mays L. Utilizando una combinación de enfoques químicos, bioquímicos y morfológicos*. Frontiers in Plant Science. 9, 1-13.
- Espinosa, J. (2014). *La erosión en Ecuador, un problema sin resolver*. Siembra, 1(1): 56-69.

- Falcón, A., Costales, D., González, D. y Napolez, M. (2015). *Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas*. Cultivos Tropicales. 36, 111-129.
- García, I. y Dorronsoro, C. (2000). *Contaminación del suelo*. Granada, España: Dpto. de Edafología y Química Agrícola.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz, C., Encina, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça, M., Montanarella, L., Muñiz, O., Schad, P., Vara, M. y Vargas, R. (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Luxemburgo: Unión Europea.
- Garófalo, I. (2017). *Respuesta del cultivo de girasol (Helianthus annuus L.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.
- Granados, E. (2015). *Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena; Ocos, San Marcos*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Gutiérrez, Y. (2016). *Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de vainita (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de La Molina*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Haro, J., Zamora, S. y Macías, R. (2019). *Evaluación del comportamiento agronómico de diez cultivares de frijol caupi "Vigna unguiculata L. Walp" en el cantón Pedernales en el año 2018*. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. Recuperado de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/03/comportamiento-agronomico-frijol.html>
- Hoyos, C. (2019). *Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de arveja (Pisum sativum L.) en Cajamarca*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2019). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Intini, J., Jacq, E. y Torres, D. (2019). *Transformarlos sistemas alimentarios para alcanzar los ODS*. Santiago, Chile: FAO.
- Kolander, A. (2003). *Polisacáridos de Nothogenia Fastigiata y Georgiella Confluens (Rhodophyta): nuevos métodos de análisis para polisacáridos de algas*. Tesis Dr. Ciencias Químicas. (Tesis de Posgrado). Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

- Maila, B. (2018). *Evaluación de la respuesta del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar de un fertilizante y un biofertilizante con base en algas.* (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Martínez, C. (2019). *Los bioestimulantes en la legislación sobre productos fertilizantes.* Phytoma España. 313, 20-21.
- Morales, M. (2018). *Aplicación foliar de dos bioestimulante organicos en diferentes dosis para la producción de grano de soya (*Glycine max* L. Merrill) Valle del Medio Piura.* (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú.
- Medjdoub, R. (2018). *Las algas marinas y la agricultura.* http://catsaigner.adiego.com/sites/default/files/las_algas_marinas.pdf.
- Menace, M. y Cano, I. (2020). *Respuesta del cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi*”. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
- Mendoza, L., Mendoza, A., Mateo, L. y Rodríguez, A. (2019) *Analysis of the effect as biostimulants of *Sargassum vulgare* and *Ulva fasciata* extracts on *Lens esculenta* growth.* Mexican Journal of Biotechnology. 4(4): 15-28.
- Mendoza, H. y Linzán, L. (2005). *INIAP-463 variedad de grano blanco y alto rendimiento para el Litoral Ecuatoriano.* Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias de Ecuador. Boletín divulgativo. N° 218. Portoviejo, Ecuador.
- Meyer, F., Orioli, V. y Bernardes, J. (2018). *Aplicación foliar de bioestimulante a base de extracto dealgas (*Ecklonia maxima*) en el cultivo de soja.* Anais do V Seminário de Pós-Graduação. 5, 1-5.
- Montanarella, L., Pennock, D. y McKenzie, N. (2015). *Estado Mundial del Recurso Suelo.* Roma, Italia: FAO.
- Montenegro, Y. (2016). *Efecto de dos distancias de siembra y dos dosis de algas marinas, en el cultivo de frejol caupi (*Vigna unguiculata* L.).* (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Moreira, J. (2018). *Comportamiento agronómico del cultivo de soya (*Glycine max* L.), a la aplicación de tres extractos de algas marinas, en la zona de Pueblo Viejo.* (Tesis Ing. Agropecuario). Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador.
- Navarro, S. y Navarro, G. (2003). *Química agrícola: Química del suelo y de nutrientes esenciales.* Madrid, España: Impulso.
- Norrie, J. (2005). *Aplicaciones prácticas de productos de algas marinas en la agricultura.* Tegralia. 15, 26-30.

