



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

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Agropecuario

Proyecto de Investigación:

**“EFECTO EN LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL
CHILE CAYENNE LONG SLIM (*Capsicum annuum* L.) CON LA
BIOFERTILIZACIÓN DEL ALGA MARINA (*Ascophyllum nodosum*)”**

Autor:

FABIÁN VICENTE MARTÍNEZ ZAMORA

Director de Proyecto de Investigación:

DRA. ANA RUTH ÁLVAREZ SÁNCHEZ

Mocache– Los Ríos – Ecuador.

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **FABIÁN VICENTE MARTÍNEZ ZAMORA**, 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.

Fabian Martinez

FABIÁN VICENTE MARTÍNEZ ZAMORA

C.I: 0957048309



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **Blga. Ana Ruth Álvarez Sanchez Ph.D.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Fabián Vicente Martínez Zamora**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annum L.*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

BLGA. ANA RUTH ÁLVAREZ SANCHEZ PH.D.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN




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

La suscrita, **Blga. Ana Ruth Álvarez Sánchez Ph.D**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)**”, Presentado por el estudiante **Fabián Vicente Martínez Zamora**, 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 95% y similitud 5%, del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Original
by turnitin

Document Information

Analyzed document	Fabian Martinez-Chile Cayenne-ARAS-OCTUBRE2023.docx (D177482037)
Submitted	11/1/2023 8:05:00 AM
Submitted by	
Submitter email	fabian.martinez2018@uteq.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	aalvarezs.uteq@analysis.arkund.com


BLGA. ANA RUTH ALVAREZ SANCHEZ PH.D.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)”,

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Rommel Ramos Remache, MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Roxanna Palma León PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Milton Cabezas Guerrero PhD.

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud en este proyecto de investigación. En primer lugar, agradezco a Dios por su continua presencia a mi lado, brindándome sus bendiciones y evitando que me rinda.

También, deseo reconocer el apoyo inquebrantable de mis padres y hermanos a lo largo de mi trayectoria educativa. Han sido una fuente constante de amor y orientación, lo que me ha permitido mantenerme firme en la búsqueda de mis metas académicas.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez por su colaboración invaluable en el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradezco a los miembros del Tribunal de Sustentación por sus valiosas sugerencias que contribuyeron a mejorar la redacción de este Proyecto de Investigación.

No puedo dejar de mencionar a los dedicados docentes de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la UTEQ, cuyas enseñanzas han enriquecido mis conocimientos y serán de gran utilidad en mi futura carrera profesional.

DEDICATORIA

Quiero expresar mi profundo agradecimiento en este proyecto de investigación. En primer lugar, deseo dedicar esta investigación a Dios por Su generosidad y por darme la fuerza para superar los momentos más difíciles.

También, agradezco por tener a mis padres, María Zamora y Juan Martínez, y al Dr. Juan Suescum; quienes me han brindado su amor incondicional y han sido mi guía constante en el camino correcto. Sus consejos y confianza en mí han sido fundamentales.

Asimismo, quiero reconocer a todos los miembros de mi familia por su constante apoyo y aliento, que me han impulsado a superar cualquier obstáculo que la vida pueda presentar. Agradezco a mis amigos por estar siempre a mi lado.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la aplicación de la biofertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en la emergencia, crecimiento y producción de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.). Se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y un testigo y cuatro repeticiones. Las concentraciones del alga *A. nodosum* empleados fueron T0-0%, T1-100%, T2-75%, T3-50%, T4-25%. Se evaluaron dos ensayos el primero que corresponde a la parte emergente cuyas variables fueron: % de emergencia, Altura de planta, Longitud y Diámetro de hoja, Longitud de raíz, Biomasa fresca y seca del ensayo lo tuvo el testigo, mostrando que en la etapa inicial del cultivo de Chile Cayenne; el segundo ensayo corresponde a la parte vegetativa y productiva cuyas variables fueron: altura a los 30, 60 y 90 días, floración, número, longitud, diámetro, peso del fruto, biomasa fresca, seca y rendimiento. Donde se pudo observar que el tratamiento T3 predominó en la altura de planta a los 30, 60 y 90 días con promedios de 28.24, 87.50 y 92.18 cm respectivamente, el T2 emitió la primera flor mucho más rápido a los 38.07 días, T3 obtuvo el mayor promedio de número de frutos siendo de 95.00, T0 obtuvo frutos con mayor diámetro 3.98 cm; T1 y T2 con 13.98 g adquirieron el mayor peso de fruto, biomasa y rendimiento a diferencia del tratamiento T4 el cual, presenta plantas con un crecimiento lento a diferencia del testigo. Siendo las algas marinas no efectivas durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, las concentraciones de medias a bajas ayudan a mejorar el crecimiento y rendimiento de la planta a diferencia de concentraciones de 25% el cual causa problemas en el rendimiento de la planta.

Palabras claves: *Unidades Scoville; Hortalizas; Pimiento picante; Rendimiento; Agricultura sostenible.*

ABSTRACT

The present research project aimed to assess the effects of applying biofertilization based on the seaweed *Ascophyllum nodosum* on the emergence, growth, and production of Cayenne Long Slim Chili (*Capsicum annuum* L.). A completely randomized design with four treatments and a control, each with four replications, was employed. The concentrations of the *A. nodosum* seaweed used were T0-0%, T1-100%, T2-75%, T3-50%, and T4-25%. Two trials were conducted: the first focused on the emergent phase, with variables including emergence percentage, plant height, leaf length and diameter, root length, and fresh and dry biomass. The control in this trial showed that during the initial stage of Cayenne Chili cultivation, the seaweed had an impact. The second trial covered the vegetative and productive phases, assessing height at 30, 60, and 90 days, flowering, number, length, diameter, weight of the fruit, fresh and dry biomass, and yield. It was observed that the T3 treatment predominated in plant height at 30, 60, and 90 days, with averages of 28.24, 87.50, and 92.18 cm, respectively. T2 exhibited the first flower much earlier at 38.07 days. T3 achieved the highest average number of fruits at 95.00. T0 produced fruits with the greatest diameter at 3.98 cm, while T1 and T2, with 13.98 g, attained the highest fruit weight, biomass, and yield, unlike the T4 treatment, which exhibited slow plant growth compared to the control. Seaweed proved ineffective during the early stages of crop development, with medium to low concentrations enhancing plant growth and yield compared to a 25% concentration, which negatively impacted plant performance.

Key words: *Scoville units; Seaweed; Vegetables; Hot bell pepper; Yield; Sustainable agriculture.*

TABLA DE CONTENIDOS

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
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE DE TABLAS.....	xvii
INDICE DE FIGURAS	xix
INDICE DE ANEXOS	xx
INDICE DE ECUACIONES	xxii
CÓDIGO DUBLIN	xxiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	5

1.2.1.	Objetivo general.	5
1.2.2.	Objetivos específicos.	5
1.3.	Justificación.	6
CAPÍTULO II.....		vii
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACION		vii
2.1.	Marco conceptual	8
2.1.1.	Algas marinas	8
2.1.2.	Ascophyllum nodosum.....	8
2.1.3.	Biofertilización	8
2.1.4.	Capsaicina.....	8
2.1.5.	Chile	9
2.1.6.	Hortaliza	9
2.1.7.	Unidades Scoville.....	9
2.2.	Marco teórico.....	9
2.2.1.	Generalidades del Chile De Cayenne Long Slim	9
2.2.1.1.	Etapas fenológicas del cultivo de pimiento picante	11
2.2.1.2.	Clasificación taxonómica del cultivo del chile.	12
2.2.1.3.	Descripción Botánica del chile.....	13
2.2.1.4.	Requerimientos edafoclimáticos.	14
2.2.2.	Ecología de cultivo de chile.....	15
2.2.2.1.	Temperatura.	15

2.2.2.2.	Humedad.....	15
2.2.2.3.	Suelo.....	15
2.2.3.	Plagas y enfermedades.....	16
2.2.3.1.	Pulgón (<i>Myzus persicae</i> ; <i>Aphis gossypii</i>).....	16
2.2.3.2.	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).	16
2.2.3.3.	Marchitez o marchitez del pimiento (<i>Phytophthora capsici</i>).	16
2.2.3.4.	Cercosporiosis de pimiento u ojo de pollo (<i>Cercospora capsici</i>).	16
2.2.4.	Labores culturales.....	17
2.2.4.1.	Trasplante.....	17
2.2.4.2.	Poda.....	17
2.2.4.3.	Fertilización.....	17
2.2.4.4.	Riego.....	18
2.2.5.	Importancia del uso de biofertilizantes en la agricultura.....	18
2.2.6.	Uso de las algas marinas en la agricultura.....	19
2.2.6.1.	Importancia de usar algas en el cultivo.....	19
2.2.6.2.	Componentes de las algas marinas.....	20
2.2.6.3.	Aplicación de extractos de algas marinas en el cultivo.....	20
2.2.6.4.	Efecto de las algas marinas en el suelo para el cultivo.....	21
2.2.6.5.	Algas Marinas.....	21
2.2.6.6.	Extractos de algas marinas.....	22
2.2.6.7.	Componentes de los extractos de algas.....	22

2.2.6.8. Efecto de las algas marinas como fertilizante.....	23
CAPÍTULO III	24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.1. Localización.....	25
3.1.1. Características climáticas	25
3.2. Tipo de investigación	26
3.2.1. Experimental.....	26
3.2.2. De campo.....	26
3.3. Métodos de investigación	26
3.3.1. Inductivo.....	26
3.3.2. Deductivo	26
3.3.3. Analítico	26
3.4. Fuentes de recopilación de la información	27
3.5. Diseño de la investigación.....	27
3.5.1. Análisis de varianza.....	27
3.5.2. Esquema de los tratamientos	27
3.6. Técnicas e instrumentos de investigación	28
3.7. Ensayo 1	28
3.7.1. Manejo del experimento	28
3.7.1.1. Establecimiento de semilleros.....	28
3.7.1.2. Inoculación de las semillas.....	29

3.7.1.3.	Riego	29
3.7.2.	Variables de la investigación.....	29
3.7.2.1.	Porcentaje de emergencia.....	29
3.7.2.2.	Altura de la planta en cm.....	30
3.7.2.3.	Longitud de la raíz en cm.....	30
3.7.2.4.	Largo y ancho de la primera hoja verdadera en cm.	30
3.7.2.5.	Biomasa Fresca.	30
3.7.2.6.	Biomasa Seca.	30
3.8.	Ensayo 2	30
3.8.1.	Manejo del experimento	31
3.8.1.1.	Establecimiento de semilleros.....	31
3.8.1.2.	Preparación del suelo.	31
3.8.1.3.	Delimitación de la parcela experimental.....	31
3.8.1.4.	Trasplante.....	31
3.8.1.5.	Fertilización.....	31
3.8.1.6.	Tutorado.	32
3.8.1.7.	Aporcado.....	32
3.8.1.8.	Control de malezas.....	32
3.8.1.9.	Control fitosanitario.	32
3.8.1.10.	Cosecha.....	33
3.8.2.	Variables de la investigación.....	33

3.8.2.1.	Altura de la planta cm.	33
3.8.2.2.	Días de floración.	33
3.8.2.3.	Frutos por plantas.	33
3.8.2.4.	Longitud, diámetro y peso promedio del fruto.....	33
3.8.2.5.	Biomasa fresca del fruto.....	33
3.8.2.6.	Biomasa seca del fruto	33
3.8.2.7.	Rendimiento por hectárea (kg/ha).	34
3.8.2.8.	Análisis económico	34
3.8.2.9.	Relación beneficio - costo.....	34
3.9.	Recursos humanos y materiales.....	35
3.9.1.	Recursos humanos.	35
3.9.2.	Recursos materiales de cultivo.	35
3.9.3.	Recursos materiales y equipos utilizados.	36
CAPITULO IV		37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		37
4.1.	Ensayo 1	38
4.1.1.	Porcentaje de emergencia	38
4.1.2.	Altura de planta	39
4.1.3.	Longitud de hoja.....	39
4.1.4.	Ancho de hoja.....	40
4.1.5.	Longitud de raíz.....	41

4.1.6.	Biomasa fresca y seca.....	42
4.2.	Ensayo 2	44
4.2.1.	Altura de la planta cm.....	44
4.2.2.	Días de floración.....	45
4.2.3.	Número de frutos por planta.....	46
4.2.4.	Diámetro del fruto	47
4.2.5.	Largo del fruto	48
4.2.6.	Peso promedio del fruto.....	49
4.2.7.	Biomasa fresca del fruto	49
4.2.8.	Biomasa seca de los frutos	50
4.2.9.	Rendimiento por hectárea (kg/ha).	51
4.2.10.	Análisis económico	52
4.2.10.1.	Relación C/B.....	53
CAPÍTULO V		55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
5.1.	Conclusiones.....	56
5.2.	Recomendaciones	57
CAPÍTULO VI.....		58
BIBLIOGRAFÍA		58
CAPÍTULO VII.....		67
ANEXO		67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Condiciones climáticas</i>	25
Tabla 2 <i>Esquema del análisis de la varianza</i>	27
Tabla 3 <i>Esquema del experimento</i>	28
Tabla 4 <i>Inoculación de semillas</i>	29
Tabla 5 <i>Aplicación de biofertilización</i>	32
Tabla 6 <i>Talento Humano</i>	35
Tabla 7 <i>Materiales de cultivo</i>	35
Tabla 8 <i>Materiales y equipos</i>	36
Tabla 9 <i>Porcentaje de emergencia</i>	38
Tabla 10 <i>Altura de planta a los 30 días</i>	39
Tabla 11 <i>Longitud de hoja</i>	40
Tabla 12. <i>Ancho de hoja</i>	41
Tabla 13 <i>Longitud de raíz</i>	42
Tabla 14 <i>Biomasa fresca y seca de la etapa inicial</i>	43
Tabla 15 <i>Altura de planta a los 30, 60 y 90 días</i>	44
Tabla 16 <i>Días a la floración</i>	45
Tabla 17 <i>Número de fruto por planta</i>	46
Tabla 18 <i>Diámetro del fruto</i>	47
Tabla 19 <i>Longitud de fruto por planta</i>	48

Tabla 20 <i>Peso promedio de los frutos.</i>	49
Tabla 21 <i>Biomasa fresca de los frutos.</i>	50
Tabla 22 <i>Biomasa seca del fruto.</i>	51
Tabla 23 <i>Rendimiento por hectárea del cultivo de Ají Cayenne.</i>	52
Tabla 24 <i>Análisis económico de los tratamientos evaluados.</i>	53
Tabla 25 <i>Relación Costo/beneficio de los tratamientos evaluados</i>	54

INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 <i>Chile cayenne long slim</i>	10
Ilustración 2 <i>Imagen satelital del asentamiento de la investigación</i>	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	<i>Análisis de varianza de la tasa de emergencia.</i>	68
Anexo 2	<i>Análisis de varianza de la altura de planta durante la etapa inicial.</i>	68
Anexo 3	<i>Análisis de varianza de la longitud de h durante la etapa inicial.</i>	68
Anexo 4	<i>Análisis de varianza de la longitud de raíz durante la etapa inicial</i>	68
Anexo 5	<i>Análisis de varianza del diámetro de hoja durante la etapa inicial.</i>	69
Anexo 6	<i>Análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días.</i>	69
Anexo 7	<i>Análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días.</i>	69
Anexo 8	<i>Análisis de varianza de la altura de planta a los 90 días.</i>	69
Anexo 9	<i>Análisis de varianza de los días a la floración.</i>	70
Anexo 10	<i>Análisis de varianza de los días a la floración.</i>	70
Anexo 11	<i>Análisis de varianza del diámetro del fruto a los 90 días.</i>	70
Anexo 12	<i>Análisis de varianza de la longitud del fruto a los 90 días.</i>	70
Anexo 13	<i>Análisis de varianza del peso del fruto a los 90 días.</i>	71
Anexo 14	<i>Análisis de varianza de la biomasa fresca.</i>	71
Anexo 15	<i>Análisis de varianza de la biomasa seca.</i>	71
Anexo 16	<i>Análisis de varianza del rendimiento.</i>	71
Anexo 17	<i>VARIABLES DE CRECIMIENTO DE LA ETAPA INICIAL A LOS 30 DÍAS EMPLEANDO DOSIS DEL ALGA A.</i>	72
Anexo 18	<i>Parámetros de crecimiento y producción del cultivo de Ají Tabasco bajo los efectos de los efectos de dosis del alga A. nodosum.</i>	73
Anexo 19	<i>Croquis de campo.</i>	74

