



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración Curricular
previa la obtención del Grado
Académico de Ingeniera
Agropecuaria.

Proyecto de Investigación:

**“EFECTO DE LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE
PIMIENTO CUBANELLE (*Capsicum annuum*) CON LA BIOFERTILIZACIÓN
DEL ALGA MARINA (*Ascophyllum nodosum*).”**

Autora:

Julexi Briguith Salazar Cedeño

Directora de Proyecto de Investigación:

Biol. Ana Ruth Álvarez Sánchez PhD.

Mocache – Los Ríos – Ecuador.

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **JULEXI BRIGUITH SALAZAR CEDEÑO**, declaro que la investigación aquí descrita 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 documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

JULEXI BRIGUITH SALAZAR CEDEÑO

C.I:0940986003



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Biol. Ana Ruth Álvarez Sánchez, PhD.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Julexi Briguith Salazar Cedeño**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EFECTO DE LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE PIMIENTO CUBANELLE (*Capsicum annuum*) CON LA BIOFERTILIZACIÓN DEL ALGA MARINA (*Ascophyllum nodosum*)”**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Biol. Ana Ruth Álvarez Sánchez, PhD.
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

El suscrito, **Biol. Ana Ruth Álvarez Sánchez, PhD**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado **“Efecto de la Emergencia, Crecimiento y Producción de Pimiento Cubanelle (*Capsicum annuum*) con la Biofertilización del Alga Marina (*Ascophyllum nodosum*).”** Presentado por la estudiante **Julexi Briguith Salazar Cedeño**, egresado de la Carrera Agropecuaria, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 94 % y similitud 6 %, del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Original

Document Information

Analyzed document	TESIS_SALAZAR CEDAÑO JULEXI, PIMIENTO CUBANELLE.docx (0177948156)
Submitted	2023-11-06 15:36:00
Submitted by	
Submitter email	julexi.salazar2018@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	aalvarezs@teq@analysis.arkund.com


Biol. Ana Ruth Álvarez Sánchez, PhD.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLOGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

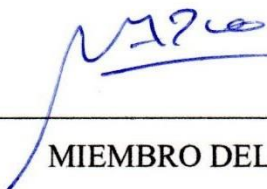
**“EFECTO DE LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE
PIMIENTO CUBANELLE (*Capsicum annuum*) CON LA BIOFERTILIZACIÓN DEL
ALGA MARINA (*Ascophyllum nodosum*)”**

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:


PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Juan José Reyes Pérez PhD


MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marco Heredia Rengifo PhD


MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Adalberto Coello Vera MSc.

MOCACHE – LOS RIOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por darme vida, sabiduría y fuerza de voluntad para cumplir una de mis metas anhelada. A mis padres quienes son un pilar fundamental y un apoyo incondicional en mi vida para proseguir en busca de logros y perseverar.

A mis familiares y amigos quienes brindaron su ayuda en las situaciones que se presentan a lo largo del proceso. Para mi tutora de proyecto Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez, por su ayuda, esmero, dedicación y profesionalismo con el que me instruyó para elaboración del proyecto de investigación.

A mis compañeros y docentes quienes fueron partes de las enseñanzas para obtener conocimiento que me ayudarán en mi vida profesional.

Finalmente, agradezco aquellas personas que indirectamente brindaron sus directrices para el cumplimiento de cada proceso meritorio para alcanzar mi tercer grado académico.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por ser el centro de todos mis proyectos. A mis amados padres Carlos Salazar Vera y Cecilia Cedeño Barén por su amor, dedicación, paciencia, apoyo y guía Espiritual.

A mis hermanas Fabiola, Yaritza y Karla quienes son una motivación para seguir preparándome secularmente. A mi Abuelito Onésimo por su apoyo brindado en cada una de mis etapas de aprendizaje.

A mis sobrinos Alex y Andy por quienes aspiro ser mejor cada día y dejarles un legado que con dedicación y esmero se alcanzan las metas y finalmente a mi compañero de vida quien ha sido una inspiración de progreso para alcanzar cada meta que nos propongamos, pero siempre de la mano de Dios.

RESUMEN

La investigación se realizó en los predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus “La María”. El objetivo fue determinar el análisis de emergencia, crecimiento y producción del pimiento cubanelle aplicando biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum*. Para ello, se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y un testigo experimental (T0. Testigo 0, T1 100, T2 75, T3 50, TA 25 % de biofertilizante a base de *A. nodosum*) y cuatro repeticiones. Para su evaluación se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y se empleó la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios obtenidos por cada tratamiento. En relación a los resultados se pudo constatar que en las variables días a la emergencia, número de hojas, altura de plántulas (cm), longitud de raíz en plántula (cm) días a la floración, altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) a los 30 y 60 días no existieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$). Mientras que, en biomasa fresca (g), biomasa seca (g), altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) a los 90 días, existieron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) al igual que en las variables asociadas al fruto. La aplicación del T1 con 100% de biofertilizante a base de *A. nodosum* influyó de manera favorable en el cultivo de pimiento mostrando factibilidad en el análisis económico.

Palabras claves: Agricultura; *Ascophyllum nodosum*; Biofertilizantes.

ABSTRACT

The research was conducted on the premises of the Quevedo State Technical University, "La María" campus. The objective was to determine the analysis of emergence, growth and production of cubanelle bell pepper by applying biofertilizer based on *Ascophyllum nodosum*. For this purpose, a completely randomized block design was used, with four treatments and an experimental control (T0. Control 0% 0, T1 100, T2 75, T3 50, TA 25 % biofertilizer based on *A. nodosum*) and four replications. For their evaluation, an analysis of variance (ANOVA) was carried out and the Tukey test at 5% was used to compare the averages obtained by each treatment. The results showed that there were no statistical differences ($P>0.05$) in the variables days to emergence, number of leaves, seedling height (cm), seedling root length (cm), days to flowering, plant height (cm) and stem diameter (cm) at 30 and 60 days. While, in fresh biomass (g), dry biomass (g), plant height (cm) and stem diameter (cm) at 90 days, there were statistical differences ($P<0.05$) as well as in the variables associated with the fruit. The application of T1 with 100% biofertilizer based on *A. nodosum* had a favorable influence on the bell pepper crop, showing feasibility in the economic analysis.

Key words: Agriculture, *Ascophyllum nodosum*, Biofertilizers.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO 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 FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de la Investigación	3
1.1.1. Planteamiento del Problema	3
1.1.2. Formulación del Problema	4
1.1.3. Sistematización del Problema	4
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Justificación	5

CAPÍTULO II.....	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1. Marco Conceptual.....	7
2.1.1. <i>Pimiento Cubanelle</i>	7
2.1.2. <i>Ascophyllum nodosum</i>	7
2.1.3. <i>Bioestimulantes</i>	7
2.1.4. <i>Biofertilizantes</i>	7
2.1.5. <i>Emergencia</i>	8
2.1.6. <i>Dosis de Fertilizante</i>	8
2.2. Marco Referencial	8
2.2.1. <i>Origen del Pimiento</i>	8
2.2.2. <i>Descripción Taxonómica</i>	8
2.2.3. <i>Valor Nutricional</i>	9
2.2.4. <i>Morfología del Cultivo de Pimiento</i>	9
2.2.5. <i>Requerimientos Edafoclimáticos</i>	11
2.2.6. <i>Generalidades del Cultivo</i>	12
2.2.7. <i>Plagas y Enfermedades</i>	13
2.2.7.1. <i>Araña Roja (Tetranychus urticae)</i>	13
2.2.7.2. <i>Mosca Blanca en Pimiento (Bemisia tabaci)</i>	13
2.2.7.3. <i>Pulgones (Aphis gossipy)</i>	13
2.2.7.4. <i>Trips (Frankliniella occidentalis)</i>	14
2.2.8. <i>Control de Maleza</i>	14
2.2.9. <i>Algas Marinas</i>	15
2.2.10. <i>Usos de Algas Marinas en la Agricultura</i>	15
2.2.11. <i>Ascophyllum nodosum</i>	16
2.2.12. <i>Ascophyllum nodosum como Bioestimulante</i>	17
2.2.13. <i>Investigaciones Relacionadas</i>	17

CAPÍTULO III	20
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.1. Localización	21
3.1.1. <i>Condiciones Meteorológicas</i>	21
3.2. Tipo de Investigación	22
3.3. Métodos de Investigación.....	22
3.4. Fuentes de Recopilación de Información	22
3.5. Diseño de la Investigación.....	22
3.6. Instrumentos de la Investigación	23
3.6.1. <i>Manejo del Experimento</i>	24
3.7. Variables Evaluadas	24
3.7.1. <i>Días a la Emergencia</i>	24
3.7.2. <i>Altura de Planta (cm)</i>	25
3.7.3. <i>Longitud de Raíz (cm)</i>	25
3.7.4. <i>Número de Hoja</i>	25
3.7.5. <i>Biomasa Fresca y Seca (g)</i>	25
3.7.6. <i>Diámetro del Tallo (cm)</i>	26
3.7.7. <i>Días a la Floración</i>	26
3.7.8. <i>Longitud, Diámetro del fruto (cm)</i>	26
3.7.9. <i>Producción</i>	26
3.7.10. <i>Análisis Económico</i>	26
3.7. Tratamiento de los Datos.....	28
3.8. Recursos Humanos y Materiales	29
3.8.1. <i>Recursos Humanos</i>	29
3.8.2. <i>Materiales y Equipos</i>	29
CAPÍTULO IV	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31

4.1. Emergencia de las Plántulas	32
4.2. Altura de la Plántula a los 30 días	33
4.3. Número de Hojas	34
4.4. Longitud de Raíz	34
4.5. Biomasa Fresca y seca.....	35
4.6. Días a la Floración.....	36
4.7. Altura de Planta	37
4.8. Diámetro de Tallo.....	38
4.9. Longitud, Diámetro, Biomasa Fresca y Seca del Fruto.....	39
4.10. Producción	40
4.11. Análisis económico.....	41
CAPÍTULO V.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. Conclusiones.....	44
5.2. Recomendaciones	45
CAPÍTULO VI	46
BIBLIOGRAFÍA	46
CAPÍTULO VII.....	54
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación taxonómica del pimiento.....	9
Tabla 2	Condiciones meteorológicas en la cual se desarrolló la investigación	21
Tabla 3	Esquema del análisis de varianza.....	23
Tabla 4	Tratamientos evaluados	23
Tabla 5	Promedios en variable días a la emergencia en plántulas de pimiento en la variedad cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental.....	32
Tabla 6	Promedios en variable altura de plántulas en pimiento cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental	33
Tabla 7	Promedios en variable número de hojas en plántulas de pimiento en la variedad cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental	34
Tabla 8	Promedios en variable longitud de raíz en plántulas de pimiento cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas <i>Ascophyllum</i> <i>nodosum</i> y un testigo experimental.....	35
Tabla 9	Promedios en variables biomasa fresca y seca en plántula de pimiento cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina <i>Ascophyllum</i> <i>nodosum</i> y un testigo experimental.....	36
Tabla 10	Promedios en variables días a la floración de pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental	37
Tabla 11	Promedios de variable altura de planta en pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental.....	38
Tabla 12	Promedios en variables diámetro de tallo de pimiento en la variedad cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina <i>Ascophyllum</i> <i>nodosum</i> y un testigo experimental.....	39
Tabla 13	Promedios en variables asociada al fruto de pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental	40

Tabla 14 Promedios en variable producción de pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental.....	41
Tabla 15 Análisis económico de 200 plantas en pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> y un testigo experimental.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Frutos de pimiento cubanelle	10
Figura 2 Temperaturas críticas para el pimiento en las distintas etapas de desarrollo de la planta, desde germinación a fructificación.....	11
Figura 3 Toma satelital de sitio del experimento.	21

