



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

“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”

Autor:

Iván Arturo Cano Muñoz

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Moisés Arturo Menace Almea, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Iván Arturo Cano Muñoz**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Iván Arturo Cano Muñoz
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Moisés Arturo Menace Almea, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Iván Arturo Cano Muñoz**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**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**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Ing. Moisés Arturo Menace Almea, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. Moisés Arturo Menace Almea, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“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”**, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Iván Arturo Cano Muñoz**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 6%.



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Ivan C - Proyecto de investigacion.docx (D58329183)
Submitted: 05/11/2019 22:26:00
Submitted By: framos@uteq.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

<https://fdocumento.com/document/universidad-politecnica-salesiana-sede-costos-de-la-investigacion-a-la-respuesta.html>
<http://www.ibiterra.com/productos/aminoacidos-y-antiestresantes/algaeplus>
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>
http://www.metrocert.com/files/Manual_de_produccion_de_agricultura_organica.pdf
53c52f03-698f-4c84-a33d-2993a2f57d78
bd9ce1e5-f9bc-4562-8620-33aef81a1984
d12c474a-566f-46dc-acde-cedaed879b9a
<https://docplayer.es/53771469-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-ciencias-agricolas-carrera-de-ingenieria-agronomica.html>

Ing. Moisés Arturo Menace Almea, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“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”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título
de:

Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Dr. Fernando Abasolo Pacheco
Presidente del Tribunal

Dra. Mayra Vélez Ruiz
Miembro del Tribunal

Ing. David Campi Ortiz, M. Sc.
Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar a mi lado dándome sus bendiciones y no permitir que me rinda.

A mis padres y hermanas que siempre han estado a mi lado durante toda mi etapa de estudios y darme su amor y consejos para no decaer y continuar hasta cumplir mis metas.

Al Ing. M. Sc. Moisés Menacé Almea por su colaboración en la presente investigación.

A los miembros del Tribunal de Sustentación por las respectivas sugerencias en la redacción del presente Proyecto de Investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ, que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimientos que serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Iván Arturo Cano Muñoz

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios por sus bendiciones, y no dejarme rendir en los momentos más difíciles, y permitir que mis padres, demás familiares, y mis amigos estén a mi lado.

A mis padres, Arturo Cano y Rina Muñoz, por haberme dado la vida y guiarme siempre por el buen camino, gracias a sus consejos y por depositar su entera confianza en mí.

A los demás integrantes de mi familia, por alentarme a salir adelante ante cada dificultad que se pueda presentar en la vida.

Iván Arturo Cano Muñoz

RESUMEN

En el mercado se oferta una gama de productos a base de algas marianas, los cuales han demostrado múltiples beneficios para los cultivos, sin embargo, éstos producen diferentes efectos sobre las plantas. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la 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. El experimento se realizó en la finca Carmencita, ubicada en el recinto Guapara de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua. Se evaluaron 3 tratamientos (Ele-max, Algae Plus y Basfoliar algae) y un testigo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se registraron datos de: altura de planta a los 60 y 75 días, número de días a la floración y cosecha, longitud, diámetro y peso del fruto, número de frutos por planta, rendimiento por hectárea y se efectuó un análisis económico. Los resultados demostraron que Basfoliar algae (1.5 l/ha) acortó el tiempo a la floración y cosecha de ají en 5 días, produciendo además plantas de mayor altura a los 60 y 75 días con 46.30 y 55.85 cm, respectivamente. La longitud, diámetro y peso de frutos de ají habanero fueron mayores al aplicar Basfoliar algae (1.5 l/ha), superando al testigo en 1.20 cm, 0.75 cm y 4.23 g, en comparación con el testigo (3.45 cm, 1.63 cm y 5.75 g), respectivamente. La producción de frutos por planta fue mayor al aplicarse Basfoliar algae con 54.00 frutos, que produjo un rendimiento de 41721.19 kg/ha, mientras que el testigo produjo 15664.06 kg/ha. La rentabilidad obtenida por unidad de superficie fue mayor al aplicarse Basfoliar algae (1.5 l/ha) ascendiendo a 155.88 %. Estos resultados sugieren que Basfoliar algae (1.5 l/ha) permite obtener frutos de mejores características de longitud, diámetro y peso, así como una mejor producción por planta, que aportan a un mayor nivel de rendimiento, en menor tiempo al acortar el tiempo a la floración y a la cosecha.

Palabras claves: ají habanero, abonos foliares, algas marinas.

ABSTRACT

In the market a range of products based on seaweed are offered, which have shown multiple benefits for crops, however, these produce different effects on plants. The purpose of this research was to evaluate the response of the cultivation of habanero pepper (*Capsicum chinense*) to the application of three foliar fertilizers based on seaweed in the Guapara enclosure, Cotopaxi province. The experiment was carried out at the Carmencita estate, located in the Guapara enclosure of the Moraspungo parish in the Pangua canton. Three treatments (Ele-max, Algae Plus and Basfoliar algae) and one control were evaluated. A randomized complete block design with four repetitions was used. Data were recorded: plant height at 60 and 75 days, number of days to flowering and harvest, length, diameter and weight of the fruit, number of fruits per plant, yield per hectare and an economic analysis was performed. The results showed that Basfoliar algae (1.5 l/ha) shortened the time for flowering and harvesting of chili pepper in 5 days, also producing plants of greater height at 60 and 75 days with 46.30 and 55.85 cm, respectively. The length, diameter and weight of Habanero pepper fruits were greater when applying Basfoliar algae (1.5 l/ha), exceeding the control in 1.20 cm, 0.75 cm and 4.23 g, compared to the control (3.45 cm, 1.63 cm and 5.75 g), respectively. The production of fruits per plant was higher when applying Basfoliar algae with 54.00 fruits, which produced a yield of 41721.19 kg/ha, while the control produced 15664.06 kg/ha. The profitability obtained per unit area was higher when applying Basfoliar algae (1.5 l/ha) amounting to 155.88%. These results suggest that Basfoliar algae (1.5 l/ha) allows to obtain fruits with better characteristics of length, diameter and weight, as well as better production per plant, which contribute to a higher level of yield, in less time by shortening the time to flowering and harvest.

Keywords: Habanero pepper, leaf fertilizers, seaweed.

TABLA DE CONTENIDOS

Declaración de autoría y cesión de derechos	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimientos	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Tabla de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de gráficos.....	xiv
Índice de Anexos	xv
Código Dublín	xvi
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Problematización	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco teórico	7
2.1.1.	Cultivo de ají habanero.....	7
2.1.1.1.	Origen.....	7
2.1.1.2.	Descripción botánica	8
2.1.1.3.	Variedades de chile habanero.....	8
2.1.1.4.	Requerimiento del cultivo	9
2.1.2.	Fertilización foliar	10
2.1.3.	Productos a base de algas marinas	11
2.1.4.	Ele-max	13
2.1.5.	Algae Plus.....	13
2.1.6.	Basfoliar algae.....	14

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización de la investigación	18
3.2.	Tipo de investigación	18
3.3.	Métodos de investigación.....	18
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	19
3.5.	Tratamientos estudiados	19
3.6.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	19
3.6.1.	Especificaciones del experimento	20
3.7.	Instrumentos de investigación.....	20
3.7.1.	Material genético.....	20
3.7.2.	Manejo del ensayo.....	20
3.7.2.1.	Preparación y delimitación del terreno.....	20
3.7.2.2.	Siembra.....	21

3.7.2.3. Trasplante	21
3.7.2.4. Drenaje	21
3.7.2.5. Tutorado	21
3.7.2.6. Aporque	21
3.7.2.7. Poda	21
3.7.2.8. Fertilización.....	22
3.7.2.9. Control fitosanitario	22
3.7.2.10.Cosecha	22
3.8. Variables evaluadas	22
3.8.1. Altura de plantas (cm)	22
3.8.2. Días a la primera floración	22
3.8.3. Días a la primera cosecha.....	23
3.8.4. Longitud del fruto (cm)	23
3.8.5. Diámetro del fruto (cm).....	23
3.8.6. Peso del fruto (g)	23
3.8.7. Número de frutos por planta.....	23
3.8.8. Rendimiento (kg/ha).....	23
3.8.9. Análisis económico	24
3.9. Recursos humanos y materiales	24
3.9.1. Recursos humanos	24
3.9.2. Recursos materiales	24

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	26
4.1.1. Altura de planta a los 60 días (cm).....	26
4.1.2. Altura de planta a los 75 días (cm).....	26

4.1.3.	Días a la floración.....	27
4.1.4.	Días a la cosecha	28
4.1.5.	Longitud del fruto (cm)	28
4.1.6.	Diámetro del fruto (cm).....	29
4.1.7.	Peso del fruto (g)	30
4.1.8.	Número de frutos por planta.....	30
4.1.9.	Rendimiento (kg/ha).....	31
4.1.10.	Análisis económico	32
4.2.	Discusión	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
5.1.	Conclusiones	37
5.2.	Recomendaciones	38
CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA		
6.1.	Referencias bibliográficas	40
CAPÍTULO VII. ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición nutricional de Algae Plus	14
Tabla 2.	Composición nutricional de Basfoliar	15
Tabla 3.	Características climáticas del sitio experimental	18
Tabla 4.	Esquema del análisis de varianza a utilizarse en el ensayo	19
Tabla 5.	Especificaciones del experimento	20
Tabla 6.	Análisis económico	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Altura de planta a los 60 días.....	26
Gráfico 2.	Altura de planta a los 75 días.....	27
Gráfico 3.	Días a la floración.....	27
Gráfico 4.	Días a la cosecha.....	28
Gráfico 5.	Longitud del fruto (cm)	29
Gráfico 6.	Diámetro del fruto (cm).....	29
Gráfico 7.	Peso del fruto (g)	30
Gráfico 8.	Número de frutos por planta.....	31
Gráfico 9.	Rendimiento (kg/ha).....	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 60 días	44
Anexo 2.	Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 75 días	44
Anexo 3.	Análisis de varianza de la variable número de días a la floración.....	44
Anexo 4.	Análisis de varianza de la variable número de días a la cosecha	44
Anexo 5.	Análisis de varianza de la variable número de frutos por planta.....	44
Anexo 6.	Análisis de varianza de la variable longitud del fruto	45
Anexo 7.	Análisis de varianza de la variable diámetro del fruto	45
Anexo 8.	Análisis de varianza de la variable peso del fruto	45
Anexo 9.	Análisis de varianza de la variable rendimiento por hectárea	45
Anexo 10.	Primer control de insectos	46
Anexo 11.	Aplicación de control fitosanitario	46
Anexo 12.	Floración del cultivo de ají habanero	47
Anexo 13.	Conteo del número de frutos por planta	47
Anexo 14.	Evaluación de la longitud y diámetro del fruto (cm).....	48
Anexo 15.	Registro del peso del fruto (g)	48