Anexo 20 <i>Chile Cayenne long slim inmaduro</i>	74
Anexo 21 <i>Secado en estufa para obtener materia seca.</i>	74
Anexo 22 <i>Pesaje de los frutos para obtener biomasa fresca.</i>	74
Anexo 23 <i>Aplicación de viruta de boya.</i>	74
Anexo 24 <i>Control de plagas.</i>	75
Anexo 25 <i>Control manual de malezas.</i>	75
Anexo 26 <i>Trasplante.</i>	75
Anexo 27 <i>Emergencia de las plantas.</i>	75
Anexo 28 <i>Preparación del terreno pretrasplante.</i>	75
Anexo 29 <i>Aplicación de los tratamientos.</i>	75
Anexo 30 <i>Medición en campo de los tratamientos a aplicar.</i>	76
Anexo 31 <i>Trasplante de las plantulas de chile.</i>	76
Anexo 32 <i>Rotulación de fundas para obtener biomasa seca.</i>	76
Anexo 33 <i>Pesaje para obtener biomasa fresca.</i>	76
Anexo 34 <i>Pesaje del tratamiento 2.</i>	76
Anexo 35 <i>Pesaje del tratamiento 3.</i>	76
Anexo 36 <i>Pesaje del tratamiento 4.</i>	77
Anexo 37 <i>Pesaje del tratamiento 1.</i>	77
Anexo 38 <i>Pesaje de los tratamientos en laboratorio.</i>	77

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Porcentaje de emergencia	29
Ecuación 2 Rendimiento por ha	34
Ecuación 3 Relación beneficio-costo	34

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Efecto de emergencia, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (<i>Capsicum annuum</i> L.) Con la biofertilización del alga marina (<i>Ascophyllum nodosum</i>)				
Autor:	Fabián Vicente Martínez Zamora				
Palabras clave:	<i>Unidades Scoville;</i>	<i>Hortalizas;</i>	<i>Pimiento picante;</i>	<i>Rendimiento;</i>	<i>Agricultura sostenible</i>
Editorial:	Quevedo UTEQ “La María”, noviembre 2023				
Resumen:	<p>El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de la aplicación de la biofertilización a base del alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> en la emergencia, crecimiento y producción de Chile Cayenne Long Slim (<i>Capsicum annuum</i> L.). Se aplicó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y un testigo y cuatro repeticiones. Las concentraciones del alga <i>A. nodosum</i> empleados fueron T0-0%, T1-100%, T2-75%, T3-50%, T4-25%. Se evaluaron dos ensayos el primero que corresponde a la parte emergente cuyas variables fueron: % de emergencia, Altura de planta, Longitud y Diámetro de hoja, Longitud de raíz, Biomasa fresca y seca del ensayo lo tuvo el testigo, mostrando que en la etapa inicial del cultivo de Chile Cayenne; el segundo ensayo corresponde a la parte vegetativa y productiva cuyas variables fueron: altura a los 30, 60 y 90 días, floración, numero, longitud, diámetro, peso del fruto, biomasa fresca, seca y rendimiento. Donde se pudo observar que el tratamiento T3 predomino en la altura de planta a los 30, 60 y 90 días con promedios de 28.24, 87.50 y 92.18 cm respectivamente, el T2 emitió la primera flor mucho más rápido a los 38.07 días, T3 obtuvo el mayor promedio de número de frutos siendo de 95.00, T0 obtuvo frutos con mayor diámetro 3.98 cm; T1 y T2 con 13.98 g adquirieron el mayor peso de fruto, biomasa y rendimiento a diferencia del tratamiento T4 el cual, presenta plantas con un crecimiento lento a diferencia del testigo. Siendo las algas marinas no efectivas durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, las concentraciones de medias a bajas ayudan a mejorar el crecimiento y rendimiento de la planta a diferencia de concentraciones de 25% el cual causa problemas en el rendimiento de la planta.</p>				
Abstract:	<p>The present research project aimed to assess the effects of applying biofertilization based on the seaweed <i>Ascophyllum nodosum</i> on the emergence, growth, and production of Cayenne Long Slim Chili (<i>Capsicum annuum</i> L.). A completely randomized design with four treatments and a control, each with four replications, was employed. The concentrations of the <i>A. nodosum</i> seaweed used were T0-0%, T1-100%, T2-75%, T3-50%, and T4-25%. Two trials were conducted: the first focused on the emergent phase, with variables including emergence percentage, plant height, leaf length and diameter, root length, and fresh and dry biomass. The control in this trial showed that during the initial stage of Cayenne Chili cultivation, the seaweed had an impact. The second trial covered the vegetative and productive phases, assessing height at 30, 60, and 90 days, flowering, number, length, diameter, weight of the fruit, fresh and dry biomass, and yield. It was observed that the T3 treatment predominated in plant height at 30, 60, and 90 days, with averages of 28.24, 87.50, and 92.18 cm, respectively. T2 exhibited the first flower much earlier at 38.07 days. T3 achieved the highest average number of fruits at 95.00. T0 produced fruits with the greatest diameter at 3.98 cm, while T1 and T2, with 13.98 g, attained the highest fruit weight, biomass, and yield, unlike the T4 treatment, which exhibited slow plant growth compared to the control. Seaweed proved ineffective during the early stages of crop development, with medium to low concentrations enhancing plant growth and yield compared to a 25% concentration, which negatively impacted plant performance.</p>				
Descripción:	(77) hojas A4, A4, 21x29.7 cm + CD-ROM				
Url:					

INTRODUCCIÓN

El chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) es una variedad de ají conocida por su forma alargada y su intensidad picante. A nivel mundial, el chile Cayenne Long Slim es ampliamente cultivado y consumido debido a su versatilidad culinaria y su popularidad en la cocina de diferentes culturas. Es utilizado en la preparación de salsas, condimentos, adobos y platos picantes en países como India, México, Tailandia, Estados Unidos y varios países de América Latina. Este chile se caracteriza por su alto contenido de capsaicina, el compuesto responsable de su sabor picante. Además de su uso gastronómico, el chile Cayenne Long Slim también ha sido objeto de estudios científicos debido a sus propiedades medicinales. Se ha demostrado que la capsaicina presente en este chile tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y analgésicas, lo que ha despertado un interés creciente en su potencial terapéutico (1).

En Ecuador, el chile Cayenne Long Slim también es cultivado y apreciado. El país cuenta con condiciones climáticas y edáficas favorables para su producción. Varias provincias ecuatorianas, como Manabí, Guayas y Los Ríos, son conocidas por su cultivo de chiles picantes, incluyendo el Cayenne Long Slim. La producción de este chile contribuye a la economía agrícola y también se utiliza en la gastronomía local, añadiendo sabor y picante a diversos platos tradicionales.

A pesar de su gran importancia, el cultivo de ají como el Cayenne se han visto afectados por el uso irracional de fertilizantes minerales los cuales, tienen un impacto negativo en la calidad del suelo y en el equilibrio biodinámico. Es necesario promover prácticas agrícolas sostenibles y el uso responsable de fertilizantes, incluyendo alternativas orgánicas y biofertilizantes como el uso de algas marinas.

El alga marina *Ascophyllum nodosum* se ha destacado como un biofertilizante prometedor en el cultivo de ají Cayenne Long Slim. Esta alga contiene una amplia gama de compuestos beneficiosos, como fitohormonas, nutrientes esenciales, oligoelementos, vitaminas y aminoácidos, que pueden estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas de manera natural y sostenible.

El uso de biofertilizantes a base de alga marina nodosum puede proporcionar varios beneficios al cultivo de ají. Por un lado, estos biofertilizantes mejoran la disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya que contienen una amplia gama de minerales esenciales que las

plantas necesitan para un crecimiento saludable. Además, las fitohormonas presentes en las algas marinas pueden promover el enraizamiento, el crecimiento vegetativo y la floración de las plantas de ají, lo que se traduce en un aumento en la producción y calidad de los frutos.

Además de los beneficios nutricionales, las algas marinas también pueden mejorar la resistencia de las plantas de ají a condiciones adversas, como el estrés hídrico, las enfermedades y las plagas. Los compuestos bioactivos presentes en las algas marinas fortalecen el sistema inmunológico de las plantas, lo que les permite combatir mejor las enfermedades y resistir las agresiones de los patógenos. Asimismo, se ha observado que la aplicación de biofertilizantes de algas marinas puede mejorar la calidad sensorial de los frutos de ají, como su sabor, aroma y color.

Es por ello, que el objetivo de este proyecto es determinar el efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) Con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*). La importancia de generar este proyecto radica en promover la investigación y el uso de estas soluciones biofertilizantes para garantizar una agricultura más sustentable y respetuosa con el medio ambiente, así como proteger la salud de los agricultores y los consumidores.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El problema surge debido al uso inadecuado y excesivo de fertilizantes minerales en la agricultura, lo cual conlleva graves consecuencias tanto para los cultivos como para el medio ambiente. El uso indiscriminado de estos fertilizantes puede provocar la acidificación del suelo, promover la erosión y alterar las propiedades fisicoquímicas del suelo y de los propios fertilizantes. Además, el desequilibrio de nutrientes causado por el uso excesivo de fertilizantes puede debilitar a las plantas, haciéndolas más susceptibles a plagas y enfermedades, lo que resulta en rendimientos reducidos y pérdidas económicas.

Ante esta problemática, es fundamental promover el uso de prácticas agrícolas sostenibles, como la biofertilización y el fomento del crecimiento microbiano en el suelo. En este contexto, las algas marinas se han destacado como una alternativa prometedora, ya que proporcionan a los cultivos tanto macro como micronutrientes, así como sustancias naturales con efectos comparables a los reguladores del crecimiento. Los biofertilizantes, que contienen estas sustancias activas, juegan un papel crucial en la mejora de la fisiología de las plantas, estimulando su crecimiento y desarrollo, así como mejorando el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Últimamente, se ha retomado la idea del reciclaje eficiente y el uso de productos biológicos, como los bioestimulantes y biofertilizantes, como una estrategia para minimizar el uso de productos químicos que pueden ser perjudiciales tanto para la salud humana como para el agroecosistema. Estos biofertilizantes ofrecen una forma más segura y sostenible de nutrir y fortalecer a las plantas, contribuyendo a un crecimiento saludable y a la producción de cultivos de alta calidad. Es necesario promover la investigación y el uso de estas soluciones biofertilizantes para garantizar una agricultura más sustentable y respetuosa con el medio ambiente, así como proteger la salud de los agricultores y los consumidores.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son los efectos de la aplicación de la biofertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en la emergencia, crecimiento y producción de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.)?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Cuál es la respuesta en la emergencia del cultivo de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) bajo el efecto de la aplicación del biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*?

¿Cuál es el efecto de la aplicación de la biofertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en el crecimiento vegetal en el cultivo de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.)?

¿Cuál es la producción del cultivo de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) bajo la influencia de fertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*?

¿Cuál es la relación beneficio-costos del cultivo de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) con la biofertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar los efectos de la aplicación de la biofertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en la emergencia, crecimiento y producción de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.).

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar el estado de emergencia en el cultivo de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) con la aplicación del alga marina (*Ascophyllum nodosum*).
- Examinar el desarrollo vegetal del cultivo de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación la biofertilización a base del alga marina (*Ascophyllum nodosum*).
- Comprobar la producción de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) con la aplicación del alga marina (*Ascophyllum nodosum*).
- Detallar la relación beneficio costo de la producción de Chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.).

1.3. Justificación

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de germinación, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*), para esto se plantea analizar en campo y de forma experimental los distintos tratamientos que serán aplicados para la obtención del chile Cayenne Slim.

Este estudio es importante porque se ha tomado en cuenta a las algas y sus derivados, considerando que éstas mejoran el suelo y fortalecen las plantas, aumentando el rendimiento y la calidad de los cultivos. Su uso ya está muy extendido en muchos países del mundo, en los últimos años y se ha incrementado la aplicación de extractos de algas debido a los efectos positivos que tienen con la asimilación de los nutrientes, producción y la protección en ciertos cultivos frente a la agresión de algunos patógenos.

En este proceso la especie más utilizada para su producción es la *Ascophyllum nodosum* ya que son utilizados como fertilizantes complementarios de diversos árboles frutales y hortalizas, ayudando a preservar el agroecosistema y ante la creciente demanda de alimentos aporta en el incremento de la producción y calidad de los cultivos, así como ofrece a los consumidores productos libres de residuos tóxicos.

El aporte de este estudio beneficiará a las personas que están buscando una alternativa para mejorar la producción de chile con la aplicación de bioestimulantes como las algas marinas, teniendo en cuenta la información de los efectos en dichos productos y las alternativas en la diversificación del cultivo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACION

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Algas marinas

Las algas son organismos autótrofos de estructura simple que habitan ambientes acuáticos, con escasa o nula diferenciación celular y de tejidos complejos por lo que son talofitas. Taxonómicamente se clasifican en tres grupos: Chlorophyta o clorofitas, Phaeophyta o feófitas y Rhodophyta o rodófitas, que corresponden a algas verdes, pardas y rojas respectivamente ya que presentan pigmentos que predominan sobre los otros (2).

2.1.2. *Ascophyllum nodosum*

Ascophyllum nodosum es un alga parda grande y común de la familia Fucaceae, es la única especie única en el género *Ascophyllum*. Las hojas son de color marrón oliva, pero pueden verse amarillentas cuando se estresan. Es una especie común entre mareas en la periferia del Océano Atlántico Norte. Es particularmente común en la costa noroeste de Europa (desde Svalbard hasta Portugal), incluido el este de Groenlandia, Islandia y la costa NE de América del Norte (desde Nueva York hasta Terranova) (3).

2.1.3. Biofertilización

Los biofertilizantes son sustancias que albergan microorganismos vivos o contienen derivados de estos. Cuando se aplican a semillas, superficies de plantas o el suelo, estos microorganismos colonizan la zona cercana a las raíces o incluso el interior de las plantas, promoviendo su desarrollo al aumentar la disponibilidad de nutrientes esenciales. En esencia, los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos provenientes del suelo y se usan para fomentar el crecimiento de las plantas (4)

2.1.4. Capsaicina

La Capsaicina, también conocida como (trans-8-metil-N-vanillil-6-nonenamida) nombrada por la nomenclatura IUPAC, es un alcaloide natural extraído de la familia *Capsicum*. Sus propiedades químicas se basan en ser un sólido blanquecino soluble en grasa, inodoro, de sabor picante, con un punto de fusión de 62 a 65 °C, un peso molecular de 305,4 g/mol y temperatura de ebullición de 210 a 220 °C. La Capsaicina se encuentra en mayores proporciones en las semillas de los frutos de los ajíes, y es sintetizada como un mecanismo de defensa contra animales y humanos (5).

2.1.5. Chile

En México se utiliza la palabra “chile”, del náhuatl chilli o xilli, para referirse a todo fruto clasificado dentro del género *Capsicum*. En Sudamérica lo llamaban “ají”, término que los españoles adoptaron y usan desde la época colonial hasta la actualidad (6).

2.1.6. Hortaliza

Las hortalizas son legumbres, o verduras de ciclo vegetativo corto (entre 60 y 80 días), que comúnmente se consumen frescas. Su parte comestible se caracteriza por tener un alto contenido en agua (85-98%) y son importantes en el balance de la dieta en el ser humano por su aportación nutricional, sobre todo de vitaminas y minerales (7).

