



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

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

Proyecto de Investigación:

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

Autora:

DAYRA KAROLINA VEAS VÉLEZ

Directora del Proyecto de Investigación:

BLGA. ANA RUTH ÁLVAREZ SÁNCHEZ, PhD.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Dayra Karolina Veas Vélez

C.I. 0940803992

AUTORA



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 la estudiante **Dayra Karolina Veas Vélez**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Efecto de la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de pimiento amarillo (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)**”, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas por el efecto.

Blga. Ana Ruth Álvarez Sanchez, *Ph.D.*
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



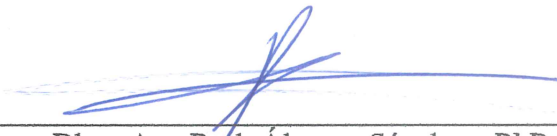
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

La suscrita Blga Ana Ruth Álvarez Sanchez. *Ph.D.*, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado **Efecto de la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de pimiento amarillo (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)**” Presentado por la estudiante **Dayra Karolina Veas Vélez** egresada 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 96% y similitud 4%, del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento



Document Information

Analyzed document	Tesis Dayra Karolina Pimiento.docx (D176905985)
Submitted	2023-10-26 01:50:00
Submitted by	
Submitter email	dayra.veas2018@uteq.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	aalvarezs.uteq@analysis.orkund.com


Blga. Ana Ruth Álvarez Sánchez, *Ph.D.*
**DIRECTORA DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN**



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efecto de la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de pimiento amarillo (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. Luis Godoy Montiel

MIEMBRO DE TRIBUNAL
Dra Shailili Moreno Morales

MIEMBRO DE TRIBUNAL
Dr. Ronald Villamar Torres

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Quiero aprovechar esta oportunidad para expresar mi profunda gratitud a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de esta tesis. Sin su apoyo y orientación, este proyecto no habría sido posible.

En primer lugar, deseo agradecer a mi directora de tesis, Dra. Ana Ruth Sánchez Álvarez, por su guía experta y paciencia a lo largo de este proceso. Sus valiosas sugerencias y conocimientos fueron fundamentales para dar forma a esta investigación.

También estoy agradecida con los miembros de mi comité de tesis, Dr. Luis Godoy, Dra. Shailili Moreno y el Dr. Ronald Villamar por su compromiso y por tomarse el tiempo de revisar y evaluar este trabajo. Sus comentarios críticos fueron esenciales para mejorar la calidad de la tesis.

Un agradecimiento especial se extiende a mi familia y amigos, quienes me brindaron apoyo emocional y aliento constante durante este viaje académico. Su amor y confianza fueron mi fuente de inspiración.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a las personas que han sido mi inspiración y apoyo inquebrantable a lo largo de mi viaje académico.

A mis padres, Rosa Vélez y Walter Veas, cuyo amor, paciencia y sacrificio han sido la base de todo lo que he logrado. Gracias por creer en mí y por alentarme a perseguir mis sueños.

A mi pareja, por ser mi roca, mi compañero y mi fuente constante de motivación. Tu amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza.

A mis amigos y amigas, quienes han compartido risas, lágrimas y palabras de aliento a lo largo de esta travesía. Su amistad ha iluminado mi camino y ha hecho que cada paso sea más significativo.

A la Dra. Ana Ruth Sanchez Alvarez, cuya orientación experta y sabiduría han sido fundamentales en mi desarrollo académico. Sus enseñanzas me han inspirado a explorar nuevos horizontes.

También dedico esta tesis a todos los profesores/as que me han enseñado a lo largo de mi educación, quienes han compartido su conocimiento y han nutrido mi amor por el aprendizaje.

Por último, dedico este trabajo a todas las personas que han sido parte de mi estudio, cuya participación voluntaria ha enriquecido esta investigación. Sin su colaboración, este trabajo no sería posible.

Este logro es el resultado del apoyo y la dedicación de muchas personas, y por eso les dedico esta tesis con profundo agradecimiento y cariño.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento amarillo aplicando biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis. Se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos corresponden al T0 y a las diferentes concentraciones del alga *A. nodosum* T1-100%, T2-75%, T3-50% y T4-25%. Se emplearon 40 plantas por tratamiento. Los resultados indicaron que, la biofertilización con alga *A. nodosum* previo a la siembra, tuvo una incidencia representativa en la planta, obteniendo el mayor número de semillas germinadas, en los parámetros vegetativos del ensayo 1: AP (10.59 cm), LR (9.94 cm), DH (7.14 cm), LH (5.74 cm) fue el T1 el que obtuvo los valores más altos, mientras que la BF (13.06 g), BS (3.61 g) el T4 fue el que obtuvo los valores más altos. En el ensayo 2: el T1 registro valores altos en la AP 30 días con 26.08 cm, mientras que a los 60 y 90 días el T4 presento plantas con mayor altura con 54.66 y 82.44 cm; en los parámetros de productivos: NF (48), LF (13.94 cm) y el T1 obtuvo los mayores promedios, en el DF (11.02 cm), PFF (992.78 g) el T3 fue superior, en el PSF (216.43 g), BFT (1927.10 g), BST (411.35 g) y REN (3503.82 kg/ha.) el T4 destaco más que el resto de tratamientos, el cual obtuvo una relación costo/beneficio superior con 53.04 dólares por cada dólar invertido, siendo las aplicaciones con algas marina aceptables para potenciar el tamaño, calidad y rendimiento del cultivo de pimiento.

Palabras claves: Chile; Crecimiento; Hortalizas; Productividad; Solanáceas;

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the emergence, growth and production of the yellow bell pepper crop by applying a biofertilizer based on *Ascophyllum nodosum* algae at different doses. A completely randomized design was used, with five treatments and four replications. The treatments correspond to T0 and different concentrations of *A. nodosum* algae T1-100%, T2-75%, T3-50% and T4-25%. Forty plants were used per treatment. The results indicated that the biofertilization with *A. nodosum* algae prior to sowing had a representative incidence on the plant, obtaining the highest number of germinated seeds in the vegetative parameters of trial 1: AP (10.59 cm), LR (9.94 cm), DH (7.14 cm), LH (5.74 cm) was the T1 the one that obtained the highest values, while the BF (13.06 g), BS (3.61 g) the T4 was the one that obtained the highest values. In trial 2: T1 registered high values in the PA 30 days with 26.08 cm, while at 60 and 90 days T4 presented plants with greater height with 54.66 and 82.44 cm; in the parameters of productive: NF (48), LF (13.94 cm) and T1 obtained the highest averages, in the DF (11.02 cm), PFF (992.78 g) the T3 was superior, in the PSF (216.43 g), BFT (1927.10 g), BST (411.35 g) and REN (3503.82 kg/ha.) the T4 stood out more than the rest of the treatments, which obtained a superior cost/benefit ratio with 53.04 dollars for each dollar invested, being the applications with seaweed acceptable to enhance the size, quality and yield of the bell pepper crop.

Key words: *Chile; Growth; Vegetables; Productivity; Solanaceae;*

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE TABLA	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
CÓDIGO DUBLÍN	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	5
1.1.2. Formulación del problema	5
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.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco conceptual.....	8
2.1.1. <i>Algas marinas</i>	8
2.1.2. <i>Biofertilizantes</i>	8
2.1.3. <i>Dosificación</i>	8
2.1.4. <i>Emergencia</i>	8
2.1.5. <i>Pimiento amarillo</i>	8
2.2. Marco teórico.....	9
2.2.1. <i>Origen del pimiento amarillo</i>	9
2.2.2. <i>El pimiento amarillo en el Ecuador</i>	10
2.2.3. <i>Taxonomía</i>	10
2.2.4. <i>Descripción botánica</i>	10
2.2.5. <i>Fenología del cultivo</i>	11
2.2.6. <i>Requerimientos edafoclimáticos del cultivo</i>	11
2.2.7. <i>Composición nutricional del cultivo de pimiento amarillo</i>	12
2.2.8. <i>Variedades de pimiento</i>	12
2.2.8.1. <i>Lamuyo amarillo</i>	12
2.2.8.2. <i>Blocky</i>	13
2.2.8.3. <i>California</i>	13
2.2.9. <i>Labores del cultivo</i>	14
2.2.9.1. <i>Preparación del suelo</i>	14
2.2.9.2. <i>Siembra</i>	14
2.2.9.3. <i>Trasplante</i>	14
2.2.9.4. <i>Riego</i>	14