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Costo total	27
Ecuación 2 Ingreso bruto	27
Ecuación 3 Beneficio neto	28
Ecuación 4 Relación beneficio/costo.....	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza del Experimento 1.....	54
Anexo 2. Análisis de Varianza del Experimento 2.....	57
Anexo 3. Preparación del Terreno.....	62
Anexo 4. Aplicación del Macro Alga <i>Ascophyllum nodosum</i>	62
Anexo 5. Toma de Datos.....	63

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Efecto de la emergencia, crecimiento y producción de pimiento cubanelle (<i>Capsicum annuum</i>) con la biofertilización del alga marina (<i>Ascophyllum nodosum</i>)		
Autor:			
Palabras claves:	Agricultura	<i>Ascophyllum nodosum</i>	Biofertilizantes
Fecha de publicación:			
Editorial:	Quevedo- UTEQ “La María”, 2023		
Resumen:	La investigación se realizó en los predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, campus “La María”. El objetivo fue determinar el análisis de emergencia, crecimiento y producción del pimiento cubanelle aplicando biofertilizante a base de <i>Ascophyllum nodosum</i>. Para ello, se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y un testigo experimental (T0. Testigo 0, T1 100, T2 75, T3 50, TA 25 % de biofertilizante a base de <i>A. nodosum</i>) y cuatro repeticiones. Para su evaluación se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y se empleó la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios obtenidos por cada tratamiento. En relación a los resultados se pudo constatar que en las variables días a la emergencia, número de hojas, altura de plántulas (cm), longitud de raíz en plántula (cm) días a la floración, altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) a los 30 y 60 días no existieron diferencias estadísticas ($P>0.05$). Mientras que, en biomasa fresca (g), biomasa seca (g), altura de planta (cm) y diámetro de tallo (cm) a los 90 días, existieron diferencias estadísticas ($P<0.05$) al igual que en las variables asociadas al fruto. La aplicación del T1 con 100% de biofertilizante a base de <i>A. nodosum</i> influyo de manera favorable en el cultivo de pimiento mostrando factibilidad en el análisis económico.		
Abstract:	The research was conducted on the premises of the Quevedo State Technical University, "La María" campus. The objective was to determine the analysis of emergence, growth and production of cubanelle bell pepper by applying biofertilizer based on <i>Ascophyllum nodosum</i>. For this purpose, a completely randomized block design was used, with four treatments and an experimental control (T0. Control 0% 0, T1 100, T2 75, T3 50, TA 25 % biofertilizer based on <i>A. nodosum</i>) and four replications. For their evaluation, an analysis of variance (ANOVA) was carried out and the Tukey test at 5% was used to compare the averages obtained by each treatment. The results showed that there were no statistical differences ($P>0.05$) in the variables days to emergence, number of leaves, seedling height (cm), seedling root length (cm), days to flowering, plant height (cm) and stem diameter (cm) at 30 and 60 days. While, in fresh biomass (g), dry biomass (g), plant height (cm) and stem diameter (cm) at 90 days, there were statistical differences ($P<0.05$) as well as in the variables associated with the fruit. The application of T1 with 100% biofertilizer based on <i>A. nodosum</i> had a favorable influence on the bell pepper crop, showing feasibility in the economic analysis.		
Descripción:	84 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URI:			

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una planta de la familia de las solanáceas, cuyo origen es Centroamérica y Suramérica, constituye una hortaliza de amplia importancia económica a nivel mundial después del tomate (1), donde el continente que tiene mayor extensión de terreno dedicada a este cultivo es Asia y los principales productores son China, Turquía e Indonesia (2).

En Ecuador, la producción del cultivo de pimiento representa un rubro importante en el sector agrícola. Según el último Censo Nacional Agropecuario (2000), en el país se cultivó 956 hectáreas aproximadamente como monocultivo y 189 hectáreas como cultivo asociado, siendo las provincias de Guayas, Manabí y Esmeraldas las de mayor producción (3). A pesar de su gran importancia, en el volumen de producción mundial y de ser la segunda hortaliza con mayor importancia económica después del tomate, el cultivo de pimiento se ha visto afectada por el uso excesivo de fertilizantes químicos que ponen en riesgo el ecosistema, la diversidad ecológica del suelo, incluso la salud humana, una alternativa es el uso de biofertilizantes a base del alga *Ascophyllum nodosum*.

La *Ascophyllum nodosum* son macroalgas que contienen algunas sustancias que promueven el crecimiento de las plantas, como las auxinas, citoquininas(4). Varias investigaciones han demostrado que los bioestimulantes basados en extractos de algas de la especie *Ascophyllum nodosum* han sido ampliamente comercializados, ya que presentan respuestas relevantes en la producción de diferentes cultivos, especialmente cuando estos son objeto en ambientes bajo condiciones de estrés(5).

La presente investigación tiene como objetivo determinar el análisis de emergencia, crecimiento y producción del pimiento cubanelle aplicando biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum*, la importancia de generar este trabajo radica en implementar alternativa, que busca reducir la dependencia de fertilizantes químicos y promover practicas agrícola más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. Asimismo, puedan ser aplicados en la producción de pimientos mejorando su calidad, rendimiento y beneficiando tanto los productores como los consumidores.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la Investigación

1.1.1. Planteamiento del Problema

La producción de cultivos como el pimiento cubanelle está basada en cumplir los requerimientos nutricionales, para suplirlos optan por fertilizantes químicos pero el uso excesivo conlleva a diversos problemas que van más allá de la reducción del contenido de materia orgánica, esto involucra la degradación de los suelos, la pérdida de fertilidad, la salinización y la erosión, estos efectos negativos surgen como resultado de un manejo inadecuado de los mismos. Además, es importante tener en cuenta que estos productos pueden tener impactos negativos en la salud humana cuando se consumen alimentos producidos con su uso.

Ante esta problemática, la implementación de biofertilizante a base de algas marinas se presenta como una alternativa prometedora para la mejorar la producción agrícola. Estos biofertilizantes se caracterizan por ser una reserva natural de micro y macronutrientes que contribuyen al incremento del rendimiento de los cultivos, así como a mejorar su calidad y vigor. Al utilizar biofertilizante a base de algas marinas, se busca reducir la dependencia de los fertilizantes químicos y se promueve la conservación de la fertilidad del suelo, la mejora de su estructura y la preservación del equilibrio de los ecosistemas agrícolas.

Diagnóstico

Los fertilizantes son fundamentales para incrementar la producción del cultivo, pero el uso desbalanceado y excesivo provoca la reducción del contenido de materia orgánica, deterioro de los suelos, baja productividad y afectando al medio ambiente.

Pronóstico

Mediante el desarrollo de la investigación, al implementar biofertilizante a base de algas marinas ayuda a la emergencia de semillas, bioestimulando a la planta para su desarrollo, floración, producción y a su vez mejorar la calidad del suelo.

1.1.2. Formulación del Problema

¿De qué manera se da la emergencia, crecimiento y producción del pimiento cubanelle *Capsicum annuum* con la biofertilización de algas marinas *Ascophyllum nodosum*?

1.1.3. Sistematización del Problema

- ¿Cuál será el día de emergencia en el pimiento cubanelle al aplicar algas marinas *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis?
- ¿Cómo influyen las diferentes dosis de *Ascophyllum nodosum* sobre el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento cubanelle?
- ¿Cuáles son los indicadores de producción del cultivo de pimiento cubanelle con *Ascophyllum nodosum*?
- ¿Qué costo beneficio existe con la biofertilización de algas marinas *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de pimiento cubanelle?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Determinar el análisis de emergencia, crecimiento y producción del pimiento cubanelle aplicando biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de emergencia en el cultivo de pimiento cubanelle aplicando biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis.
- Analizar la influencia de *Ascophyllum nodosum* con diferentes dosis sobre el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento cubanelle.

- Definir los parámetros de producción del cultivo de pimiento cubanelle con *Ascophyllum nodosum*.
- Establecer la relación costo beneficio del cultivo de pimiento cubanelle con *Ascophyllum nodosum*.

1.3. Justificación

La creciente demanda de productos orgánicos ha permitido un enfoque al uso de organismos vivos que favorezcan o estimulen a los diversos cultivos para su desarrollo, producción, así como la *Ascophyllum nodosum* donde su aplicación a tenido un buen acogimiento en el campo de la agricultura. Debido al impacto que genera el uso excesivo de productos sintéticos, se busca implementar nuevas investigaciones que aporten para el desarrollo de una agricultura amigable con el ambiente, la utilización de alga marinas en los cultivos es una buena alternativa para poder reducir el impacto y a su vez aportar beneficios al suelo por poseer macro y micronutrientes y el contenido de fibra que ayudan a la retención de la humedad.

El presente trabajo busca responder las siguientes preguntas ¿Cuál será el porcentaje de emergencia en plantas de pimiento cubanelle al aplicar algas marinas *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis?, ¿Cómo influyen las diferentes dosis de *Ascophyllum nodosum* sobre el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento cubanelle?, ¿Cuáles son los indicadores de producción de cultivo de pimiento cubanelle con *Ascophyllum 3*?, ¿Qué costo beneficio existe con la biofertilización de algas marinas *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de pimiento cubanelle?.

Los resultados en esta investigación aportaron una alternativa viable en la obtención de productos saludables y de esta manera brindar información a los productores para que puedan implementarla.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. *Pimiento Cubanelle*

Variedad de pimiento de sabor dulce y suave los frutos son más largos y menos cuadrados que las otras variedades presentan un color verde amarillento, cuando se deja madurar alcanza un color rojo brillante(6). Su carne es un poco más delgada que otros cultivares y presenta un aspecto más arrugado Es similar en muchos aspectos al pimiento morrón generalmente alcanza de 5 a 7 pulgadas 13-18 cm de largo, tiende a torcerse y doblarse a medida que crecen dándole un aspecto rústico y único (7)(8).

2.1.2. *Ascophyllum nodosum*

Es un alga que contiene sustancias como citoquininas, auxinas y ácido giberélico, que la convierten en una alternativa como biorreguladoras muy eficaz en la acumulación de nutrientes y minerales del agua de mar circundante, debido a la presencia de muchos componentes bioactivos (9)(10).

2.1.3. *Bioestimulantes*

Son productos que contienen mezclas de sustancias y/o microorganismos, pudiendo ser aplicados en plantas o en la rizosfera con el fin de estimular los procesos naturales, la absorción de nutrientes, la eficiencia del uso de nutrientes, la tolerancia al estrés (biótico y abiótico) por lo tanto, la calidad de los cultivos (11).

2.1.4. *Biofertilizantes*

Son fertilizantes que contienen microorganismos vivos, cuyo rol es incrementar la actividad microbiológica del suelo (11). Diversos tipos de microorganismos benéficos, como por ejemplo los formulados con cepas rizobacterianas (12) al igual que las macroalgas para aumentar el crecimiento y el rendimiento de las plantas (13)

2.1.5. Emergencia

Evento en un cultivo, donde se observa la aparición de las plantas en la superficie del suelo, es la etapa posterior a la germinación de la semilla (14).

2.1.6. Dosis de Fertilizante

Es la cantidad de producto que se aplica sobre un área de cultivo y es determinada a través de la cantidad de nutrientes necesarios y de los tipos y grados de fertilizantes disponibles (15) (16).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Origen del Pimiento

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una planta de la familia de las solanáceas, cuyo origen es Centroamérica y Suramérica. La planta del pimiento es originaria de México, Bolivia y Perú, donde además del *Capsicum annuum* L. Se cultivaban al menos otras cuatro especies (1).