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Respuesta del cultivo de ají habanero (<i>Capsicum chinense</i>) a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi
Autor:	Iván Arturo Cano Muñoz
Palabras clave:	Ají habanero, abonos foliares, algas marinas.
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>En el mercado se oferta una gama de productos a base de algas marianas, los cuales han demostrado múltiples beneficios para los cultivos, sin embargo, éstos producen diferentes efectos sobre las plantas. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta del cultivo de ají habanero (<i>Capsicum chinense</i>) a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi. El experimento se realizó en la finca Carmencita, ubicada en el recinto Guapara de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua. Se evaluaron 3 tratamientos (Ele-max, Algae Plus y Basfoliar algae) y un testigo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se registraron datos de: altura de planta a los 60 y 75 días, número de días a la floración y cosecha, longitud, diámetro y peso del fruto, número de frutos por planta, rendimiento por hectárea y se efectuó un análisis económico. Los resultados demostraron que Basfoliar algae (1.5 l/ha) acortó el tiempo a la floración y cosecha de ají en 5 días, produciendo además plantas de mayor altura a los 60 y 75 días con 46.30 y 55.85 cm, respectivamente. La longitud, diámetro y peso de frutos de ají habanero fueron mayores al aplicar Basfoliar algae (1.5 l/ha), superando al testigo en 1.20 cm, 0.75 cm y 4.23 g, en comparación con el testigo (3.45 cm, 1.63 cm y 5.75 g), respectivamente. La producción de frutos por planta fue mayor al aplicarse Basfoliar algae con 54.00 frutos, que produjo un rendimiento de 41721.19 kg/ha, mientras que el testigo produjo 15664.06 kg/ha. La rentabilidad obtenida por unidad de superficie fue mayor al aplicarse Basfoliar algae (1.5 l/ha) ascendiendo a 155.88 %. Estos resultados sugieren que Basfoliar algae (1.5 l/ha) permite obtener frutos de mejores características de longitud, diámetro y peso, así como una mejor producción por planta, que aportan a un mayor nivel de rendimiento, en menor tiempo al acortar el tiempo a la floración y a la cosecha.</p>
Descripción:	
Url	

INTRODUCCIÓN

El ají picante es una planta nativa de América Latina; pertenece al género *Capsicum*, con 27 especies, desde las variedades dulces (Bell) hasta las más picantes (Habanero). Su fruto es picante, de variados colores, diversos sabores y diferentes tamaños (Ruíz *et al.*, 2011). En Ecuador, el ají es una de las hortalizas más importantes en la industria de conservas. Tradicionalmente, su producción ha sido destinada al consumo interno, como materia prima en la elaboración de diversos productos (Vallejo, 2013). Además, la producción de ají es una excelente alternativa de diversificación, debido al alto potencial de exportación que presentan los productos elaborados a partir de estos.

El Ecuador posee buenas características geográficas, climáticas y de suelos apropiados para su crecimiento vegetativo, cuyo ciclo dependerá de la variedad o híbrido a cultivar. Se pueden sembrar tanto en la Costa y parte de la Sierra ecuatoriana (Pinto, 2013). En el recinto Guapara de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, el cultivo del ají no ha sido implementado con fines comerciales, principalmente debido a la tradicional costumbre de los agricultores a sembrar otros cultivos en la época lluviosa, situación que es perjudicial para esta hortaliza, sin considerar que este cultivo de podría desarrollar normalmente en dicha zona.

Los abonos foliares a base de algas marinas representan una alternativa altamente viable para promover el desarrollo, crecimiento y productividad de los cultivos, para de este modo contribuir reemplazar total o parcialmente la utilización de la fertilización química que convencionalmente se realiza dentro de los sistemas de producción agrícola, a la vez el impacto sobre el medioambiente es menor. El principal objetivo de estos productos es brindar mayores eficiencias, incrementar la calidad de los productos agrícolas, minimizar tiempos de cultivo y disminuir costos de producción. Además, la contaminación de los suelos, por uso extensivo y continuo de insumos químicos y el monocultivo, ha conducido a la necesidad de incorporar técnicas de fertilización menos agresivas con el ambiente (Pico, 2017). Por lo expresado anteriormente, es importante llevar a cabo la evaluación de la 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, para contribuir al desarrollo agroproductivo del sector, proponiendo un manejo rentable del cultivo de ají habanero.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

Actualmente la fertilización edáfica no es suficiente para nutrir a los cultivos, como es el caso del ají habanero, por lo que se hace necesario la aplicación de fertilización foliar para poder suplir los requerimientos de los cultivos, y además bioestimular su crecimiento y desarrollo, sin embargo, no se tiene conocimiento sobre un producto que permita obtener los mejores resultados posibles, tanto en términos de producción como económicos.

El mercado nos ofrece una gran variedad de productos para mejorar el estado de nuestras plantas en el huerto. Para la elección de un determinado producto, se basa generalmente en la experiencia propia, ya que no todos generan el mismo efecto sobre los cultivos, sin embargo, es preciso contar con información de referencia que aporte con resultados relevantes sobre su efecto en la respuesta de los cultivos.

Los fertilizantes foliares a base de algas marinas han demostrado elevar los niveles de producción de algunos cultivos, por lo tanto, es necesario evaluar el impacto que tiene sobre el cultivo de ají habanero, el cual es un cultivo poco tradicional en el área de influencia de la investigación.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la 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?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuáles son los efectos de los abonos foliares a base de algas marinas en la aceleración de la floración y cosecha del cultivo de ají habanero?

¿Cuál es el efecto de tres fertilizantes foliares sobre indicadores de crecimiento del fruto?

¿Qué producto a base de algas marinas favorece el rendimiento?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la 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.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de los abonos foliares a base de algas marinas en la aceleración de la floración y cosecha del cultivo de ají habanero.
- Evaluar el efecto de los tratamientos en estudio sobre indicadores de crecimiento del fruto.
- Determinar el producto a base de algas marinas que produzca mayor rendimiento.

1.3. Justificación

La necesidad de contar con insumos agrícolas que no contaminen el medio ambiente hace que el uso de productos fabricados a base de algas marinas sea importante en los programas de cultivo. Se ha demostrado que las algas constituyen la fuente de trazas minerales más completas que actúan como acondicionadores de los procesos enzimáticos necesarios para la salud del suelo y los procesos de aireación que necesita la planta, por lo que su uso dentro de los sistemas de producción se ha incrementado gradualmente con el transcurrir de los años, recalándose su bajo impacto en el equilibrio medioambiental, permitiendo producir alimentos más sanos, sin comprometer la calidad de los mismos.

Considerando que el cultivo de ají es poco explotado con fines comerciales y la necesidad de elevar los niveles de producción de los cultivos se plantea la presente investigación para de este modo proponer una tecnología, utilizando abonos foliares a base de algas marinas a fin de elevar el rendimiento y consecuentemente el beneficio económico. Es por ello que los resultados de la presente investigación, se orientan a ofrecer información de referencia sobre el cultivo de ají, y comprobar los beneficios de la aplicación de los productos a base de algas marinas en este cultivo, con lo que se beneficia a productores, técnicos de campo y demás personas interesadas en invertir en este cultivo, que, por ser poco tradicional en el área de estudio, ofrece una alternativa de inversión viable y sostenible, con la que se puede alcanzar nuevos mercados.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN



2.1. Marco teórico

2.1.1. Cultivo de ají habanero

2.1.1.1. Origen

El chile fue uno de los primeros cultivos domesticados en mesoamérica por lo que ahora se ha convertido en un ingrediente casi obligado en la comida mexicana. México es el país del mundo con la mayor variedad genética de *Capsicum*; su riqueza genética se debe en gran parte a la diversidad de climas y suelos, pero también a las prácticas tradicionales de cultivo que efectúan los pequeños productores utilizando las semillas de los frutos seleccionados de las plantas nativas (Latournerie *et al.*, 2002).

Entre la gran diversidad del género *Capsicum*, el chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) se ha convertido en un símbolo y ejemplo en pungencia, debido a su más alto contenido de capsaicina encontrado en el fruto (Borges-Gómez *et al.*, 2010).

El género *Capsicum* es de la familia de la Solanaceae, incluye un promedio de 25 especies y tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América, también es necesario destacar que existen otras especies del género cuyo fruto o producto también es denominado ají (Borges-Gómez *et al.*, 2010).

Diversos estudios han definido como centro de origen del género *Capsicum* a una gran área ubicada entre el sur de Brasil y el este de Bolivia, el oeste de Paraguay y el norte de Argentina. En esta región se observa la mayor distribución de especies silvestres en el mundo. Soria *et al.* (2002) mencionan que probablemente el *C. chinense* era originario de América del Sur, de donde fue introducido a Cuba, aunque en la isla no se siembra ni se consume. De ahí se cree que fue traído a la Península de Yucatán. Esta hipótesis se refuerza al comprobar que *C. chinense* Jacq es el único chile que no tiene nombre maya, a diferencia de otros.

El chile habanero proviene de las tierras bajas de la cuenca Amazónica y de ahí se dispersó a Perú durante la época prehispánica. La distribución se dirigió hacia la cuenca del Orinoco (ubicada actualmente en territorios de Colombia y Venezuela) hacia Guyana, Surinam, la Guyana Francesa y las Antillas del Caribe (Salazar-Olivo y Silva-Ortega, 2002).

2.1.1.2. Descripción botánica

Es una planta de altura variable, aunque en los cultivares comerciales puede oscilar entre 75 y 120 cm. Las semillas son lisas, ovaladas y pequeñas (2.5 a 3.5 mm), tienen testa de color café claro o café oscuro y su período de germinación varía entre ocho y quince días. El sabor picante se debe a la presencia de capsaicina, sustancia muy irritante en estado puro y cuya mayor concentración se encuentra en la placenta del fruto (Rangel, 2016).

Su tallo es grueso, erecto, glabro y robusto y generalmente tiene tendencia a formar tres tallos en la primera ramificación, la que ocurre entre la décima y duodécima hoja, para después continuar bifurcándose con un crecimiento semi-indeterminado. Después de la primera trifurcación muy raramente las tres ramas alcanzan el mismo desarrollo quedando un tallo líder (Rangel, 2016).