2.2.9.5.	<i>Fertilización</i>	14
2.2.9.6.	<i>Aporque</i>	15
2.2.9.7.	<i>Tutorado</i>	15
2.2.9.8.	<i>Poda</i>	15
2.2.9.9.	<i>Deshojado</i>	16
2.2.9.10.	<i>Aclareo de frutos</i>	16
2.2.9.11.	<i>Control de maleza</i>	16
2.2.9.12.	<i>Control de plagas y enfermedades</i>	16
2.2.9.13.	<i>Cosecha</i>	17
2.2.9.14.	<i>Postcosecha</i>	18
2.2.10.	<i>Biofertilización</i>	18
2.2.10.1.	<i>Las algas marinas usadas como biofertilizantes</i>	18
2.2.11.	<i>Ascophyllum nodosum</i>	19
2.2.11.1.	<i>Propiedades de Ascophyllum nodosum</i>	20
2.2.11.2.	<i>Efecto positivos de Ascophyllum nodosum en cultivos</i>	20
2.2.12.	<i>Investigaciones previas sobre el uso de Ascophyllum nodosum en hortalizas</i>	22
CAPÍTULO III		24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		24
3.1.	<i>Localización</i>	25
3.1.1.	<i>Condiciones agroclimáticas</i>	25
3.2.	<i>Tipo de investigación</i>	26
3.3.	<i>Método de investigación</i>	26
3.3.1.	<i>Método inductivo</i>	26
3.3.2.	<i>Método deductivo</i>	26
3.3.3.	<i>Método analítico</i>	26
3.4.	<i>Fuentes de recopilación de la investigación</i>	26

3.4.1.	<i>Fuentes primarias.....</i>	26
3.4.2.	<i>Fuentes secundarias</i>	26
3.5.	<i>Tratamientos en estudio</i>	27
3.6.	<i>Diseño de la investigación</i>	27
3.7.	<i>Manejo del experimento</i>	28
3.7.1.	<i>Experimento 1. Efecto de la biofertilización de la alga marina (Ascophyllum nodosum) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo de pimiento amarillo</i>	28
3.7.1.1.	<i>Variables de emergencia evaluadas a los 30 días</i>	29
3.7.2.	<i>Experimento 2. Efecto de la biofertilización con la alga marina (Ascophyllum nodosum) en las variables agronómicas, productivas y económicas en el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento amarillo.</i>	30
3.7.2.1.	<i>Variables evaluadas.....</i>	31
3.8.	<i>Recursos humanos y materiales</i>	33
3.8.1.	<i>Recursos humanos.....</i>	33
3.8.2.	<i>Recursos materiales</i>	33
CAPÍTULO IV		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1.	<i>Experimento 1.....</i>	35
4.1.1.	<i>Tasa de emergencia (%).....</i>	35
4.1.2.	<i>Parámetros de crecimiento del pimiento amarillo biofertilizado con el alga Ascophyllum nodosum durante la etapa inicial (30 días).</i>	36
4.1.2.1.	<i>Altura de planta</i>	37
4.1.2.2.	<i>Longitud de raíz (cm).....</i>	38
4.1.2.3.	<i>Diámetro de hoja (cm)</i>	39
4.1.2.4.	<i>Longitud de hoja (cm).....</i>	40
4.1.2.5.	<i>Biomasa fresca (g)</i>	41
4.1.3.	<i>Biomasa seca (g)</i>	42

4.2.	Experimento 2.....	44
4.2.1.	<i>Altura de planta a los 30, 60 y 90 días (cm)</i>	45
4.2.2.	<i>Número de frutos por planta</i>	46
4.2.3.	<i>Longitud del fruto (cm)</i>	47
4.2.4.	<i>Diámetro del fruto (cm)</i>	48
4.2.5.	<i>Peso fresco de los frutos (g)</i>	49
4.2.6.	<i>Peso seco de los frutos (g)</i>	50
4.2.7.	<i>Biomasa fresca (g)</i>	52
4.2.8.	<i>Biomasa seca (g)</i>	53
4.2.9.	<i>Rendimiento (kg/ha)</i>	54
4.3.	Análisis económico.....	55
4.3.1.	<i>Relación Costo/Beneficio</i>	56
CAPÍTULO V		58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		58
5.1.	Conclusiones.....	59
5.2.	Recomendaciones	60
CAPÍTULO V		61
BIBLIOGRAFÍA		61
6.1.	Referencias	62
CAPÍTULO VII.....		72
ANEXOS.....		72

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica del pimiento amarillo.</i>	10
Tabla 2 <i>Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de pimiento amarillo.</i>	11
Tabla 3 <i>Composición nutricional del pimiento amarillo.</i>	12
Tabla 4 <i>Requerimientos de nutricionales del cultivo.</i>	15
Tabla 5 <i>Propiedades del alga marina Ascophyllum nodosum.</i>	20
Tabla 6 <i>Condiciones meteorológicas del Campus Universitario “La María”.</i>	25
Tabla 7 <i>Esquema de los tratamientos.</i>	27
Tabla 8 <i>Esquema del análisis de varianza.</i>	27
Tabla 9 <i>Materiales y equipos empleados en la investigación.</i>	33
Tabla 10 <i>Tasa de emergencia de las semillas de pimiento amarillo.</i>	35
Tabla 11 <i>Parámetros de crecimiento del cultivo de pimiento amarillo biofertilizado con el alga marina A. nodosum durante la etapa inicial (30 días).</i>	36
Tabla 12 <i>Parámetros de crecimiento y productivos del cultivo de pimiento amarillo biofertilizado con el alga marina Ascophyllum nodosum.</i>	44
Tabla 13 <i>Análisis económico de los tratamientos evaluados.</i>	56
Tabla 14 <i>Relación Costo beneficio de los tratamientos evaluados.</i>	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Cultivo de pimienta amarillo.</i>	9
Figura 2 <i>Pimienta var. Lamuyo.</i>	12
Figura 3 <i>Pimienta var. Blocky.</i>	13
Figura 4 <i>Pimienta var. California.</i>	13
Figura 5 <i>Alga parda (Ascophyllum nodosum).</i>	19
Figura 6 <i>Mapa del Campus Universitario "La María".</i>	25
Figura 7 <i>Altura de planta a los 30 días.</i>	37
Figura 8 <i>Longitud de raíz a los 30 días.</i>	38
Figura 9 <i>Diámetro de hoja a los 30 días.</i>	40
Figura 10 <i>Longitud de hoja a los 30 días.</i>	41
Figura 11 <i>Biomasa fresca a los 30 días.</i>	42
Figura 12 <i>Biomasa seca a los 30 días.</i>	43
Figura 13 <i>Altura de planta a los 30, 60 y 90 días.</i>	46
Figura 14 <i>Número de frutos por tratamiento a los 90 días.</i>	47
Figura 15 <i>Longitud del fruto a los 90 días.</i>	48
Figura 16 <i>Diámetro del fruto a los 90 días.</i>	49
Figura 17 <i>Peso fresco del fruto a los 90 días.</i>	50
Figura 18 <i>Peso seco del fruto a los 90 días.</i>	51
Figura 19 <i>Biomasa fresca total por tratamiento.</i>	52
Figura 20 <i>Biomasa seca de la planta de pimienta amarillo.</i>	53

Figura 21 <i>Rendimiento del pimiento amarillo por tratamiento</i>	55
--	----

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Modelo matemático.</i>	27
Ecuación 2 <i>Porcentaje de emergencia.</i>	29
Ecuación 3 <i>Rendimiento por tratamiento.</i>	32
Ecuación 4 <i>Relación costo/beneficio.</i>	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cuadro de análisis de la varianza de la tasa de emergencia.	73
Anexo 2 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de tallo a los 30 días.	73
Anexo 3 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de raíz a los 30 días.	73
Anexo 4 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro de hoja a los 30 días.	73
Anexo 5 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de hoja a los 30 días.	73
Anexo 6 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca a los 30 días.	74
Anexo 7 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca a los 30 días.	74
Anexo 8 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 30 días	74
Anexo 9 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 60 días	74
Anexo 10 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud del fruto	74
Anexo 11 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro del fruto.	75
Anexo 12 Cuadro del análisis de la varianza del peso fresco del fruto.	75
Anexo 13 Cuadro del análisis de la varianza del peso seco del fruto.	75
Anexo 14 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca.	75
Anexo 15 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca.	75
Anexo 16 Cuadro de análisis de la varianza del rendimiento kg/ha.	76
Anexo 17 Distribución de las semillas de cada uno de los tratamientos.	76
Anexo 18 Siembra en bandejas de germinación.	76
Anexo 19 Plantines de pimiento amarillo.	77

Anexo 20 Efecto del biofertilizante a base del alga <i>Ascophyllum nodosum</i> sobre los plantines de pimiento amarillo.	77
Anexo 21 Toma de la variable longitud radicular.	78
Anexo 22 Peso de la biomasa fresca y seca de los plantines durante la etapa inicial.	78
Anexo 23 Colocación del tutoreo.	79
Anexo 24 Aplicación del biofertilizante a base del alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> . ..	79
Anexo 25 Toma de la variable altura de planta a los 30 y 60 días.	80
Anexo 26 Cosecha de pimiento amarillo.	80
Anexo 27 Toma de peso total de los frutos por tratamiento.	81
Anexo 28 Toma de peso de la biomasa fresca.	81
Anexo 29 Croquis de campo.	82