El género *Capsicum*, de la familia de las solanáceas *Capsicum annuum* L. (pimiento y ajíes), *Capsicum chinense* L. (ají habanero), *Capsicum frutescens* L. (ají Tabasco). En el siglo XV fue introducido a Europa y luego al resto del mundo, desde entonces en el viejo continente este cultivo ha tenido un avance tecnológico en su manejo de producción llegando a reemplazar a la pimienta negra (7) (17).

2.2.2. Descripción Taxonómica

El pimiento pertenece al género *Capsicum* de la familia *Solanaceae*, incluye un promedio de 29 especies tiene un centro de origen en regiones tropicales y subtropicales de América (2). Los taxónomos que usan el concepto de especies morfológicas han agrupado a *C. annuum*, *C. frutescens* y *C. chinense* como si fueran una sola especie (7).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del pimiento

Reino:	Plantae
Clase	Magnolipsida
Orden:	Solanales
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Género:	<i>Capsicum</i>
Especies:	<i>C. annum.</i>

FUENTE: ITIS (18).

2.2.3. Valor Nutricional

Este producto hortícola posee un alto valor nutritivo en vitamina A y C, además de ser rico en calcio, fósforo y contiene un alto nivel de fibra por estos principales beneficios se incorpora en la dieta alimenticia, generando así una gran demanda por parte de los consumidores son ricos en antioxidantes y proteínas, contienen también vitamina B6 y ácido fólico (19) (20).

2.2.4. Morfología del Cultivo de Pimiento

2.2.4.1. Semilla.

Las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener 3-5 mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 a 5 mm (21).

2.2.4.2. Tallo.

El tallo es de crecimiento limitado y erecto con un porte que puede variar entre 0,5 y 1,5cm. A partir de cierta altura o cruz emite 2 o 3 ramificaciones y sigue ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (22).

2.2.4.3. Hojas.

Las hojas de pimiento tienen variación en tamaño, forma y color la mayoría son simples, enteras y simétricas de forma lanceolada o aovada pueden ser planas y suaves o corrugadas (23).

2.2.4.4. Flor.

La planta del pimiento produce flores que son hermafroditas, esto es, la misma flor produce gametos masculinos y femeninos (24). Las flores aparecen de forma solitaria en ocasiones en racimo en cada nudo del tallo. El factor más importante que determina la florecida o diferenciación floral en el pimiento es la temperatura del aire, especialmente la temperatura nocturna (7).

2.2.4.5. Fruto.

El fruto de pimiento es una baya hueca, que cuando está joven presenta un color verde o morado, para finalmente virar a color rojo, amarillo, violáceo, anaranjado. En las más tradicionales, el color pasa del verde al anaranjado y de este al rojo, a medida que madura el fruto. No obstante, existen en la actualidad pimientos que no cambian de color (1) (24).

Figura 1

Frutos de pimiento cubanelle



FUENTE: PROPIA

2.2.5. Requerimientos Edafoclimáticos

2.2.5.1. Temperatura.

Es una planta exigente en luz requiere de 5 a 6 horas diarias durante todo su ciclo vegetativo más aun en su etapa de floración. Además, es muy exigente en luminosidad, particularmente en los estados de pleno desarrollo del fruto; sin embargo, la exposición a radiación demasiado alta durante la etapa de madurez puede producir partiduras de fruta, golpes de sol y coloración irregular(21).

Figura 2

Temperaturas críticas para el pimiento en las distintas etapas de desarrollo de la planta, desde germinación a fructificación.

Fases del Cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	24	15	35
Crecimiento vegetativo	20-25 (día) 16-18 (noche)	15	40
Floración y fructificación	26-28 (día) 18-20 (noche)	18	35

FUENTE: (21).

2.2.5.2. Suelo.

Es una planta que prefiere suelos que sean profundos, de buen drenaje y aireados, de preferencia de consistencia media franco-arenosos, rico en humus o en materia orgánica del 3-4%, no siendo de gran aporte suelos que estén compactados o encharcados. Los valores de pH óptimos están entre 6,5 y 7 aunque puede resistir y soportar ciertas condiciones de acidez tolerante a la salinidad (22) (23).

2.2.6. Generalidades del Cultivo

2.2.6.1. Siembra.

La semilla de pimienta no presenta ningún tipo de dormición. Dentro del rango de temperaturas óptimas (20 - 30°C) la germinación se produce entre los 8 y los 12 días posteriores a la siembra. El pimienta se puede sembrar tanto de manera directa como a través de semilleros, sin embargo, en la actualidad la modalidad de producción de almácigos de pimienta en bandejas de plástico (18). El trasplante se realiza cuando la plántula tiene de 10 – 15 cm de altura (25)(26).

2.2.6.2. Riego.

Los períodos críticos del pimienta lo mismo que de otras solanáceas en cuanto a necesidades son: el trasplante, el inicio de floración y la maduración del fruto. Debido a que estas plantas presentan raíces relativamente profundas, los riegos deben ser frecuentes y livianos, ya que las posibilidades de pudrición de raíces aumentan cuando son fuertes. Se calcula que el pimienta necesita unos 400 mm de agua desde el trasplante hasta la última cosecha (27).

2.2.6.3. Fertilización.

La planta de pimienta cuando tiene mayor necesidad absorción de todos los fertilizantes es en el desarrollo vegetativo, hasta que está en plena producción de frutos. Es muy exigente en nitrógeno durante las primeras fases del cultivo, la máxima demanda de fósforo coincide con la aparición de las primeras flores y con el período de maduración de las semillas (27).

2.2.6.4. Tutorado.

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, ya que los tallos del pimienta se parten con mucha facilidad. Las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean tutores que faciliten las labores de cultivo (27)(28).

2.2.6.5. Poda.

Es una práctica cultural frecuente y útil que mejoran las condiciones del cultivo y como consecuencia la obtención de producciones de una mayor calidad comercial, ya que con la poda se obtienen plantas equilibradas, vigorosas y aireadas para que los frutos no queden ocultos en el follaje (29).

2.2.7. Plagas y Enfermedades

2.2.7.1. Araña Roja (*Tetranychus urticae*).

Adultos de pequeño tamaño de coloración variable, de amarillo verdoso o rojo con su envejecimiento, el viento es su principal diseminado, así como el contacto entre plantas ocasionan daños por las picaduras al alimentarse, absorben los jugos celulares produciendo en el tejido afectado una coloración amarilla que se torna a marrón con el paso del tiempo. Causan deformidad de la hoja, enanismo, oscurecimiento de pétalos, marchitamiento generalizado, y reducción en la cantidad y calidad del fruto son síntomas adicionales (30)(31).

2.2.7.2. Mosca Blanca en Pimiento (*Bemisia tabaci*).

Daños directos succión de la savia de la planta por adultos y larvas, provocándose debilitamiento de la planta e incluso con población numerosas marchitamiento en las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas (30)(32).

2.2.7.3. Pulgones (*Aphis gossii*py).

Absorben la savia de la planta produciendo un debilitamiento generalizado, reducción del crecimiento y amarilleamiento de la planta (32)(30).

2.2.7.4. Trips (*Frankliniella occidentalis*).

Pequeños insectos que miden entre 1 y 2 mm de longitud con una coloración que varía del marrón oscuro al amarillo claro, al picar los tejidos y succionar el contenido de las células vegetales, la zona afectada adquiere primero un color plateado y posteriormente muere. Provocan daños graves en los cultivos al extraer los fluidos de las células vegetales, inducen la formación de cicatrices en las hojas y la deformación de su crecimiento (27) (30).

2.2.7.5. Moho Gris (*Botrytis cinérea*).

El hongo penetra generalmente a través de las heridas. Las esporas sobreviven en los tejidos muertos del cultivo, los cubren como terciopelo gris y conducen a la subsiguiente infección del fruto. Afecta flores, tallos produce lesiones de color café oscuro con abundante esporulación, puede afectar frutos recién formados, verdes y próximos a cosechar las lecciones son blandas, acuosas y se presentan en la región apical y en la unión del pedúnculo con el fruto (33).

2.2.7.6. Tristeza o Seca del Pimiento (*Phytophthora capsici*).

Hongo que ataca en las plantas en cualquier estado vegetativo, la planta presenta una marchitez rápida e irreversible sin un amarilleo previo, produciéndose finalmente la muerte de la misma(33).

2.2.8. Control de Maleza

Las malas hierbas afectan a las hortalizas al competir por agua y nutrientes luz y espacio(33).

2.2.8.1. Control Cultural.

Eliminación manual con lampa, machete, cuando las malezas ya aparecen en el campo sin utilización de químicos (34).

2.2.8.2. Control Químico.

Se hace uso de herbicidas es recomendable rotar los herbicidas utilizados para evitar que las malezas generen alguna resistencia al producto (34).

2.2.9. Algas Marinas

Se conoce con el nombre de algas marinas a un grupo muy variado de organismos fotosintéticos que incluye a las micro y las macroalgas (35). Las algas marinas han sido durante mucho tiempo una parte importante de las dietas en Asia oriental. Y durante siglos, la recolección de algas silvestres ha sido parte de la cultura costera en el norte de Europa y las Islas Británicas (36). Se agrupan principalmente en tres filos: *Chlorophyta*, *Ochrophyta* y *Rhodophyta* (37).

2.2.10. Usos de Algas Marinas en la Agricultura

Entre los géneros de algas utilizadas para la agricultura se tienen: *Macrocystis*, *Ecklonia*, *Sargassum*, *Durvillaea*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum*; para el cultivo de alcachofas se utiliza *Himanthalia*, las macroalgas *Macrocystis*, *Nereocystis* y *Pelagophycus* (conocidas como “Kelps”)(37).

Las algas actúan como reguladores del crecimiento de las plantas, justificando su uso como aditivo de suelos, tienen gran cantidad de nitrógeno y potasio, pero son bajas o similares en fosfatos en comparación con otros abonos naturales, la composición química de las macroalgas varía estacional y geográficamente. El alto contenido de materia orgánica es beneficioso para mejorar la retención de agua y las propiedades mecánicas del suelo (37).

Entre las ventajas de las algas como fertilizantes se encuentran: capacidad de liberar de malezas y esporas de hongos las cosechas, regular el crecimiento del cultivo y su maduración debido a las auxinas, citoquininas y giberelina; e inhibir ciertos patógenos, incluyendo virus, ayudan a resistir daños por enfermedades, insectos o condiciones de estrés (37).

Actualmente las algas se trituran hasta tener un polvo fino con el cual se preparan extractos que son los más empleados en la agricultura en diferentes países del mundo, debido a la inmediata respuesta que tienen los cultivos a los distintos compuestos como son micro y macronutrientes, reguladores de crecimiento, entre otros. Cualquiera de las tres formas en que se apliquen las algas (húmedas, secas y extractos), mejoran las características del suelo e incrementan la producción de los cultivos (38).

Existen numerosos estudios que han demostrado los beneficios de las aplicaciones de extractos de algas en las plantas aumento del crecimiento y calidad de los cultivos, los bioproductos a base de microalgas y cianobacterias pueden mejorar el rendimiento de las plantas y la calidad de ciertos cultivos de hortalizas y alimentos. Los nutrientes disponibles en los extractos de microalgas son fácilmente absorbidos por la hoja a través de los estomas y poros de la cutícula y se muestra una mejor efectividad si se aplican por la mañana, cuando los poros de las estomas están completamente abiertos (39).