2.1.7. Unidades Scoville

La escala de unidades Scoville es un sistema de medición del picor de los chiles inventada por Wilbur Scoville durante la primera década del siglo XX. Su objetivo era determinar la máxima dilución del extracto de chile en la que aún fuera detectable el picor. De esta manera, si un jalapeño ha sido determinado en 4 500 unidades, significa que se necesitan 4500 partes de solución para diluir una parte de extracto de jalapeño hasta el punto en que el picor aún pueda ser detectado; si se añade más solución, el picor ya no podrá ser detectado. Hoy en día se emplea la cromatografía de líquidos de alta resolución para medir el contenido de capsaicina en los chiles. Este método, mucho más preciso, mide los niveles de capsaicina en partes por millón que pueden ser convertidas en unidades Scoville (8).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Generalidades del Chile De Cayenne Long Slim

Son frutos muy picantes, de hasta 15 centímetros de largo y hasta un centímetro de espesor, de color rojo oscuro. Ideal para secar y para salsas. Las variedades hasta un grado de picante de 6° pueden ser cortadas y consumidas en ensalada o rellenas de carne picada y queso, para después gratinarlos en el horno, las variedades picantes se añaden en menor cantidad a guisos (9).

Ilustración 1

Chile cayenne long slim



Fuente: El rincón del chili (10).

Se destaca por su alto contenido en ácido ascórbico, cuyo valor es incluso superior al de los cítricos. Tiene un alto contenido en vitaminas A, B1, B2 y C; tiene más vitamina C que un tomate y tres veces más que una naranja y, además, son muy picantes; aspecto que los caracteriza.

Origen: zona tropical de Centroamérica.

Cultivo: Para poder cosechar la planta en el primer año, se recomienda sembrar entre enero y marzo. Remojar las semillas durante 24 horas en agua tibia para aumentar la germinación, luego colocarlo de 1/4 a 1 pulgada de profundidad en sustrato de coco o tierra vegetal orgánica. Mantener el medio de cultivo húmedo, pero no mojado humedeciéndolo diariamente con una botella rociadora. Cubrir el recipiente de cultivo con una envoltura de plástico perforada transparente. Esto protege el sustrato de la desecación. Cada dos o tres días, debe quitar la película durante 2 horas. Esto evita la formación de moho en el sustrato.

Colocar el recipiente de cultivo en un lugar luminoso y cálido con una temperatura entre 22° y 30° Celsius. Las primeras semillas deben germinar en tres a diez días. Ahora se debe retirar la película de plástico y mantener las plantas lo más iluminadas posible (pero sin sol

directo al mediodía) y un poco más frescas para que las plantas jóvenes no estén demasiado calientes.

Tan pronto como aparezca el segundo par de hojas, las plantas pequeñas se pueden trasplantar (aislar) en macetas pequeñas de 10 cm con agujeros y una capa orgánica de tierra hasta la primera hoja. Es importante mantener cuidado de no dañar las raíces aún delgadas y regar ligeramente el suelo nuevo. Durante las próximas semanas, las plantas se trasplantarán gradualmente a macetas cada vez más grandes una vez que se hayan establecido bien en su maceta anterior.

Ubicación: Tan pronto como se calienta un poco, las plantas pueden estar durante el día a una temperatura de al menos 5° centígrados para endurecerse y acostumbrarse al sol. Después de mediados de mayo, las plantas se pueden trasplantar a una cama o contenedor en un lugar soleado.

Cuidado: A las plantas de chile y pimiento les encanta un lugar cálido y húmedo, pero no mojado. No riegue hasta que la capa superior del suelo esté seca y rocíe las plantas de interior desde arriba de vez en cuando, los brotes secundarios de los chiles y pimientos no necesitan ser pelados. Si la planta está en una buena capa de suelo orgánico, el primer abono con fertilizante orgánico es necesario solo cuando aparecen los primeros brotes.

En invierno: En invierno, puede mantener la planta en un lugar un poco más oscuro y fresco a 10 ° C y regar menos en consecuencia, en lugares luminosos y cálidos, dejar la planta como antes y podarla para que crezca más tupida el próximo año.

2.2.1.1. Etapas fenológicas del cultivo de pimiento picante

El pimiento tiene varios estados de desarrollo en su ciclo de crecimiento: plántula, planta joven recién trasplantada, planta en crecimiento vegetativo, floración, cuaja, desarrollo de fruto y maduración. Cada etapa es diferente con respecto a sus necesidades nutritivas. En virtud de esto, se analizan las etapas fenológicas del pimiento cultivado al aire libre. La información es solamente indicativa, ya que cada periodo dependerá de la variedad, las condiciones medioambientales y el manejo del cultivo (11).

a) Germinación.

Es un proceso complejo en el que se distinguen tres fases, la fase de hidratación, la de germinación estricta y la de crecimiento. Los cultivares de *Capsicum annuum* no presentan latencia seminal, si las semillas están inmaduras se retrasa la germinación, sobre la germinación inciden diversos factores, destacando la necesidad de humedad y aireación, así como un rango térmico de 20-30 °C. A temperaturas próximas a 30 °C la germinación es más rápida que con temperaturas más bajas. A 35 °C no se produce germinación (11).

b) Crecimiento vegetativo.

El crecimiento se realiza durante todo el cultivo, el crecimiento es simpodial (de cada nudo salen 2 o 3 tallos). Ocurre en los primeros 40-45 días. Este periodo finaliza cuando comienza el desarrollo de los frutos (11).

c) Floración y fructificación.

Dependiendo de la variedad, de las condiciones medioambientales y del manejo del cultivo, la floración y la cuaja empiezan alrededor de 20-40 días después del trasplante y continúan durante el resto del ciclo de crecimiento (11).

d) Desarrollo de fruta.

Después de la floración y de la cuaja de frutos, éstos empiezan a desarrollarse y a crecer, y se logra en este periodo la mayor acumulación de materia seca en la fruta, a un ritmo relativamente estable (11).

e) Madurez fisiológica y cosecha.

La madurez fisiológica se alcanza cuando está verde y vira a rojo o amarillo. Durante la maduración del fruto se producen cambios cuantitativos en su composición asociados a cambios cualitativos de color, sabor, textura y olor, en promedio, se logra la madurez de fruta a los 80 DDT. La cosecha continúa permanentemente, a menos que se detenga por razones climáticas (heladas) o por razones económicas (precio del pimiento) (11).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica del cultivo del chile.

La variedad "Cayenne Long Slim" se refiere a la especie *Capsicum annuum*. Las plantas de esta variedad dan frutos que se vuelven rojos cuando maduran con un moderado grado de

picor. Esta es una buena variedad para dejar secar. El sabor típico de la pimienta de cayena proviene del secado del chile (12).

La taxonomía dentro del género *Capsicum* es compleja debido a la gran variedad de formas que existen en las especies cultivadas y la variedad de criterios utilizados en la clasificación.

- **Nombre científico:** *Capsicum annuum* L.
- **Familia:** Solanáceas
- **Orden:** Solanales
- **Sinónimos:** Sinónimos de la especie *Capsicum annuum*
- **Otros nombres / Nombres populares:** Cayenne Long Slim
- **Nivel de picor:** 6.
- **Unidades Scoville:** 10'000 – 23'000 SHU.

2.2.1.3. Descripción Botánica del chile.

Las plantas de *Capsicum* tienen un crecimiento predominantemente arbustivo y un ciclo de vida perenne, aunque también hay especies que exhiben un ciclo bienal. Son monoicas, autógamas y con cierto grado de polinización cruzada, los gametos pueden cruzarse fácilmente, ya sea por la interferencia de insectos o porque las anteras divergen al mismo tiempo que se abre la flor (13).

El sistema radicular es muy ramificado y profundo, con raíz principal y raíces adventicias que pueden abarcar un diámetro de 0,5 a 1,2 m y alcanzar una profundidad de 0,7 a 1,20 m, aunque la mayoría de las raíces se encuentran a una profundidad de 5 a 40 m cm. dependiendo, a su vez, de la clase mecánica del suelo y de la variedad.

El tallo es erecto y ramificado, es de crecimiento limitado y erecto, de color verde oscuro, a partir de cierta altura emite dos ramas y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo.

Las hojas son simples, lanceoladas u ovaladas, lisas y brillantes. Con un ápice muy pronunciado y un pecíolo largo y poco aparente, la nervadura parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nervaduras secundarias que son pronunciadas y llegan al borde de las hojas.

En relación con las flores y frutos se han establecido características morfológicas que permiten diferenciar cada una de las especies cultivadas. Las flores son pentámeras, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axilar, su fecundación es autógama. El fruto su color lo define por el grado de madurez que tiene comenzando en verde hasta llegar a rojo en la madurez (12).

2.2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos.

El manejo adecuado de los factores climáticos en conjunto es fundamental para el buen funcionamiento de los cultivos, ya que todos están íntimamente relacionados, y la incidencia de uno de ellos afecta al resto. Las condiciones climáticas favorables son necesarias para un buen crecimiento y desarrollo de la cultura (14).

La temperatura óptima para la floración es de 25°C, la máxima es de 30°C y la mínima alcanza los 18°C, lo que indica que sobrepasar estos límites afecta negativamente el rendimiento. Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) provocan un desequilibrio vegetativo.

La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10°C) provoca la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvos y poco desarrollados, formación de múltiples ovarios de los que pueden desarrollarse frutos, con acortamiento de estambres y pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. Las bajas temperaturas también provocan la formación de frutos más pequeños, que pueden deformarse, reducen la viabilidad del polen y la formación de frutos (15).

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. La humedad relativa muy alta favorece el desarrollo de enfermedades aerotransportadas e inhibe la fertilización. La combinación de altas temperaturas y baja humedad relativa puede provocar la abscisión de flores y frutos recién cuajados.

El Chile es una planta muy demandante de luz, especialmente en las primeras etapas de desarrollo y durante la floración, ya que la luz insuficiente aumenta la abscisión de flores y afecta la tasa de fotosíntesis, la liberación de asimilados y el metabolismo de azúcares en los tejidos de origen plantas.

Los suelos más adecuados para el cultivo de chile son el arenoso, rico y potente con un contenido orgánico del 3-4 % y en su mayoría bien drenado. Los valores óptimos de pH están en el rango de 6,5 a 7, aunque puede soportar ciertas condiciones ácidas (hasta pH 5,5) en suelos arenosos, se puede cultivar a valores de pH cercanos a 8.

2.2.2. Ecología de cultivo de chile

2.2.2.1. Temperatura.

El pimiento es un cultivo muy sensible al frío que prefiere climas subcálidos a cálidos, aunque también se adapta a climas templados, con una temperatura óptima de 22°C a 25°C para la germinación y desarrollo vegetativo y de 26°C a 28° C. C durante la floración y fructificación. Las bajas temperaturas conducen a frutos deformados y más pequeños, lo que afecta los rendimientos (14).

2.2.2.2. Humedad.

También es importante para que la planta crezca correctamente que la humedad relativa esté entre el 50 y el 70%, valores más altos pueden causar problemas de higiene, y valores más bajos pueden hacer que la planta sude en exceso y las flores y capullos se caigan frutas.

2.2.2.3. Suelo.

El cultivo del pimiento prefiere suelos ligeramente arenosos a suelos arcillosos, aunque se da en ambos, sin embargo, el rendimiento es mayor en los primeros. Requiere que los suelos estén sanos, ya que su encharcamiento provoca un marchitamiento rápido e irreversible de la planta. El pH ideal oscila entre 6,5 y 7, aunque tolerará pH más altos en suelos arenosos.

2.2.3. Plagas y enfermedades

2.2.3.1. Pulgón (*Myzus persicae*; *Aphis gossypii*).

Estos son insectos de cuerpo blando y forma globular que chupan la savia de las plantas, provocando el enrollamiento de las hojas, el amarillamiento y la muerte de las plantas. También prefieren la presencia de la fumagina *Capnodium sp.*, a las secreciones azucaradas que producen y son portadoras de virus. (15)

2.2.3.2. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Tanto las ninfas como los adultos causan daño a este insecto, ya que succionan el jugo de la planta cuando se alimentan de las hojas. Cuando la población es baja, el daño puede ser menor, sin embargo, cuando el nivel de infestación es alto, pueden causar un alto nivel de disminución del vigor del cultivo, causando daños indirectos a través de la secreción de melaza obtenida de su alimentación, especialmente aquellas en las que pueden crecer hongos no parásitos de los géneros *Capnodium sp.* y *Meliola sp.*, que causan una enfermedad conocida como fumagina. Además, este insecto es portador de una gran variedad de virus que suponen una gran amenaza para la sanidad vegetal.

2.2.3.3. Marchitez o marchitez del pimiento (*Phytophthora capsici*).

Afecta a los pimientos en cualquier etapa de su desarrollo. Los síntomas se caracterizan por una rápida marchitez de las plantas, provocada por manchas acuosas y de color verde oscuro que pueden incluso rodear el cuello del tallo a nivel del suelo. También puede atacar frutas.

Los cultivos regados con pies tienden a ser más susceptibles al ataque que los regados con aspersores porque las esporas pueden ser transportadas de un lugar a otro por el agua en las acequias.

2.2.3.4. Cercosporiosis de pimiento u ojo de pollo (*Cercospora capsici*).

Síntomas. Lesiones pequeñas, redondas u ovaladas en las hojas, delimitadas del tejido sano por un halo amarillento, en infecciones severas pueden causar la perforación del tejido infectado. Esta enfermedad se presenta en ambientes de alta humedad.

El Damping-off. Afecta a las especies con presencia de uno o más de los hongos nombrados, principalmente en plántulas y plántones. Hay una fuerte destrucción de tejidos, provocando amarillamiento de las hojas, curvatura del tallo y, finalmente, la muerte de la planta. Las plantas afectadas se marchitan y mueren en muy poco tiempo.

2.2.4. Labores culturales

2.2.4.1. Trasplante.

El trasplante debe llevarse a cabo 30-45 días después de la siembra en la cama de semillas. Comenzamos a arrancar las plántulas cuando alcanzan una altura de unos 15 cm, las plantas se colocan en hileras separadas a una distancia de 60 a 80 centímetros ya razón de 45 cm entre plantas.

2.2.4.2. Poda.

El trabajo consiste en eliminar los brotes secundarios correspondientes a las hojas más bajas, y luego eliminar las hojas ubicadas debajo de la primera bifurcación del tallo (primera intersección). La gestión puede ser de dos, tres o cuatro barriles. Además de los beneficios que la poda puede tener sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, puede ser una práctica útil para mejorar la eficiencia de la ventilación y el saneamiento.

2.2.4.3. Fertilización.

Las necesidades del pimiento son ligeramente superiores a las del tomate. Para obtener la fertilización adecuada se debe tener en cuenta la naturaleza química y física del suelo, la densidad de siembra, el tipo de riego y las variedades de plantas.

La fertilidad del suelo es un factor clave en el crecimiento de las plantas y tiene un gran impacto en la productividad y la calidad del forraje. También es un componente importante porque aporta los aminoácidos que forman las proteínas; por lo tanto, es directamente responsable de incrementar el contenido proteico de las plantas y está directamente relacionado con el número de hojas, tallos, etc.

En la actualidad, los factores biológicos se han convertido en criterios importantes para evaluar el manejo del suelo, de tal forma que se hace necesario orientar la producción agrícola hacia nuevas tecnologías basadas en la restauración de suelos.

Los componentes biológicos son los últimos a tener en cuenta en la investigación y producción de cultivos, y hoy en día se acepta generalmente que la actividad de los microorganismos es un factor clave no solo en la fertilidad del suelo, sino también en la estabilidad de los suelos y el funcionamiento de los ecosistemas naturales como los agroecosistemas.

2.2.4.4. Riego.

Proporcionar agua para el cultivo de pimientos es muy exigente. Los turnos de riego en pimiento son más cortos que en tomate, se aconseja dar riegos frecuentes y en riegos pequeños, dosis de 30 a 60 mm. En suelos arenosos, los turnos de riego suelen ser de siete a diez días, y en suelos arcillosos puede ser un poco más lento.