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Efecto de la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de pimiento amarillo (<i>Capsicum annuum</i>) con la biofertilización del alga marina (<i>Ascophyllum nodosum</i>)”				
Autor:	Dayra Karolina Veas Véliz				
Palabras clave:	Chile	Crecimiento	Hortalizas	Productividad	Solanáceas
Fecha de publicación:	Noviembre 2023				
Editorial:	UTEQ, 2023				
Resumen:	La presente investigación tuvo como objetivo determinar la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento amarillo aplicando biofertilizante a base del alga <i>Ascophyllum nodosum</i> en diferentes dosis. Se utilizó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos corresponden al T0 y a las diferentes concentraciones del alga A. nodosum T1-100%, T2-75%, T3-50% y T4-25%. Se emplearon 40 plantas por tratamiento. Los resultados indicaron que, la biofertilización con alga A. nodosum previo a la siembra, tuvo una incidencia representativa en la planta, obteniendo el mayor número de semillas germinadas, en los parámetros vegetativos del ensayo 1: AP (10.59 cm), LR (9.94 cm), DH (7.14 cm), LH (5.74 cm) fue el T1 el que obtuvo los valores más altos, mientras que la BF (13.06 g), BS (3.61 g) el T4 fue el que obtuvo los valores más altos. En el ensayo 2: el T1 registro valores altos en la AP 30 días con 26.08 cm, mientras que a los 60 y 90 días el T4 presento plantas con mayor altura con 54.66 y 82.44 cm; en los parámetros de productivos: NF (48), LF (13.94 cm) y el T1 obtuvo los mayores promedios, en el DF (11.02 cm), PFF (992.78 g) el T3 fue superior, en el PSF (216.43 g), BFT (1927.10 g), BST (411.35 g) y REN (3503.82 kg/ha.) el T4 destaco más que el resto de tratamientos, el cual obtuvo una relación costo/beneficio superior con 53.04 dólares por cada dólar invertido, siendo las aplicaciones con algas marina aceptables para potenciar el tamaño, calidad y rendimiento del cultivo de pimiento.				
Abstract:	The objective of this research was to determine the emergence, growth and production of the yellow bell pepper crop by applying a biofertilizer based on <i>Ascophyllum nodosum</i> algae at different doses. A completely randomized design was used, with five treatments and four replications. The treatments correspond to T0 and different concentrations of A. nodosum algae T1-25%, T2-50%, T3-75% and T4-100%. Forty plants were used per treatment. The results indicated that the biofertilization with A. nodosum algae prior to sowing had a representative incidence on the plant, obtaining the highest number of germinated seeds in the vegetative parameters of trial 1: AP (10.59 cm), LR (9.94 cm), DH (7.14 cm), LH (5.74 cm) was the T1 the one that obtained the highest values, while the BF (13.06 g), BS (3.61 g) the T4 was the one that obtained the highest values. In trial 2: T1 registered high values in the PA 30 days with 26.08 cm, while at 60 and 90 days T4 presented plants with greater height with 54.66 and 82.44 cm; in the parameters of productive: NF (48), LF (13.94 cm) and T1 obtained the highest averages, in the DF (11.02 cm), PFF (992.78 g) the T3 was superior, in the PSF (216.43 g), BFT (1927.10 g), BST (411.35 g) and REN (3503.82 kg/ha.) the T4 stood out more than the rest of the treatments, which obtained a superior cost/benefit ratio with 53.04 dollars for each dollar invested, being the applications with seaweed acceptable to enhance the size, quality and yield of the bell pepper crop.				
Descripción:	(103) hojas A4, A4, 21x29.7 cm + CD-ROM				
URL:	(En blanco hasta cuando se disponga los repositorios)				

INTRODUCCIÓN

El pimiento es una planta muy reconocida a nivel mundial perteneciente a la familia de las Solanáceas como el tomate, papa y berenjena, es originario de México, Bolivia y Perú. Esta hortaliza posee algunas variedades como está el pimiento verde, amarillo y rojo, las cuales se cultivan en diferentes zonas del mundo y son implementadas en la dieta por su alto contenido de vitaminas y minerales (1). A nivel mundial en los últimos cuatro años se obtuvo una producción de pimiento alrededor de 38 millones de toneladas, siendo China el principal productor con 19 millones de toneladas, siguiéndole México con 3.3 millones de toneladas, mientras que en Ecuador la producción que se obtuvo fue de aproximadamente 7.500 toneladas en un área cosechada de 2.232 ha (2). Después del tomate, el pimiento es la segunda hortaliza con mayor importancia económica en América Latina.

En Ecuador, el pimiento en especial el amarillo (*Capsicum annuum*) es uno de los principales productos que se cultivan ya sea en ambientes controlados como los invernaderos o mayormente cultivados al aire libre, entre las provincias que se dedican a la actividad de cultivar pimiento morrón son Guayas, Santa Elena, Manabí, Imbabura, Chimborazo y Loja (3).

A pesar de su importancia, el cultivo de pimiento y otras hortalizas como el tomate, pepino, etc., se han visto afectadas por la contaminación ocasionada por el uso imprudente de agroquímicos, es por ello, que han surgido nuevas formas ecológicas para fertilizar y bioestimular los cultivos como el uso de bacterias, microorganismos benéficos, macro y micro algas como las algas Pardas (*Ascophyllum nodosum*) las cuales, poseen un efecto estimulante mejorando la productividad y potenciar el nivel nutritivo en los cultivos (4).

La *Ascophyllum nodosum* es empleada en la industria agropecuaria para la elaboración de bioinsumos por su efecto positivo en los cultivos como hortalizas, las cuales posee efectos promotores de crecimiento mejorando la productividad, gracias a estos compuestos acelera el crecimiento de los cultivos, ya que índice las moléculas antioxidantes mejorando la estructura y resistencia de la planta ante plagas y enfermedades (4).

Evidencias científicas corroboran la acción estimulante de la (*Ascophyllum nodosum*) empleadas en la agricultura en la germinación de las semillas, el vigor de las plántulas, el crecimiento y morfología de las raíces, la floración temprana, el retardo de la senescencia, la maduración de los frutos, el rendimiento de los cultivos y la calidad nutricional del

producto comestible de cultivares como Pepino, Tomate, Papas y gramíneas, Además, las aplicaciones promueven la actividad de microorganismos benéficos en la rizósfera, la tolerancia de las plantas a distintas condiciones de estrés abiótico y la protección frente a plagas y enfermedades (5).

Es por ello que, la presente investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la biofertilización a base de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), en la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento amarillo (*Capsicum annum* L.). Esto con el fin de poder aportar mejores formas de fertilización de hortalizas como el pimiento, permitiendo generar mejores formas de producir cultivos sin la necesidad de recurrir a los fertilizantes convencionales y tratar de recuperar y mejorar la calidad nutritiva de los cultivares.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El mercado nacional e internacional ofrece para mejorar los cultivos una amplia gama de insumos, los cuales potencian los cultivos, pero muchas veces estos no resultan tan efectivos, los agricultores al afán de querer mejorar los cultivares muchas veces optan por algo más rápido, la cual consiste en la fertilización convencional, aumentando los niveles nutricionales de la planta y produciendo frutos con un alto rendimiento (6).

Ecuador es un país rico en diversidad, y posee un peso considerable en la economía de muchas regiones del país, es por ello, que se deben buscar nuevas alternativas para poder producir plantas que estén libres de químicos, y tratar de aumentar de forma considerable el rendimiento de plantas como el Pimiento. Y esto es posible con el avance de nuevas tecnologías de manejo de cultivos, dejando a un lado la agricultura convencional y dando paso a nuevas formas de poder producir cultivos(7).

El uso de algas marinas, como la *Ascophyllum nodosum*, es la nueva alternativa para corregir la agricultura convencional, incrementando la producción y rendimiento, estimulando de mejor forma los procesos fisiológicos que genera la planta para llegar a una meta en específico, la cual es cultivos con una gran cantidad de nutrientes, sanos y con las características de una planta usando fertilizantes convencionales, además de mejorar y conservar la estructura rica de los suelos.

Diagnóstico

Actualmente, la demanda de fertilizantes está aumentando, pero debido a la sobreexplotación de los yacimientos minerales, la escasez de fertilizantes está aumentando hasta el punto de qué miles de plantaciones se ven afectadas por una baja nutrición de las plantas, que es una de las formas más rápidas de mejorar el rendimiento de las plantas. El desafío de la nueva generación es encontrar alternativas sostenibles, por ejemplo, utilizando fertilizantes producidos por organismos como plantas, hongos o bacterias, que sean ricos en nutrientes y ayuden a compensar las deficiencias de los fertilizantes tradicionales sin perder su alto rendimiento.