Las hojas son simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, tamaño variable lo mismo que su color, el cual puede presentar diferentes tonos de verde dependiendo de la variedad. Con una nutrición adecuada se pueden alcanzar hojas con más de 15 cm de longitud. Las flores son de color blanco, su tamaño varía entre 1.5 y 2.5 cm de diámetro de la corola; estos órganos se emiten en cada ramificación y se pueden presentar racimos de hasta seis flores, dando lugar a un promedio de tres frutos por racimo (Tun, 2001).

Los frutos son capsulares, huecos y tienen tres y cuatro lóbulos. Las semillas se alojan en placentas blancuzcas y secas, que no están envueltas por mucosa y las membranas de los lóculos generalmente no se prolongan hasta el centro. El color a la maduración puede ser amarillo, rojo, naranja o café, dependiendo de la variedad (Tun, 2001).

2.1.1.3. Variedades de chile habanero

El ají habanero es el único cultivar de la especie *Capsicum chinense* Jacq., sin embargo, existen diversos tipos de ají habanero, los cuales se diferencian por el color del fruto cuando madura. Los frutos varían en color: amarillo, naranja, rosado, rojo, marrón y café. Para el consumo en fresco es más adquirido el de color naranja, es preferido por consumidores para la industria junto con el amarillo. En el mercado extranjero existe preferencia por el fruto rojo y café, conocido como cubano, por su buen tamaño y mayor pungencia (Tun, 2001).

Las variedades más conocidas de chile habanero a nivel mundial son West Indian Red, Caribbean Red y Orange Habanero, las principales características de su fruto son:

- **Orange Habanero:** Es el de mayor popularidad, es menor en tamaño que West Indian red, con superficie lisa, más alargado que Caribbean Red, color con maduración anaranjada intenso.
- **West Indian Red:** Superficie irregular (ondulaciones), algunos frutos asemejan la forma de un gorro escocés y cuando madura tiene un color rojo brillante.
- **Caribbean Red:** Relativamente menor en tamaño, con superficie más lisa, con forma semi-alargada color verde con maduración carmesí-rojo.

Existen otras variedades que están siendo probadas que harán su incorporación al mercado, como ejemplo están las variedades Kukulcán, Chichen Itzá y Jaguar. Estas tres variedades de chile habanero validadas presentan un buen desarrollo vegetativo y calidad de fruto; siendo el porcentaje de primera calidad de 88.81% para Jaguar, seguida de Kukulcán con 78.44% y Chichén Itzá con 75.23% (Ruíz *et al.*, 2011).

2.1.1.4. Requerimiento del cultivo

El chile habanero es una hortaliza de clima caliente, los rangos de temperatura en que se desarrolla de forma normal son: mínima 10°C, máxima 35°C y óptima de 30 °C. La temperatura menor de 10°C y mayor a 35°C limitan el desarrollo del cultivo (Ramírez *et al.*, 2006). La temperatura para la germinación fluctúa entre los 18 y 35 °C, siendo la óptima de 30°C. A nivel de productores, este cultivo también produce en un rango de temperatura de 34 a 40 °C, pero con menor eficiencia, con síntomas de estrés hídrico y marchitamiento del follaje en las horas de mayor calor; la literatura reporta que esta especie trabaja óptimamente con temperaturas de 26 a 30 °C y una humedad relativa de 65 % (Sánchez, 2008).

La humedad relativa óptima debe oscilar entre el 50 y 60%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Cuando la humedad y la temperatura son elevadas se produce una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes y disminución del crecimiento, estos efectos similares también se producen cuando la humedad relativa es escasa (Lightbourn, 2011).

2.1.2. Fertilización foliar

La fertilización foliar es una herramienta importante para el manejo sostenible y productivo de los cultivos. Sin embargo, la comprensión actual de los factores que influyen para alcanzar la máxima eficacia de las aplicaciones foliares aún sigue siendo incompleta. Además, la fertilización foliar es teóricamente más amigable con el ambiente que la aplicación de nutrientes por vía radicular, tiene una acción más inmediata y orientada al objetivo que la fertilización del suelo ya que los nutrientes pueden ser aplicados directamente a los tejidos vegetales durante las etapas críticas del crecimiento de las plantas. Sin embargo, si bien la necesidad de corregir un estado de carencia nutricional en un cultivo puede estar bien definida, la determinación de la eficacia de la fertilización foliar puede ser mucho más incierta (Fernández *et al.*, 2015).

Es el principio de aplicación de nutrimentos a través del tejido foliar, principalmente a través de las hojas, que son los órganos donde se concentra la mayor actividad fisiológica de la planta. En esta técnica se utilizan sustancias fertilizantes que son asperjadas al follaje en forma de solución nutritiva, utilizando el agua como medio de disolución. Ha sido bien demostrado el excelente resultado que se logra cuando se aplican nutrimentos vía foliar en la época y cantidad adecuada. Esta técnica de fertilización se ha convertido en una práctica importante en muchos sistemas de producción agrícola porque permite la corrección rápida y oportuna de deficiencias nutricionales, favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, y mejora el rendimiento y calidad de la cosecha (Molina, 2002).

Segura (2002), indica que de acuerdo con el propósito que se persigue, la fertilización foliar se puede dividir en seis categorías:

- **Fertilización correctiva:** es aquella en la cual se suministran elementos para superar deficiencias evidentes, generalmente se realiza en un momento determinado de la fenología de las plantas y su efecto es de corta duración cuando las causas de la deficiencia no son corregidas.
- **Fertilización preventiva:** se realiza cuando se conoce que un determinado nutrimento es deficiente en el suelo y que a través de esta forma de aplicación no se resuelve el problema; un ejemplo de esto es la aplicación de Zn y B en café.

- **Fertilización sustitutiva:** se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar, un buen ejemplo es el manejo del cultivo de la piña. En la mayoría de los casos es poco factible suplir a las plantas con todos sus requerimientos nutritivos utilizando exclusivamente la vía foliar, debido a la imposibilidad de aplicar dosis altas de macronutrientes. En el cultivo del café el uso de solamente fertilizantes foliares sin abonamiento al suelo (seis aplicaciones por año), se ha obtenido una producción 18% en relación con la fertilización al suelo.
- **Fertilización complementaria:** consiste en aplicar una fracción del abono al suelo y otra al follaje, generalmente se utiliza para suplir micronutrientes y es uno de los métodos más utilizados en una gran cantidad de cultivos.
- **Fertilización complementaria en estado reproductivo:** puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales, durante la floración y llenado de las semillas, la fuerza metabólica ocasionada por ellos, reduce la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta.
- **Fertilización estimulante:** consiste en la aplicación de formulaciones con NPK, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulatorio sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en períodos de gran demanda nutricional, o en períodos de tensiones hídricas.

2.1.3. Productos a base de algas marinas

Las algas marinas son parte integral de la ecología y contorno costero. Durante siglos, las zonas agrícolas cercanas a estas áreas costeras fueron abonadas con algas marinas por ser fuente valiosa de materia orgánica para diversos tipos de suelo y para diferentes cultivos de frutales y hortícolas (Medjdoub, 2008).

Se ha comprobado que las algas microscópicas, verdes azules, de origen marino, se reproducen a una gran velocidad, transformando la materia orgánica de los pequeños charcos y gotas en los suelos e incrementando la materia orgánica asimilable (Ortiz, 2010).

En concreto, las algas marinas, se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos; actúan como acondicionador del suelo por su alto contenido en fibra y como fertilizante por su contenido en minerales (Alvarado, 2015).

El número de especies de algas marinas que se encuentran ahora en el mercado es considerable y pertenecen a los géneros *Macrocystis*, *Eklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum* por supuesto los métodos de procesamiento, la calidad y la eficacia del producto varían ampliamente según la especie de alga marina utilizada, entre todas las algas marinas y los extractos que se encuentran ahora en el mercado, *Ascophyllum nodosum* quizá es la especie de alga marina que más se ha investigado y usado en aplicaciones agrícolas además se ha demostrado que su aplicación a semillas promueve una germinación más temprana y proporciona a las plantas más resistencia al estrés durante su crecimiento juvenil, las aplicaciones al suelo y la inmersión de las raíces en una solución del extracto de algas marinas se ha aplicado también bajo ciertas normas (Maas, 2001).

Las algas marinas se aplican en la agricultura en forma de harina, extractos y polvos solubles. Algunos experimentos que se han realizado en diversos países demuestran la efectividad de las algas marinas en cultivos como: el cacahuete, en el cual incrementó el volumen de semilla, el contenido de proteína; coliflor, el diámetro del florete se incrementó significativamente; en crisantemo, se redujo considerablemente la población de áfidos en chile pimiento, se incrementó la absorción de B, Cu, Fe, Mn y Zn; en maíz y frijol, se obtuvieron incrementos en el rendimiento de 1.5 % y 7.7 %, respectivamente; en pepino, el rendimiento se incrementó más de 40 %, la vida de anaquel se incrementó de 14 a 21 días y se redujo la población de araña roja; y en tomate, se incrementó la resistencia a heladas (Intagri, 2017).

En la agricultura la aplicación de extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*) al suelo muestran la mejora significativa del desarrollo y rendimiento de cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) (Dogra y Mandradia, 2014). De igual forma al cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) variedad Italiana (Lola *et al.*, 2014). La aplicación al suelo y foliar de extractos de algas marinas (*Sargassum* spp.) resultó en incrementos en rendimientos de 44% en trigo (*Triticum aestivum*) variedad AN Tongo, 50% en chile serrano (*Capsicum annuum* L.), 24% en cilantro (*Coriandrum sativum*), 78% en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) cv Imperial, 23% en papa (*Solanum tuberosum*) cv Alfa (Canales, 2000).

No todos los productos a base de algas marinas son iguales ni son elaborados bajo el mismo procedimiento. Los resultados que se pueden obtener con el aporte de extractos de algas están estrictamente relacionados con el proceso de la elaboración de los derivados de algas marinas. Efectivamente, se ha comentado también, que cuando el proceso para la elaboración de los derivados de algas marinas es el adecuado, los microorganismos que viven asociados con ellas permanecen en estado viable y se pueden propagar donde se aplican incrementando las cantidades de los elementos y de las sustancias que contienen, potenciando su acción siempre de forma totalmente natural (Alvarado, 2015).