2.2.5. Importancia del uso de biofertilizantes en la agricultura.

En la actualidad, el uso de biofertilizantes se ha convertido en uno de los recursos con gran demanda por sus diversas propiedades y los nutrientes que posee. Cabe señalar que los biofertilizantes son productos a base de microorganismos benéficos del suelo, especialmente bacterias y/u hongos, que viven en asociación o simbiosis con las plantas, contribuyendo de forma natural a su nutrición y crecimiento, además de mejorar el suelo (16).

Así, el término “biofertilizante” o más precisamente “inoculante microbiano” puede definirse como: preparaciones sólidas o líquidas que contienen cepas de células vivas o latentes que sean eficaces para la fijación de nitrógeno, solubilizantes de fosfato o microorganismos celulíticos, para su aplicación a semillas o rizosfera vegetal, con el fin de aumentar el número de estos microorganismos y acelerar los procesos microbianos que favorecen el crecimiento de las raíces, así como la disponibilidad de nutrientes que son fácilmente absorbidos por las plantas cultivadas (17).

El biofertilizante son sustancias que contienen microorganismos vivos que cuando se aplican a semillas, superficies de plantas o suelo, colonizan la rizosfera o el interior de la planta (endófitos) y promueven el crecimiento al aumentar la ingesta o disponibilidad de nutrientes a través de la producción de hormonas. o suprimiendo patógenos.

Los biofertilizantes son materiales bioactivos naturales solubles en agua que promueven la germinación de semillas, el desarrollo y el rendimiento de los cultivos, reducción de los

costes de producción, es importante por su efecto en los cultivos por el aporte de macro y microelementos (18).

2.2.6. Uso de las algas marinas en la agricultura

El uso de extractos líquidos como las algas marinas tienen diversas aplicaciones y en las plantas tienen un efecto bioestimulante para su desarrollo y actúan también como repelente de algunos insectos, por lo que son consideradas aptas para la agricultura ecológica. Algunos de estos pueden aplicarse directamente a las plantas o proporcionarse mediante riego en o cerca de la zona de la raíz (19).

En la actualidad se ha demostrado que estos productos pueden ser efectivos y pueden usarse ampliamente en la horticultura para obtener mayores rendimientos, debido a que asimilan mejor los nutrientes del suelo, son más resistentes a ciertas plagas, así como también hay una mejor germinación de semillas y mayor resistencia a heladas y diversas situaciones adversas.

Los extractos de algas han obtenido resultados muy significativos a escala industrial, su efecto se debe a la acción combinada de una variedad de tipos especiales de azúcares presentes en las paredes celulares de las algas (oligosacáridos) utilizados en su producción, que actúan como gancho en procesos que desencadenan mecanismos protectores e inmunológicos. plantas. La activación del sistema inmunológico de los cultivos tratados da como resultado mayores rendimientos, mayor calidad y resistencia a las enfermedades y al estrés ambiental (20)

2.2.6.1. Importancia de usar algas en el cultivo.

El uso de productos a base de algas en los vegetales promueve un crecimiento vigoroso, las ramas se vuelven más largas y con un diámetro creciente, las plantas crecen más fuertes, las raíces se vuelven más largas y ramificadas, provocan una germinación natural sin cambios en la planta con una mayor absorción de minerales y de los elementos en el suelo, tiene una notable resistencia a las influencias climáticas: como heladas, calor extremo, sequedad y, en general, mayor resistencia a los ataques de plagas mejora el efecto de los fungicidas, aumenta la comerciabilidad de la producción (21)

Los extractos de algas marinas se han utilizado con resultados significativos en plantas cultivadas en invernadero y en el campo, en otros productos como bulbos (papas,

zanahorias, remolachas, batatas), árboles frutales (limón, plátano, melocotón, pera), vegetales (tomates, pimiento), cereales (arroz, maíz), legumbres (guisantes, frijoles negros, judías verdes, judías comunes) y flores (orquídea, rosa, girasol) o condiciones de cultivo in vitro (berenjena, mijo), por esto es importante resaltar el papel potencial de las macro y microalgas en la productividad y protección de varios cultivos (22)

2.2.6.2. Componentes de las algas marinas.

Las microalgas contienen varias sustancias promotoras del crecimiento vegetal como auxinas, citoquininas, betaínas, aminoácidos, vitaminas y poliaminas. Proporcionan recursos prometedores como ácidos grasos, esteroides, carotenoides, polisacáridos, lectinas, aminoácidos de tipo micosporina, compuestos halogenados, policétidos, toxinas, agar - agar, ácido Algínico y carragenina (23).

Además, pueden contener cantidades significativas de giberelinas. y brasinoesteroides, los aminoácidos contenidos en las microalgas son bioestimulantes que tienen un efecto positivo en el crecimiento y rendimiento de las plantas, estos aminoácidos pueden ayudar a mitigar el daño causado por el estrés abiótico.

Las microalgas también pueden estar compuestas por micro y macronutrientes, especialmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), por lo que pueden considerarse fertilizantes orgánicos de liberación lenta. Algunas especies de cianobacterias pueden fijar nitrógeno atmosférico en sus células. La mayoría se han centrado en cuándo utilizadas en los campos de arroz, estas cianobacterias ponen a disposición de las plantas el nitrógeno atmosférico (24)

2.2.6.3. Aplicación de extractos de algas marinas en el cultivo.

Para lograr un cultivo saludable, se debe realizar un trabajo cuidadoso durante la etapa de germinación para asegurar el crecimiento y rendimiento esperado de los cultivos. Se ha demostrado que los extractos de microalgas aumentan la germinación de semillas, el desarrollo de raíces y los brotes (25)

Los extractos de biomasa de espirulina tuvieron un efecto benéfico en la germinación de semillas de berro y trigo de invierno. Las semillas tratadas con *A. Dimorphus* tenían raíces laterales más grandes, lo que podría mejorar la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas y aumentar el crecimiento de las plantas.

Los hidrolizados estimulan la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas en solución salina, los polisacáridos intracelulares de dos microalgas (*Dunaliella salina* y *Phaeodactylum tricornutum Bohlin*) aumentan la tasa de germinación de las semillas de pimiento en condiciones salinas (20).

2.2.6.4. Efecto de las algas marinas en el suelo para el cultivo.

Las microalgas se pueden inocular en el suelo, lo que puede ser una fuente importante de carbono orgánico y mejorar la calidad del suelo, bajo ciertas condiciones de crecimiento, algunas microalgas y cianobacterias producen y secretan sustancias poliméricas extracelulares (EPS) (20).

Cuando las condiciones de crecimiento son desfavorables, las algas producen estos compuestos para proteger sus células de condiciones estresantes. La deposición de EPS en el suelo es uno de los mecanismos para aumentar el contenido de materia orgánica del suelo y se ha identificado como un componente principal de la estabilización del suelo.

Además, se ha demostrado que sustancias poliméricas extracelulares puede aumentar la porosidad del suelo y aumentar la resistencia a la infiltración al reducir los efectos dañinos de la adición de agua. Se ha observado en el campo que cuando se inoculan microalgas verdes (*Botryococcus*, *Chlamydomonas*, *Chlorella*, etc.), la resistencia del suelo mejoró al aumentar el contenido de espuma de poliestireno en las capas superiores.

El efecto de los extractos líquidos de algas es principalmente el de estimular el sistema radicular y en general estimular la vitalidad de la planta, los extractos líquidos de algas son bioestimulantes (estimuladores del desarrollo y del sistema inmunológico y de defensa de la planta).

2.2.6.5. Algas Marinas.

Las algas son una parte integral de la ecología y el contorno costero. Durante siglos, las tierras agrícolas cercanas a estas zonas costeras se han fertilizado con algas marinas, ya que son una fuente valiosa de materia orgánica para diversos tipos de suelo y diversos cultivos hortícolas (26).

Son muy útiles para aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo (en condiciones favorables), se ha demostrado que las algas verdeazuladas microscópicas de origen marino

se multiplican a gran velocidad, convirtiendo la materia orgánica de pequeños charcos y gotas en el suelo. y un aumento de materia orgánica digestible.

2.2.6.6. Extractos de algas marinas.

Las algas marinas consisten principalmente en oligoelementos, elementos mayores y menores. También se pueden encontrar otras sustancias naturales que actúan de manera similar a algunos reguladores del crecimiento vegetal como vitaminas, carbohidratos, proteínas, biocidas contra ciertas plagas y enfermedades y agentes quelantes como ácidos orgánicos y manitol. Los beneficios del uso de algas en la agricultura mayor eficiencia y buena calidad del fruto, se pueden confirmar mediante la aplicación directa o derivados de las mismas.

Especies como *Ascophyllum nodosum* contienen macronutrientes y micronutrientes necesarios para nutrir las células. La empresa norteamericana Acadian Seaplants Limited ha demostrado que los suplementos vitamínicos derivados de esta especie aumentan la productividad agrícola y ahorran tiempo y dinero. De igual manera, contribuyen a la disponibilidad de azúcares, aumento del tamaño de los frutos, minimización del tiempo de crecimiento, mejor forma y tonalidad de los productos agrícolas.

El número de especies de algas actualmente en el mercado es significativo y pertenecen a los géneros *Macrocystis*, *Eklonia*, *Sargassum*, *Durvillia*, *Porphyra*, *Fucus* y *Ascophyllum*. La mayoría de las algas marinas utilizadas como fertilizantes y acondicionadores del suelo son especies de algas marinas. Entre todas las algas y extractos actualmente en el mercado, *Ascophyllum nodosum* es la especie más estudiada con fines agrícolas, ya que sus extractos han demostrado ser los más beneficiosos. El bioactivo de todos los productos algícolas comerciales, también es el más utilizado en Europa y América del Norte.

2.2.6.7. Componentes de los extractos de algas.

Las algas marinas son ricas en nutrientes y sustancias naturales (carbohidratos, vitaminas, proteínas, biocidas y agentes quelantes como ácidos orgánicos y manitol) que actúan de manera similar a los reguladores del crecimiento de las plantas. Además, tienen un efecto enzimático, y cuando el proceso de obtención de las algas se lleva a cabo adecuadamente, los microorganismos que viven en asociación con ellas continúan siendo viables,

extendiéndose a los lugares de su aplicación y potenciando su efecto que es aumentar el crecimiento de las plantas (26).

2.2.6.8. Efecto de las algas marinas como fertilizante.

Cuando las algas se utilizan como fertilizante, el sector de crecimiento son los extractos líquidos de algas, que se pueden obtener en forma concentrada para que el usuario los diluya.

Algunos de estos productos pueden aplicarse directamente sobre las plantas, así como sobre o cerca de su sistema radicular, además, numerosos estudios han demostrado su eficacia cuando se aplican en cultivos de frutas, hortícolas y flores, de los que se han hecho acreedores. aceptación, mejor absorción de nutrientes del suelo, resistencia a las condiciones ambientales, así como al ataque de plagas y enfermedades, aumento de los rendimientos e incluso la germinación de las semillas cuando se aplicaron sobre ellas.

El uso de productos derivados de algas marinas en la agricultura se ha convertido en una práctica habitual debido a los beneficios que aportan tanto al suelo como a los cultivos, por lo que su uso seguirá extendiéndose en los sistemas productivos tradicionales e incluso podrá sustituir a los recursos derivados de productos químicos. fomentando así una agricultura con menor impacto ambiental negativo y a su vez protectora de los microorganismos del suelo, es decir, una agricultura sostenible.

Los principales desencadenantes (elicitores) de las reacciones metabólicas que provocan la bioestimulación de las plantas consisten en tipos específicos de azúcares (oligosacáridos: moléculas formadas por 7-25 monómeros de azúcar) que se encuentran en las paredes celulares de las algas (26).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Este estudio se realizó en la finca experimental “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica del Estado de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7.5 de la vía Quevedo-El Empalme, Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, Ecuador. Se ubica a los 1.08197° sur y 79. 50187° de longitud oeste, a una altitud de 72 metros sobre el nivel del mar.

Ilustración 2

Imagen satelital del asentamiento de la investigación



Fuente: Google Earth (27)

3.1.1. Características climáticas

La finca experimental “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo posee las siguientes características agroclimáticas:

Tabla 1

Condiciones climáticas

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	24.80
Humedad relativa %	84.00
Heliofanía horas/luz/año	894.00
Precipitación mm/año	2400 mm
Topografía	Plana

Fuente: (12).

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Experimental

En este proyecto se realizó un estudio experimental que evaluó las diversas variables para determinar su respuesta a la aplicación de los tratamientos estudiados en la germinación, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*).

3.2.2. De campo

El estudio se realizó en campo abierto utilizando un diseño completamente al azar, lo que permitió el análisis de las variables de estudio, además, es necesario recolectar toda la información posible para poder determinar el tratamiento que dio mejor respuesta con algas marinas.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Inductivo

Se utilizó el método inductivo partiendo de casos particulares para llegar a premisas generales acerca de las variables de investigación y obtener conclusiones de los tratamientos estudiados en la germinación, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.).

3.3.2. Deductivo

Se utilizó el método deductivo partiendo de generalizaciones para llegar a premisas particulares para determinar los efectos específicos de los tratamientos estudiados de la respuesta agronómica realizada.

3.3.3. Analítico

Se utilizó el método analítico para analizar e interpretar los datos obtenidos de la evaluación de las variables de respuesta.

3.4. Fuentes de recopilación de la información

La información se obtuvo de fuentes primarias y secundarias, siendo las fuentes primarias la información obtenida mediante el registro de las variables de respuesta y las fuentes secundarias los libros, revistas, boletines, manuales técnicos, folletos y otras fuentes bibliográficas.

3.5. Diseño de la investigación

El ensayo se ejecutó un diseño completo al azar con 5 tratamientos y 15 observaciones. Todas las variables estudiadas se sometieron al análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey y la prueba de Kruskal-Wallis (para el N° de frutos) con una probabilidad del 95% para el análisis estadístico.

3.5.1. Análisis de varianza

Tabla 2

Esquema del análisis de la varianza.

Fuente de variación	Fórmula	Grado de libertad
Tratamiento	t-1	4
Error	t (o-1)	15
Total	t.o-1	19

Elaborado por: Autor

3.5.2. Esquema de los tratamientos

La ficha técnica del producto (28) sugiere la siguiente dosis de 1.5Kg/Ha para hortalizas de ciclo largo. En base a lo anterior se establecieron los tratamientos en diferentes concentraciones con los siguientes porcentajes 25%, 50%, 75% y 100% de la dosis recomendada. Las cantidades detalladas en la tabla 3 sobre los tratamientos y unidades experimentales serán usados en igualdad para los dos ensayos siendo la única diferencia el manejo del experimento y las variables a evaluar.

Tabla 3*Esquema del experimento.*

Tratamientos	%	Descripción	Observaciones	Plantas por tratamiento	Total, plantas (UE)
T0. Testigo	0%	0g/planta	15	40	40
T1	100%	0,06g/planta	15	40	40
T2	75%	0,045g/planta	15	40	40
T3	50%	0,03g/planta	15	40	40
T4	25%	0,015g/planta	15	40	40
Total, plantas (UE)					200

Fuente: elaboración propia

3.6. Técnicas e instrumentos de investigación

En la propuesta de investigación se utilizó métodos de observación como herramienta que permita obtener información directa y de esta manera establecer conclusiones de los tratamientos estudiados en la germinación, crecimiento y producción del chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.). La observación permitirá conocer la realidad a través de la percepción directa con el objeto de estudio, en este caso la varianza de todas las variables.

3.7. Ensayo 1

Se determinó el efecto de alga (*Ascophyllum nodosum*) en las primeras etapas de desarrollo vegetal del cultivo de chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.).

3.7.1. Manejo del experimento

3.7.1.1. Establecimiento de semilleros.

Se usaron bandejas de germinación y turba en invernadero con el fin de proporcionar las mejores condiciones a las semillas, se colocó una semilla por alveolo.

3.7.1.2. Inoculación de las semillas.

Se realizó la pre-germinación de semillas de ají Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) las cuales, se sometieron a 4 tratamientos de diferentes concentraciones de Alga 600 y un testigo utilizando un total de 200 semillas, bajo una previa desinfección de las semillas en una solución de hipoclorito de sodio al 0,5% durante 1 minuto en caso de que las semillas no sean certificadas, luego fueron lavadas en agua destilada dejando en remojo durante 5 minutos. Se empleo 200 ml de agua para la disolución de los tratamientos.