Pronóstico

Hoy en día, la contaminación ambiental y la sobreexplotación de los recursos naturales han provocado la escasez de muchos minerales. Si las grandes empresas encargadas de formular estos fertilizantes no piensan que las materias primas se irán limitando paulatinamente en el futuro, países como Ecuador, cuyas bases económicas se basan en la producción agrícola, poco a poco irán perdiendo contacto con los mercados internacionales, conduciendo a un declive social y económico.

1.1.2. *Formulación del problema*

¿De qué manera reaccionará el cultivo de pimienta amarilla al aplicar distintas dosis de biofertilizante a base de la alga marina *Ascophyllum nodosum*?

1.1.3. *Sistematización del problema*

¿Cuál será el efecto de la biofertilización de la alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo de pimienta amarilla.

¿Cuál será el tratamiento que presente mejores resultados en los parámetros de crecimiento y producción del cultivo de pimienta amarilla con biofertilización a base de la alga marina *Ascophyllum nodosum*?

¿Cuál será la relación costo/beneficio de los tratamientos al fertilizar el cultivo de con algas marinas (*Ascophyllum nodosum*)?

1.2. *Objetivos*

1.2.1. *Objetivo general*

Determinar la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimienta amarilla aplicando biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el efecto de la biofertilización de la alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo de pimienta amarilla.

- Analizar el efecto de la biofertilización con la alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en las variables agronómicas y productivas en el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento amarillo.
- Detallar la relación costo beneficio de la producción de pimiento amarillo con la biofertilización de la alga marina (*Ascophyllum nodosum*).

1.3. Justificación

El cultivo de pimiento a nivel poblacional es una alternativa sumamente relevante, ya que más del 75% de la población ecuatoriana lo consume por su alta calidad nutricional, Ecuador tiene algo que otros países no poseen, lo cual es suelos ricos y un clima excepcional capaz de producir grandes extensiones de cultivos como el Pimiento, el cual presenta una fisiología tanto interna como externa favorable, pero existe un problema que hace que el pimiento no sea reconocido mucho a nivel de exportación es su baja rentabilidad y esto se debe la falta de conocimiento sobre el manejo del cultivo (8).

El uso de la fertilización químico, ha traído una serie de consecuencias, buscar soluciones es lo que importa en la actualidad, cada vez es más evidente la escasez y sobre precio de los fertilizantes inorgánicos, hay diferentes fuentes orgánicas como bioles o gallinazas, pero estas son más difíciles y costosas de conseguir o están sobrevaloradas en el medio agropecuario, ante esto se ha encontrado nuevas fuentes como el uso de las algas marinas las cuales poseen efectos positivos en la producción en hortalizas como el pimiento (9).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Algas marinas*

Las algas marinas son organismos acuáticos eucariontes fotosintéticos, los cuales han sido implementados en la agropecuaria para la alimentación tanto de animales, personas y plantas por su alta calidad nutricional, beneficios estimulantes y alto rendimiento (10).

2.1.2. *Biofertilizantes*

Es un producto el cual es elaborado a partir de células vivas de varias especies sean vegetales, animales, microorganismos etc. el cual es empleado en la agricultura para nutrir los cultivos de manera orgánica libre de químicos (11).

2.1.3. *Dosificación*

La dosificación es la cantidad correcta de producto que se va a aplicar dentro de un cultivo, por lo general esta especificada en la etiqueta de algunos productos tanto químicos como orgánicos (12).

2.1.4. *Emergencia*

La emergencia de una planta ocurre cuando la planta aparece en la superficie del suelo es, distinta a la germinación porque esta ocurre aun cuando la semilla está dentro del suelo y no ha salido a la superficie (13).

2.1.5. *Pimiento amarillo*

Es una variedad de pimiento que se caracteriza por su forma la cual es semi-cuadrada y un color amarillo intenso, se cultiva en zonas donde predomina el frío no tolera temperaturas altas (14).

2.2. Marco teórico

2.2.1. *Origen del pimiento amarillo*

El pimiento amarillo tiene su origen en América central y Sur, fue usado por más de 7 mil años atrás como colorante, especia y remedio natural, se expandió hacia el viejo continente por los viajes de Cristóbal Colón en el siglo XVI, pero no fue muy cotizado, en los años 50 fue recién cuando en boom del pimiento amarillo surgió, la cual era una variedad que poseía un sabor suave pero su contenido de capsaicina era leve, se cultiva en grandes cantidades en zonas templadas o subtropicales, y en la actualidad se cultivan en diferentes países como lo son: China, Estados Unidos, México, España, Italia, Países Bajos (15).

Desde entonces el cultivo de pimiento se ha convertido en una de las hortalizas más importantes gracias a ella se realizan un sin número de platos los cuales poseen la calidad nutricional propia, el seguir produciendo y mejorando estos cultivares cada día será de gran manera un beneficio para la población, aunque han pasado siglos desde su descubrimiento el pimiento seguirá ganando más terreno en el mercado.

Figura 1

Cultivo de pimiento amarillo.



Fuente: (16).

2.2.2. *El pimiento amarillo en el Ecuador*

El pimiento es uno de las hortalizas básicas en los hogares de los ecuatorianos, se cultivan cerca en 1734 mil ha de terreno y se producen cerca de 5 mil ton, las cuales están distribuidas en provincias con zonas templadas como parte de la Región Sierra y provincias como Manabí y Guayas y Santa Elena, las cuales dan un margen económico de 500 a 600 mil dólares por hectárea (17).

2.2.3. *Taxonomía*

El pimiento amarillo es una planta herbácea rastrera la cual se caracteriza por producir frutos amarillos y uniformes, es por ello que a continuación en la siguiente tabla se describe la taxonomía correspondiente al cultivo de pimiento amarillo.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica del pimiento amarillo.

Rango taxonómico	Nombre
Reino:	Plantae
Clase:	Magnolipsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Genero:	<i>Capsicum</i>
Especie:	<i>C. annum</i> Var.

Fuente: (17).

Elaborado por: Autora.

2.2.4. *Descripción botánica*

El pimiento es una planta anual, con un sistema radicular pivotante profunda puede llevar a medir cerca de 1.2 m de largo, su tallo es limitado y recto que puede llegar a medir de 0.5 a 1.5 m y estos cuando la planta ha alcanzado una edad considerable se vuelven leñosos, sus hojas son lisas, enteras ovaladas con un ápice pronunciado, peciolo largo. La inflorescencia es hermafrodita, el fruto es una baya hueca, la cual en su interior poseen paredes, la piel puede variar de color dependiendo de la variedad hay amarillo, rojo, verde, morado, naranja, blanco, con un tamaño variable de 5 cm a 15 cm y su peso oscila los 500 gr. Las semillas se

encuentran en el interior en forma de placenta redonda con una longitud cada una de 3 a 5 mm (18).

2.2.5. *Fenología del cultivo*

A continuación, se describen cada una de las fases del cultivo de pimiento (19):

- **Etapa inicial.** Esta etapa dura desde el momento de la germinación justo en ese momento se lo debe establecer en el campo, en donde se hayan desarrollado las primeras hojas verdaderas 0 a 30 días.
- **Etapa de desarrollo.** Esta etapa comienza cuando el cultivo está establecido en campo hasta que el cultivo comienza a crecer hasta formar las flores. 30 a 45 días.
- **Etapa final.** Esta etapa dura todo el proceso de floración la cual culmina al momento de la cosecha, 46 a 90 días.

2.2.6. *Requerimientos edafoclimáticos del cultivo*

Los requerimientos edafoclimáticos son pieza fundamental dentro del establecimiento de un cultivo, debido a parámetros se determinan si el cultivo es apto para las zonas diferentes regiones es por ello que a continuación se describe en la (Tabla 2), los parámetros ambientales requeridos para el óptimo desarrollo del cultivo de pimiento amarillo:

Tabla 2

Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de pimiento amarillo.

Parámetros	Rangos
Temperatura (°C):	32 – 35
Altitud (m.s.n.m):	1800
Humedad (%):	90
Precipitación (mm):	600 – 1200
Luminosidad (horas/luz/año):	2190
Suelo:	Franco arenosos – Poco profundos
pH:	6.5 – 7
Agua (m ³):	7850

Fuente: (19).

Elaborado por: Autora.

2.2.7. Composición nutricional del cultivo de pimiento amarillo

En la siguiente (Tabla 3) se detallará la composición nutricional del pimiento amarillo:

Tabla 3

Composición nutricional del pimiento amarillo.