2.2.11. *Ascophyllum nodosum*

La *Ascophyllum nodosum* es un alga marrón grande y común, las hojas son de color marrón oliva, pero pueden parecer amarillentas cuando están estresadas, es una especie intermareal común alrededor de la periferia del Océano Atlántico Norte, es muy eficaz en la acumulación de nutrientes y minerales del agua de mar circundante. Debido a la presencia de muchos componentes bioactivos, su biomasa cosechada es un recurso valioso para la empresa humana. Esta especie se explota para su uso en productos como alimentos, fertilizantes, acondicionadores de suelo (9).

Tiene biopolímeros bioactivos, incluidos alginatos, fucoïdan y laminarina, así como componentes bioactivos no polisacáridos como polifenoles, contiene cadenas de polisacáridos sulfatados conocidas como fucoïdanos. Ayuda a procesos fisiológicos, bioquímicos y moleculares para mejorar las defensas de las plantas contra el estrés biótico y abiótico (40). De todas las algas marinas existentes en el mercado, el alga marina *Ascophyllum nodosum* y sus propiedades, ha sido el más investigado y usado en agricultura (9).

2.2.12. *Ascophyllum nodosum* como Bioestimulante

La aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes a los cultivos constituyen una estrategia priorizada para mejorar y preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, elevar el potencial agroproductivo (41).

Los extractos preparados a partir de algas marinas poseen altos niveles de compuestos bioactivos que pueden preparar beneficiosamente la planta al afectar su metabolismo. Se ha demostrado que los extractos de algas marinas contienen una gran cantidad de componentes orgánicos e inorgánicos bioactivos de plantas, incluidos manitol, laminarina, ácido algínico, polisacáridos y oligosacáridos, vitaminas, antioxidantes, fitohormonas (auxinas, citoquininas, giberelinas y betaína) y bajas concentraciones de minerales (potasio), fósforo, calcio, boro, magnesio, zinc y otros oligoelementos) (8).

Por lo tanto, además de provocar respuestas de defensa, los extractos de algas pueden estimular el crecimiento de las plantas y mejorar la tasa fotosintética. Los extractos de algas marinas, cuando se utilizan en sistemas de cultivo, han mostrado muchos beneficios, entre ellos, mayores tasas de germinación de las semillas y vigor de las plántulas, crecimiento y rendimiento de los cultivos, vida útil de los productos y disminuciones significativas en los daños causados por enfermedades causadas por patógenos fúngicos, bacterianos y virales (8) (40).

2.2.13. Investigaciones Relacionadas

- Ali et al., (2019) desarrollaron una investigación en el cultivo de pimiento dulce y tomate de la cual realizó aplicaciones foliares de extracto de *A. nodosum* al 0,5% a intervalos de 10 días los cuales dieron como resultado un aumento significativo en los parámetros de crecimiento de las plantas, incluida la altura de la planta (40%). El tratamiento combinado de extracto de algas y una dosis mínima de fungicida de contacto en pruebas de campo registró los niveles generales de enfermedad más bajos (reducción del 60%) y el rendimiento más alto (aumento del 57%) (8).

- En los resultados obtenidos en la investigación de Tucuch et al., (2021) demostraron que la imbibición de semilla de chile habanero en solución de endospermo líquido de coco al 10% y 20% de líquido de coco, favorecen la iniciación de la emergencia de las plántulas, de Chile habanero, hasta con seis días de adelanto. De igual manera induce un buen desarrollo de la planta y rendimiento de fruto marcando el mayor efecto con 10% de este compuesto sin repercusión negativa en la calidad del fruto (42).
- Aplicaciones foliares de 0,5% A. El extracto de *nodosum* a intervalos de 10 días resultó en un aumento significativo ($P < 0.05$) en los parámetros de crecimiento de la planta, incluida la altura de la planta (40%), el número de hojas (50%), biomasa seca vegetal (52%), longitud de la raíz (59%) y contenido de clorofila (20%) en comparación con el control (8).
- El uso de alga Nori como biofertilizante puede dar ventajas en la producción de hortalizas como el rábano en las variables de altura (34.32 cm) Ancho de hojas (9.18 ± 1.45), Longitud de Hoja (2 ± 0.69), Peso (31.6 ± 3.14 g), biomasa fresca (23.90 ± 2.59), Biomasa seca (1.57 ± 0.41) y rendimiento 31.2 kg el tratamiento T4 biofertilizados con el 100% de alga Nori presentó los valores más altos (43).
- Chamizo et al. citado por Pérez et al., (2020) cuando se trataron algunos cultivos de hortalizas como berenjena, tomate y chile con fertilizante líquido de algas rojas (*Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss) incrementaron la tasa de crecimiento en todos los parámetros. En muchas plantas como tomate, chile, maíz y berenjena se indicó una alta productividad en respuesta al tratamiento con algas marinas (4).
- Sousa et al., (2023) realizaron un trabajo investigativo con la aplicación del bioestimulantes a base de extractos de algas de la especie *Ascophyllum nodosum* (producto comercial Acadian) en la cual, obtuvo resultados significativos en el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz, traduciéndose en incrementos significativos en la productividad (5).

- Esmeraldas et al. (2023) obtuvieron datos significativos siendo estos a los 45 días después de la aplicación con dosis 1kg m² de (Humus) en la variable altura de planta y con la siguiente dosis 5kg m² de (Humus) en las variables diámetro del tallo y peso de fruto. A los 95 días se observaron que la dosis 5kg m² (Humus) ayudó a el peso del fruto, destacando la dosis 5kg m² de (Jacinto de agua) en las variables número de fruto, largo de fruto y diámetro de fruto (44).
- Estudios realizados con bioestimulantes como ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento demostraron que la emergencia fue potenciada por los ácidos húmicos y quitosano. Los ácidos húmicos produjeron plantas de mayor altura a los 25 y 45 días después de la siembra (ddt), y tallos de mayor diámetro influyeron en el incremento de frutos por planta (15.33 frutos), longitud, diámetro y peso (12.22 cm, 43.33 mm y 92.22 g) (45).
- Algunos estudios encontraron un efecto positivo de los fertilizantes de microalgas, especialmente cuando se aplican a las hojas de cultivos hortícolas como la berenjena, ajo, pimiento, tomate y ornamentales como petunia (39).

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se realizó en la provincia de Los Ríos, Cantón Mocache en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo Campus Experimental “La María” ubicada en el Km. 7 ½ Vía Quevedo - El Empalme. Se ubica a 01° 04’ 56” S y 70° 30’ 10” W.

Figura 3

Toma satelital de sitio del experimento.



FUENTE: Google Maps(46).

3.1.1. Condiciones Meteorológicas

Tabla 2

Condiciones meteorológicas en la cual se desarrolló la investigación.

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	24.80
Humedad relativa %	84
Heliofanía	894
Precipitación	2400mm
Topografía	Irregular

FUENTE: INAMHI (32)

ELABORADO: AUTORA.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo experimental, los datos se obtuvieron en base a observaciones directa en el cultivo de pimiento cubanelle en aplicaciones de cuatro dosis diferentes del alga *Ascophyllum nodosum* en comparación al testigo midiendo las variables previamente establecidas.

3.3. Métodos de Investigación

Se utilizó el método inductivo, deductivo para obtener información de interés que ayuden a concluir de forma general la investigación y el método analítico para interpretar los datos obtenidos a la respuesta del cultivo de pimiento cubanelle aplicando las diferentes dosis del alga *Ascophyllum nodosum*.

3.4. Fuentes de Recopilación de Información

3.4.1. Primarias

Estas fuentes primarias corresponden a los resultados obtenidos en cada una de las variables evaluadas en cada tratamiento.

3.4.2. Secundarias

Estas fuentes secundarias corresponden a publicaciones científicas, revistas, libros.

3.5. Diseño de la Investigación

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 10 unidades experimentales en cada repetición por tratamiento. Las variables en estudio fueron sometidas al análisis estadístico de varianza y se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para comparar los promedios obtenidos por cada tratamiento.

Tabla 3*Esquema del análisis de varianza*

Fuentes de variación	Fórmula	Grado de libertad
Tratamiento	t-1	4
Bloques	b -1	3
Error	(t-1) (b-1)	12
Total	t . b -1	19

ELABORADO: AUTORA

3.6. Instrumentos de la Investigación

La investigación se dividió en dos fases de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo detalles a continuación:

- **Experimento1** Determinar el efecto de emergencia en el cultivo de pimienta cubanella aplicando biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis.
- **Experimento2** Analizar la influencia de *Ascophyllum nodosum* con diferentes dosis sobre el desarrollo vegetal, productivo y económico del cultivo de pimienta cubanella.

Tabla 4*Tratamientos evaluados*

	Tratamientos	Descripción	Repeticiones	UE/ Plantas	Total, UE/+ repeticiones
	%				
T0	0% de alga <i>A. nodosum</i>	Sin aplicar	4	10	40
T1	100% de alga <i>A. nodosum</i>	0,06g/planta	4	10	40
T2	75% de alga <i>A. nodosum</i>	0,045g/planta	4	10	40
T3	50% de alga <i>A. nodosum</i>	0,03g/planta	4	10	40
T4	25% de alga <i>A. nodosum</i>	0,015g/planta	4	10	40
Total					200

ELABORADO: AUTORA

3.6.1. Manejo del Experimento

Para el experimento 1 en las evaluaciones de la emergencia de semillas y desarrollo hasta los 30 días, se preparó un sustrato en proporciones de 10% arena y 90% materia orgánica, para las semillas se realizó soluciones de acuerdo a cada (T1 2.4g/200mL, T2 1.8g/200mL, T3 1.2g/200mL y T4 0.6g/200mL) de biofertilizante Algen 1000 a base de *Ascophyllum nodosum* durante una inmersión de dos horas.

La fase experimental del experimento 2 se realizó en los predios de la Facultad de Ciencia Pecuarias y Biológicas del Campus “La María” en un tiempo de 90 días. Para iniciar la fase se realizó la delimitación del terreno, limpieza manual y acondicionamiento. El trasplante se realizó cuando las plántulas obtuvieron hojas verdaderas, para ello se realizaron hoyos de 30cm de profundidad en una distancia de 0.50m ente planta y 0.80m entre hilera y se aplicó insecticida bólido.

Como tutorado se utilizaron latilla de 0.50m, se realizó poda de las hojas inferiores y los brotes, aclareo de los frutos. El control de maleza se realizó de forma manual, para el control fitosanitario Phytan y Maxim, en la fertilización de NPK una aplicación a los 45 días.

La aplicación de los tratamientos después del trasplante a los 15, 30, 45 y 60 días, se realizó de manera manual de forma edáfica en dosis de (T1 2.4g/2000mL, T2 1.8g/2000mL, T3 1.2g/2000mL y T4 0.6g/2000mL) de biofertilizante Algen 1000 a base de *Ascophyllum nodosum* aplicando 50mL de la solución a cada planta de acuerdo a la dosis del tratamiento.

3.7. Variables Evaluadas

3.7.1. Días a la Emergencia

Desde el primer día realizada la siembra de las semillas de pimiento en las bandejas de germinación ya preparada con sustrato hasta el día que emergen cada una de acuerdo al tratamiento empleado.

3.7.2. *Altura de Planta (cm)*

Respecto a esta variable para el experimento 1 se escogió 20 plántulas al azar por tratamiento al tiempo de 30 días cuando alcanzaron sus hojas verdaderas de las cuales se midió con regla de plástico desde la base del tallo hasta la parte superior de la plántula expresadas en centímetros. Para el experimento 2 se escogió al azar 20 plantas por tratamiento, se midió de la base del tallo hasta la parte superior estos datos se tomaron a los 30, 60 y 90 días y los promedios que se obtuvo se expresó en centímetros.