Tabla 4

Inoculación de semillas.

Tratamiento	Semillas del ají	Concentración de algas %	Concentración de algas en g
T0 Testigo	40	0%	Agua
T1	40	100%	2.4g
T2	40	75%	1.8g
T3	40	50%	1.2g
T4	40	25%	0.6g

Elaborado por: Autor

3.7.1.3. Riego

Se proporcionó agua a las bandejas de germinación cada 2 días hasta que el sustrato alcanzo la capacidad de campo.

3.7.2. Variables de la investigación

3.7.2.1. Porcentaje de emergencia.

Se determinó la variable porcentaje de emergencia empleando la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Porcentaje de emergencia

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{N^{\circ} \text{ de plantas emergidas}}{N^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} * 100$$

3.7.2.2. *Altura de la planta en cm.*

Esta variable fue medida desde la base del tallo hasta la yema terminal del tallo de 15 plantas seleccionadas al azar para el tratamiento. Se empleó una regla milimetrada y el valor medido se expresa en centímetros. Dichas medidas se tomaron pasado 30 días de la inoculación de las semillas.

3.7.2.3. *Longitud de la raíz en cm.*

Cuidadosamente se extrajo la planta del semillero y se limpió el sistema radicular la medida se tomó desde el cuello de la raíz hasta el ápice de esta seleccionando 15 plantas al azar por cada tratamiento, se utilizó una regla milimetrada. Dichas medidas se tomaron pasado 30 días de la inoculación de las semillas.

3.7.2.4. *Largo y ancho de la primera hoja verdadera en cm.*

Para el largo se midió la hoja por el centro de la nervadura desde la base hasta el ápice y el ancho se midió por la parte más ancha de la hoja seleccionando 20 plantas al azar por tratamiento. Se usó una regla milimetrada. Dichas medidas se tomarán pasado 20 días de la inoculación de las semillas.

3.7.2.5. *Biomasa Fresca.*

El rendimiento de biomasa fresca se determinó en 15 plantas de cada tratamiento, los cuales se pesaron en una balanza digital facilitada por el laboratorio de la UTEQ, donde se determinará el peso fresco el cual se expresó en gramos (g).

3.7.2.6. *Biomasa Seca.*

Ya determinado el rendimiento de biomasa fresca se colocaron las muestras en la estufa por 48 horas a 65 °C, transcurrido ese tiempo se pesaron cada una de las muestras habiendo obtenido la cantidad de peso seco, esta variable se expresó en gramos (g).

3.8. Ensayo 2

Se analizaron las variables agronómicas, productivas y económicas del cultivo de chile Cayenne Long Slim (*Capsicum annuum* L.) bajo el efecto del alga marina (*Ascophyllum nodosum*).

3.8.1. Manejo del experimento

3.8.1.1. Establecimiento de semilleros.

Para el establecimiento del ensayo 2 se empleó el mismo procedimiento detallado en el ensayo 1. Usando bandejas de germinación y turba con el fin de proporcionar las mejores condiciones a las semillas, se colocó una semilla por alveolo.

3.8.1.2. Preparación del suelo.

La preparación del suelo consistió en limpiar todo el suelo de malezas, rastrojos de plantas no deseadas presentes en el sitio, se empleó el azadón con mano de obra humana con la idea de tener tierra suelta, se formaron camas y el terreno quede apto para trasplantar plántulas de ají.

3.8.1.3. Delimitación de la parcela experimental.

La delimitación de la parcela experimental se realizó con el fin de determinar la ubicación de los tratamientos de acuerdo con el croquis de campo teniendo una parcela de 11x10 m, para ello se utilizó una cinta, para determinar el establecimiento de los surcos.

3.8.1.4. Trasplante.

El trasplante de las 15 plantas se realizó a los 20 días después de la siembra en el semillero cuando las plantas alcanzaron una altura de 15 cm, se realizaron hoyos de 10 cm de profundidad, con una distancia entre plantas de 0,50 m y entre hileras de 1 m, introduciendo desinfectantes en cada hoyo para un óptimo desarrollo de plantas y prevención de ataques de patógenos.

3.8.1.5. Fertilización.

La biofertilización a base de microalga será aplicada cada 15 días diluyendo en 2.2 litros de agua las diferentes dosis de microalga de los tratamientos ya establecidos.

Tabla 5

Aplicación de biofertilización.

Tratamiento	Semillas del ají	Concentración de algas %	Concentración de algas en g
T0 Testigo	40	0%	Agua
T1	40	100%	2.4g
T2	40	75%	1.8g
T3	40	50%	1.2g
T4	40	25%	0.6g

Elaborado por: Autor

3.8.1.6. Tutorado.

El tamaño de cada área repetida y estudiada se determinó con latillas de caña de 0,80 m, latillas de 1,20 m ubicados a 10 cm de la planta, este trabajo fue necesario para mantener la planta en posición erguida, ya que los tallos de ají caen con facilidad, la finalidad de los tutores fue presionar las plantas y, evitar el acame por el viento.

3.8.1.7. Aporcado.

Consistió en cubrir con tierra parte del tallo de la planta, favoreciendo el desarrollo del sistema radicular y evitando que la planta se vuelque con facilidad.

3.8.1.8. Control de malezas.

Se efectuó un control de malezas manual, usando materiales como machetes para evitar la competencia de las malezas con los cultivos por nutrientes.

3.8.1.9. Control fitosanitario.

Para la prevención y control de plagas y enfermedades se introdujo captan y pyricor en el hoyo durante el trasplante para evitar el ataque de insectos. A partir de ese momento se aplicaron insecticidas, acaricidas según calendario cada 10-15 días: acetamiprid (rescate) 200 g/ha., clorpyrifos y furadan 3 kg/ha. También se utilizaron los siguientes fungicidas: captan 1 kg/ha, phyton y maxim para combatir hongos tipo Fusarium, cercosporosis, etc.

3.8.1.10. Cosecha.

Este trabajo se realizó de forma manual cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica y se encontraban en condiciones óptimas para su realización.

3.8.2. Variables de la investigación

3.8.2.1. Altura de la planta cm.

Esta variable fue medida desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja más alta en 15 plantas seleccionadas al azar para el tratamiento y repetición del área útil. El valor medido se expresó en centímetros. Dichas medidas se tomaron a los 30, 60, 90 días.

3.8.2.2. Días de floración.

Se registró el número de días entre la siembra y la fecha hasta que las unidades experimentales abran sus capullos florales.

3.8.2.3. Frutos por plantas.

Se efectuó un conteo de todos los frutos por planta para obtener un promedio.

3.8.2.4. Longitud, diámetro y peso promedio del fruto.

Las variables productivas del fruto se tomaron de manera al azar escogiendo 15 frutos por tratamiento y mediante la ayuda de un calibrador se procedió a tomar el largo y ancho del fruto, para luego pesarlo en una balanza analítica.

3.8.2.5. Biomasa fresca del fruto

La biomasa fresca se tomó de todos los frutos obtenidos por cada uno de los tratamientos, los cuales fueron pesados en balanza analítica previamente encerada, obtenido así la biomasa fresca del fruto.

3.8.2.6. Biomasa seca del fruto

Una vez que se obtuvo el peso fresco de la biomasa se procedió a introducir la muestra de los frutos en una estufa por 2 días a 70 °C, obteniendo así el peso de la biomasa seca.

3.8.2.7. Rendimiento por hectárea (kg/ha).

El rendimiento se estimó de acuerdo con la biomasa fresca del fruto, mediante el uso de la siguiente formula:

Ecuación 2 Rendimiento por ha

$$\text{rendimiento (kg/ha)} = \frac{\text{peso cosecha por tratamiento (kg)} * \text{area total}}{\text{area de cada unidad experimental}}$$

3.8.2.8. Análisis económico

En el análisis económico, se evaluó el gasto asociado a cada uno de los tratamientos que estaban siendo investigados

3.8.2.9. Relación beneficio - costo.

Para establecer la relación costo beneficio del experimento se hizo uso de la siguiente formula:

Ecuación 3 Relación beneficio-costo

$$\mathbf{B/C = UN/CT}$$

R B/C = relación beneficio - costo

UN = Utilidad neta

CT = costo total

3.9. Recursos humanos y materiales

En este proyecto de investigación se utilizarán para su desarrollo los siguientes materiales y equipos:

3.9.1. Recursos humanos.

Tabla 6

Talento Humano.

Talento Humano	Cantidad
Tutor del proyecto	1
Estudiante responsable del proyecto	1
Trabajadores de campo	2

Elaborado por: Autor

3.9.2. Recursos materiales de cultivo.

Tabla 7

Materiales de cultivo.

Materiales de cultivo	Cantidad
Alga 600 (sobres de 500 g)	2
Bandeja de germinación	2
Aspersor de mochila	1
Aspersor de mano	1
Azadón	2
Balanza digital	1
Calibrador digital	1
Cinta métrica	1
Flexómetro	1
Machetes	3
Tijera de pelar o navaja	1
Turba	3 lb
Piola	1
Semillas de ají 2 sobres (20g/sobre)	40g

Elaborado por: Autor

3.9.3. Recursos materiales y equipos utilizados.

Tabla 8

Materiales y equipos.

Materiales y Equipos	Cantidad
Un ordenador	1
Libros y revistas	3
Internet	1
Cuaderno de campo	1
memoria extraíble	1
Esferos	2
Impresora	1

Elaborado por: Autor

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ensayo 1

4.1.1. Porcentaje de emergencia

De acuerdo con el análisis de varianza (Tabla 9), se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p < 0.05$), y un coeficiente de variación de 3.85%, considerado relativamente bajo, dando confiabilidad a los datos presentados, siendo tratamiento que obtuvo la media más alta el tratamiento 3 el cual reporto una tasa de emergencia del 97%, seguido de cerca por el tratamiento 1 el cual obtuvo una tasa de emergencia del 93%. Los tratamientos 4 y 2 presentaron una tasa de emergencia relativamente baja con relación a los tratamientos biofertilizados con el alga *Ascophyllum nodosum* registrando 78%, siendo estos superiores al testigo el cual obtuvo una tasa de emergencia del 75%.

Tabla 9

Porcentaje de emergencia.

Tratamientos	Numero de semillas sembradas	Numero de plantas emergidas	% emergencia
T0	40	30	75 d
T1	40	37	92.5 b
T2	40	31	77.5 cd
T3	40	39	97.5 a
T4	40	31	77.5 c
C.V.			3.85

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

Los resultados expuestos fueron similares que los expuestos por *Carvalho et al.* (29), quienes al estudiar el vigor de las semillas de frejol mediante el uso de extractos del alga *Ascophyllum nodosum* en diferentes niveles a un total de 50 semillas, dando como resultado que el alga mejora la tasa de germinación en un 89% a diferencia el tratamiento con agua el cual solo germino el 70% de las semillas.

Coskun et al. (30), estudiaron la calidad de las semillas de pimiento biofertilizadas con *Pseudomonas* y *Bacillus* en donde el mayor porcentaje de emergencia de las semillas de pimiento fue de 70.3%, habiendo mayor tasa de germinación con dosis de algas marinas como las del género *Ascophyllum* que empleando biorreguladores.

4.1.2. *Altura de planta*

De acuerdo con el análisis de varianza para la altura de planta (Tabla 10), se detectó diferencia estadística entre los tratamientos ($p > 0.05$) y un coeficiente de variación de 16.66%, para la altura de planta, muestra un solo rango, donde los tratamientos poseen valores estadísticamente iguales, siendo el tratamiento 0 (testigo) el que presento mejores promedios a diferencia de los tratamientos aplicando el biofertilizante a base del alga marina *A. nodosum*, dando como resultado que la aplicación de biofertilizantes de alga marina *Ascophyllum nodosum* no tuvo repercusión en esta variable.

Tabla 10

Altura de planta a los 30 días.

Tratamientos	Promedios
T0	6.71 a
T1	5.89 a
T2	6.25 a
T3	6.28 a
T4	6.34 a
C.V %	16.66

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

Los resultados expuestos son diferentes que los presentados por *Sebastián* (31), quien al emplear dosis de algas marinas en el cultivar tuvo alturas de 8.64 cm a los 30 días.

Khan et al. (32), empleando dosis de 5 ml de *A. nodosum* tuvo como resultados promedios de alturas de plantas de 73 cm.

Vijayakumar et al (33), indican que el uso de algas marinas es tan eficiente que el uso de reguladores de crecimiento en estado puro mejorando el crecimiento de las plantas de pimiento en etapa temprana, aportando además dosis de nitrógeno, magnesio y potasio requeridos por la planta.

4.1.3. *Longitud de hoja*

De acuerdo con el análisis de varianza para la longitud de hoja (Tabla 11), no se detectó diferencia estadística entre los tratamientos ($p > 0.05$) registrando un coeficiente de variación de 12.36% para la longitud de hoja, muestra un solo rango, donde los

tratamientos poseen valores estadísticamente iguales, siendo el tratamiento 0 (testigo) el que presento mejores promedios diferencia de los tratamientos aplicando el biofertilizante a base del alga marina *A. nodosum*, dando como resultado que la aplicación de biofertilizantes de alga marina *Ascophyllum nodosum* no tuvo repercusión en esta variable.

Tabla 11

Longitud de hoja.

Tratamientos	Promedios
T0	5.69 a
T1	5.41 a
T2	5.20 a
T3	5.44 a
T4	5.36 a
C.V %	12.36

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

Los resultados fueron superiores que los expuestos por *Gitau et al.* (34), quienes aplicando diferentes microalgas verdes obtuvieron una longitud de hoja de 4.8 cm.

Prista & Gobbino (35), evaluaron el uso de microalgas en el aloe a los 30 días después de la fertilizada, obteniendo plantas con longitudes de hojas menores a 10 cm.

Cepeda et al. (36), realizaron un estudio sobre el uso de macroalgas con la *Porphyra umbilicatis* en el cultivo de rábano en donde aplicando dosis de 75% a los 30 días obtuvieron plantas con longitudes de hoja de 8.38 cm.

4.1.4. Ancho de hoja

De acuerdo con el análisis de varianza para el ancho de hoja (Tabla 12), se detectó diferencia estadística entre los tratamientos evaluados ($p < 0.05$), obteniendo un coeficiente de variación de 12.36% para el ancho de hoja, muestra tres rangos de distribución de datos, donde los tratamientos poseen valores estadísticamente son diferentes, siendo el tratamiento 0 (testigo) el que presento mejores resultados con plantas con un ancho de hoja de 3.78 cm, seguido del tratamiento 1, 2 y 3 los cuales poseen un rango de distribución medio con promedio de 3.66, 3.58 y 3.44 cm, a diferencia del tratamiento 4 el cual presento un rango de distribución menor al testigo con plantas con un ancho de hoja de

3.37 cm, dando como resultado que la aplicación de biofertilizantes de alga marina *Ascophyllum nodosum* no tuvo repercusión en esta variable.

Tabla 12.

Ancho de hoja.

Tratamientos	Promedios
T0	3.78 a
T1	3.66 ab
T2	3.58 ab
T3	3.44 ab
T4	3.37 b
C.V %	12.36

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

Dichos resultados fueron inferiores que los expuestos por *Cepeda et al.* (36), quienes al aplicar dosis de 25% de la macroalga *Porphyra umbilicalis* obtuvieron hojas con un diámetro de 8.03 cm.

Los resultados se comparan con los expuestos por *Miceli et al.* (37), quienes a aplicar dosis de extracto de *Ecklonia maxima* en el cultivo de lechuga y etapa inicial bajo hidropónico tuvo como resultado hojas con diámetros inferiores a 3.5 cm.

Khan et al. (38), mencionan que los extractos de alga pueden mejorar el crecimiento de las plantas tanto en concentraciones bajas como alta.