- Núñez, M., Delgado, C., López, I., Martínez, L., Reyes, Y., Pérez, G. y Brito, D. (2020). *Nuevo bioestimulante y su influencia en la producción del frijol común*. 41(4).
- Padilla, W. (2010). *Manual de fertilización orgánica y química*. Quito, Ecuador: Desde el Surco.
- Pasco, P. (2019). *Aplicación foliar de bioestimulantes en el cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L. Var. cápsula) y su efecto en el desarrollo vegetativo y reproductivo, en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna, 2018*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú.
- Pérez, Y., Lopez, I. y Reyes, Y. (2020). *Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos*. Cultivo Tropicales. 41(2), 1-21.
- Quintero, E., Calero, A., Pérez, Y. y Gómez, L. (2018). *Efecto de diferentes bioestimulantes en el rendimiento del frijol común*. 45(3): 73-80.
- Regalado, E., Laguna, A., Torres, M., Sabatier, J., Hernández, M., Ferrer, A. y Nogueiras, C. (2007). Decoloración de alginato de sodio extraído de las algas pardas marinas del género Sargassum con el uso de peróxido de hidrógeno. *Química Nova*. 30(1), 5-8.
- Rendón, L., Ramírez, M. y Vélez, Y. (2015). *Microalgas para la industria alimenticia*. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Reyes, J., Murillo, B., Nieto, A., Troyo, E., Reynaldo, I., Rueda, E., et al. (2014). *Humatos de vermicompost como mitigador de la salinidad en albahaca (Ocimum basilicum L.)*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. 46(2):149-62.
- Rodríguez, J. (2015). *Ascophyllum nodosum*. Enciclopedia agrícola colombiana. 23- 24.
- Rodríguez, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Roma: FAO.
- Samudio, G. (2020). *Influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (Glycine max (L.) Merrill)*. (Tesis Mg. Ciencia del Suelo y Ordenamiento Territorial). Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
- Sánchez, M. y Corrella, R. (2008). *Extracción, identificación y prueba microbiológica del agar extraído de Gracilaria fortissima Dawson (Rhodophyta, Gigartinales, Gracilariaceae)*. UNICIENCIA. 22, 99-106.
- Sarandón, S. (2020). *El papel de la agricultura Santiago Javier Sarandón en la Transformación Social-Ecológica de América Latina*. Mexico: Friedrich-Ebert-Stiftung.

- Sierra, L. y Alvarez, R. (2009). *Comparación bromatológica de las algas nativas (Gracilariopsis tenuifrons, Sargassum filipendula) y exóticas (Kappaphycus alvarezii) del caribe colombiano*. Boletín Científico del Museo de Historia Natural. 13(2), 17-25.
- Tello, E. (2012). *Efecto de la aplicación de bioestimulantes, fertilizantes foliares y el caolín, sobre el comportamiento agronómico y en la producción de la variedad de arroz (Oryza sativa) CR-4477 en Finca La Vega, San Carlos, Alajuela, Costa Rica*. (Tesis Ing. Agrícola). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Torres, W. (2016). *Efecto de bioestimulantes en fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en el cantón el Guabo, provincia El Oro*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Estatal de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Torres, E., Quisphe, D., Sánchez, A., Reyes, M., Gonzales, B., Torres, A., Cedeño, A. y Haro, A. (2013). *Caracterización de la producción de frijol en la provincia de Cotopaxi Ecuador: caso comuna Panyatug*. Revista Ciencia y Tecnología. 6 (1). 24.
- Ubilla, L. (2017). *Respuesta del cultivo de maíz (Zea mays L) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
- Uribe, M., Mateo, L., Mendoza, C., Amora, E., González, D. y Duran, D. (2018). *Efecto del alga marina Sargassum vulgare C. Agardh en suelo y el desarrollo de plantas de cilantro*. IDESIA. 36(3), 69-76.
- Valdés, Y. y Blanco, M. (2008). *Algas, aliadas en el pasado y sustento para el futuro*. Tecnología Química. 28(3), 46-50.
- Vargas, D. y Cárdena, R. (2021). *Cultivo del garbanzo, una posible solución frente al cambio climático*. Cultivos Tropicales. 42(1): 1-12.
- Veobides, H., Guridi, F. y Vázquez, V. (2018). *Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental*. Cultivos Tropicales. 39(4), 102-109
- Villafuerte, G. (2015). *Efecto de las algas marinas en la fertilización del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. (Tesis Ing. Agrónomo). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Werlinger, C., Alveal, A. y Romo, H. (2004). *Biología marina y oceanografía: conceptos y procesos. Tomo I. Concepción, Chile: Consejo Nacional del Libro y la Lectura*
- Yáñez, R. (2017). *Nuevos biofertilizantes a base de algas marinas*. (Tesis. Ing. Agrónomo). Universidad Nacional de Colombia. Lima, Perú.

Zandonadi, D. (2016). *Bioestimulantes y producción de verduras*. Hortaliças em Revista. 19, 14-15.

ANEXOS

ANEXO 1



Medición de las parcelas



Siembra



Germinación



Control de malezas



Aplicación de insecticidas a los 15



Monitoreo de insectos

ANEXO 2



Fertilización



Floración del cultivo



Tamaño de guía



Cuajado del fruto



Cosecha

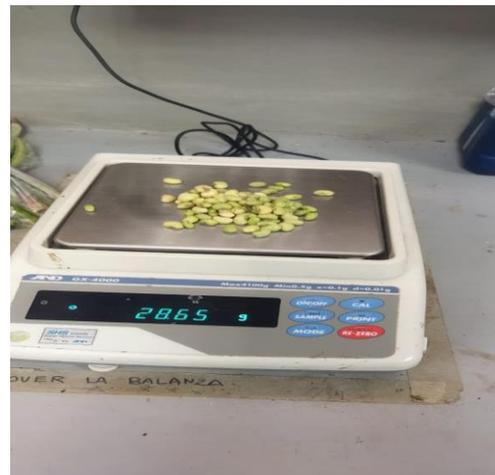


Empacado de la cosecha

ANEXO 3



Longitud de vainas



Número de semillas



Peso de 100 granos



Número de vainas del tratamiento



Peso de vainas del tratamiento



Peso de vainas por planta