2.1.4. Ele-max

Es un activador Bio-Energético altamente concentrado elaborado a base de *Ascophyllum nodosum* que se aplica vía foliar con una formulación única en el mercado que aumenta la eficiencia por su fácil asimilación con un gasto menor de energía en las plantas; funciona como complemento al programa de fertilización que incrementa el rendimiento y la calidad de la cosecha (Helena Agri-Enterprises, 2018).

Es una fuente de Nitrógeno Ureico y Amoniacal, Fósforo, Potasio más trazas de Boro, Cobalto, Cobre, Fierro, Manganeso, Molibdeno y Zinc solubles, que en la proporción en la que se encuentran en el producto, optimizan y agilizan los mecanismos vegetales de absorción y translocación desde las hojas hacia todos los centros de consumo en las plantas, logrando un efecto promotor y fortalecedor de tejidos vegetales por largo tiempo (Valent, 2015).

2.1.5. Algae Plus

Algae Plus® es un abono categorizado como un bioestimulante orgánico para aplicación foliar y radicular elaborado a base de extractos *Ascophyllum nodosum*, alga que favorece el vigor vegetativo de las plantas, floración, cuajado y desarrollo de los frutos. Adicionalmente, este extracto también aumenta la resistencia de las plantas a variaciones climáticas e hídricas, además de poseer un efecto elicitor que aumenta las defensas naturales de las plantas y la permeabilidad de las membranas facilitando la entrada de nutrientes. Contiene hidratos de carbono de fácil asimilación. Estimula la absorción radicular, favorece la formación de azúcares y mejora la calidad y calibre de los frutos (Ibiterra, 2017).

Tabla 1. Composición nutricional de Algae Plus

Componentes	Descripción
Nitrógeno (N):	5.8 %
Fósforo (P ₂ O ₅):	2.5 %
Potasio (K ₂ O):	3.8 %
Extracto de algas	10.0 %
Ácido algínico	1.8 %
Manitol	1.0 %

Fuente: Ibiterra, (2017).

Vitra Fol (2019), recomienda que Algae Plus se puede utilizar con los siguientes fines:

- Activar y estimular un crecimiento vegetativo, más regular y con mayor resistencia.
- Mayor desarrollo de raíces.
- Promover un mayor desarrollo y fertilidad de las flores mejorando la cuaja y precocidad.
- Activar el crecimiento y el engorde de los frutos obteniendo así mayor calibre y más precocidad de los frutos.
- Estimular la planta en los momentos de máxima necesidad y para superar situaciones de estrés (bajas temperaturas, estrés hídrico, fitotoxicidades).
- Estimular la formación de azúcares en los frutos.
- Retrasar el envejecimiento de los tejidos.

2.1.6. Basfoliar algae

Basfoliar algae se produce a partir de algas que provienen de las costas del Océanos 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 gracias al moderno y sofisticado proceso de extracción. Además, está complementado con minerales y aminoácidos. Todos estos elementos se potencian con la incorporación de azúcares - alcoholes, un eficiente e innovador elemento bioestimulador

para las plantas (Garófalo, 2017), las mismas que han demostrado ser muy provechosas al ser aplicadas a los cultivos (Maneveldt y Frans, 2003).

Este producto actúa estimulando el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula de manera integral desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático y al ataque de plagas y enfermedades. Esto se refleja en un buen crecimiento vegetativo, tallos vigorosos, buena floración y fructificación, induce mecanismos de defensa frente a patógenos, incrementa la fotosíntesis, activa procesos enzimáticos y metabólicos (Saavedra, 2013).

Tabla 2. Composición nutricional de Basfoliar

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) 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

En el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Diguay (2011), evaluó tres bioestimulantes orgánicos. Los tratamientos estudiados fueron los bioestimulantes Basfoliar algae, Biotek y Seaweed Extract en dosis de 1.5; 2.0 y 2.5 l/ha más un testigo sin aplicación. Dicho autor observó que al aplicar 2.5 l/ha de Basfoliar algae, registró plantas que superaron en 6.77 cm a los 50 días de edad a aquellas plantas sin aplicación, siendo de 16.34 la diferencia a los 75 días de edad del cultivo. Además, el mencionado tratamiento presentó un acorde de 4 días en el tiempo a la floración, superó en 4.33 cm en el diámetro del tallo, las pellas fueron de 5.0 cm más de diámetro, 0.19

kg más de peso lo que se vio reflejado en el rendimiento que fue de 7916.67 kg/ha más que los valores registrados con el testigo sin aplicación, lo que consecuentemente produjo \$ 2120.22 de utilidad por encima de la alcanzada con el testigo sin aplicación.

En la investigación realizada por Saavedra (2013), en un cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), se obtuvo plantas de 79.71 cm al aplicar Basfoliar algae, mientras que al aplicar Basfoliar Aktiv las plantas alcanzaron una altura de 67.22 cm. Este autor también obtuvo panojas de amaranto de mayor tamaño con Basfoliar algae con 39.85 cm, en comparación con las panojas de 39.10 cm obtenidas al aplicar Basfoliar Aktiv.

Por su parte, Garófalo (2017), aplicó Basfoliar algae y Basfoliar Aktiv en dosis de 1.0, 1.5 y 2.0 l/ha en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.), observando que con Basfoliar algae produjo plantas más altas a la cosecha (132.4 cm), capítulos de mayor diámetro (13.6 cm) y más pesados (139.9 g), y un mayor rendimiento en comparación con el otro bioestimulante en estudio (4142.3 Kg/ha). El mencionado autor también comprobó que al utilizarse Basfoliar algae en dosis de 2.0 l/ha obtuvo una rentabilidad del 48%, mientras que al aplicarse una dosis de 1.5 l/ha la rentabilidad fue de 35%, evidenciando además que al aplicarse la dosis de 2.0 l/ha incrementa significativamente los ingresos ya que el testigo que sólo se fertilizó edáficamente registró una rentabilidad del 40%.

La investigación realizada por Garófalo (2017), demostró que la dosis de aplicación es un factor importante al momento de efectuar aplicaciones foliares para promover el desarrollo y rendimiento de dicho cultivo, ya que las dosis más altas mostraron mejores resultados, pero también recomienda no excederse en la dosis ya que puede influir negativamente en el cultivo de girasol.

En la evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, realizada por Guamán (2011), en Tumbaco, provincia de Pichincha, se estudió los bioestimulantes: Basfoliar algae, Newfol-Plus y Satisfy, comprobando que de manera general con Basfoliar algae obtuvo mayor porcentaje de prendimiento (99.54%), plantas de más altas a los 30, 60 y 90 días (11.09, 22.19 y 41.72 cm), menor número de hojas enfermas por planta (2.28 hojas enfermas), mayor número de hojas por planta (20.88), hojas más largas 21.08 cm), plantas más pesadas (0.52 kg) y por ende mayor rendimiento (1.64 t/ha).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en la finca Carmencita, propiedad de la Sra. Luisana Muñoz, ubicada en el recinto Guapara de la parroquia Moraspungo del cantón Pangua, entre las coordenadas 1°04'46.8 latitud Sur y 79°17'56.9" longitud Oeste.

Las características climáticas del sitio experimental se presentan en la Tabla 3:

Tabla 3. Características climáticas del sitio experimental

Temperatura media anual:	24.0 °C
Precipitación:	2494.7 mm/año
Evaporación:	604.8 mm/año
Heliofanía	1047.8 horas/año
Humedad relativa:	88.0 %

3.2. Tipo de investigación

Se efectuó una investigación experimental, para lo cual se estableció un ensayo del cultivo de ají habanero con la aplicación de diferentes productos a base de algas marinas a fin de establecer la influencia de estos sobre el cultivo, además se compararon estos productos con un testigo para de este contrastar el efecto de los mismos en el comportamiento agronómico del cultivo y su producción por unidad de superficie.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizó el método inductivo de lo particular a lo general, para la determinación de las diferentes variables acorde a los objetivos planteados, para la generación de información generalizada del tema de estudio. Se usó el método deductivo partiendo de la información de diferentes fuentes sobre el efecto de los abonos foliares a base de algas marinas para de este modo identificar el efecto específico de los tratamientos en el cultivo de ají. Además, el método analítico fue la base para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la evaluación de las variables de respuesta.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

La recopilación de información para la investigación se efectuó mediante la observación directa (fuentes primarias) mediante evaluación de diferentes variables de respuesta consideradas de acuerdo a los objetivos de la investigación, así como de fuentes secundarias constituidas por libros, boletines divulgativos, manuales técnicos, revistas, publicaciones, internet.

3.5. Tratamientos estudiados

T₁: Testigo (Sin fertilización foliar)

T₂: Ele-max (1.5 l/ha)

T₃: Algae Plus (600 cc/ha)

T₄: Basfoliar algae (1.5 l/ha)

3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Todas las variables de respuesta fueron sometidas al análisis de varianza, y se usó la prueba de Tukey ($p > 0,05$) para la comparación de las medias de los tratamientos. La tabulación de los datos se realizó en Excel 2016, y el procesamiento estadístico en Infostat versión 2017.

El esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo se presenta en la Tabla 4:

Tabla 4. Esquema del análisis de varianza a utilizarse en el ensayo

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Tratamientos	3
error	9
Total	15

3.6.1. Especificaciones del experimento

Las especificaciones del experimento se presentan en la Tabla 5:

Tabla 5. Especificaciones del experimento

Especificaciones	Descripción
Distancia entre plantas	0.4 m
Distancia entre hileras	1.4 m
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimental	16
Ancho de las repeticiones	3.2 m
Longitud de las repeticiones	28.4 m
Dimensiones de cada subparcela	3.2 x 5.6 m
Área de cada subparcela	17.9 m ²
Área de las repeticiones	90.9 m ²
Área total del ensayo	533.9 m ²
Número de plantas por unidad experimental	32
Número de plantas útiles por unidad experimental	12
Total de plantas útiles en el ensayo	192
Total de plantas en el ensayo	512

3.7. Instrumentos de investigación

3.7.1. Material genético

Como material genético se utilizó semilla de ají habanero de la variedad Orange, obtenido de la empresa Pro Ají.

3.7.2. Manejo del ensayo

3.7.2.1. Preparación y delimitación del terreno

La preparación se la efectuó mediante dos pases de rastra en ambos sentidos a fin de dejar el terreno suelto y mullido, facilitando de esta manera el desarrollo del sistema radicular del

cultivo. Se utilizaron latillas de caña de 0.8 m para delimitar el área de la investigación y la ubicación de las parcelas de acuerdo a las especificaciones del experimento.