4.1.5. Longitud de raíz

De acuerdo con el análisis de varianza para la longitud de raíz (Tabla 13), no hubo indicios diferencia estadística entre los tratamientos ($p > 0.05$), con un coeficiente de variación de 20.99% para la longitud de raíz, muestra un solo rango, donde los tratamientos poseen valores estadísticamente iguales, siendo el tratamiento 4 el que presento mejores promedios con plantas que poseen una longitud de raíz de 6.18 cm, seguido de tratamiento 0 y 3 con promedios de longitud de raíz de 5.85 cm a diferencia de los tratamientos 1 y 2 los cuales poseen promedios inferiores al testigo, donde se puede concluir que aplicando el biofertilizante a base del alga marina *A. nodosum* en concentraciones bajas no ayuda a desarrollar de mejor forma el sistema radicular de la planta.

Tabla 13*Longitud de raíz.*

Tratamientos	Promedios
T0	5.85 a
T1	5.75 a
T2	5.77 a
T3	5.85 a
T4	6.18 a
CV %	20.99

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

Los promedios registrados fueron superiores que los expuesto por *Villa et al.* (39), quien al aplicar extractos de algas marinas en dosis de 2.5% tuvo como resultado plantas comuna longitud de raíz promedio de 0.81 cm.

Zodape et al. (40), aplicaron concentraciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% del alga marina. *K. alvarezii* en el cultivo de tomate donde presentaron plantas con una longitud de raíz de 11.40 cm.

Gitau et al. (34), menciona que el tamaño de las células de las microalgas también podría desempeñar un papel importante en la interacción de la planta con el suelo, mejorando el sistema radicular, mejorando la circulación de los nutrientes hacia la planta.

4.1.6. Biomasa fresca y seca.

En la siguiente (Tabla 14) se describen las variables biomasa fresca y seca del cultivo de ají Cayenne durante la etapa inicial empleando biofertilizante a base del alga *A. nodosum* y un testigo con agua.

En la biomasa fresca, según el análisis de varianza, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos ($p > 0.05$), adicionalmente, se registró un coeficiente de variación de 7.50% para la biomasa fresca, muestra un solo rango, donde los tratamientos poseen valores estadísticamente similares, siendo el tratamiento 0 (testigo) el que presento mejores promedios con 7.28 g, seguido de los tratamientos 1, 2 y 3 con 7.22 g, 7.17 g y 6.30 g, a diferencia del tratamiento 4 el cual presento un menor peso en biomasa fresca con 5.69 g.

De acuerdo con el análisis de varianza para la biomasa seca, no se detectó diferencia estadística entre los tratamientos ($p > 0.05$), además se registró coeficiente de variación de 11.71% para la biomasa seca, muestra un solo rango, donde los tratamientos poseen valores estadísticamente similares, siendo el tratamiento 0 (testigo) el que presento mejores promedios con 0.84 g, seguido de los tratamientos 1, 2 y 3 con 0.76 g, 0.73 g y 0.67 g, a diferencia del tratamiento 4 el cual presento un menor peso en biomasa fresca con 0.57 g.

Concluyendo que las aplicaciones de biofertilizantes de alga marina *Ascophyllum nodosum* no genera un incremento en el peso tanto en la biomasa fresca como seca.

Tabla 14

Biomasa fresca y seca de la etapa inicial.

Tratamientos	Biomasa fresca (g)	Biomasa seca (g)
T0	7.28 a	0.84 a
T1	7.22 a	0.76 a
T2	7.17 a	0.73 a
T3	6.30 a	0.67 a
T4	5.69 a	0.57 a
CV %	7.50	11.71

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

Dichos resultados fueron inferiores que los presentados por *Mbandlwa et al.* (41), quienes al aplicar dosis de biofertilizante a base de alga marina en el cultivo de pimiento tuvo un incremento en la biomasa fresca de 7.5 g y 1.14 g de la biomasa seca.

Zeynep & Selcuk (42), evaluaron el efecto de algas marinas en la nutrición de pimiento dulce dando como resultado un incremento de la biomasa 1.5 g en fresco y 0.56 g en seco.

Renaut et al. (43), indica que los parámetros relacionados con el crecimiento de las plantas aumentaron significativamente tanto en tomate como en pimiento en respuesta al tratamiento con el alga marina *A. nodosum*.

4.2. Ensayo 2

4.2.1. Altura de la planta cm.

En la siguiente (Tabla 15) se describen la altura de planta del cultivo de ají Cayenne los 30, 60 y 90 días empleando biofertilizante a base del alga *A. nodosum* y un testigo con agua.

Según el análisis de varianza se detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos de la variable altura de planta a los 30, 60 y 90 días ($p < 0.05$). A los 30 días con un coeficiente de variación de 21.43%. el valor más alto registrado lo obtuvo los tratamientos 3, 2 y 1 con un promedio de 28.24 cm, 25.82 cm, y 25.25 cm, a diferencia del tratamiento 4 la cual obtuvo alturas de plantas de 19.71 cm siendo este tratamiento no representativo a relación del testigo con 24.57 cm el cual fue superior.

A los 60 días mostrando un coeficiente de variación de 23.01%, en la altura de planta, la media alta obtenida fue la del tratamiento 3 el que presento plantas con mayor altura con 87.50 cm, seguido del Tratamiento 1 y 2 con 78.27 cm y 75.36 cm, a diferencia del tratamiento 4 el cual a los 60 días tuvo plantas con menor altura con 58.13 cm, con relación al testigo el cual presento plantas con alturas de 58.13 cm.

A los 90 días con un coeficiente de variación de 21.67%, en la altura de planta con aplicaciones del biofertilizante el más representativo es el tratamiento 3 con promedios de 82.18 cm, seguido de del tratamiento 1 y 2 con 82.69 cm y 79.99 cm, a diferencia del tratamiento 4 el cual presento alturas de plantas de 63.45 cm siendo esta no representativas con relación al testigo el cual se destacó más presentando plantas con alturas de 71.23 cm.

Tabla 15

Altura de planta a los 30, 60 y 90 días.

Tratamientos	30 días	60 días	90 días
T0	24.57 ab	66.17 bc	71.23 bc
T1	25.25 a	78.27 ab	82.69 ab
T2	26.82 a	75.36 ab	79.99 abc
T3	28.24 a	87.5 a	92.18 a
T4	19.71 b	58.13 c	63.45 c
CV %	21.43	23.01	21.02

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

Selvakumari & Venkatesan (44), evaluaron dosis de algas marina *Chroococcum turgidus* en el cultivo de tomate donde se observó que a los 30 días obtuvieron plantas con alturas promediadas de 45.5 cm a diferencia de los 60 y 90 días en donde obtuvieron plantas con alturas de inferiores a los 65 y 90 cm.

Sebastian (31), emplearon dosis de algas marinas en el cultivo de arroz obtuvieron plantas con alturas a los 30 días superiores a los 9.24 cm, a los 60 días presentaron plantas con alturas de 57.72 cm y a los 90 días presentaron plantas con alturas inferiores a los 70 cm.

Khan et al. (32), evaluaron distintas dosis de 3, 4, y 5 ml de del *A. nodosum* en el cultivo de pimiento obtuvieron como resultados plantas con alturas a los 120 días máximas de 77 cm.

4.2.2. Días de floración.

De acuerdo con el análisis de varianza para los días de floración (Tabla 16), se encontró diferencia estadística entre los tratamientos ($p < 0.05$), obteniendo un coeficiente de variación de 3.70%, mostrando dos solo rangos, pero se puede observar un tratamiento que destaco mucho más el cual tardo menos tiempo en emitir flores fue el tratamiento 2 con 38.07 días, seguido del tratamiento 1 y 3 los cuales emitieron la primera flor a los 38.60 días a diferencia del tratamiento 4 con floración el cual tardo más días en emitir la primera flor con 40.80 días, a diferencia del testigo el cual emitió la primera flor a los 40.47 días.

Tabla 16

Días a la floración.

Tratamientos	Promedios
T0	40.47 a
T1	38.60 b
T2	38.07 b
T3	38.60 b
T4	40.80 a
CV %	3.70

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

Dichos promedios fueron semejantes que los presentados por *Selvakumari & Venkatesan* (44), quienes al emplear extractos de algas marinas en plantas de tomate hubo tratamientos que emitieron la primera flor a los 39 días y otros a los 44 días.

Haro et al. (45), al estudiar el comportamiento del ají jalapeño bajo diferentes abonos orgánicos obtuvieron plantas que emitieron la primera flor a los 28 días, obteniendo resultados inferiores que los valores obtenidos en la presente investigación.

4.2.3. Número de frutos por planta

De acuerdo con el análisis de varianza para número de frutos por planta (Tabla 17), se detectó diferencia estadística entre los tratamientos y un p. valor de 0.0001. Con la prueba de Kruskal-Wallis se obtuvo 4 rangos de distribución, donde entre los tratamientos con aplicaciones del biofertilizante a base del alga marina *A. nodosum* el que se destaca fue el tratamiento 3 con un promedio de 95 frutos por tratamiento, seguido del tratamiento 2 y 1 con un promedio de 48.47 y 45.07 frutos por planta, a diferencia del tratamiento 4 el cual mostro una medida no representativa con 17.13 frutos por planta a comparación del testigo el cual no sobrepaso los 26.47 frutos por planta.

Tabla 17

Número de fruto por planta.

Tratamientos	Promedios
T0	26.47 bc
T1	45.07 b
T2	48.47 b
T3	95.00 a
T4	17.13 c
p. valor	0.0001

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

Dichos promedios fueron superiores que los expuesto por *Coello & Burgos* (46), quienes al aplicar diferentes extractos de algas y abonos orgánicos foliares y edáficos en el cultivo de pimiento obtuvieron en sus plantas un máximo de 6 frutos por planta.

Monge & Loria (47), estudiaron el comportamiento del pimiento con aplicaciones de extractos de alga *A. nodosum* y Caolinita donde el tratamiento con el alga obtuvo mayor cantidad de frutos con 11 frutos por planta que con la caolinita.

Lakshimi et al. (48), quienes al aplicar dosis del alga *A. nodosum* obtuvieron un máximo de 22 frutos por planta.

4.2.4. Diámetro del fruto

De acuerdo con el análisis de varianza para el diámetro del fruto (Tabla 18), se detectó diferencia estadística entre los tratamientos ($p < 0.05$), y un coeficiente de variación de 11.75%. se obtuvieron 3 rangos de significancia, se destaca fue el tratamiento 0 y 1 con un promedio de 3.98 cm y 3.86 cm en el diámetro de frutos, seguido del tratamiento 2 y 3 con un promedio de 3.72 cm y 3.64 cm en el diámetro de frutos, a diferencia del tratamiento 4 al cual se le observó frutos con menor diámetro con 3.36 cm.

Tabla 18

Diámetro del fruto.

Tratamientos	Promedios
T0	3.98 a
T1	3.86 a
T2	3.72 ab
T3	3.64 ab
T4	3.36 b
CV %	11.75

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

Dichos promedios fueron superiores que los expuestos por Ashour et al. (49), quienes al aplicar dosis de alga marina al 0.25% obtuvieron frutos con un diámetro de 1.23 cm, explicando que los extractos de alga tienen una ventaja sobre los diferentes fertilizantes químicos aumentando así el rendimiento del cultivo de pimiento picante.

Haro et al. (45), al estudiar el comportamiento del ají jalapeño bajo diferentes abonos orgánicos obtuvieron frutos con diámetros de frutos mínimos de 3 cm, siendo los valores obtenidos en la presente investigación superiores con un valor mínimo de 3.36 cm aproximadamente.

4.2.5. Largo del fruto

De acuerdo con el análisis de varianza para la longitud del fruto (Tabla 19), se detectó diferencia estadística entre los tratamientos ($p < 0.05$), y un coeficiente de variación de 7.96%. Se obtuvieron 5 rangos de significancia, en donde se destaca fue el tratamiento 2 con un promedio de 24.67 cm en la longitud de frutos, seguido del tratamiento 3, 1 y 4 con un promedio de 24.33 cm, 22.85 cm y 22.49 cm, siendo estos superiores al testigo con un promedio de 21.45 cm.

Tabla 19

Longitud de fruto por planta.

Tratamientos	Promedios
T0	21.45 c
T1	22.85 abc
T2	24.67 a
T3	24.33 ab
T4	22.49 bc
CV %	7.96

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

Dichos promedios fueron superiores que los presentados por *Ashour et al.* (49), quienes en su investigación obtuvieron frutos con longitudes de 12 cm empleando un bioproducto a base de 4 tipos de algas marinas.

Campos & Chacón (50), evaluaron el rendimiento de bioestimulante a base de fitohormonas y macroelementos en el cultivo de ají escabeche, obteniendo frutos con longitudes de 13 cm.

Herrera (51), indica que las de ají características físicas de las algas pardas muestran que es un material potencial para ser empleado en la agricultura como sustrato para los cultivos, pero ciertos componentes de sus características químicas limitan su uso para plantas, volviéndolas poco tolerante a altas concentraciones de elementos menores provocando que se ralentice el crecimiento de los frutos.

4.2.6. *Peso promedio del fruto.*

De acuerdo con el análisis de varianza para el peso promedio del fruto (Tabla 20), no se detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p > 0.05$), y un coeficiente de variación de 18.52%. obteniendo un rango de distribución de datos, a pesar que los promedios de los tratamientos presentaron un grado de similitud, los que se destacan son el tratamiento 1, 2 y 3 con un promedio peso de frutos de 13.98 y 13.92 g, a diferencia del tratamiento 4 el cual presento pesos no representativos comparado con el testigo con un total de 11.87 g de pesos en los frutos de ese tratamiento, donde se puede concluir que aplicando el biofertilizante a base del alga marina *A. nodosum* en concentraciones mínimas no influyen de manera representativa en el peso del fruto.

Tabla 20

Peso promedio de los frutos.

Tratamientos	Promedios
T0	12.49 a
T1	13.98 a
T2	13.98 a
T3	13.92 a
T4	11.87 a
CV %	18.52

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

Los promedios presentados fueron inferiores que los presentados por *Monge & Loria* (47), quienes en su investigación obtuvieron frutos con pesos de 81 g empleando el alga marina *A. nodosum* como biofertilizante.

Shakir & Salman (52), en su investigación probaron el efecto de la fertilización orgánica en el comportamiento productivo del ají picante obtenido pesos de hasta 5 g empleado una combinación de abono líquido y fertilizante, siendo más oportuno usar algas marinas para mejorar los parámetros productivos del cultivo de pimiento picante.

4.2.7. *Biomasa fresca del fruto*

Según el análisis de varianza para la biomasa fresca de los frutos el cual se describe en la (Tabla 21), no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p > 0.05$), con un

coeficiente de variación de 23.85%, para los tratamientos muestra 1 rango de distribución para los tratamientos, el tratamiento 1 y 2 se ubican entre los mejores mostrando una media de datos con 135.02 g en el peso de la biomasa fresca de los frutos, seguido del tratamiento 3 el cual presento un promedio de 133.93 g, a diferencia del tratamiento 4 el cual presento un peso en la biomasa con 109.75 g siendo no representativo debido a que el testigo obtuvo mejor peso en la biomasa.

Tabla 21

Biomasa fresca de los frutos.

Tratamientos	Promedios
T0	117.47 a
T1	135.02 a
T2	135.02 a
T3	133.93 a
T4	109.75 a
CV %	23.85

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

Monge & Loria (47), mediante las aplicaciones del bioestimulante a base del alga *A. nodosum* obtuvieron un promedio en la biomasa de 113.47 g que al aplicar Caolinita sola o combinada.

Lakshmi et al. (48), evaluaron las aplicaciones del extracto a base de algas marinas *A. nodosum* en el cultivo de tomate obtuvieron peso en la biomasa total de 85 g.

Jamiolkowska et al. (53), obtuvieron empleando distintos abonos orgánicos una biomasa total de 119.6 g.