3.7.3. *Longitud de Raíz (cm)*

Se realizó en el experimento 1, donde se escogió 20 plántulas al azar por tratamiento al tiempo de 30 días de las cuales se midió con una regla de plástico desde la base del tallo hasta el final de la raíz expresadas en centímetros.

3.7.4. *Número de Hoja*

Esta variable se empleó en el experimento 1, del cual se escogió al azar 20 plántulas por tratamiento de las cuales se contó las hojas verdaderas obtenidas en el tiempo de 30 días después de la siembra.

3.7.5. *Biomasa Fresca y Seca (g)*

Para el experimento 1 se escogió al azar 20 plántulas por tratamiento las cuales una vez lavadas y secadas al ambiente se procedió a pesar completamente en una balanza analítica y posteriormente para la biomasa seca se colocó en bolsas de papel por tratamiento para ubicar en la estufa por 96 horas a 65°C pasado el tiempo se pesó y se expresó en gramo.

Para el experimento 2 una vez cosechados manualmente los frutos por tratamiento, se pesó en balanza eléctrica gramera, luego se ubicó en fundas de papel de acuerdo al tratamiento para pasarlas a la estufa por 48 horas a 65°C, para posteriormente pesar.

3.7.6. *Diámetro del Tallo (cm)*

Se empleó en el experimento 2 donde se escogió al azar 20 plantas por tratamiento de esta manera se consideró medir desde la base del tallo a 5cm en los días 30, 60 y 90.

3.7.7. *Días a la Floración*

Se consideró los números de días desde el trasplante hasta que el 50% de floración de los tratamientos por repetición.

3.7.8. *Longitud, Diámetro del fruto (cm)*

Para estas variables se colectaron manualmente 12 frutos por tratamiento de la primera cosecha, la longitud del fruto se midió desde el cáliz hasta el ápice con el uso de una cinta métrica, para el diámetro del fruto se utilizó un calibrado manual de Vernier.

3.7.9. *Producción*

Se consideró la primera cosecha de cada uno de los tratamientos con sus repeticiones expresada en Kg.

3.7.10. *Análisis Económico*

Se realizó un análisis de costos en referencia a la rentabilidad de los tratamientos empleados en la investigación respecto al experimento 1 y 2 como criterios de decisión considerando los siguientes parámetros:

a) Costo total (CT)

Se registraron los costos desembolsados en el establecimiento y manejo del ensayo.

Ecuación 1 Costo total

$$CT = X + PX$$

La ecuación de costos total se detalla en términos:

Donde:

CT= Costo Total

X = Costo Variable

PX = Costo Fijo

b) Ingreso bruto (IB)

Este rubro se estimó en base al precio por kg (\$1 /kg). Es preciso indicar que, el ingreso alcanzado corresponde a la primera cosecha.

Ecuación 2 Ingreso bruto

$$IB = Y * PY$$

La ecuación de ingreso bruto se detalla en términos:

Donde:

IB=Ingreso Bruto

Y=Producto

PY=Precio del Producto

c) Beneficio neto (BN)

La utilidad neta se obtuvo a partir de la diferencia entre costos totales e ingresos totales por tratamiento.

Ecuación 3 Beneficio neto

$$BN = CT - IB$$

La ecuación de beneficio neto se detalla en términos:

Donde:

BN= Beneficio Neto

CT= Costo Total

IB= Ingreso Bruto

Relación Beneficio/Costo

Se obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales del mismo, tal y como se muestra a continuación:

Ecuación 4 Relación beneficio/costo

$$R (B/C) = \frac{BN}{CT}$$

La ecuación de beneficio costo se detalla en términos:

Donde:

R (B/C) = Relación Beneficio Neto

BN = Beneficio Neto

CT = Costos Totales

3.7. Tratamiento de los Datos

Todas las variables evaluadas en el trabajo de investigación de los experimentos fueron sometidas al análisis de varianza. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey, con una probabilidad del 5%.

3.8. Recursos Humanos y Materiales

3.8.1. Recursos Humanos

Talento humano que contribuyó en la realización del presente Trabajo de Investigación Curricular previa la obtención del Grado Académico de Ingeniera Agropecuaria.

- Directora del proyecto Biol. Ana Ruth Álvarez Sánchez, PhD.
- Estudiante responsable del proyecto Salazar Cedeño Julexi Briguith.

3.8.2. Materiales y Equipos

3.8.2.1. Materiales y Equipos de Oficina.

- Computadora
- Pendrive
- CDs
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Libreta
- Hojas A4
- Internet
- Lapicero
- Regla plástica
- Calculadora

3.8.2.2. Materiales y Equipo de Laboratorio.

- Balanza analítica y eléctrica, estufa
- Bolsas de papel
- Bandejas de aluminio

3.8.2.1. *Materiales y Equipos de Campo.*

- Flexómetro
- Machete
- Azadón
- Pala
- Piola
- Bandeja de germinación
- Semilla de pimiento cubanelle 6g (sobres)
- Sustrato
- Vaso medidor
- Rastrillo
- Aspersor manual
- Cinta métrica
- Calibrador
- Alga 600g(sobres),
- Vasos plásticos
- Latillas
- Bolido, Phytón y Maxim,

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Emergencia de las Plántulas

En la variable días a la emergencia (Tabla 5), se observó que todos los tratamientos, incluido el grupo de control (T0), tuvieron una tasa de emergencia similar en un tiempo de 8 días. Esto mostró que la aplicación de biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis durante una inmersión de dos horas en las cuales no existieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

Tabla 5

Promedios en variable días a la emergencia en plántulas de pimienta en la variedad cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas Ascophyllum nodosum y un testigo experimental.

Tratamientos	Días a la emergencia
T0 (Testigo-sin aplicación)	8 a
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	8 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	8 a
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	8 a
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	8 a
$\bar{X}$	8

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($P > 0.05$)

Tal y como se observa en los promedios de la (Tabla 5) todos los tratamientos incluido el grupo de control asemejan el mismo día de emergencia.

Resultados similares obtuvieron Solís et al, (2023) (43), quienes utilizaron un alga diferente *Porphyra umbilicalis*, en semillas de rábano en el cual no tuvieron variación de días.

Sin embargo, es importante destacar que los resultados obtenidos difieren de Tucuch et al, (2022)(42) quienes obtuvieron a diferentes días la emergencia de semillas de chile habanero en solución de 10% y 20% de endospermo líquido de coco, en comparación con semillas no inoculadas.

4.2. Altura de la Plántula a los 30 días

En cuanto a la altura de las plántulas en los 30 días, se observó (Tabla 6) que no existió diferencias estadísticas ($P > 0.05$), no obstante en T1 que consistió en una solución de 2.4 g de biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en una solución de 200 mL durante una inmersión de dos horas resultó numéricamente plántulas de mayor tamaño (6.32 cm) en comparación con los otros tratamientos (T2, T3, T4) y el testigo (T0), con valores de 6.09, 6.03, 6.02, 6.02 cm respectivamente, los promedios de los resultados demuestran que no existió diferencias estadísticas.

Tabla 6

Promedios en variable altura de plántulas en pimiento cubanella hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas Ascophyllum nodosum y un testigo experimental.

Tratamientos	Altura de planta (cm)
T0 (Testigo-sin aplicación)	6.02 a
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.32 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.09 a
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.03 a
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.02 a
$\bar{X}$	6.09

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($P > 0.05$).

Investigaciones realizadas utilizando bioestimulantes muestran que plantas de mayor altura obtuvo Tucuch et al., (2021)(42) quienes usaron endospermo líquido de coco en 20% y 10%.

Resultados favorables tuvieron Souza et al., (2023)(5) quienes aplicaron en cultivo de maíz y Da silva et al., (2021)(10) quienes usaron en pimiento y tomate. Esto se atribuye a los bioestimulantes a base de *Ascophyllum nodosum*, ya que contienen fitohormonas naturales que ayudan a estimular el crecimiento de las plantas, lo que en última instancia lleva a un mayor crecimiento donde son aplicados (40).

4.3. Número de Hojas

Como se observa en la (Tabla 7) en la variable número de hojas, todos los tratamientos, incluido el grupo de control (T0), tuvieron un número de hoja similar en un tiempo de 30 días. Esto significa que la aplicación del biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis durante una inmersión de dos horas no influyó estadísticamente ($P > 0.05$) en el número de hoja en comparación con el grupo de control, T0 0.0g/200mL.

Tabla 7

Promedios en variable número de hojas en plántulas de pimienta en la variedad cubanella hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas Ascophyllum nodosum y un testigo experimental.

Tratamientos	Promedios
T0 (Testigo-sin aplicación)	4 a
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	4 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	4 a
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	4 a
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	4 a
$\bar{X}$	4

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($P > 0.05$).

Los resultados obtenidos son inferiores a los de Tucuch et al., (2021) (42) quienes al aplicar endospermo líquido de coco en 20% en chile habanero obtuvieron un promedio de 7.10 hojas a los 31 días Juárez et al., (2022)(47) quienes evaluaron plántulas de pimienta con aplicación de selenio no encontraron variabilidad en el número de hojas.

4.4. Longitud de Raíz

Los resultados indican (Tabla 8) que no existió diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Sin embargo, quien mostró mayor longitud de raíz en promedio de (6.54cm) fue el T1.

Tabla 8

*Promedios en variable longitud de raíz en plántulas de pimiento cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de algas marinas *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Longitud de raíz (cm)
T0 (Testigo-sin aplicación)	6.06 a
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.54 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.03 a
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.06 a
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	6.05 a
$\bar{X}$	6.15

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($P > 0.05$)

En base a los resultados obtenidos, referente a la longitud de raíz de las plántulas, se puede constatar que el producto a base de *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis no influyó. Resultados favorables obtuvieron Ali et al., (2019)(8) al aplicar en plantas de pimiento y tomate en campo a los 45 días después del trasplante, por lo consiguiente Juárez et al., (2022) (47) quienes emplearon soluciones de selenio en plántulas de 21 días.

4.5. Biomasa Fresca y seca

Concerniente a la variable Biomasa (Tabla 9), se visualizó que, tanto para biomasa fresca y biomasa seca el T1 con el 100% de biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* presentó mayor valor en gramos, los promedios para biomasa fresca 3.49 y biomasa seca 0.43 presentando significancia estadística ($P \leq 0.05$) en comparación a los tratamientos T2, T3, T4 con 75%, 50%, 25% y un testigo con 0% del biofertilizante a base de algas marinas.

No obstante, en la variable biomasa fresca de los tratamientos, los promedios tanto para T2, T3, T4 y el testigo fueron similares presentado un peso de 2.50g siendo el T1 el de mayor promedio en relación a los tratamientos empleados.

Tabla 9

*Promedios en variables biomasa fresca y seca en plántula de pimiento cubanelle hasta los 30 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Biomasa fresca (g)	Biomasa seca (g)
T0 (Testigo-sin aplicación)	2.50 b	0.31 c
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	3.49 a	0.43 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	2.50 b	0.33 b
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	2.50 b	0.33 b
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	2.50 b	0.33 b
$\bar{X}$	2.69	0.35

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($P > 0.05$).

Los resultados visualizados en la (Tabla 9) fueron superiores en comparación a los de Tucuch et al., (2021)(42) quienes utilizaron 20% de endospermo líquido de coco en chile habanero obteniendo un peso 1.52g para biomasa fresca y 0.13g en biomasa seca. Además, Ali et al., (2019) (8) estudios realizados en campo con planta de pimiento y aplicación de *A. Nodosum* demostraron mayor peso en biomasa fresca y seca. Esto se atribuye a que los biofertilizantes a base de algas proporcionan nutrientes y contienen fitohormonas que estimulan el crecimiento de las raíces, el desarrollo de las plántulas e incremento de peso (40).