Nutriente	Cantidad
Omega 6 (mg):	45
Omega 3 (mg):	25
Vitamina A (mg):	65
Vitamina C (mg):	128
Vitamina E (mg):	1.6
Vitamina B3 (mg):	1
Vitamina B2 (mg):	0.1
Vitamina B1 (mg):	0.1
Vitamina K (mg):	0.004

Fuente: (20).

Elaborado por: Autora.

2.2.8. Variedades de pimiento

2.2.8.1. Lamuyo amarillo

La variedad Lamuyo es una planta rastrera que posee un sistema radicular muy potente, sus frutos son uniformes de gran tamaño y consistencia, es sembrado durante todo el año y es resistente a fuertes vientos y temperaturas altas (21).

Figura 2

Pimiento var. Lamuyo.



Fuente: (22).

2.2.8.2. *Blocky*

Las variedades de tipo blocky tiene una gran demanda a nivel nacional y también es una fruta popular entre los consumidores de otros países. Se caracteriza por una piel gruesa, una longitud de 10 a 15 cm, un hombro pronunciado, un gran espacio intraocular, un sabor fuerte y un color intenso (22).

Figura 3

Pimiento var. Blocky.



Fuente: (22).

2.2.8.3. *California*

Dependiendo de la variedad puede ser verde, rojo o amarillo, su fruto posee una forma cubica y achatada, su sabor es dulce, paredes gruesas, pueden llegar a medir mínimo 300 gr, es la variedad más consumida y producida a nivel mundial (14).

Figura 4

Pimiento var. California.



Fuente: (23).

2.2.9. Labores del cultivo

2.2.9.1. Preparación del suelo

Una de las prácticas agrícolas con mayor importancia es la preparación del suelo por su desarrollo el cultivo. Este proceso se tiene que llevar a cabo antes de la siembra del cultivo y así poder tener un mejor desarrollo del mismo (20).

2.2.9.2. Siembra

La siembra se realiza luego de que el cultivo haya pasado por el proceso de germinación en el semillero a los 35 a 40 días, en donde como principal mecanismo para evitar que las plantas pierdan turgencia a causa del trasplante se deben someter a irrigación mínimo tres días una vez ya establecido en campo el cultivo regar con abundante agua (24).

2.2.9.3. Trasplante

Los plantines deben contar con seis a más hojas verdaderas, y tener entre 15 a 20 días después de la siembra. Antes de llevar los plantines a campo definitivo tenemos que realizar una inmersión de drenaje con una solución de hongos y que proteja las raíces. Afirmer el trasplante de todos los plantines precisamente en la recta donde se encuentras las demás plantas y con diámetro de profundidad similar (20).

2.2.9.4. Riego

Para poder producir en óptimas condiciones el cultivo de pimiento necesita como mínimo 34.13 mm/m² durante la época de crecimiento, 257.6 mm/m² durante la época de producción y madurez, durante la época de recolección 111 mm/m², el riego también está dado por el tipo de suelo retendrá mayor cantidad de agua (24).

2.2.9.5. Fertilización

Cultivos como pimiento son exigentes a elementos como el fósforo y nitrógeno, por lo que es requerido hacer análisis de suelo y agua para determinar el nivel de macro, micro y oligoelementos, el nitrógeno lo requiere para asegurar el proceso de generación de aminoácidos que son esenciales para la formación de fruto, el fósforo lo necesita para el inicio de la floración, el potasio lo necesita para mejorar la coloración y calidad de los frutos y por último el magnesio lo necesita para la maduración y control de Maleza (24).

Para asegurar un producto óptimo libre de químicos es necesario que el control de malezas sea manual mediante el uso de cuchillas, rastrillos, palillas para poder eliminar la maleza de raíz, si el hectárea es demasiado usar herbicidas (24). En la siguiente (Tabla 4) se muestran los requerimientos puntuales que necesita el cultivo de pimiento para asegurar una óptima producción.

Tabla 4

Requerimientos de nutricionales del cultivo.

Nutriente	Producción comercial kg/ton	Absorción por superficie kg/ha	Residual en cosecha kg/ha
Nitrógeno	3 - 4.5	180 – 270	110 – 160
Fósforo	1.2 – 1.7	70 – 100	35 – 60
Potasio	5.5 – 6	330 – 360	180 – 220

Fuente: (14).

Elaborado por: Autora.

2.2.9.6. Aporque

El aporcado es una técnica que consiste en amontonar tierra que cubre el cuello de la planta. Este método se debe realizar en aquellos casos en los que no se haya empleado acolchado plástico, ya que mejora la sujeción de la planta al terreno, facilita la emisión de raíces adventicias y evita que los tallos estén directamente en contacto con el agua de riego (25).

2.2.9.7. Tutorado

El tutorado se realiza de manera más apresurada en la época lluviosa que es donde la planta recibe mayor cantidad de agua y el crecimiento es más acelerado, por lo general a cada planta se realizan dos tutorados ya que para optimizar más la producción solo se dejan dos tallos por planta (24).

2.2.9.8. Poda

La poda solo se realiza para eliminar el exceso de chupones, tallos y eliminar las hojas enfermedad para optimizar un buen desarrollo del fruto, aumentando además la aireación de la planta (24).

2.2.9.9. Deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo (25).

2.2.9.10. Aclareo de frutos

Normalmente es recomendable eliminar el fruto que se forma en la primera “cruz” con el fin de obtener frutos de mayor calidad, uniformidad y precocidad, así como mayores rendimientos. En plantas con escaso vigor o endurecidas por el frío, una elevada salinidad o condiciones ambientales desfavorables en general, se producen frutos muy pequeños y de mala calidad que deben ser eliminados mediante aclareo (25).

2.2.9.11. Control de maleza.

El control de maleza se puede realizar de dos formas mediante el uso de herramientas como el machete o el empleo de herbicidas los cuales en cultivos como hortalizas dejan una alta carga química residual (2) .

2.2.9.12. Control de plagas y enfermedades

Los cultivos de pimientos son objeto, como muchas otras verduras, del ataque de diversas plagas y enfermedades. Por tanto, se hace necesario un control fitosanitario adecuado para atajar posibles problemas que pudieran surgir durante la fase de crecimiento vegetativo y fructificación de la planta, lo que permitirá obtener márgenes de beneficio mayores y conseguir un producto de más calidad (26).

Entre las principales plagas que causan limitaciones a la producción del cultivo de pimiento amarillo se encuentran (24):

- **Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*):** Este tipo de plagas se alimentan de la savia, lo que provoca en la planta que pierda turgencia y sea susceptible al ataque de enfermedades, reduciendo su fotosíntesis.
- **Pulgón (*Aphis* sp.):** Se alimentan de la savia elaborada que genera el cultivo mediante la fotosíntesis lo que provoca que los tejidos internos de las plantas se debiliten.

- **Ácaros (*Tetranychus urticae*):** En las hojas cuando generan la picadura provoca una clorosis en la parte succionada, si no se controlan pueden dejar sin hojas a la planta provocando que no produzca frutos a futuro.
- **Palomillas (*Tuta absoluta*):** Este tipo de plagas generan pérdidas del 100% por lo que generan minas en el interior de la planta ocasionando el desacelerado crecimiento.
- **Minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*):** Esta plaga genera minas por toda la hoja, comiéndose el tejido celular de la hoja evitando que realice la fotosíntesis.

Entre las principales enfermedades que limitan la producción de pimiento amarillo se encuentran las siguientes (24):

- **Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*):** Este tipo de hongos comienzan a parasitar los tallos, luego los peciolos y flores del pimiento, generando una pudrición, generando un tipo de clorosis color gris terminado la planta.
- **Tizón tardío (*Phytophthora infestans*):** Aparición de manchas acuosas en los tallos y peciolos.
- **Marchitamiento (*Fusarium* sp.):** Presentan clorosis en las hojas hasta provocar su marchitamiento.
- **Moho gris (*Botrytis cinerea*):** Aparición e lesiones de color marrón, los frutos presentan en las zonas infectadas un tipo de ablandadura.
- **Pudrición bacteriana (*Erwinia* sp.):** Oscurecimiento del tallo que termina con la pudrición del tallo, hasta volcar la planta.

2.2.9.13. Cosecha

La cosecha se realiza a los 90 o 100 días después de realizada el trasplante, la cosecha dependiendo el grado de nutrición de la planta y el clima como mínimo cada 8 días se realiza la cosecha (14).

2.2.9.14. *Postcosecha*

Esta parte de las labores es crucial para conservar la calidad tanto nutricional y organoléptica de la planta, seleccionar por tamaño, forma, color y variedad es necesario para poder distribuir o almacenar en bodega para próxima distribución un producto que al verlo en la percha del supermercado este liso libre de magulladuras y con un tono brillante siempre (14).