4.2.8. Biomasa seca de los frutos

Según el análisis de varianza para la biomasa fresca de los frutos la cual se describe en la (Tabla 22), se detectó diferencias estadísticas ($p < 0.05$), para los tratamientos, con un coeficiente de variación de 22.81%. la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos muestra 3 rangos de distribución de los tratamientos, el tratamiento 2 el que presento mejores resultados mostrando un rango representativo de datos con 34.69 g en el peso de la biomasa seca de los frutos, seguido del tratamiento 1 y 0 los cuales presentaron un

promedio de 32.27 y 29.94 g, a diferencia del tratamiento 3 y 4 los cuales presentaron un peso en la biomasa con 28.62 y 24.91 g siendo no representativo debido a que el testigo obtuvo mejor peso en la biomasa.

Tabla 22

Biomasa seca del fruto.

Tratamientos	Promedios
T0	29.94 ab
T1	32.27 ab
T2	34.69 a
T3	28.62 ab
T4	24.91 b
CV %	22.81

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

Moreno (54) , en su investigación realizado estudios sobre el comportamiento agronómico del ají escabeche en función a distintos tipos de bioproductos a base de algas marinas combinados con fertilizante N, P, K, obteniendo una biomasa fresca superior a los 12.5 g, estos resultados a diferencia de los valores obtenidos en la presente investigación, estos son inferiores, debido a que al combinar los diferentes bioproductos con el fertilizante debió tener un peso en la biomasa mucho más representativo, a diferencia de usar un solo producto en un tipo mucho más corto obteniendo una biomasa mucho mayor.

Espinosa et al. (55), estudio el comportamiento de la planta de tomate empleando extractos de algas veres (*Ulva ohnoi*), en donde obtuvieron una biomasa seca de 3.2 g, presentado diferencias significativas entre la aplicación del alga marina y el testigo, indicando que la mejor opción para que las algas se puedan absorber de mejor manera en la planta es mediante la utilización de Estiércol de alga marina, maximizando la acumulación de bimasa, siendo estos promedios inferiores que los expuestos en la presente investigación, logrando un mayor contenido en la biomasa seca empleando algas marinas como *A. nodosum*, la cual promueve de mejor forma el crecimiento de la planta.

4.2.9. Rendimiento por hectárea (kg/ha).

Según el análisis de varianza para rendimiento por hectárea la cual se describe en la (Tabla 23), no se detectaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para los tratamientos, con un

coeficiente de variación de 23.63%. la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos muestra 1 rango de distribución de datos, todos los tratamientos presentaron promedios similares, siendo los tratamientos que más se destacan son el 1 y 2 con un rendimiento de 245.49 kg/ha., seguido del tratamiento 3 con un rendimiento de 243.64 kg/ha., a diferencia del tratamiento 4 el cual presento un rendimiento bajo con 199.55 kg/ha., con relación al testigo el cual presento un rendimiento mayor con 213.58 kg/ha.

Tabla 23

Rendimiento por hectárea del cultivo de Ají Cayenne.

Tratamientos	Promedios
T0	213.58 a
T1	245.49 a
T2	245.49 a
T3	243.64 a
T4	199.55 a
CV %	23.63

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

Dicho resultado fue superior que los presentados por *Monge & Loria* (47), quienes de obtuvieron en su investigación un rendimiento del 20.58 kg/ha., al emplear el alga *A. nodosum* como biofertilizante.

Coello & Burgos (46), quienes al aplicar el 12% del biofertilizante a base de algas marinas obtuvieron un rendimiento de 11.53 kg/ha.

A diferencia de la investigación de *Mohamed et al.* (56), quienes al aplicar dosis de algas en el cultivo de pimiento obtuvieron un rendimiento de 13.16 kg/ha.

4.2.10. Análisis económico

En la (Tabla 24) se muestra el análisis económico por tratamiento, el cual indica los gastos obtenidos en la ejecución de la investigación, en el cual muestra que entre los tratamientos el que menor costo de producción fueron los tratamientos con alga marina con \$ 129.71, los cuales fueron muchos más económicos y mayormente rentables que emplear solamente agua como principal fuente nutritiva presentando un costo de producción mayor con \$ 134.71.

Tabla 24*Análisis económico de los tratamientos evaluados.*

Materiales	T0	T1	T2	T3	T4
Agua destilada	10.5	0	0	0	0
Biofertilizante Alga 600	0	5.5	5.5	5.5	5.5
Fundas de semillas	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
Bandejas de germinación	6	6	6	6	6
Insecticida	9.16	9.16	9.16	9.16	9.16
Turba	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
Compost	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
Cascarilla de arroz	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
Balanza analítica	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Regadera	12.25	12.25	12.25	12.25	12.25
Estacas	4	4	4	4	4
Piola	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Machete	5	5	5	5	5
Rastrillo	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Azadón	5	5	5	5	5
Espeque	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Jornales	17.25	17.25	17.25	17.25	17.25
Transporte y cosecha	10	10	10	10	10
Total (\$):	134.71	129.71	129.71	129.71	129.71

4.2.10.1. Relación C/B.

En la (Tabla 25) se demuestra que el tratamiento que obtuvo mayor beneficio neto fueron los tratamientos 1 y 2, biofertilizados con concentraciones del alga marina del 25 y 50%, obteniendo un ingreso económico de 368.24 dólares, los mismos que obtienen una relación costo/beneficio mayor con 1.84 dólares. por cada ganancia obtenida, seguido del tratamiento 3 el cual presento un ingreso económico de 365.26 dólares, presentando una relación costo beneficio de 1.82 dólares por cada ganancia obtenida, a diferencia del tratamiento 4 el cual, obtuvo un menor beneficio neto con un valor alcanzado de 299.32 dólares, inferior al tratamiento testigo, obteniendo así una relación costo beneficio de 1.31 dólares por cada ganancia obtenida.

Tabla 25*Relación Costo/beneficio de los tratamientos evaluados*

Rubro	T0	T1	T2	T3	T4
Rendimiento kg/ha.	213.58	245.49	245.49	243.51	199.55
Precio kg	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ingreso bruto	320.37	368.24	368.24	365.26	299.32
Costos totales	134.71	129.71	129.71	129.71	129.71
Utilidad neta	185.66	238.53	238.53	235.55	169.61
Relación C/B	1.38	1.84	1.84	1.82	1.31

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En cuanto a la emergencia el tratamiento que presento mejores resultados fue el Tratamiento 3 el cual de 40 semillas germinaron 39 obteniendo un porcentaje de emergencia del 97,5% a diferencia del testigo el cual de 40 semillas solo germinaron 30 presentando un 75%, pero con el pasar de los días se observó que el testigo mostro mejores resultados durante la primera etapa de desarrollo del cultivo, a diferencia de los tratamientos con alga marina *A. nodosum* los cuales presentaron un crecimiento lento.
- A nivel de desarrollo vegetal se pudo observar que el tratamiento 3 empleando concentraciones del 75% de algas marinas destaco entre el resto de tratamientos, mostrando plantas con mayor altura a los 30,60 y 90, a diferencia del tratamiento con 100% de alga marina el cual presento un crecimiento más lento que el testigo, lo que demuestra que dosis completas del alga provoca que el cultivo posea un crecimiento lento, limitando los procesos fisiológicos de la planta, a diferencia de dosis medias y bajas los cuales ayudan a que la planta capte de mejor forma los nutrientes.
- A nivel de producción el tratamiento que presento plantas con mayor número de frutos fue el tratamiento 3, pero estos en términos de diámetro y longitud no destacan a diferencia del tratamiento 1 y 2 con aplicaciones del alga *A. nodosum* en concentraciones de 25% y 50% presentando plantas con mayor diámetro y longitud, mayor contenido de biomasa fresca y mayor rendimiento, a diferencia del tratamiento 4 el cual presento estándares productivos menores que el resto de tratamientos y que el testigo, comprobando que concentraciones del 100% de alga marina *A. nodosum* provocan que la planta de pimiento picante no se desarrolle al 100% a nivel productivo, limitando el crecimiento de los frutos y el rendimiento de la planta.
- El mejor tratamiento económicamente hablando resultaron ser los tratamientos 1 y 2, debido a su alto rendimiento el cual se ve reflejada en la relación costo/beneficio a diferencia del tratamiento 4 el cual no muestra una buena relación ni altos ingresos.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso del biofertilizante alga 600 en concentraciones de 25, 50 y 75% los cuales brindan a la planta mayores beneficios, el cual al ser orgánico no representa daños al medio ambiente y es rápidamente asimilable por la planta, mostrando mayor respuesta y rentabilidad en la producción del pimiento picante Cayenne.
- Se recomienda la utilización del biofertilizante a base del alga *A. nodosum* en concentraciones bajas de 25%, 50% y 75%, debido a que estos aceleran el crecimiento vegetativo de la planta de pimiento picante Cayenne, en periodo más corto.
- Emplear los biopreparado a base de algas marinas como la *A. nodosum*, debido que estos promueven la generación de frutos de pimiento picante Cayenne, mejorando el color, aroma y calidad de pimiento picante Cayenne.
- analizar posibles investigaciones con el cultivo de pimiento picante Cayenne, empleando el alga *A. nodosum* para conocer si esta genera mayor respuesta frente a otros tipos de extractos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. Vergara N D, Lozada-Requena I, Aguilar O J. Efecto de la capsaicina sobre la producción de TNF- en células mononucleares: estudio piloto. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 2006; 23: p. 52-55.
2. Quitral R V, Morales G C, Sepúlveda L M, Schwartz M M. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Revista chilena de nutrición*. 2012; 39: p. 196-202.
3. Pereira L, Morrison L, Shukla PS, Critchley AT. A concise review of the brown macroalga *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis. *Journal of Applied Phycology*. 2020; 32(6): p. 3561-3584.
4. Afanador Barajas N. Biofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. *Ingeciencia*. 2017; 2(1): p. 65-76.
5. José M, Angulo M, Robayo EV. Validación de la metodología analítica para la separación y cuantificación de Capsaicina y Dihidrocapsaicina presente en *Capsicum pubescens* provenientes de la sabana de Bogotá mediante cromatografía de gases (GC)..
6. Aguirre Hernández E, Ocotero VM. El CHILE como alimento. *Ciencia*. 2015; 66(3): p. 16-23.
7. Garruña R, Pereyda-González J, Oliva-Ruíz M, Rodríguez-Castellanos A, Castillo-Colli M, Ríos-Bolívar FM, et al. Hortalizas tropicales: súper plantas ante el cambio climático..
8. LÓPEZ RIQUELME GO. Chilli. Especia del nuevo mundo. *Ciencias*. 2009; 0(069).

9. Frank L. Chile - De Cayenne Long Slim *Capsicum annum*. Saflax. BIO. <http://www.saflax.de/copyright>. 2019; 1(1).
10. El Rincón del Chili. El Rincón del Chili. [Online]; 2012. Disponible en: <https://rincondelchili.wordpress.com/especies-de-chile/capsicum-annuum/cayenne-long-slim/#comments>.
11. Berríos ME, Arredondo Belmar C, Tjalling Holwerda. CropKit Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad Pimiento..
12. Nuñez F. El cultivo de pimientos, Chiles y Ajíes. primera ed. Madrid: Mundiprensa; 2019.
13. Castellanos C. Efecto de las densidad de plantación sobre crecimiento, producción y calidad en cinco sesiones de asjí. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2019; 3(1).
14. Castañón G. Identificación de las variables para caracterizar morfológicamente colectas de chile (*Capsicum*). Revista de ciencias agropecuarias. Cumaná. 2018; 5(1).
15. Bossland P. Pimientos: vegetables y especies *Capsicums*. segunda edición ed. Londres Reino Unido, : CABI; 2018.
16. López C. Biofertilizantes, evaluación del efecto en el desarrollo vegetativo del cultivo de pimiento a nivel del campo. Universidad de Guayaquil. 2018.
17. Franco R. Biofertilizantes una revisión sistemática de la literatura científica en los últimos 10 años. Facultad de agricultura de Trujillo. 2019.

18. Santillan M. Así funcionan los biofertilizantes. Ciencia UNAM. 2016.
19. Salmerón S. Biofertilización foliar con algas marinas a un viñedo y su relación con contenido de hierro, fotosíntesis y rendimiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Artículo en Agrociencia 54: 967-976. 2020.
20. Domínguez B. Las algas marinas como potenciales estimulantes del crecimiento vegetal para la agricultura en México. Manual de la agricultura y cultivo saludable. Universidad Autónoma de México. 2018; 28(1).
21. Ronga D. Biostimulantes y biofertilizantes de microalgas en la producción de cultivos. Agronomía. 2019; 9(4).
22. Chaudhary AK DP. Aplicaciones potenciales de biofertilizantes a base de algas.. Biofertilizantes para la Agricultura Sostenible y el Medio Ambiente. 2019; 2(1).
23. Hamed S. Papel de las macroalgas marinas en la protección y mejora de las plantas para la tecnología de agricultura sostenible. Revista de Ciencias Básicas y Aplicadas de la Universidad de Beni-Suef. 2018; 7(1).
24. Rodríguez C. Extractos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y desarrollo vegetal. Revista de Regulación del Crecimiento Vegeta. 2019; 28(4).
25. Hernández H. Efecto de extractos líquidos de algas en el crecimiento de plántulas. Revista de agricultura aplicada. 2018; 26(1).
26. Díaz L. Efecto de aplicaciones foliares de un bioestimulante derivado de extracto de algas sobre el comportamiento fisiológico de plántulas de lulo. Revista de Ciencia e investigación agraria. 2018; 43(1).

27. Agropecuario I, Fernando Salazar Carranza L, Diana Verónica Véliz Zamora I. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Título del Proyecto de investigación..
28. Actualización: Febrero 2020 Versión: 1.2 Producto: LEILI ALGA 600..
29. Carvalho M, Castro P, Novembre D, Chamma H. Seaweed Extract Improves the Vigor and Provides the. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences. 2013; 13(8): p. 1104-1107.
30. Coskun K, Orel C, Okyay H, Melis M, Demir I. Quality of Immature and Mature Pepper (*Capsicum annuum* L.) Seeds in Relation to Bio-Priming with Endophytic Pseudomonas and Bacillus spp. Horticulturae. 2021; 7(4): p. 1-16.
31. Sebastian H. Growth and yield performance of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) under seaweed extract and inorganic fertilizer. Plant Science Today. 2021; 8(4): p. 933-939.
32. Khan RI, Hafiz IA, Shafique M, Ahmad T, Ahmed I, Qureshi AA. Effect of pre-harvest foliar application of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract on growth, yield, and storage life of different bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars grown under hydroponics. Journal of Plant Nutrition. 2018; 41(18): p. 2309-2319.
33. Vijayakumar S, Durgadevi S, Arulmozhi P, Rajalakshmi S, Gopalakrishnan T, Parameswari N. Effect of seaweed liquid fertilizer on yield and quality of *Capsicum annuum* L. Acta Ecologica Sinica. 2019; 39(5): p. 406-410.
34. Gitau M, Farkas A, Balla B, Ordog V, Futo Z, Maroti G. Strain-Specific Biostimulant

- Effects of *Chlorella* and *Chlamydomonas* Green Microalgae on *Medicago truncatula*. *Plants*. 2021; 10(6): p. 10-60.
35. Prisa D, Gobbino M. Microbic and Algae biofertilizers in *Aloe barbadensis* Miller. *Open Access Research Journal of Biology and Pharmacy*. 2021; 1(2): p. 1-9.
36. Cepeda M, Alvarez A, Monge M, Batista ACJ. Uso de la macroalga *Porphyra umbilicalis* en la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de rábano "*Raphanus sativus* L". *Revista Ciencia y Tecnología*. 2023; 16(1): p. 29-34.
37. Miceli A, Vetrano F, Moncada A. Influence of *Ecklonia maxima* Extracts on Growth, Yield, and Postharvest Quality of Hydroponic Leaf Lettuce. *Horticulturae*. 2021; 7(11): p. 440.
38. Khan W, Rayirath U, Subramanian S, Jithesh M, Rayorath P, Hodges M, et al. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2009; 28: p. 386–399.
39. Villa V, Rezende R, Marques P, Soares G, Crepaldi R, De Souza D, et al. Seaweed extract of *Ascophyllum nodosum* applied in tomato crop as a biostimulant for improving growth, yield and soil fertility in subtropical condition. *Journal of Applied Phycology*. 2023.
40. Zodape S, Gupta A, Bhandari S, Rawat U, Chaudhary D, Eswaran K, et al. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Scientific & Industrial Research*. 2011; 70: p. 215-219.
41. Mbandiwa N, Fotouo H, Maboko M, Sivakumar D. Stomatal conductance, leaf chlorophyll content, growth, and yield of sweet pepper in response to plant growth

- regulators. *International Journal of Vegetable Science*. 2020; 16(2): p. 116-126.
42. Zeynep A, Selcuk S. The effect of olive pomace and seaweed extract on the growth of pepper seedling. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 2022; 19(2): p. 246-257.
43. S. R, Masa J, Norrie J, Bilal B, Hijri M. A commercial seaweed extract structured microbial communities associated with tomato and pepper roots and significantly increased crop yield. *Microbial Biotechnology*. 2019; 12(6): p. 1346-1358.
44. Selvakumari P, Venkatesan K. Seasonal Influence of Seaweed Gel on Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) Hybrid COTH 2. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017; 6(9): p. 55-66.
45. Haro M, Valarezo A, Ramirez A. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE DOS TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE AJÍ JALAPEÑO (*Capsicum annuum*), RECINTO PUEMBO, CANTON PUJILÍ, PROVINCIA DE La Mana, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2022.
46. Coello H, Burgos T. EFECTO DE LA APLICACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR DE EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador; 2020.
47. Monge J, Loría M. Foliar Spray of Kaolinite and *Ascophyllum nodosum*(L.) Le Jolis on Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Revista de investigación y difusión científica agropecuaria*. 2022; 26: p. 121-133.
48. Lakshmi S, Ravichandram V, Anandakumar S, Senthil A, Arul L, Radahamani S, et al. Foliar application of *Ascophyllum nodosum* improvement of photosynthesis, fruit setting percentage, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of*

Applied and Natural Science. 2023; 13(3): p. 951-971.