3.7.2.2. Siembra

El semillero se lo realizó en bandejas germinadoras de poliestireno de 128 celdas. Para el sustrato se mezclará turba, vermicompost y tamo de arroz quemados en cantidades de 5 kg, 2 kg y 1 kg respectivamente. Posteriormente, se llenaron las bandejas y se colocó la semilla a una profundidad de 3 mm y se cubrió superficialmente con mezcla de sustrato. Finalmente, se cubrieron las bandejas con un plástico negro a fin de darle más temperatura y acelerar el proceso de germinación de la semilla.

3.7.2.3. Trasplante

El trasplante se efectuó a los 21 días después de la siembra de acuerdo al marco de plantación, en hoyos de 20 cm de profundidad, donde se colocaron 350 g de compost maduro por cada hoyo, utilizando una tarrina de medida.

3.7.2.4. Drenaje

Se construyeron surcos que atravesaron las tres repeticiones de 0.3 m de ancho y 0.1 m de profundidad, con el objetivo de evacuar el excedente de agua de las parcelas.

3.7.2.5. Tutorado

Para esta labor se utilizaron latillas de caña de 0.8 m de longitud por cada planta a fin de darle sostén y mantener la planta erguida.

3.7.2.6. Aporque

Se realizó el aporque con tierra en la parte del cuello de la raíz para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular.

3.7.2.7. Poda

Semanalmente se eliminaron hojas bajas, enfermas y chupones con la finalidad de equilibrar la planta y disminuir la transpiración excesiva como consecuencia de un alto número de hojas no funcionales.

3.7.2.8. Fertilización

Se aplicó 15 g por planta de urea, cada 15 días hasta los 5 meses de edad del cultivo. A partir del sexto mes se aplicó 10 g por planta cada 15 días por dos meses. Los tratamientos con abonos foliares se aplicaron cada 10 días utilizando una bomba de mochila CP3.

3.7.2.9. Control fitosanitario

El control de insectos consistió en la aplicación de Karate (lambdacialotrina) en dosis de 100 cc/ha inmediatamente después de la siembra para evitar ataques de insectos del suelo entre otros (Anexo 10). Posteriormente, a los 20 días se aplicó Confidor 70 WG (Imidacloprid) en dosis de 50 g/ha. Luego se alternarán estos dos controles de acuerdo a la incidencia de insectos plaga a fin de evitar la resistencia por parte de los insectos. Teniendo en cuenta la época lluviosa en la que se realizó el ensayo, se realizaron aplicaciones alternadas de fungicidas cada 20 días de Custodia (Tebuconazole 200 g/l + Azoxystrobin 120 g/l) en dosis de 500 cc/ha y Scenic (Tebuconazol + Fluoxastrobina + Protioconazol + Glicerol) en dosis de 125 cc/ha, a fin de evitar el desarrollo de resistencia de los patógenos (Anexo 11).

3.7.2.10. Cosecha

La cosecha se realizó en el momento en el que las plantas alcanzaron su madurez fisiológica y los frutos estuvieron aptos para su comercialización

3.8. Variables evaluadas

3.8.1. Altura de plantas (cm)

Tanto a los 60 como a los 75 días se midieron y promediaron 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela con una cinta métrica, para lo cual se consideró desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más joven.

3.8.2. Días a la primera floración

Se consideró el tiempo transcurrido entre la fecha de siembra y el momento en el que se aprecie la floración en más del 50% de las plantas de cada parcela experimental (Anexo 12).

3.8.3. Días a la primera cosecha

Se registró el número de días comprendido entre el día de la siembra y el día en el que se efectuó la cosecha en cada unidad experimental.

3.8.4. Longitud del fruto (cm)

En esta variable se midieron frutos obtenidos de 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil y se promediaron, para luego expresar la medida en centímetros (Anexo 14).

3.8.5. Diámetro del fruto (cm)

Se midieron los frutos utilizados para la variable anterior en la parte del tercio medio con la ayuda de un calibrador digital, luego se halló el promedio y se expresó el valor en centímetros (Anexo 14).

3.8.6. Peso del fruto (g)

En una balanza se colocaron los frutos que se utilizaron para las dos variables anteriores (longitud y diámetro del fruto), luego se promedió y expresó el peso en gramos (Anexo 15).

3.8.7. Número de frutos por planta

Se contabilizaron los frutos cosechados entre las dos primeras cosechas, y se promediaron tomando como muestra 10 plantas al azar dentro de la parcela útil (Anexo 13).

3.8.8. Rendimiento (kg/ha)

Se consideró el rendimiento total de las dos primeras cosechas (kg) obtenido en el área útil de cada unidad experimental para luego llevar a kg/Ha, mediante regla de tres simple.

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{\text{Rendimiento por parcela (kg)} * 10\,000 \text{ m}^2}{\text{Área de parcela (m}^2\text{)}}$$

3.8.9. Análisis económico

Para el análisis económico, se consideró el costo de cada uno de los tratamientos en estudio, para luego hallar la relación beneficio/costo en base a la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Ingreso Bruto}}{\text{Costo Total}}$$

3.9. Recursos humanos y materiales

3.9.1. Recursos humanos

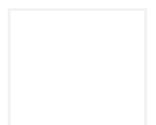
- Estudiante responsable del Proyecto de Investigación
- Docente Director del Proyecto de Investigación

3.9.2. Recursos materiales

- Balanza digital
- Baldes plásticos
- Bomba CP3
- Calibrador digital
- Cinta métrica
- Cintas de riego
- Computador
- Cuaderno de campo
- Espeque
- Flexómetro
- Hojas de papel bond
- Impresora
- Machetes
- Memoria USB
- Pala
- Piola
- Plástico

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4.1. Resultados

4.1.1. Altura de planta a los 60 días (cm)

En el Gráfico 1 se presenta la altura de planta a los 60 días de edad del cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas. El análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos en estudio (Anexo 1), registrando un coeficiente de variación de 2.54 %.

Al aplicarse Basfoliar algae (1.5 l/ha) se registró mayor altura de planta a los 60 días con 46.30 cm, sin diferir estadísticamente de Algase Plus (600 cc/ha) y Ele-max (1.5 l/ha) que presentaron promedios de 44.33 y 43.98 cm, respectivamente, superiores estadísticamente al testigo que alcanzó una altura de 40.75 cm a dicha edad del cultivo.

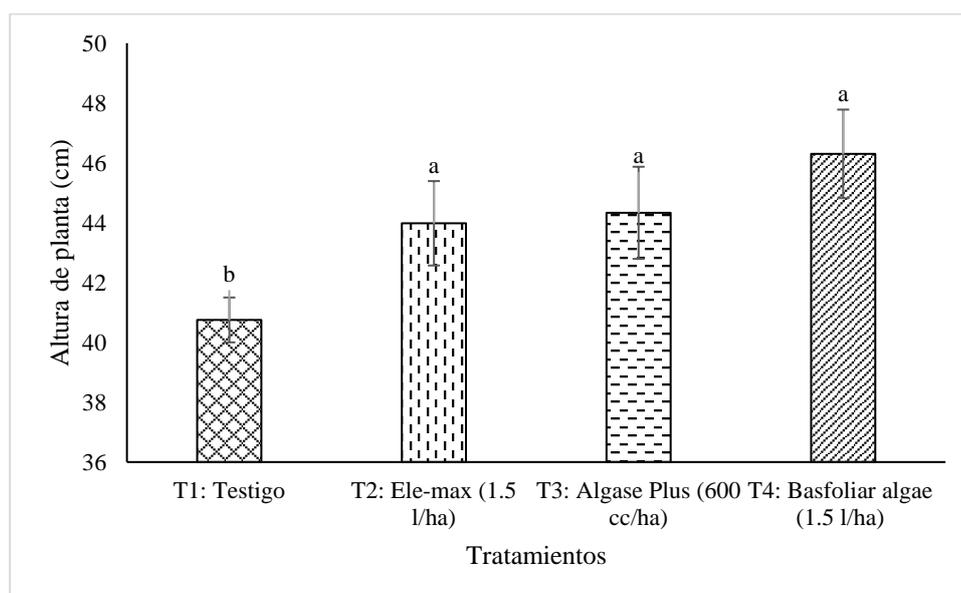


Gráfico 1. Altura de planta a los 60 días en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.2. Altura de planta a los 75 días (cm)

Los promedios de altura de planta a los 75 días se presentan en la el Gráfico 2. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística (Anexo 2), siendo el coeficiente de variación 0.90 %. Basfoliar algae (1.5 l/ha) produjo plantas más altas, que midieron 55.85 cm a los 75 días, superando estadísticamente a los demás tratamientos que registraron entre 49.80 y 54.25 cm de altura.

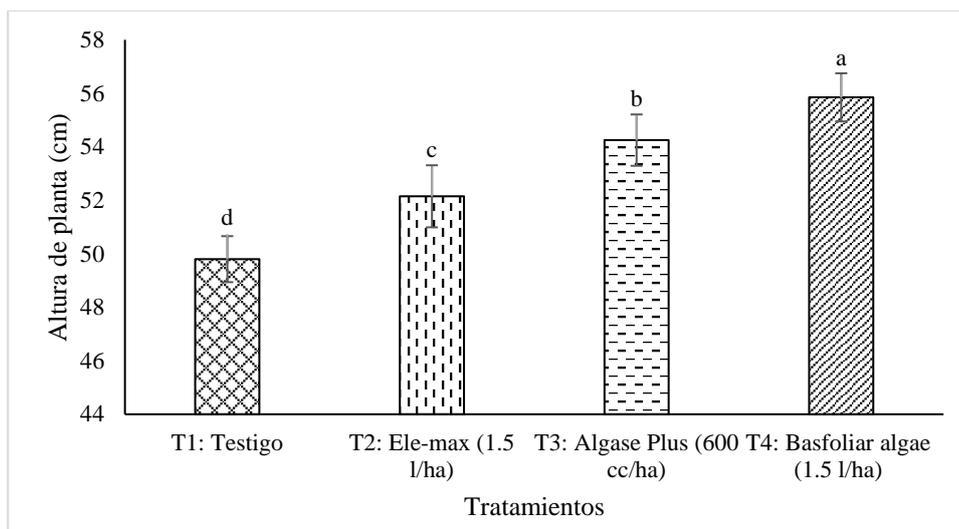


Gráfico 2. Altura de planta a los 75 días en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.3. Días a la floración

En el Gráfico 3 se presentan los promedios del número de días a la floración. El análisis de varianza determinó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística (Anexo 3), con un coeficiente de variación de 1.07%.