2.2.10. *Biofertilización*

Actualmente, los biofertilizantes se emplean exitosamente en muchos países desarrollados, mientras que en los países en desarrollo su uso y aprobación -por el sector agrícola- está limitado por diversos factores, el conocimiento sobre su manejo adecuado. De esta manera, es importante conocer y divulgar información científica sobre el correcto uso de los biofertilizantes, sus asociaciones con las plantas y las condiciones del agroecosistema y de manejo que afectan dichas interacciones. Los métodos recomendados para la aplicación de biofertilizantes son: inoculación de semillas, inoculación en plántulas por inmersión, aplicación en el sistema de riego y aplicación al suelo (27).

2.2.10.1. *Las algas marinas usadas como biofertilizantes*

Los biofertilizantes a base de extractos de algas marinas, son materiales bioactivos naturales solubles en agua, son fertilizantes orgánicos naturales que promueve la germinación de semillas, incrementan el desarrollo y rendimiento de cultivos. Los extractos de algas marinas pueden ser utilizados como suplementos nutricionales, bioestimulantes o fertilizantes en la agricultura y horticultura, como biofertilizantes se pueden utilizar en extracto líquido o granular (polvo), el cual se puede aplicar vía foliar o al suelo (28).

El uso de algas marinas como biofertilizantes en la agricultura ha aumentado en los últimos años. Las algas marinas contienen una amplia gama de sustancias bioactivas tales como vitaminas, minerales, reguladores del crecimiento, compuestos orgánicos, y agentes humectantes, coloides mucilaginosas (agar, Ácido algínico, y manitol) que ayudan en la retención de la humedad y los nutrientes en las capas superiores del suelo (28).

Entre las algas marinas usadas en la agricultura para la preparación de biofertilizantes o estimuladores de crecimiento están: *Phaeophyta*, *Rhodophyta*, *Chlorophyta* o conocidas como algas pardas, rojas y verdes, las cuales son compatibles por su nivel nutricional alto,

lo cual genera en los cultivos un estímulo que hace que la planta crezca de manera más rápida, la raíz se profundiza aún más permitiendo absorber los nutrientes que están más al fondo del suelo y los frutos sales con un peso y vigor excepcional permitiendo reducir los costos que generan los fertilizantes convencionales y lograr llevar al mercado sea nacional o internacional un producto de calidad libre de químicos y con la calidad nutritiva que se requiere (29).

2.2.11. *Ascophyllum nodosum*

Son algas que alcanzan tamaños de hasta 100 m y grosores desde 30- 60 cm hasta 2-4 m. Aunque poseen clorofila los pigmentos marrones las esconden, por lo que presentan coloración marrón o parda. Estas algas son típicas de aguas saladas, viviendo muy pocas en aguas dulces (30).

Figura 5

Alga parda (Ascophyllum nodosum).



Fuente: (31).

Viven en la zona litoral en estuarios y ensenadas costeras de ambos lados del Atlántico Norte. “Planta de unos centímetros a más de un metro, de color marrón verdoso, negra tras la desecación, que se fija al sustrato por un disco grueso del que parten, una o, más frecuentemente, varias frondes. Frondes cilíndricas en la base, volviéndose acintadas en seguida y ramificándose pseudodicotómicamente (32), es requerida por muchos

investigadores por que soporta cualquier tipo de habitat y nivel de mar, resiste el estrés hídrico (33).

Algas tales como *Ascophyllum nodosum*, se usan en el cultivo de la patata, alcachofa, cítricos, orquídeas y pastos, presentan un elevado contenido en carbonatos, y se usan además de como acondicionadores de suelo, para corregir el pH en suelos ácidos, aportando a su vez, numerosos elementos traza (30).

2.2.11.1. Propiedades de *Ascophyllum nodosum*

A continuación, en la siguiente (Tabla 5) se describen los principales macro y micro elementos y las cantidades que cada uno contiene en la alga marina *Ascophyllum nodosum*.

Tabla 5

*Propiedades del alga marina *Ascophyllum nodosum*.*

Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Aluminio (Al)	20 - 100 ppm	Hierro (Fe)	150 - 1000 ppm
Arsénico (As)	< 3 ppm	Magnesio (Mg)	0.5 – 1.0 %
Azufre (S)	2.0 – 2.3 %	Manganeso (Mn)	10 - 50 ppm
Bario (Ba)	15 - 60 ppm	Mercurio (Hg)	< 0.001 ppm
Berilio (Be)	< 1 ppm	Molibdeno (Mo)	< 1 ppm
Boro (B)	80 - 100 ppm	Níquel (Ni)	1 - 5 ppm
Cadmio (Cd)	< 1 ppm	Nitrógeno (N)	0.6 – 2.0 ppm
Calcio (Ca)	1.0 – 3.0 %	Plomo (Pb)	< 1 ppm
Cloro (Cl)	1.0 – 3.0 %	Potasio (K)	2.0 – 3.0 %
Cromo (Cr)	< 1 ppm	Selenio (Se)	3 - 4 ppm
Cobalto (Co)	1 - 10 ppm	Sodio (Na)	2.0 – 4.0 %
Estroncio (Sr)	100 - 200 ppm	Titanio (Ti)	3 - 6 ppm
Estaño (Sn)	< 10 ppm	Vanadio (V)	2 - 5 ppm
Fosforo (P)	0.1 – 0.2 %	Yodo (I)	< 1000 ppm

Fuente: (34).

2.2.11.2. Efecto positivos de *Ascophyllum nodosum* en cultivos

Entre los principales efectos que realiza la *Ascophyllum nodosum* se presentan a continuación:

a. Mejora la calidad de la fruta, crecimiento de la planta y el rendimiento.

Una pulverización foliar de *Ascophyllum nodosum* mejoró la calidad de la fruta y hortalizas. También aumenta la tasa de maduración (35).

b. Adquisición, acumulación y biosíntesis de nutrientes.

Mejora tanto el crecimiento como la productividad de los cultivos agrícolas al aumentar la disponibilidad y la absorción de nutrientes (35).

c. Mejora el crecimiento de las plantas al regular la biosíntesis de fitohormonas en las plantas.

Las fitohormonas son compuestos de bajo peso molecular producidos en cantidades muy pequeñas que regulan varios procesos fisiológicos y de desarrollo en las plantas. publicaciones revelan que varias citoquininas y “compuestos similares a citoquininas” eran los reguladores del crecimiento vegetal más abundantes presentes en los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (35).

d. Mitiga el estrés abiótico en las plantas.

Las plantas, al ser sensibles, se ven desafiadas implacablemente por una variedad de estreses ambientales que limitan su crecimiento y productividad. Debido a las complejas vías metabólicas involucradas en la tolerancia al estrés, se ha logrado un éxito limitado en la generación de cultivos tolerantes al estrés a través de la ingeniería genética. Otro enfoque sostenible para mejorar la tolerancia al estrés en las plantas es el uso de extractos de *Ascophyllum nodosum* (35).

e. Mejora la tolerancia a la salinidad en las plantas.

La salinidad del suelo es un problema global que afecta a más de 800 millones de hectáreas de tierra y tiene un impacto masivo en la productividad agrícola. Las aplicaciones de *Ascophyllum nodosum* mejoró la tolerancia al estrés por salinidad en Arabidopsis, tomate, aguacate, demás potencia la acumulación de minerales, antioxidantes y aminoácidos esenciales en frutos de tomate cultivados bajo estrés por salinidad (35).

f. Mitiga el estrés por sequía en las plantas.

Se han logrado avances notables para mitigar el estrés por sequía mediante el uso de sustancias bioactivas de *Ascophyllum nodosum*. Los compuestos bioactivos (aún no aclarados por completo) presentes en *Ascophyllum nodosum*. Los extractos cuando se aplican a plantas estresadas han reducido los efectos nocivos del estrés por sequía al regular una serie de respuestas moleculares, celulares y fisiológicas secuenciales, incluida la modulación de varios genes, lo que resulta en una acumulación de varios osmolito, un sistema antioxidante mejorado y gaseoso mejorado. intercambio a través de la regulación estomática (35).

g. Mitiga el estrés por congelamiento en las plantas.

Los que los compuestos bioactivos presentes en varios tipos de extractos de *Ascophyllum nodosum* pueden mitigar el estrés por baja temperatura en las plantas (35).

h. Mejora las defensas de las plantas contra varios patógeno.

Extracto derivado de *Ascophyllum nodosum*. aumentan la inmunidad de las plantas al elevar la producción de peróxido de hidrógeno, lo que finalmente condujo a un aumento en la concentración de ROS. Además, se demostró que la expresión de los genes de respuesta inmunitaria de las plantas (35).

i. Mejora la salud del suelo.

Extractos de *Ascophyllum nodosum* proporcionan quelación natural en el suelo debido a la presencia de alginatos residuales presentes en el extracto hidrolizado, lo que permite un aumento de los minerales disponibles para las plantas y una mayor aireación del suelo y capacidad de retención de agua (35).