49. Ashour M, Hassam S, Elshobary M, Ammar G, Gaber A, Alsanie W, et al. Impact of Commercial Seaweed Liquid Extract (TAM®) Biostimulant and Its Bioactive Molecules on Growth and Antioxidant Activities of Hot Pepper (*Capsicum annuum*). *Plants*. 2021; 10(6): p. 1045.
50. Cmapos M, Chacón C. Efecto de bioestimulantes en rendimiento y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.), valle de Huaral - 2017. Huacho, Perú: Universidad de San Pedro; 2019.
51. Herrera S. Sargazo (*Sargassum* spp.) como sustrato agrícola Montecillo, Mexico: Colegio de Postgrados; 2015.
52. Shakir Z, Salman F. Effect of Organic and Biological Fertilization on Some Quantitative and Qualitative Indicators of Some Chili Pepper Varieties. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPECIAL EDUCATION*. 2022; 37(3): p. 8012-8018.
53. Jamiolkowska A, Buczkowska H, Thanoon AH. Effect of biological preparations on the health state of pepper fruits and content of saccharides. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*. 2016; 15(2).
54. Moreno S. EXTRACTOS DE ALGAS MARINAS EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* var. pendulum) BAJO CONDICIONES DE CAÑETE Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2017.
55. Espinosa A, Zamora J, Zarazúa P, Santacruz F, Sanchez C, Aguila E, et al. Application of Seaweed Generates Changes in the Substrate and Stimulates the Growth

of Tomato Plants. *Plants*. 2023; 12(7): p. 1520.

56. Mohamed M, Sami R, Al-Mushhin A, Elsayed M, El-Desouky H, Ismail K, et al. Impacts of Effective Microorganisms, Compost Tea, Fulvic Acid, Yeast Extract, and Foliar Spray with Seaweed Extract on Sweet Pepper Plants under Greenhouse Conditions. *Plants*. 2021; 10(9): p. 1927.

CAPÍTULO VII

ANEXO

Anexo 1

Análisis de varianza de la tasa de emergencia.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.61	4	0.15	144.92	<0.0001
Tratamiento	0.61	4	0.15	144.92	<0.0001
Error	0.07	70	1.1e-03		
Total	0.69	74			

Anexo 2

Análisis de varianza de la altura de planta durante la etapa inicial.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	30.56	23	1.33	1.21	0.2640
Tratamiento	6.82	4	1.71	1.55	0.1957
Error	83.61	76	1.10		
Total	114.07	99			

Anexo 3 *Análisis de varianza de la longitud de h durante la etapa inicial.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.80	23	0.47	1.05	0.4225
Tratamiento	2.57	4	0.64	1.43	0.2313
Error	34.09	76	0.45		
Total	44.89	99			

Anexo 4 *Análisis de varianza de la longitud de raíz durante la etapa inicial*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	80.85	23	3.52	1.17	0.2939
Tratamiento	4.87	4	1.22	0.41	0.8030
Error	227.48	76	2.99		
Total	308.34	99			

Anexo 5 *Análisis de varianza del diámetro de hoja durante la etapa inicial.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.38	23	0.32	1.56	0.0768
Tratamiento	2.12	4	0.53	2.59	0.0435
Error	15.61	76	0.21		
Total	22.98	99			

Anexo 6 *Análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	630.55	4	157.64	5.53	0.0006
Tratamiento	630.55	4	157.64	5.53	0.0006
Error	1995.43	70	29.51		
Total	2625.99	74			

Anexo 7 *Análisis de varianza de la altura de planta a los 60 días.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	7683.93	4	1920.98	6.79	0.0001
Tratamiento	7683.93	4	1920.98	6.79	0.0001
Error	19793.88	70	289.77		
Total	27477.81	74			

Anexo 8 *Análisis de varianza de la altura de planta a los 90 días.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	7271.83	4	1817.66	6.78	0.0001
Tratamiento	7271.83	4	1817.66	6.78	0.0001
Error	18773.78	70	268.20		
Total	26045.61	74			

Anexo 9 *Análisis de varianza de los días a la floración.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	211.87	4	52.97	0.46	0.7629
Tratamiento	211.87	4	52.97	0.46	0.7629
Error	8013.75	70	114.48		
Total	8225.62	74			

Anexo 10 *Análisis de varianza de los días a la floración.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	91.68	4	22.92	10.82	<0.0001
Tratamiento	91.68	4	22.92	10.82	<0.0001
Error	148.27	70	2.12		
Total	239.95	74			

Anexo 11 *Análisis de varianza del diámetro del fruto a los 90 días.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.34	4	0.83	4.39	0.0032
Tratamiento	3.45	4	0.83	4.39	0.0032
Error	13.31	70			
Total	16.65	74			

Anexo 12 *Análisis de varianza de la longitud del fruto a los 90 días.*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	106.55	4	26.64	7.83	<0.0001
Tratamiento	106.55	4	26.64	7.83	<0.0001
Error	238.08	70	3.40		
Total	344.63	74			

Anexo 13 *Análisis de varianza del peso del fruto a los 90 días.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	59.82	4	14.95	2.48	0.0514
Tratamiento	59.82	4	14.95	2.48	0.0514
Error	421.38	70	6.02		
Total	481.20	74			

Anexo 14 *Análisis de varianza de la biomasa fresca.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	8426.61	4	14.95	2106.65	0.2163
Tratamiento	8426.61	4	14.95	2106.65	0.2163
Error	99368.38	70	1419.55		
Total	107794.99	74			

Anexo 15 *Análisis de varianza de la biomasa seca.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	824.63	4	206.16	3.17	0.0187
Tratamiento	824.63	4	206.16	3.17	0.0187
Error	4546.72	70	64.95		
Total	5371.35	74			

Anexo 16 *Análisis de varianza del rendimiento.*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	17078.91	4	4269.73	0.73	0.5757
Tratamiento	17078.91	4	4269.73	0.73	0.5757
Error	410429.92	70	5863.28		
Total	427508.83	74			

Anexo 17

Variables de crecimiento de la etapa inicial a los 30 días empleando dosis del alga A.

Variables del ensayo 1.						
Variables	T0 (0%)	T1(100%)	T2(75%)	T3(50%)	T4(25%)	C.V. (%)
PE	75.00 ± d	92.50 ± b	77.50 ± cd	97.50 ± a	77.50 ± c	3.85
AP	6.71 ± a	5.89 ± a	6.25 ± a	6.28 ± a	6.34 ± a	16.66
(cm).	0.85	1.17	1.23	1.07	0.94	
LH	5.69 ± a	5.41 ± a	5.20 ± a	5.44 ± a	5.36 ± a	12.36
(cm)						
AH	3.78 ± a	3.66 ± ab	3.58 ± ab	3.44 ± ab	3.37 ± b	12.36
(cm)						
LR	5.85 ± a	5.75 ± a	5.77 ± a	5.85 ± a	6.18 ± a	20.99
(cm)						
BF	7.28 ± a	7.22 ± a	7.17 ± a	6.30 ± a	5.69 ± a	7.50
(g)						
BS	0.84 ± a	0.76 ± a	0.73 ± a	0.67 ± a	0.57 ± a	11.71
(g)						

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

**PE= Porcentaje de emergencia; AP= Altura de planta; LH= Longitud de hoja; AH= Anchoo de hoja; LR= Longitud de raíz; BF= Biomasa fresca; BS= Biomasa seca.*

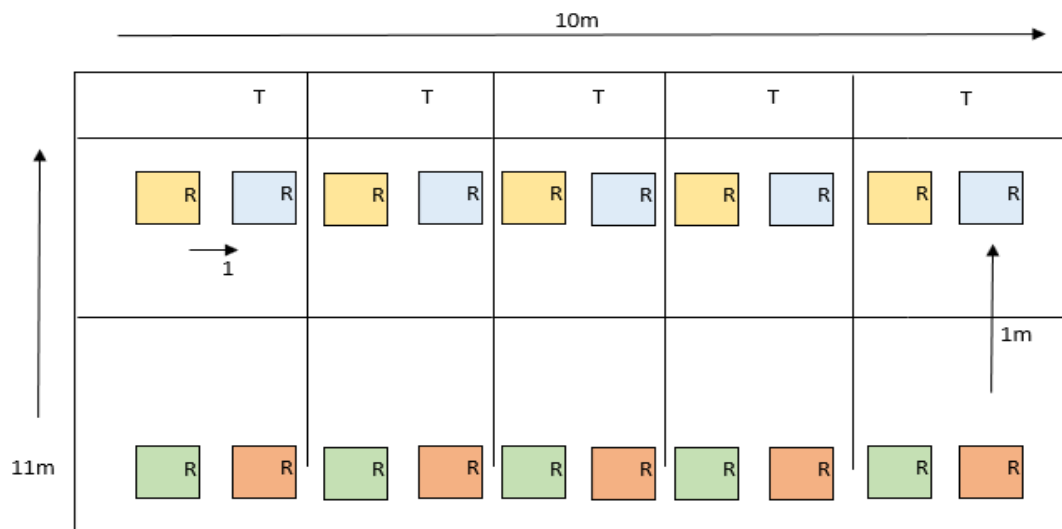
Anexo 18 *Parámetros de crecimiento y producción del cultivo de Ají Tabasco bajo los efectos de los efectos de dosis del alga A. nodosum.*

Variables del ensayo 2.							
Variables	T0 (0%)	T1(100%)	T2(75%)	T3(50%)	T4(25%)	C.V. (%)	
AP 30d (cm)	24.57 ± ab	25.25 ± a	26.82 ± a	28.24 ± a	19.71 ± b	21.43	
AP 60d (cm)	66.17 ± bc	78.27 ± ab	75.36 ± ab	87.50 ± a	58.13 ± c	23.01	
AP 90d (cm)	71.23 ± bc	82.69 ± ab	79.99 ± abc	92.18 ± a	63.445 ± c	21.02	
DF (cm)	40.47 ± a	38.60 ± b	38.07 ± b	38.60 ± b	40.80 ± a	3.70	
NF (N°)	26.47 ± bc	45.07 ± b	48.47 ± b	95.00 ± a	17.13 ± c	0.0001 (p. valor)	
DF (cm)	3.98 ± a	3.86 ± a	3.72 ± ab	3.64 ± ab	3.36 ± b	11.75	
LF (cm)	21.45 ± c	22.85 ± abc	24.67 ± a	24.33 ± ab	22.49 ± bc	7.96	
PPF (g)	12.49 ± a	13.98 ± a	13.98 ± a	13.92 ± a	11.87 ± a	18.52	
BFF (g)	117.47 ± a	135.02 ± a	135.02 ± a	133.93 ± a	109.75 ± a	23.85	
BSF (g)	29.94 ± ab	32.27 ± ab	34.69 ± a	28.62 ± ab	24.91 ± b	22.81	
REN (Kg/ha)	213.58 ± a	245.49 ± a	245.9 ± a	243.64 ± a	199.55 ± a	23.63	

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

*d= Días, AP= Altura de planta; DF= Días a la floración; NF= Número de frutos; LF= Longitud del fruto; DF= Diámetro del fruto; PPF= Peso del fruto; BFF= Biomasa fresca del fruto; BSF= Biomasa seca del fruto; REN= Rendimiento

Anexo 19 *Croquis de campo.*



Área Total: 11m x 10 m = 110 m² de terreno

Anexo 20 *Chile Cayenne long slim inmaduro*



Anexo 21 *Secado en estufa para obtener materia seca.*



Anexo 22 *Pesaje de los frutos para obtener biomasa fresca.*



Anexo 23 *Aplicación de viruta de boya.*



Anexo 24 *Control de plagas.*



Anexo 27 *Emergencia de las plantas.*



Anexo 25 *Control manual de malezas.*



Anexo 28 *Preparación del terreno pretransplante.*



Anexo 26 *Trasplante.*



Anexo 29 *Aplicación de los tratamientos.*



Anexo 30 *Medición en campo de los tratamientos a aplicar.*



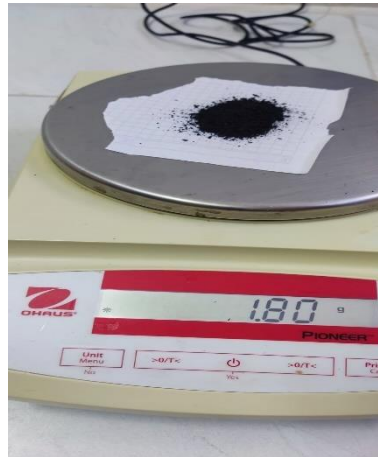
Anexo 33 *Pesaje para obtener biomasa fresca.*



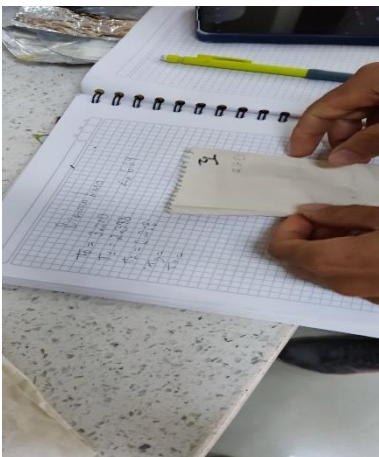
Anexo 31 *Trasplante de las plántulas de chile.*



Anexo 34 *Pesaje del tratamiento 2.*



Anexo 32 *Rotulación de fundas para obtener biomasa seca.*



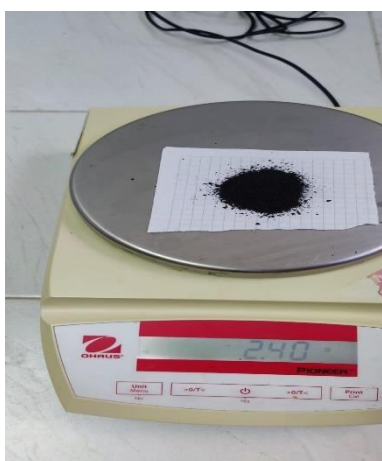
Anexo 35 *Pesaje del tratamiento 3.*



Anexo 36 *Pesaje del tratamiento 4.*



Anexo 37 *Pesaje del tratamiento 1.*



Anexo 38 *Pesaje de los tratamientos en laboratorio.*