El mayor número de días a la floración se registró en el testigo con 59.00 días, superando estadísticamente a los abonos foliares a base de algas marinas que registraron entre 54.00 y 56.25 días a la floración.

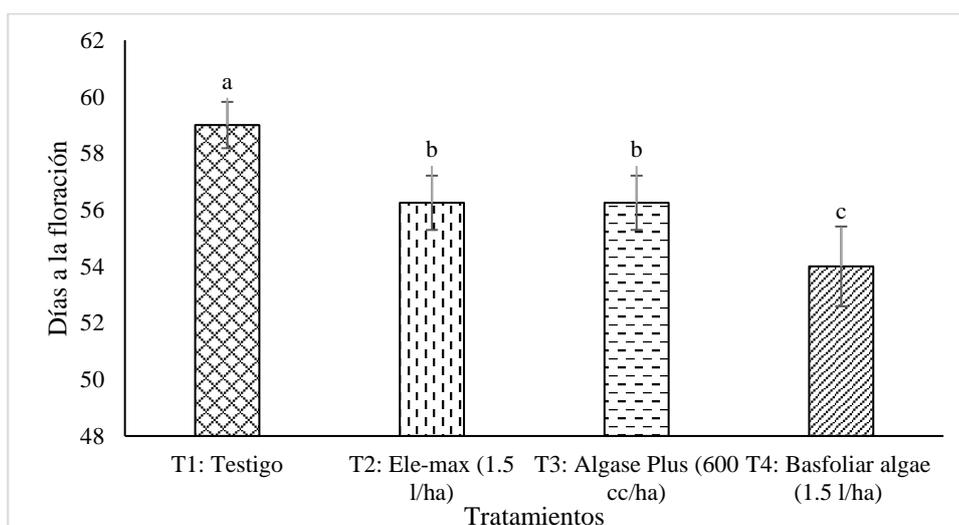


Gráfico 3. Días a la floración en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.4. Días a la cosecha

Los promedios del número de días a la cosecha en el cultivo de ají habanero se presentan en el Gráfico 4. El análisis de varianza reflejó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística (Anexo 4). El coeficiente de variación fue de 0.90%.

El testigo registró un mayor período a la cosecha con 69.25 días, estadísticamente superior a los demás tratamientos que registraron valores entre 64.25 y 66.50 días a la cosecha.

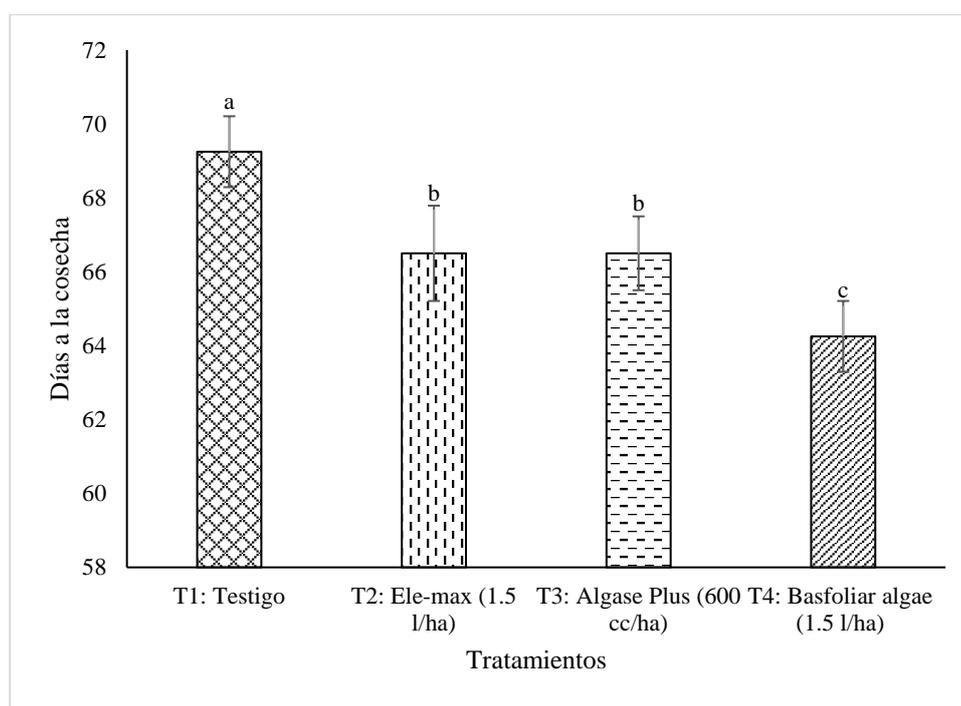


Gráfico 4. Días a la cosecha en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.5. Longitud del fruto (cm)

En el Gráfico 5, se presentan los promedios de la longitud del fruto en el cultivo de ají habanero. El análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos en estudio (Anexo 5), alcanzando un coeficiente de variación de 3.06 %.

Con la aplicación de Basfoliar algae (1.5 l/ha) se obtuvieron frutos de mayor longitud con 4.65 cm, sin diferir estadísticamente de Algase Plus (600 cc/ha) con 4.45 cm, superiores estadísticamente a Ele-max (1.5 l/ha) y el testigo que registraron valores de 4.08 y 3.45 cm de longitud de fruto, respectivamente.

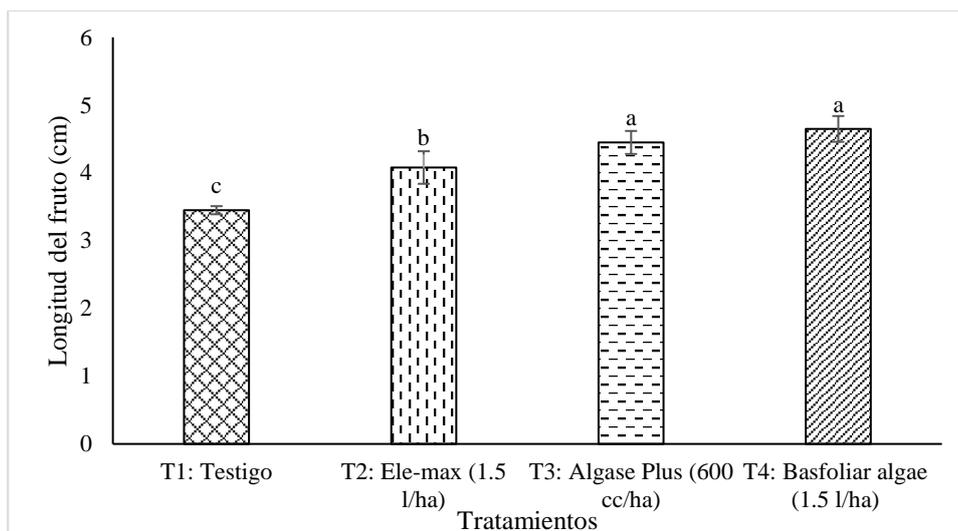


Gráfico 5. Longitud del fruto (cm) en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.6. Diámetro del fruto (cm)

Los promedios del diámetro del fruto en el cultivo de ají habanero se presentan en el Gráfico 6. El análisis de varianza reflejó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística (Anexo 6). El coeficiente de variación fue de 8.98 %.

Con la aplicación de Basfoliar algae se cosecharon frutos de mayor diámetro con 2.38 cm, en igualdad estadística con Algase Plus con 2.18 cm, superiores estadísticamente a Ele-max y testigo que registraron frutos con diámetro de 1.90 y 1.63 cm, respectivamente.

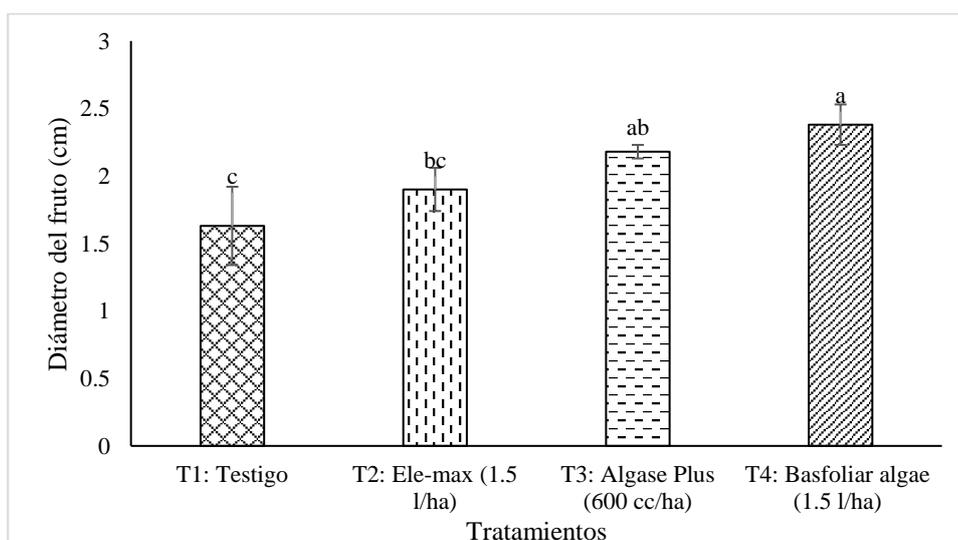


Gráfico 6. Diámetro del fruto (cm) en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.7. Peso del fruto (g)

En el Gráfico 7, se presentan los promedios del peso del fruto en el cultivo de ají. De acuerdo al análisis de varianza, los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística (Anexo 7). El coeficiente de variación fue de 9.29 %.

La aplicación de Basfoliar algae produjo frutos de mayor peso con 9.98 g, sin diferir estadísticamente de Algae Plus con 9.13 g, mostrando ser superiores estadísticamente a Ele-max y testigo que registraron promedios de 7.73 y 5.75 g de peso de fruto, respectivamente.