2.2.12. Investigaciones previas sobre el uso de *Ascophyllum nodosum* en hortalizas

Fan *et al.* (36), estudiaron el efecto de *Ascophyllum nodosum* sobre la raíz de la espinaca en la etapa de cosecha, en donde concentraciones mínimas de (0, 0.1, 1.0, 5.0 g/L⁻¹) a los 35 días notaron que las plantas sin aplicación perdieron la mayor parte del agua por lo que el peso disminuyo, perdiendo turgencia y vigor, mientras que aplicando las concentraciones

del alga se fijaron que la planta no perdía la cantidad de agua como en las plantas que no fueron fertilizadas, mejorando el vigor, peso y turgencia, mejorando la calidad de la cosecha.

Ferraz (37), evaluó el condicionamiento fisiológico de semillas de achicoria con *Ascophyllum nodosum* sobre la germinación, crecimiento y producción de plántulas con dosis de 0, 5, 10, 15 y 20 ml. Inicialmente, las semillas fueron acondicionadas y se evaluaron las semillas, en invernadero, en cuanto a: emergencia de plántulas, altura de plántulas y número de hojas. En donde concluyeron que el acondicionamiento de semillas de achicoria con un bioestimulantes, a base de *Ascophyllum nodosum* a una dosis de 8.5 mL Kg⁻¹ de semillas, promueve la germinación y en la velocidad de germinación; sin embargo, recalcaron que ninguna dosis utilizada de manera positiva afecta el crecimiento de las plántulas

Holguín (38), determinó la respuesta agronómica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) ante la aplicación de dos biofertilizantes (Oligosacáridos) y Stimplex (*Ascophyllum nodosum*) con tres dosis (baja, media y alta). En donde descubrieron que los mejores parámetros agronómicos fueron dirigidos a las plantas con dosis altas, aumentando el rendimiento de la planta, siendo el Stimplex superior obtenido al final menos incremento en los costos, maximizando la calidad de las plantas y obtenido una relación costo beneficio apropiada.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en el Campus Universitario “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7½ de la vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de e 1°04'48.8" latitud Sur y 79°30'03.0" longitud Oeste, a una altitud de 67 msnm.

Figura 6

Mapa del Campus Universitario "La María".



Fuente: Google Maps.

3.1.1. Condiciones agroclimáticas

Tabla 6

Condiciones meteorológicas del Campus Universitario “La María”.

Parámetros	Promedios
Temperatura (°C):	25.3
Humedad relativa (%):	82
Precipitación (mm/año):	3229
Heliofanía (horas luz/año):	1041
Zona ecológica:	Bh-T.

Fuente: (39).

Elaborado por: Autora.

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, mediante la evaluación de distintos niveles de biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum*, los cuales permitieron la identificación de su efecto en las variables vegetativas y reproductivas en el cultivo de pimiento amarillo.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método inductivo

Este método sirvió en la toma de las variables y conformar la información relevante sobre el efecto del biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de pimiento amarillo.

3.3.2. Método deductivo

Este método ayudó a identificar el efecto del biofertilizante a base de alga marina sobre el cultivo, basándose en las diferentes fuentes bibliográficas que contribuyeron a la realización de la investigación.

3.3.3. Método analítico

Este método ayudó en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la evaluación de las variables vegetativas y reproductivas del cultivo de pimiento amarillo, implementando algas marinas como biofertilizante.

3.4. Fuentes de recopilación de la investigación

3.4.1. Fuentes primarias

La recopilación de información primaria se realizó mediante la observación directa a través de la realización del trabajo de campo, toma de datos y medición de variables en estudio.

3.4.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias fueron aquellas que conformaron el marco contextual y teórico de la investigación como libros, revistas, publicaciones, anexos, artículos científicos, tesis de pre y posgrados, etc.

3.5. Tratamientos en estudio

Tabla 7

Esquema de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción	Repetición	U.E.	Total
T0 0%	Testigo solo Agua	4	10	40
T1 100%	<i>Ascophyllum nodosum</i> dosis de 0.06 g/pla	4	10	40
T2 75%	<i>Ascophyllum nodosum</i> dosis de 0.045g/pla	4	10	40
T3 50%	<i>Ascophyllum nodosum</i> dosis de 0.03 g/pla	4	10	40
T4 25%	<i>Ascophyllum nodosum</i> dosis de 0.015 g/pla	4	10	40
TOTAL				200

Elaborado por: Autora.

3.6. Diseño de la investigación

Para la investigación se planteó un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual estará constituido por 5 tratamientos y 4 repeticiones. El análisis de varianza se realizó mediante la prueba de rangos múltiples Tukey ($P > 0.05$), el análisis estadístico de los resultados se introdujo en el programa estadístico de licencia libre InfoStat para la tabulación e interpretación de los resultados.

Tabla 8

Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
Tratamientos	T-1	4
Error experimental	T(r-1)	15
Total	T*r-1	19

Elaborado por: Autora.

Ecuación 1 *Modelo matemático.*

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Total de una observación.

T_i = Efecto del tratamiento.

μ = Media de la población.

E_{ij} = Efecto aleatorio (Error experimental).

3.7. Manejo del experimento

Se llevo a cabo dos experimentos el primero fue evaluar la biofertilización del pimiento con el alga marina *Ascophyllum nodosum* durante la etapa de desarrollo vegetativa en el invernadero y el segundo experimento se llevó a cabo en el campo en donde se obtuvieron los datos de variables agronómicas, de crecimiento y productividad, las cuales se describen a continuación.

3.7.1. Experimento 1. Efecto de la biofertilización de la alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo de pimiento amarillo

Este experimento se elaboró en invernadero en cuál fue realizado para conocer las variables vegetativas de la investigación, el cual tuvo una duración de 30 días, la cual contó con un total de 250 plantas cada una en el alveolo de la bandeja germinativa, a las cuales se les realizó todas las labores culturales que corresponden a un cultivo de invernadero. Para poseer un ambiente óptimo para la germinación de las semillas se empleó un sustrato de partes iguales, de arena, tierra de sembrado y materia orgánica como turba, humus de lombriz o estiércol de ganado, gallinaza, aserrín o tamo de arroz, a los cuales se les realizó una mezcla previa para luego pasarla por una zaranda para obtener un sustrato libre de agregados, insectos o residuos de cosecha.

Luego de tener la mezcla del sustrato se cubrió de manera uniforme cada alveolo de la bandeja germinativa para luego colocar las semillas, se tapó con una capa del mismo sustrato y se aplicó con la ayuda de una regadera de manera cuidadosa de no exponer la semilla creando un ambiente húmedo y eficaz para llevar a cabo la germinación, luego se colocó un plástico negro y se dejó en el invernadero por 1 semana aproximadamente hasta que el proceso de germinación se completara.

Una vez que las semillas germinaron aplicó con abundante agua y este procedimiento se lo realizó cada 3 a 5 días para que la planta pueda absorber los nutrientes del sustrato y pueda crecer más eficientemente, la fertilización se realizó una sola vez con la finalidad de ver el efecto del alga *Ascophyllum nodosum* sobre la emergencia de la semilla, la dosis a emplear será dependiendo lo estipulado en la investigación y el control de maleza fue manual con la finalidad de que los alveolos estén completamente limpios y la planta pueda aprovechar de mejor forma los nutrientes.

3.7.1.1. Variables de emergencia evaluadas a los 30 días

a. Tasa de emergencia.

En esta variable se utilizó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de las plantas que emergen.

Ecuación 2 *Porcentaje de emergencia.*

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

b. Altura de planta (cm).

Para esta variable se tomó la altura de planta, se tomó a los 30 días después de la germinación de las plantas, tomando una cinta métrica desde la base hasta el cogollo de la planta de pimiento.

c. Diámetro de raíz (cm).

Una vez transcurrido el establecimiento del cultivo en el invernadero se escogió plantas al azar y se las retiro del sustrato de manera cuidadosa para no dañarlas y con la ayuda de una cinta métrica o flexómetro se midió el diámetro de la raíz dichos resultados fueron expresados en centímetros.

d. Diámetro de hoja (cm).

Se tomó a los 30, días tomando la hoja más grande de cada planta a la cual se midió el ancho de la hoja y dicho valor fue expresado en centímetros.

e. Longitud de hoja (cm)

Se tomó a los 30, días tomando la hoja más grande de cada planta a la cual se midió el largo y su valor fue expresado en centímetros.

f. Biomasa fresca (g)

La biomasa fresca se obtuvo mediante el pesaje de las partes vegetativas de las plantas de pimiento amarillo del invernadero para luego obtener el peso fresco expresado en gramos con la ayuda de una balanza analítica Adventurer TM.

g. Biomasa seca (g)

Para obtener la biomasa seca, se las introdujo en la estufa a una temperatura considerable para que las plantas eliminen el contenido de agua y quede la materia seca y así poder obtener el peso de la biomasa seca con la ayuda de una balanza analítica Adventurer TM.