4.6. Días a la Floración

En la (Tabla 10) se presenta los resultados promedios del número de días a la floración, referente a los tratamientos evaluados, en el análisis de varianza no se mostró diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

En cuanto al promedio mayor, en los días próximo a la floración fue el T1 con 47.25días, seguido del T2 con 50.75, el T3 y T4 alcanzaron los mismos promedios de 51.21 en comparación T0 con 52.5. días.

Tabla 10

*Promedios en variables días a la floración de pimienta cubanella hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Días a la Floración
T0 (Testigo - sin aplicación)	52.50 a
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	47.25 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	50.75a
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	51.25 a
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	51.25 a
$\bar{X}$	50.60

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($P > 0.05$).

En base a los resultados la aplicación de *A. nodosum* tuvo una influencia en la variable días a la floración este efecto puede atribuir según Madruga et al., (2020)(13) a las propiedades de la *Ascophyllum nodosum* la cual produce en los cultivos una mejora en la absorción de los nutrientes Silva et al., (2021) (10) quienes utilizaron la misma alga, manifiestan que actúan como fitoestimulantes que ayudan al desarrollo de las plantas tanto vegetativo como productivo.

4.7. Altura de Planta

En la variable altura de planta a los 30 y 60 días como se muestra en la (Tabla 6) no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0.05$), siendo el T1 el de mayor valor con 12 y 29.50 cm respectivamente.

Referente a los promedios en la variable altura de planta a los 90 días, si existieron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) siendo el T1 y T2 los que alcanzaron promedios mayores de 55.25 y 51.50 cm respectivamente.

Tal y como se visualizó en la (Tabla10) los promedios que se obtuvieron para el T3, T4 y un Testigo es de 49.50, 47.75, 40.75cm respectivamente.

Tabla 11

*Promedios de variable altura de planta en pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	30 días	60 días	90 días
T0 (Testigo - sin aplicación)	11.50 a	28.80 a	40.75 b
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	12.00 a	36.00 a	55.25 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	11.50 a	34.25 a	51.50 a
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	11.50 a	30.13 a	49.50 ab
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	11.50 a	30.00 a	47.75 ab
$\bar{X}$	11.60	31.83	48.95

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$).

Cabe mencionar que las diferencias estadísticas en T1 en comparación al testigo son notables al aplicar (T1 100% 2.4g/2000mL y T2 75% 1.8g/2000mL).

Resultados superiores obtuvieron Ali et al.,(2019) (8) quienes aplicaron Stimplex un producto a base de macro algas *A. nodosum* en planta de pimiento en condiciones controladas obteniendo plantas en promedio 90.54 cm, similares resultados obtuvieron Cedeño et al, (2020) (48) quienes utilizaron lixiviado de vermicompost bovino en pimiento híbrido Nathalie alcanzando alturas de 90cm.

4.8. Diámetro de Tallo

Concerniente a la variable diámetro del tallo a los 30 y 60 días como se muestra en la (Tabla 12) no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0.05$), siendo el T1 el de mayor valor con 0.65 y 1.05 cm respectivamente.

Sin embargo, a los 90 días si existieron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) siendo el T1 el tratamiento el de mayor valor en cm de 1.06 teniendo valores similares de 1cm para T2, T3 y el testigo.

Tabla 12

*Promedios en variables diámetro de tallo de pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Diámetro de tallo (cm)		
	30 días	60 días	90 días
T0 (Testigo - sin aplicación)	0.50 a	0.95 a	1.00 b
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.65 a	1.02 a	1.06 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.58 a	1.01 a	1.01 b
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.55 a	0.98 a	1.00 b
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.53 a	0.98 a	1.00 b
$\bar{X}$	0.56	0.98	1.01

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$).

Resultados superiores obtuvieron Reyes et al., (2021) (45) quienes aplicaron ácidos húmicos en la variedad Magaly alcanzando promedios de 1.6 cm a los 45 días en invernadero donde las condiciones son controladas. Por lo consiguiente resultados inferiores obtuvieron Esmeraldas et al, (2021)(44) al aplicar 5Kg m² de humus llegando a obtener promedios de 0.9 cm a los 45 días.

4.9. Longitud, Diámetro, Biomasa Fresca y Seca del Fruto

Considerando los resultados obtenidos (Tabla 13) mediante el análisis de varianza, en las variable, longitud, diámetro y peso del fruto se demostró que si existieron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en base a cada tratamiento empleado.

Referente a la longitud de fruto quien presentó mayor tamaño fue el T1 con 12.08 cm seguido del T2, T3, T4 presentando valores superiores al testigo. No obstante, quien obtuvo mayor diámetro fue el T0 con 4.29 cm, los promedios para el T1, T2, T3 y T4 (4.05, 3.78, 3.05, 4) cm respectivamente. Para la variable biomasa fresca y biomasa seca del fruto el promedio de mayor valor lo obtuvo el T1 con (50.25 y 13,43) g respectivamente al aplicar biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en dosis de 2.4g/2000mL.

Tabla 13

*Promedios en variables asociada al fruto de pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Promedios			
	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Biomasa fresca (g)	Biomasa seca (g)
T0 (Testigo - sin aplicación)	8.83 b	4.29 a	30.75 c	11.50 b
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	12.08 a	4.05 a	50.25 a	13.43 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	11.05 ab	3.78 a	40.50 b	12.50 ab
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	10.33 ab	3.05 b	35.75 bc	12.25 b
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	9.55 b	4.00 a	32.75 bc	12.00 b
$\bar{X}$	10.37	3.83	38.00	12.34

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$).

En los resultados alcanzados (Tabla 16) en la variable longitud del fruto fueron inferiores a los obtenidos por Cedeño et al, (2020)(48) quienes aplicaron lixiviado de vermicompost bovino en híbrido Nathalie alcanzando un promedio de 12.6cm.

No obstante, en el peso del fruto fueron superior a los obtenidos por el autor ya mencionado teniendo promedios de 44.75g. Promedios mayores en peso de 101.63g obtuvieron Esmeraldas et al, (2021)(44) al aplicar humus 5 kg m² en pimiento.

4.10. Producción

Los resultados de la (Tabla 14) indican mediante el análisis de varianza que si existió diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los tratamientos siendo el T1 con 8.85kg el de mayor valor, haciendo referencia a la aplicación de biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* Algen 1000 producto comercial en dosis de 2.4g/2000mL. Por lo consiguiente los valores para el T2, T3, T4 y el testigo (8.10, 8.20, 7.90 y 6.78) kg respectivamente.

Tabla 14

*Promedios en variable producción de pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Producción de 200 plantas (kg)
T0 (Testigo - sin aplicación)	6.78 b
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	8.85 a
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	8.10 ab
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	8.20 ab
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	7.90 ab
$\bar{X}$	8

Medias con una letra común no son significativamente diferente ($p > 0.05$).

En cuanto a la producción de pimiento resultados superiores obtuvieron Ali et al., (2019)(8) al aplicar extracto de *A. nodosum* al 0,5% con dosis mínima de fungicida de contacto en campo. Luiz et al., (2023) (5) realizaron un trabajo investigativo aplicando la misma alga obteniendo resultados significativos en el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz, traduciéndose en incrementos significativos en la productividad.

4.11. Análisis económico

El análisis económico (Tabla 15) obtenido mediante los cálculos en cada uno de los tratamientos, muestra que el T1 obtuvo mayores ingresos totales de \$35.4 con la aplicación de biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* Algen 1000 producto comercial en dosis de 2.4g/2000 mL seguido del T2 con \$ 32.4.

Mientras que, en los costos por tratamiento quien obtuvo valores menores fue el T0 presentando negativo en la relación beneficio costo. En cambio, para los demás tratamientos existió una relación beneficio costo positiva, generando un beneficio de 0.21ctvs por cada dólar invertido, seguido del T2, T3, T4 que presentaron una misma relación.

Tabla 15

*Análisis económico de 200 plantas en pimiento cubanelle hasta los 90 días bajo el efecto de cuatro dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* y un testigo experimental.*

Tratamientos	Dosis/Planta	Ingresos totales	Costos tratamiento	Benefici o neto	B/C
T0 (Testigo - sin aplicación)	0.0g	27.1	28	-9,0	-0.03
T1 (100% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.06g	35.4	29.25	6.15	0.21
T2 (75% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.045g	32.4	29.2	3.2	0.11
T3 (50% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.03g	32.3	29.1	3.2	0.11
T4 (25% de alga <i>A. nodosum</i>)	0.015g	31.6	28.5	3.1	0.11

Madrugá et al. (2020) (13) al igual que Ali et al., (2019) (8) manifiestan que el uso de insumos de extractos orgánicos de algas marinas en la producción de cultivo presenta una práctica valiosa y significativa de ahorro de costos en comparación con insumos químicos, la naturaleza orgánica del extracto también lo hace muy atractivo tanto para productores y consumidores.

CAPÍTULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante el proceso de inmersión de la semilla de pimiento con un 100% de bioestimulantes a base del alga *Ascophyllum nodosum* estimularon el crecimiento en las plántulas de pimiento, la longitud de la raíz, el peso de biomasa fresca y seca. Esta investigación demuestra que los bioestimulantes a base del alga *Ascophyllum nodosum* tiene un uso potencial en la obtención de plántulas, al inducir respuestas favorables en la generación de plántulas de calidad de pimiento.
- Durante la etapa del desarrollo vegetativo del cultivo el tratamiento con mayor dosis de biofertilizante a base de algas marinas se evidenció mayor altura de las plantas y diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días, el tratamiento consistió en aplicar el 100% de biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum*.
- A través de la evaluación en el indicador días a la floración se pudo determinar la influencia del biofertilizante a base del alga obteniendo resultados favorables a los 47 días, presentando un 50% de floración en el T1.
- Considerando el análisis económico se evidenció que el tratamiento con mayor factibilidad fue el T1, basado en los ingresos totales, costos, beneficio neto y relación B/C.