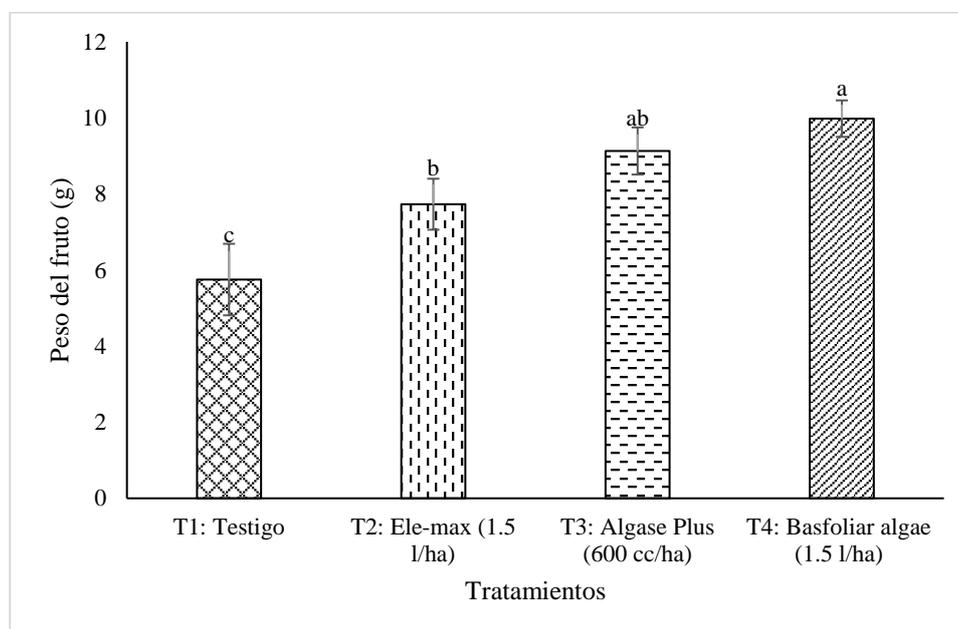


Gráfico 7. Peso del fruto (g) en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.8. Número de frutos por planta

Los promedios del número frutos por planta en el cultivo de ají habanero se presentan en el Gráfico 8. El análisis de varianza reflejó que los tratamientos alcanzaron alta significancia estadística (Anexo 8). El coeficiente de variación fue de 9.63 %.

Con Basfoliar algae se obtuvo mayor número de frutos por planta con 54, en igualdad estadística con Algae Plus con 49 frutos, superiores estadísticamente a Ele-max y testigo que registraron promedios de 38 y 27 frutos por planta, respectivamente.

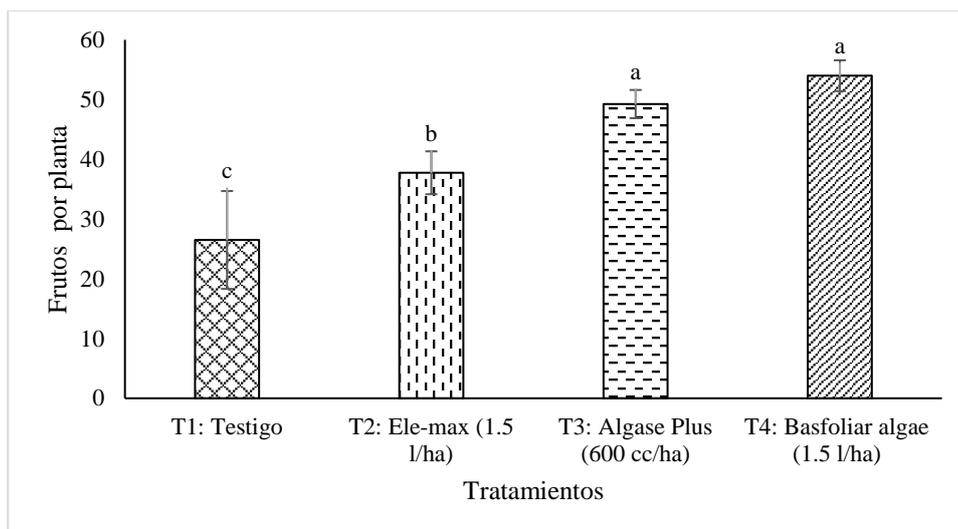


Gráfico 8. Número de frutos por planta en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.9. Rendimiento (kg/ha)

En el Gráfico 9 se presenta el rendimiento por hectárea del cultivo de ají habanero. El análisis de varianza reflejó alta significancia estadística para los tratamientos en estudio (Anexo 9), alcanzando un coeficiente de variación de 11.11%. Al aplicarse Basfoliar algae (1.5 l/ha) se registró mayor rendimiento con 41721.19 kg/ha, sin diferir estadísticamente de Algase Plus (600 cc/ha) que registró un rendimiento de 34812.01 kg/ha, superiores estadísticamente a Ele-max (1.5 l/ha) y el testigo que registraron valores de 23552.25 y 15664.06 kg/ha, respectivamente.

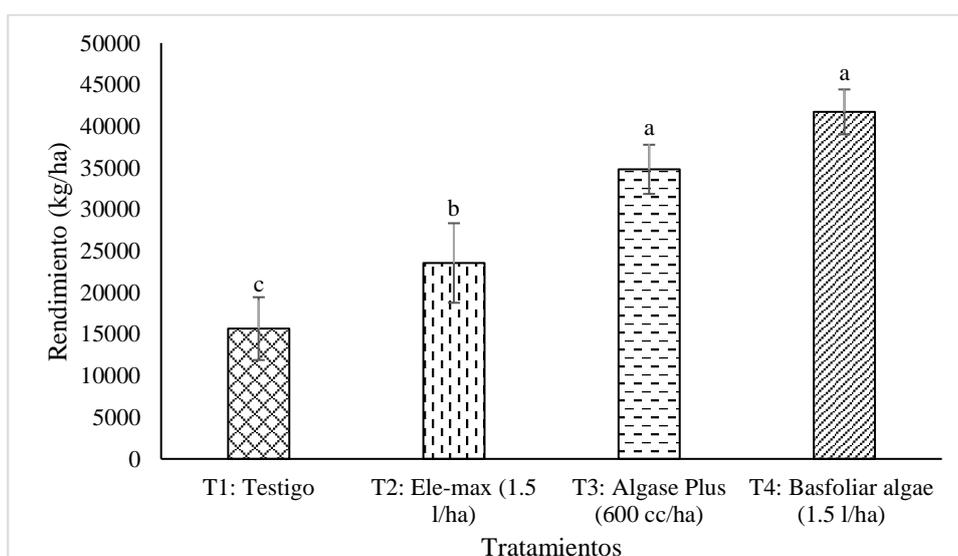


Gráfico 9. Rendimiento (kg/ha) en el cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

4.1.10. Análisis económico

En la Tabla 6 se presenta el análisis económico de los tratamientos en función del rendimiento y los respectivos costos de producción. La aplicación de Basfoliar algae que produjo un rendimiento de 41721.19 kg/ha, permitió obtener la mayor rentabilidad con 155.88%, a un costo de tratamiento de \$ 177.30, costo variable de \$ 2920.48, que sumado a al costo fijo da un costo total de producción de \$ 8967.78.

Tabla 6. Análisis económico del rendimiento del cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) en respuesta a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad
T ₁ : Testigo	15664.06	8615.23	0.00	1096.48	6966.48	1648.75	1.24	23.67
T ₂ : Ele-max (1.5 l/ha)	23552.25	12953.74	152.10	1648.66	7670.76	5282.98	1.69	68.87
T ₃ : Algae Plus(600 cc/ha)	34812.01	19146.61	117.00	2436.84	8423.84	10722.77	2.27	127.29
T ₄ : Basfoliar algae (1.5 l/ha)	41721.19	22946.65	177.30	2920.48	8967.78	13978.87	2.56	155.88

Precio kg ají:	\$0.55
Costo fijo	\$ 5870.00
Precio Ele-max	\$ 17.80/l
Precio Algaser Plus	\$ 22.50/l
Precio Basfoliar algae	\$ 23.40/l
Costo variable	\$ 0.07

4.2. Discusión

Basoliar Algae mostró plantas más altas con el testigo sin aplicación de fertilizantes foliares, evidenciándose un efecto notorio sobre el crecimiento de las plantas en las dos evaluaciones realizadas, lo que se puede atribuir a un mayor contenido nutricional de Basfoliar Algae en cuanto a N, P, K, y aminoácidos como la metionina que es precursor de etileno y otros factores de crecimiento, que potencian el crecimiento y desarrollo del cultivo. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Garófalo (2017), quien en girasol obtuvo plantas de 131.9 cm al usar 1.5 l/ha de Basfoliar algae, mientras que en el testigo las plantas midieron 116.6 cm. Por su parte Saavedra (2013), observó plantas de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) más altas al aplicar dicho abono foliar.

En lo correspondiente al efecto de los abonos foliares en estudio sobre el tiempo a la floración y cosecha, se evidenció que el número de días en ambas etapas fenológicas se acortó con la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas, destacándose Basfoliar algae como el de mejores resultados. Este abono foliar redujo en 5 días el tiempo a la floración y cosecha, lo que se traduce en un 8.47 y 7.22% menos tiempo en ambas etapas fenológicas, respectivamente. Con esto se puede especular que Basfoliar algae disminuye en tiempo a la floración y por ende la obtención de la cosecha, lo que es corroborado por Moreira (2018), que al evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de soya (*Glycine max* L.), a la aplicación de tres extractos de algas marinas, en la zona de Pueblo Viejo, cuando aplicó 1.5 l/ha de Basfoliar algae evidenció una reducción de 3.7 y 2.67 días a la floración y cosecha respectivamente, en comparación con el testigo sin fertilización foliar.

Las características de longitud, diámetro y por ende el peso de los frutos se incrementó significativamente cuando se aplicó Basfoliar algae (1.5 l/ha), obteniéndose frutos con 1.20 y 0.75 cm, más de longitud y diámetro que aquellos obtenidos en el testigo (3.45 y 1.63 cm, respectivamente), traduciéndose en un incremento porcentual de 34.78 y 46.05%. Este efecto observado a su vez, influyó en el peso del fruto que fue de 4.23 g más que en el testigo (5.75 cm), es decir un incremento porcentual de 74.57%, con lo que se comprueba que este abono foliar mejora significativamente los indicadores de crecimiento de los frutos de ají. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Garófalo (2017), quien cosechó capítulos de girasol de mejores características de diámetro y peso, mientras que Casa (2017) obtuvo tallos más largos y mayor número de hojas al aplicar Basfoliar algae en amaranto.

Finalmente, la producción de frutos por planta se incrementó notoriamente, llegando a incrementarse en 27.50 frutos más que el testigo que produjo apenas 26.50 frutos por planta de ají (103.77% de incremento). Esto influyó directamente sobre el rendimiento por hectárea que fue de 41721.19 kg/ha, promedio que a pesar de no diferir significativamente de los 34812.01 kg/ha obtenidos con Algae Plus, puede variar en mayores extensiones sembradas. Además, el mencionado tratamiento como era de esperarse aumentó el ingreso económico y la rentabilidad porcentual, lo que justifica la inversión de \$ 2001.30 adicionales al aplicar Basfoliar algae en el cultivo de ají habanero, ya que generó un ingreso neto adicional de \$ 12330.12. Estos resultados concuerdan con los reportados en arveja (Flores, 2009), amaranto (Saavedra, 2013), girasol (Garófalo, 2017), brócoli (Diguay, 2011) y soya (Moreira, 2018), en los cuales al aplicar 1.5 l/ha de Basfoliar algae se mejoró significativamente los niveles de rendimiento, así como los ingresos percibidos por hectárea, reflejándose la aplicabilidad de este abono foliar a base de algas marinas en la productividad agrícola.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.1. Conclusiones

- Basfoliar algae (1.5 l/ha) redujo el tiempo a la floración y cosecha en 5 días, produciendo además plantas de mayor altura a los 60 y 75 días con 46.30 y 55.85 cm, respectivamente.
- La longitud, diámetro y peso de frutos de ají habanero fueron mayores al aplicar Basfoliar algae (1.5 l/ha), superando al testigo en 1.20 cm, 0.75 cm y 4.23 g, en comparación con el testigo, respectivamente.
- La producción de frutos por planta fue mayor al aplicarse Basfoliar algae con 54 frutos, que produjo un aumento de 26057.13 kg/ha por encima del testigo.
- La rentabilidad obtenida por hectárea fue mayor al aplicarse Basfoliar algae (1.5 l/ha) ascendiendo a 155.88 %.

5.2. Recomendaciones

- Realizar aspersiones de Basfoliar algae (1.5 l/ha) en el cultivo de ají habanero ya que acortó el tiempo a la floración y cosecha, a la vez que potenció el rendimiento y las características de los frutos obtenidos.
- Evaluar la influencia de diferentes dosificaciones de Basfoliar algae, para identificar posibles incrementos en el rendimiento de ají habanero.
- Probar los abonos foliares utilizados en el presente estudio en otras variedades o híbridos de ají habanero, para cuantificar posibles variaciones en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA



6.1. Referencias bibliográficas

- Alvarado, H. (2015). Efecto de bioestimulante enzimático a base de algas marinas sobre el desarrollo de caña de azúcar en renovación, La Gomera, Escuintla. Universidad Rafael Landívar. Escuintla-Guatemala. 66 p.
- Borges-Gómez, L., Cervantes, L., Ruíz, J., Soria, M., Reyes, V., y Villanueva, E. (2010). Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana* 28(1). 35-41.
- Canales, B. (2000). Enzimas-Algas: posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. *Terra* 17(3): 271-276 pp.
- Compo Expert. (2010). Basfoliar algae. Obtenido de <http://www.compo-expert.com/cl/productos/bioestimulantes/bioestimulante-basfoliar-algae.html>
- Diguay, L. (2011). Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.), cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica de Babahoyo, Sede El Ángel. El Ángel-Carchi. 46 p.
- Dogra, B., y Mandradia, R. (2014). Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. *International Journal of Farm Sciences* 2(1): 59-64 pp.
- Fernández, V., Sotiropoulos, T., y Brown, P. (2015). Fertilización foliar: Principios científicos y práctica de campo. Primera Edición. Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA). Paris-Francia. 159 p.
- Flores, M. (2009). Respuesta del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) a la aplicación complementaria de tres fertilizantes foliares a tres dosis, San Gabriel, Carchi. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito. Cayambe.Ecuador. 74 p.
- Garófalo, I. (2017). Respuesta del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 77 p.
- Guamán, J. (2011). Evaluación agronómica del cultivo de apio (*Apium graveolens* L.) a la aplicación foliar de tres bioestimulantes en tres dosis, en Tumbaco, provincia de Pichincha. Tesis de Grado. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda-Ecuador. 141 p.
- Helena Agri-Enterprises. (2018). Ele-max: Precision nutrition. Obtenido de <https://www.helenaagri.com/products/micronutrients-specialized-nutrition/ele-max/>.
- Ibiterra. (2017). Algae Plus. Obtenido de <http://www.ibiterra.com/productos/aminoacidos-y-antiestresantes/algaeplus>.
- Intagri. (2017). Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal>

- Latournerie, L., Chávez, M., Pérez, G., Castañon, S., Rodríguez, L., Arias, J., y Ramírez, P. (2002). Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotécnica Mexicana* 25: 25–33.
- Lightbourn, L. (2011). Manejo del estrés por temperatura en los cultivos. I Congreso Internacional de Nutrición y Fisiología Vegetal Aplicadas. Guadalajara-México: 99-112.
- Lola, T., Hennequart, F., y Gaffney, M. (2014). Effect on yield, total phenolic, total flavonoid and total isothiocyanate content of two broccoli cultivars (*Brassica oleraceae* var *italica*) following the application of a commercial brown seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). *Agricultural and Food Science* 23(1): 28-37 pp.
- Maas, J. (2001). Aplicación de derivados de algas marinas y labranza de conservación en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Coahuila-México. 100 p.
- Maneveldt, G., y Frans, R. (2003). Of Sea-fan Kelp and Bladder Kelp. Obtenido de <http://www.botany.uwc.ac.za>
- Medjdoub, R. (2008). Las algas marinas y la agricultura. CATSAIGNER. Zaragoza-España. 3 p.
- Molina, E. (2002). Fuentes de fertilizantes foliares. En G. Meléndez, y E. Molina, *Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones*. Universidad de Costa Rica. San José-Costa Rica. 26-35 pp.
- 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. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 61.
- Ortiz, F. (2010). Manual básico para la producción agrícola orgánica I. Obtenido de http://www.metrocert.com/files/Manual_de_produccion_de_agricultura_organica.pdf
- Pico, K. (2017). Fertilización foliar a base de algas marinas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en época lluviosa en la zona de Quevedo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 92 p.
- Pinto, M. (2013). El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador. Obtenido de <http://186.42.174.231/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Rangel, L. (2016). Crecimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferente espaciamiento entre hileras en la Comarca Lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón-México. 55 p.
- Ruíz, N., Medina, F., y Martínez, M. (2011). El origen habanero: origen y usos. *Revista Ciencia* junio-septiembre: 70-77.

- Saavedra, S. (2013). Respuesta del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a la aplicación foliar complementaria con tres bioestimulantes, San José de Minas, Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 96 p.
- Salazar–Olivo, L., y Silva–Ortega, C. (2002). Efectos farmacológicos de la capsaicina, el principio pungente del chile. *Biología Scripta* 1: 7–14.
- Sánchez, F. (2008). Perspectivas de horticultura protegida en México. Módulo I. Introducción y fundamentos de la horticultura protegida. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chapingo-México. 86 p.
- Segura, Á. (2002). Fertilización foliar: principios y aplicaciones. En G. Meléndez, y E. Molina, Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Universidad de Costa Rica. San José-Costa Rica. 19-25 pp.
- Soria, M., Trejo, A., Tun, J., y Terán, R. (2002). Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). SEP. DGETA. ITA–2. Yucatán-México.
- Tun, J. (2001). Ficha Tecnológica. Hortalizas: Chile habanero. INIFAP-SAGARPA. México DF-México. 78 p.
- Valent. (2015). Elemax: Hoja técnica. Valent de México. Zapopan-México. 4 p.
- Vallejo, J. (2013). Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio–económica de la región Interandina. Universidad Central del Ecuador. Quito.Ecuador. 215 p.
- Vitra Fol. (2019). Algae Plus. Obtenido de <https://www.agrovitra.com/wp-content/uploads/2019/02/Ficha-Algae-Plus.pdf>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 60 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	10.1475	3.3825	2.7383	0.1055
Tratamientos	3	63.4125	21.1375	17.1115	0.0005 **
Error	9	11.1175	1.2353		
Total	15	84.6775			

** : Altamente significativo

Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de plantas a los 75 días

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	9.3525	3.1175	13.64	0.0011
Tratamientos	3	82.5875	27.5292	120.42	<0.0001 **
Error	9	2.0575	0.2286		
Total	15	93.9975			

** : Altamente significativo

Anexo 3. Análisis de varianza de la variable número de días a la floración

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	10.2500	3.4167	9.46	0.0038
Tratamientos	3	50.2500	16.7500	46.38	<0.0001 **
Error	9	3.2500	0.3611		
Total	15	63.7500			

** : Altamente significativo

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable número de días a la cosecha

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	10.2500	3.4167	9.46	0.0038
Tratamientos	3	50.2500	16.7500	46.38	<0.0001 **
Error	9	3.2500	0.3611		
Total	15	63.7500			

** : Altamente significativo

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable número de frutos por planta

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	130.2500	43.4167	2.67	0.1106
Tratamientos	3	1819.2500	606.4167	37.32	<0.0001 **
Error	9	146.2500	16.2500		
Total	15	2095.7500			

** : Altamente significativo

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable longitud del fruto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	0.2319	0.0773	4.78	0.0294	0.2319
Tratamientos	3.3419	1.1140	68.85	<0.0001	3.3419 **
Error	0.1456	0.0162			0.1456
Total	3.7194				3.7194

** : Altamente significativo

Anexo 7. Análisis de varianza de la variable diámetro del fruto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	0.1069	0.0356	1.08	0.4040
Tratamientos	3	1.2819	0.4273	13.01	0.0013 **
Error	9	0.2956	0.0328		
Total	15	1.6844			

** : Altamente significativo

Anexo 8. Análisis de varianza de la variable peso del fruto

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	0.6769	0.2256	0.39	0.7606
Tratamientos	3	40.8869	13.6290	23.79	0.0001 **
Error	9	5.1556	0.5728		
Total	15	46.7194			

** : Altamente significativo

Anexo 9. Análisis de varianza de la variable rendimiento por hectárea

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor
Repeticiones	3	66417004.7474	22139001.5825	2.14	0.1650
Tratamientos	3	1612471104.3843	537490368.1281	52.00	<0.0001 **
Error	9	93033163.1345	10337018.1261		
Total	15	1771921272.2661			

** : Altamente significativo

Anexo 10. Primer control de insectos



Anexo 11. Aplicación de control fitosanitario



Anexo 12. Floración del cultivo de ají habanero



Anexo 13. Conteo del número de frutos por planta



Anexo 14. Evaluación de la longitud y diámetro del fruto (cm)



Anexo 15. Registro del peso del fruto (g)