5.2. Recomendaciones

- Probar distintos tiempos de inmersión de las semillas, ya que esto también puede influir en el crecimiento de las plántulas.
- Aplicar la solución de mayor concentración, ya que esta influye positivamente en el desarrollo vegetativo del cultivo.
- Utilizar las mismas concentraciones del biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum* realizando en un invernadero donde las condiciones son controladas.
- Con la finalidad de mejorar la rentabilidad se sugiere utilizar el T1 aplicando biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* Algen 1000 producto comercial en dosis de 2.4g/2000 mL.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. Monge-Pérez JE, Loría-Coto M. Híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.): evaluación agronómica. I+D Tecnológico. [Internet]. 2023 Sep;19:76–81. Available from: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/3815>
2. Oviedo H, Calaña-Janeiro V, Abril L, Soriano-Melgar LDA, Rodríguez-Hernández M, Rodríguez-Llanes Y, et al. Utilización de bioestimulador del crecimiento QuitoMax ® en la aclimatización de plántulas de pimiento. INCA [Internet]. 2022 Sep [cited 2023 Oct 27];43:5. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1656/pdf>
3. Bustos JQ, Garcés JT, Arias Minda J. Pepper Crop Production (*Capsicum annuum* L.) Under Different Organic Fertilizers. Revista Ciencia e Investigación [Internet]. 2020;5(3). Available from: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3926919>
4. PÃ-Madruga Yanebis and LÃ-PadrÃ Iandrgy. Las algas como alternativa natural para la producciÃ de diferentes cultivos. Cultivos Tropicales [Internet]. 2020 Sep;41. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200009&nrm=iso
5. Souza LP de, Franco Júnior KS, Ribeiro VM, Brigante GP. Bioestimulante *Ascophyllum nodosum* na cultura do milho. Research, Society and Development. 2023 Feb 5;12(2):e21112240072. Available from: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40072>
6. Rodríguez Delgado I, Pérez Iglesias HI, García Batista RM, Sánchez Mosquera JV. Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la parroquia La Victoria, Ecuador. Revista Científica Agroecosistemas [Internet]. 7dic.2021 [citado 6 oct .2023];9(3):92-03. Available from: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/498>
7. Características de la planta 2 prof. Guillermo J. fornaris 3 [Internet]. Docplayer.es. [citado el 10 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://docplayer.es/21201563- Caracteristicas-de-la-planta-2-prof-guillermo-j-fornaris-3.html>
8. Ali O, Ramsubhag A, Jayaraman J. Biostimulatory activities of *Ascophyllum nodosum* extract in tomato and sweet pepper crops in a tropical environment. Lou Y,

- editor. PLoS One [Internet]. 2019 May 14 [cited 2023 Sep 1];14(5):e0216710. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0216710>
9. Pereira L, Morrison L, Shukla PS, Critchley AT. A concise review of the brown macroalga *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis. J Appl Phycol [Internet]. 2020;32(6):3561–84. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02246-6>
 10. Silva MBP, Silva VN, Vieira LC. Biopriming of sweet pepper and tomato seeds with *ascophyllum nodosum*. Rev Fac Nac Agron Medellin. 2021;74(1):9423–30. Available from: https://www.researchgate.net/publication/348169724_Biopriming_of_sweet_pepper_and_tomato_seeds_with_Ascophyllum_nodosum#fullTextFileContent
 11. Florez-Jalixto M, Roldán-Acero D, Omote-Sibina JR, Molleda-Ordoñez A. Biofertilizers and biostimulants for agricultural and aquaculture use: Bioprocesses applied to organic by-products of the fishing industry. Vol. 12, Scientia Agropecuaria. Universidad Nacional de Trujillo; 2021. p. 635–51. Available from: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/4109>
 12. Hernandez-Montiel LG, Amador B, Contreras C, Zúñiga Castañeda C, Ruiz J, Chiquito Contreras R. Respuesta morfo-productiva de plantas de pimiento morrón biofertilizadas con *Pseudomonas putida* y dosis reducida de fertilizantes sintéticos en invernadero. 2020 Nov; 38:583. Available from: [2395-8030-tl-38-03-583.pdf](https://doi.org/10.24850/2395-8030-tl-38-03-583) (scielo.org.mx)
 13. PÃ-Madruga Yanebis AND LÃ-AdrÃ IANDRGY. Las algas como alternativa natural para la producciÃ de diferentes cultivos. Cultivos Tropicales [Internet]. 2020 Oct;41. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000200009&nrm=iso
 14. CORPOICA. Establecimiento de cultivo [Internet]. [cited 2023 Oct 28]. Available from: https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_4/mod_virtuales/modulo1/glosario1.html#:~:text=E%20Emergencia%20de%20plantas%3A%20Event

%20en%20un%20cultivo%2C,germinaci%C3%B3n%20de%20la%20semilla%20o%20bro
tamiento%20de%20yemas.

15. BPA. Dosificación de Producto [Internet]. [cited 2023 Oct 28]. Available from: <http://buenaspracticasadagricolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-de-agroquimicos/dosificacion-y-calibracion>

17. Rodríguez Delgado I, PIH, GBRM, & SMJ V. Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes. Revista Científica Agroecosistemas, [Internet]. 2021 Dec 7 [cited 2023 Oct 27];9:92–103. Available from: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/498>

18. ITIS. Integrated Taxonomic Information System [Internet]. [cited 2023 Jul 27]. Available from: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30492#null

19. Cristhian Cedeño Solórzano, Antonio Torres García, Eduardo Fidel Héctor Ardisana. Respuestas de crecimiento, contenido de clorofila y rendimiento a la aplicación de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en el pimiento (*Capsicum annuum* L. híbrido Quetzal). La Técnica Revista de las Agrociencias [Internet]. 2021 [cited 2023 Oct 28]; Available from: [https://www.researchgate.net/publication/351634312_Respuestas_de_crecimiento_c
ontenido_de_clorofila_y_rendimiento_a_la_aplicacion_de_lixiviado_de_vermicomp
ost_de_estiercol_bovino_en_el_pimiento_Capsicum_annuum_L_hibrido_Quetzal](https://www.researchgate.net/publication/351634312_Respuestas_de_crecimiento_c contenido_de_clorofila_y_rendimiento_a_la_aplicacion_de_lixiviado_de_vermicomp ost_de_estiercol_bovino_en_el_pimiento_Capsicum_annuum_L_hibrido_Quetzal)

20. Troxler SW, Reardon J, Verde P. North Carolina department of agriculture [Internet]. Ncagr.gov. [citado el 6 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/PimientoVerde.pdf>

21. Pinto T, María Teresa y Álvarez, Francisco (2018) Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile [en línea]. Santiago: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 360. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6651> (Consultado: 6 octubre 2023).

22. Horticultura Española. Frutas y Hortalizas. 2023 [cited 2023 Oct 28]. Pimiento - Información general. Available from: <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Origen-produccion-Pimiento.html>
23. Saavedra R, Gabriel del (2019) Pimiento y Aji [en línea]. Temuco: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 411. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6819> (Consultado: 6 agosto 2023).
24. Ramón J, Motos A, Cerdá B, Ferrández-Gómez B, Núñez-Delicado E. ALIMENTOS DE LA REGIÓN DE MURCIA: BRÓCOLI [Internet]. 2018. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/329758586>
25. Fruteco. El cultivo del pimiento - The pepper growing [Internet]. [cited 2023 Oct 28]. Available from: <http://www.fruteco.es/pdf/el%20cultivo%20del%20pimiento.pdf>
26. Universidad Nacional de Luján Departamento de Tecnología Producción Vegetal III (Horticultura). Pimiento (*Capsicum annuum* L.). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330223742_Manual_practico_para_el_cultivo_del_pimiento_en_agricultura_protegida
27. Orellana R, Antonio O. Evaluación de insectos-plagas tempranas y daños al cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), referenciados y convalidados al umbral económico, manta, 2021.
28. Antonio Salvador Matarín Guil IMG. Manual práctico para el cultivo de pimiento en agricultura protegida. Mundiprensa. 2018.
29. OLVERA ALARCON JENNIFFER PAULINA. Interacción de poda y densidad de siembra sobre el calibre del pimiento (*Capsicum annum* L) en el cantón Milagro trabajo experimental. Milagro; 2020. (uleam.edu.ec).
30. Rodríguez Paz María, Aparicio Salmerón Vicente. Serie Documentos Plagas del pimiento [Internet]. Available from: www.poscosecha.com/es/publicaciones/
31. Casuso N, Smith H, Lopez L. La Araña roja, *Tetranychus urticae*: Ciclo de vida. EDIS. 2020 Oct; 2020:2. Available from: twospotted spider mite - *Tetranychus urticae* Koch (ufl.edu)

32. Del Pino M. Edu.ar. Curso de horticultura y floricultura año 2018 guía didáctica: cultivo y manejo del pimiento (*Capsicum annuum* L.). [citado el 6 de agosto de 2023]. Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/41414/mod_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20de%20Pimiento%202017%20%281%29.pdf
33. Mamani V, Marisol P. Control de la tristeza del pimiento (*Phytophthora capsici*) con (*Trichoderma harzianum*) en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum* l.) en la comunidad de Huerta Grande. 2023 Available from: <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/32759>
34. Calderon Revelo J. “Evaluación de la aplicación de silicio en el control de *Bactericera cockerelli* (Sulc) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) En San Vicente de Pusir, Carchi” Norte [Internet]. 2022 [cited 2023 Oct 28]. Available from: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12500>
35. Idalia Osuna Ruiz MÁHOMNSMMMSABHJLM y EHG. Algas marinas: potencial fuente de compuestos. Ciencia [Internet]. 2016 [cited 2023 Sep 27]; Available from: https://www.researchgate.net/publication/305850948_Algas_marinas_Potencial_fuente_de_compuestos_contra_el_cancer
36. Mac Monagail M, Cornish L, Morrison L, Araújo R, Critchley AT. Sustainable harvesting of wild seaweed resources. Eur J Phycol. 2017 Oct 2;52(4):371–90. Available from: <https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1365273>
37. Rosas E, García Y, Lira C. Usos y aplicaciones de las macroalgas marinas: una revisión. 2017 Oct [cited 2023 Nov 1];56:89–101. Available from: https://www.researchgate.net/publication/349223684_USOS_Y_APLICACIONES_DE_LAS_MACROALGAS_MARINAS_UNA_REVISION
38. Durán Hernández D, Uribe Orozco E, Luz E, Mateo-Cid, Gonzalez Mendoza D. Biotechnological potential of the macroalgae in the agriculture. 2023 Oct [cited 2023 Oct 28];2022. Available from: https://www.researchgate.net/publication/370022506_Biotechnological_potential_of_the_macroalgae_in_the_agriculture

39. Souza LP de, Franco Júnior KS, Ribeiro VM, Brigante GP. Bioestimulante *Ascophyllum nodosum* na cultura do milho. Research, Society and Development. 2023 Feb 5;12(2):e21112240072.
40. Kumari S, Sehrawat KD, Phogat D, Sehrawat AR, Chaudhary R, Sushkova SN, et al. *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, a Pivotal Biostimulant toward Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review. Agriculture [Internet]. 2023 May 31 [cited 2023 Sep 1];13(6):1179. Available from: <https://www.mdpi.com/2077-0472/13/6/1179>
41. Torres-Rodríguez JA, Reyes-Pérez JJ, González-Gómez LG, Jiménez-Pizarro M, Boicet-Fabre T, Enríquez- Acosta EA, Rodríguez-Pedroso AT, Ramírez- Arrebato M Ángel, González -Rodríguez JC. Respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*Zeas mays*, L.) a la aplicación de quitomax, azofert y ecomic. biotecnica [Internet]. 15 de enero de 2018 [citado 6 de agosto de 2023];20(1):3-7. Disponible en: <https://biotecnica.unison.mx/index.php/biotecnica/article/view/522>
42. Tucuch-Haas CJ, Dzul-Pat RB, KURA, & Tucuch-Haas JI. emergencia, desarrollo y producción de *Capsicum chinense* Jacq. con endospermo liquido de *Cocos nucifera* L. Centro de graduados e investigación -Instituto Tecnológico de Mérida [Internet]. 2021 [cited 2023 Oct 28];36:257–67. Available from: https://www.researchgate.net/publication/373140359_EMERGENCIA_DESARROLLO_Y_PRODUCCION_DE_Capsicum_chinense_Jacq_CON_ENDOSPERMO_LIQUIDO_DE_Cocos_nucifera_L
43. Cepeda Solis MB, Álvarez Sánchez AR, Monge Freile MF, Batista Casacó AR, Chanaluisa Saltos JS. Uso de la macroalga *Porphyra umbilicalis* en la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de rábano "*Raphanus sativus* L". Ciencia y Tecnología [Internet]. 2023 Jun 30;16(1):29–34. Available from: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/698>
44. Esmeraldas VAC, RJLR, BTCG, & MRAL. Experiencias productivas con pimiento (*capsicum anuumm* L) con abonos orgánicos en el subtrópico del Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [Internet]. 2021 Jul [cited 2023 Oct 28];5(4):4311–21. Available from: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.622

45. Reyes-Pérez JJ, Rivero-Herrada M, Solórzano-Cedeño AE, Carballo-Méndez F de J, Lucero-Vega G, Ruiz-Espinoza FH. Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Revista terra latinoamericana* [Internet]. 2021 Apr 30;39:1–13. Available from: <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/833>
46. Google maps [Internet]. [cited 2023 Oct 28]. Available from: <https://www.google.com/maps/place/Universidad+T%C3%A9cnica+Estatal+de+Quito+Campus+La+Mar%C3%ADa/@-1.0803108,-79.5040345,839m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x902b51084d7ab623:0x6bcc71baac287771!8m2!3d-1.0803162!4d-79.5014542!16s%2Fg%2F11b8c476dh?entry=ttu>
47. Juárez-Rosete CR, González-Chávez O, Alejo-Santiago G, Bugarín-Montoya R, Arrieta-Ramos BG, Juárez-López P. Concentración y método de aplicación de selenio en plántulas de pimiento. *Biotecnia* [Internet]. 2022 May 31;24(2):112–9. Available from: <http://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/1675>
48. Cedeño Guerra JL, Héctor Ardisana EF, Torres García A, Fosado Téllez O. Respuestas del crecimiento y el rendimiento en pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido Nathalie a un lixiviado de vermicompost bovino. *Revista de las Agrociencias* [Internet]. 26 de octubre de 2020 [citado 6 de agosto de 2023];:01-10. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/1992>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza del Experimento 1

Días emergencia

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Días emergencia	20	sd		sd	0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	7	0,00	sd	sd
Tratamiento	0,00	4	0,00	sd	sd
Bloques	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	19			

Altura planta (cm)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Altura planta (cm)	20	0,44		0,12	3,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,40	7	0,06	1,37	0,3031
Tratamiento	0,26	4	0,07	1,58	0,2415
Bloques	0,13	3	0,04	1,07	0,3970
Error	0,50	12	0,04		
Total	0,90	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,46051

Error: 0,0417 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	6,32	4	0,10 A
T2	6,09	4	0,10 A
T3	6,03	4	0,10 A
T0	6,02	4	0,10 A
T4	6,02	4	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Número de hojas

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Número de hojas	20	sd		sd	0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	7	0,00	sd	sd
Tratamiento	0,00	4	0,00	sd	sd
Bloques	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,00	19			

Longitud raíz (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud raíz (cm)	20	0,57	0,32	3,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,94	7	0,13	2,31	0,0975
Tratamiento	0,78	4	0,20	3,35	0,0464
Bloques	0,16	3	0,05	0,92	0,4623
Error	0,70	12	0,06		
Total	1,64	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,54477

Error: 0,0584 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	6,54	4	0,12 A
T3	6,06	4	0,12 A
T0	6,06	4	0,12 A
T4	6,05	4	0,12 A
T2	6,03	4	0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Biomasa Fresca (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa Fresca (g)	20	1,00	1,00	0,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,11	7	0,44	3617,60	<0,0001
Tratamiento	3,11	4	0,78	6330,03	<0,0001
Bloques	3,8E-04	3	1,3E-04	1,03	0,4123
Error	1,5E-03	12	1,2E-04		
Total	3,11	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02497

Error: 0,0001 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	3,49	4	0,01 A
T2	2,50	4	0,01 B
T3	2,50	4	0,01 B
T0	2,50	4	0,01 B
T4	2,50	4	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Biomasa seca (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa seca (g)	20	1,00	0,99	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	7	0,01	450,31	<0,0001
Tratamiento	0,04	4	0,01	787,41	<0,0001
Bloques	3,0E-05	3	9,9E-06	0,85	0,4934
Error	1,4E-04	12	1,2E-05		
Total	0,04	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00771

Error: 0,0000 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	0,43	4	1,7E-03	A
T2	0,33	4	1,7E-03	B
T3	0,33	4	1,7E-03	B
T4	0,33	4	1,7E-03	B
T0	0,31	4	1,7E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Análisis de Varianza del Experimento 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días floración	20	0,53	0,25	4,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	81,60	7	11,66	1,91	0,1548
Tratamiento	62,80	4	15,70	2,57	0,0917
Bloques	18,80	3	6,27	1,03	0,4151
Error	73,20	12	6,10		
Total	154,80	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,56661

Error: 6,1000 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	47,25	4	1,23	A
T2	50,75	4	1,23	A
T4	51,25	4	1,23	A
T3	51,25	4	1,23	A
T0	52,50	4	1,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Altura planta (30 días) (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura planta (30 días)	20	0,41	0,06	11,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,20	7	2,03	1,17	0,3863
Tratamiento	2,00	4	0,50	0,29	0,8799
Bloques	12,20	3	4,07	2,35	0,1243
Error	20,80	12	1,73		
Total	35,00	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,96734

Error: 1,7333 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	12,00	4	0,66	A
T4	11,50	4	0,66	A
T3	11,50	4	0,66	A
T2	11,50	4	0,66	A
T0	11,00	4	0,66	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Diametro tallo (30 dias) (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro tallo (30 dias) (..	20	0,52	0,24	13,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,08	7	0,01	1,86	0,1648
Tratamiento	0,05	4	0,01	2,24	0,1256
Bloques	0,02	3	0,01	1,35	0,3041
Error	0,07	12	0,01		
Total	0,15	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17337

Error: 0,0059 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

T1	0,65	4	0,04	A
T2	0,58	4	0,04	A
T3	0,55	4	0,04	A
T4	0,53	4	0,04	A
T0	0,50	4	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Altura planta (60 dias) (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura planta (60 dias) ..	20	0,39	0,04	15,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	178,04	7	25,43	1,10	0,4202
Tratamiento	154,73	4	38,68	1,68	0,2196
Bloques	23,31	3	7,77	0,34	0,7991
Error	276,90	12	23,08		
Total	454,95	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,82680

Error: 23,0753 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

T1	36,00	4	2,40	A
T2	34,25	4	2,40	A
T3	30,13	4	2,40	A
T4	30,00	4	2,40	A
T0	28,80	4	2,40	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Diametro tallo (60 dias) (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro tallo (60 dias) ..	20	0,41	0,07	4,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	7	2,3E-03	1,21	0,3679
Tratamiento	0,01	4	3,3E-03	1,74	0,2066
Bloques	2,9E-03	3	9,7E-04	0,51	0,6847
Error	0,02	12	1,9E-03		
Total	0,04	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09874

Error: 0,0019 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	1,02	4	0,02 A
T2	1,01	4	0,02 A
T4	0,98	4	0,02 A
T3	0,98	4	0,02 A
T0	0,95	4	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Altura planta (90 dias) (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura planta (90 dias) ..	20	0,76	0,62	8,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	692,85	7	98,98	5,50	0,0051
Tratamiento	460,70	4	115,18	6,40	0,0054
Bloques	232,15	3	77,38	4,30	0,0282
Error	216,10	12	18,01		
Total	908,95	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,56451

Error: 18,0083 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	55,25	4	2,12 A
T2	51,50	4	2,12 A
T3	49,50	4	2,12 A B
T4	47,75	4	2,12 A B
T0	40,75	4	2,12 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Diametro tallo (90 dias) (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro tallo (90 dias) ..	20	0,73	0,57	1,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	7	1,8E-03	4,61	0,0103
Tratamiento	0,01	4	2,9E-03	7,52	0,0029
Bloques	8,6E-04	3	2,9E-04	0,73	0,5518
Error	4,7E-03	12	3,9E-04		
Total	0,02	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04456

Error: 0,0004 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

T1	1,06	4	0,01	A
T2	1,01	4	0,01	B
T4	1,00	4	0,01	B
T3	1,00	4	0,01	B
T0	1,00	4	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Longitud fruto (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud fruto (cm)	20	0,69	0,51	10,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,58	7	4,08	3,79	0,0210
Tratamiento	25,72	4	6,43	5,97	0,0070
Bloques	2,86	3	0,95	0,88	0,4768
Error	12,93	12	1,08		
Total	41,51	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,33911

Error: 1,0771 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

T1	12,08	4	0,52	A
T2	11,05	4	0,52	A B
T3	10,33	4	0,52	A B
T4	9,55	4	0,52	B
T0	8,83	4	0,52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Diametro del fruto (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro del fruto (cm)	20	0,80	0,69	7,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,92	7	0,56	6,91	0,0019
Tratamiento	3,58	4	0,90	11,05	0,0005
Bloques	0,34	3	0,11	1,40	0,2912
Error	0,97	12	0,08		
Total	4,90	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,64163

Error: 0,0810 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

T0	4,29	4	0,14	A
T1	4,05	4	0,14	A
T4	4,00	4	0,14	A
T2	3,78	4	0,14	A
T3	3,05	4	0,14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Peso fresco (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso fresco (g)	20	0,86	0,78	9,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1018,80	7	145,54	10,83	0,0002
Tratamiento	966,00	4	241,50	17,98	0,0001
Bloques	52,80	3	17,60	1,31	0,3164
Error	161,20	12	13,43		
Total	1180,00	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,26072

Error: 13,4333 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	50,25	4	1,83 A
T2	40,50	4	1,83 B
T3	35,75	4	1,83 B C
T4	32,75	4	1,83 B C
T0	30,75	4	1,83 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Peso seco (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso seco (g)	20	0,79	0,67	3,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,70	7	1,39	6,54	0,0025
Tratamiento	8,13	4	2,03	9,58	0,0010
Bloques	1,57	3	0,52	2,47	0,1115
Error	2,54	12	0,21		
Total	12,25	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,03775

Error: 0,2120 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	13,43	4	0,23 A
T2	12,50	4	0,23 A B
T3	12,25	4	0,23 B
T4	12,00	4	0,23 B
T0	11,50	4	0,23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rendimiento de 200 plantas (Kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento de 200 plantas..	20	0,80	0,68	6,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,11	7	1,73	6,88	0,0020
Tratamiento	10,45	4	2,61	10,39	0,0007
Bloques	1,66	3	0,55	2,20	0,1404
Error	3,02	12	0,25		
Total	15,13	19			

Rendimiento de 200 plantas (Kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento de 200 plantas..	20	0,80	0,68	6,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,11	7	1,73	6,88	0,0020
Tratamiento	10,45	4	2,61	10,39	0,0007
Bloques	1,66	3	0,55	2,20	0,1404
Error	3,02	12	0,25		
Total	15,13	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,12993

Error: 0,2513 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	8,85	4	0,25 A
T2	8,60	4	0,25 A
T3	8,20	4	0,25 A
T4	7,90	4	0,25 A B
T0	6,78	4	0,25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3. Preparación del Terreno



Anexo 4. Aplicación del Macro Alga *Ascophyllum nodosum*

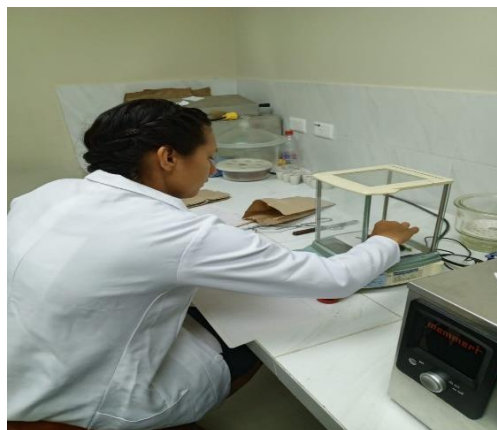


Anexo 5. Toma de Datos

a. Altura de plántulas



b. Peso de la biomasa



c. Altura de la planta



d. Cosecha



e. Peso fresco y seco