3.7.2. *Experimento 2. Efecto de la biofertilización con la alga marina (Ascophyllum nodosum) en las variables agronómicas, productivas y económicas en el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento amarillo.*

Este experimento se llevó a cabo en dos partes la primera en el invernadero en donde se realizó la germinación en bandejas germinativas implementando la misma metodología del experimento 1 empleando el mismo tipo de sustrato y cuados que requieren durante los días de la etapa germinativa, antes de realizar el trasplante se preparó el terreno mediante la ayuda de una rastra eliminando la maleza y luego con la ayuda de un rastrillo remover los rastros, una vez teniendo el terreno limpio se delimitó con la ayuda de una cinta métrica, piola y unas estacas para luego formar surcos en donde se colocaron luego los plantines.

Una vez que el terreno estuvo en óptimas condiciones, se humedeció el suelo con la ayuda de una regadera y se realizaron los orificios en cada uno de los surcos con la ayuda de un espeque, para luego realizar el trasplante, quitando cada plantín de manera cuidadosa de los alveolos con la porción de sustrato y colocarlo en cada agujero.

Una vez teniendo las plantas establecidas en el campo, se procedió a implementar cada una de las labores previas como el riego, el cual se lo aplico con regadera pasando 2 días. La fertilización se realizó con un producto a base de algas marinas *Ascophyllum nodosum*

después del trasplante a los 15 días aplicando dosis de 0.06, 0.045, 0.03, 0.015 gr/plan., en diluido en 1.2 litros, fumigando la base de cada planta de cada tratamiento. El tutorado, cuando las plantas tuvieron una altura de 10 cm colocando un alambre en cada extremo de los surcos, esto con la finalidad que las plantas no se arrastren por la parcela, él aporque que sirvió para evitar que las plantas se vuelquen con el peso de las ramas y los frutos.

Otras labores que se realizaron fue la poda y aclareo, las cuales se implementaron con la finalidad de maximizar la producción, eliminando las ramas, hojas, chupones y frutos para que la planta pueda tener una producción uniforme, el control de plagas se lo realizó aplicando un insecticida orgánico para prevenir el ataque de trips, pulgones, mosca blanca, etc., otro control fue el de maleza el cual fue manual y mecánico, manual dentro de las parcelas experimentales y mecánico en los linderos.

Todas estas labores se las realizó hasta el final del ciclo productivo de la planta, hasta la cosecha que se recolectaron los frutos de cada uno de los tratamientos para obtener las variables finales del experimento.

3.7.2.1. Variables evaluadas

a. Altura de planta (cm)

Para esta variable se tomó a los 30, 60 y 90 días después de la germinación de las plantas, tomando una cinta métrica desde la base hasta el cogollo de la planta de pimiento.

b. Diámetro de raíz (cm).

Esta variable se evaluó escogiendo 10 plantas al azar al finalizar el experimento, arrancando la planta con cuidado del suelo para no eliminar las raíces, colocando el calibrador o cinta de manera horizontal en el extremo más ancho de la raíz, dichos resultados fueron expresados en centímetros.

c. Número de frutos por planta.

Esta variable se midió contando el número de frutos de 10 plantas al azar de cada tratamiento de la primera cosecha.

d. Longitud de fruto (cm).

Esta variable se midió a 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento para sacar luego el promedio de cada uno de los tratamientos.

e. Diámetro de fruto (cm).

Se evaluó el diámetro del fruto con la ayuda de un calibrador, tomando la parte central de los pimientos de cada uno de los tratamientos para luego sacar el promedio general.

f. Biomasa fresca del fruto (g).

La biomasa fresca se obtuvo mediante las partes aéreas de las plantas, la fresca se obtendrá por el peso total de las plantas mediante el uso de una balanza analítica Adventurer™.

g. Biomasa seca del fruto (g).

La biomasa seca se obtuvo colocando las partes de las plantas de los distintos tratamientos en bolsas de papel y se las llevará a la estufa a 80 °C por 72 horas con la ayuda de una balanza analítica de la marca Adventurer™.

h. Rendimiento (kg/ha).

Para obtener de esta variable se consideró el rendimiento total de la cosecha por la cantidad de metros cuadrado de la cada unidad experimental y se obtuvo su resultado mediante una regla de tres.

Ecuación 3 *Rendimiento por tratamiento.*

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

i. Análisis económico.

Para la toma de esta variable se considerará el valor que costo cada uno de los tratamientos por el costo total del experimento para determinar la relación costo/beneficio mediante la siguiente fórmula.

Ecuación 4 *Relación costo/beneficio.*

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

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Estudiante Responsable de la Investigación: Dayra Veas Vélez.
- Docente tutor responsable de la Investigación: Blga. Ana Ruth Álvarez Sánchez, PhD.

3.8.2. Recursos materiales

Tabla 9

Materiales y equipos empleados en la investigación.

Material	Cantidad	Material	Cantidad
Funda de semillas	5	Balanza Digital	1
Bandeja de Germinación	2	Fundías de Papel	1
Estaquillas	80	Computador	1
Regaderas	1	Hojas A4	2
Machete	1	Flexómetro	1
Azadón	1	Calibrador	1
Rastrillo	1	Cuadernillo	1
Piola	1	Esferos	1
Espeque	1	Impresora	1
Algen 1000	2	Tinta para impresora	1

Elaborado por: Autora.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Experimento 1.

Efecto de la biofertilización de la alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo de pimiento amarillo

4.1.1. Tasa de emergencia (%)

Los promedios de la tasa de emergencia aplicando biofertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* se describen en la (Tabla 10). Según el análisis de varianza, hay diferencia estadística significativa ($P>0.05$), con un coeficiente de variación del 18.54%, siendo el tratamiento T4 el que registro la mayor tasa de emergencia, con el mayor número de semillas germinadas del 75%, seguido de los tratamientos 3, 1 y 2 los cuales presentaron una tasa de germinación de 65%, 60% y 55%, a diferencia del testigo el cual obtuvo una tasa de germinación inferior con 50%, siendo las aplicaciones con biofertilización a base del alga *Ascophyllum nodosum* más eficientes que usar solo agua, ayudando a aumentar la tasa germinación de las semillas.

Tabla 10

Tasa de emergencia de las semillas de pimiento amarillo.

Tratamientos	Semillas sembradas	Semillas germinadas	% emergencia
T0	40	20 c	50
T1	40	24 bc	60
T2	40	22 bc	55
T3	40	26 bc	65
T4	40	30 a	75
C.V.		18.54%	

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

Peixoto et al. (40), en su investigación evaluó distintas concentraciones del alga *Ascophyllum nodosum* a 50 semillas dando como resultado que dosis mínimas de 125 ppm mejoró la tasa de germinación en un 16.5%, siendo estos valores inferiores que los expuestos en la presente investigación, obteniendo una mayor tasa de germinación, al emplear dosis mayores. Basra et al. (41), acota que las semillas embebidas usualmente exhiben mayor tasa de germinación, mayor uniformidad de germinación y, a veces, mayor porcentaje de germinación total.

4.1.2. Parámetros de crecimiento del pimiento amarillo biofertilizado con el alga *Ascophyllum nodosum* durante la etapa inicial (30 días).

Tabla 11

Parámetros de crecimiento del cultivo de pimiento amarillo biofertilizado con el alga marina A. nodosum durante la etapa inicial (30 días).

Variables	Tratamientos										C.V.
	T0 (0%)		T1 (25%)		T2 (50%)		T3 (75%)		T4 (100%)		
AP (cm)	8.4 ± 1.74	b	10.59 ± 1.35	a	10.53 ± 1.29	A	9.26 ± 0.83	ab	10.03 ± 0.92	a	13%
LR (cm)	7.45 ± 1.35	b	9.94 ± 1.08	a	7.53 ± 1.53	B	9.96 ± 2.51	a	9.42 ± 2.04	ab	20.05%
LH (cm)	3.83 ± 1.44	b	5.74 ± 0.90	a	4.44 ± 1.01	ab	3.82 ± 0.98	b	5.50 ± 1.19	a	24.06%
DH (cm)	3.47 ± 1.25	c	7.14 ± 1.35	a	5.31 ± 1.01	B	4.88 ± 0.59	b	7.01 ± 1.08	a	19.58%
BF (g)	6.82 ± 0.00	d	11.86 ± 0.00	b	10.20 ± 1.14	c	9.31 ± 1.54	c	13.06 ± 0.00	a	7.47%
BS (g)	2.12 ± 0.00	c	2.46 ± 0.00	bc	2.49 ± 0.03	b	2.72 ± 0.22	b	3.61 ± 0.00	a	10.2%

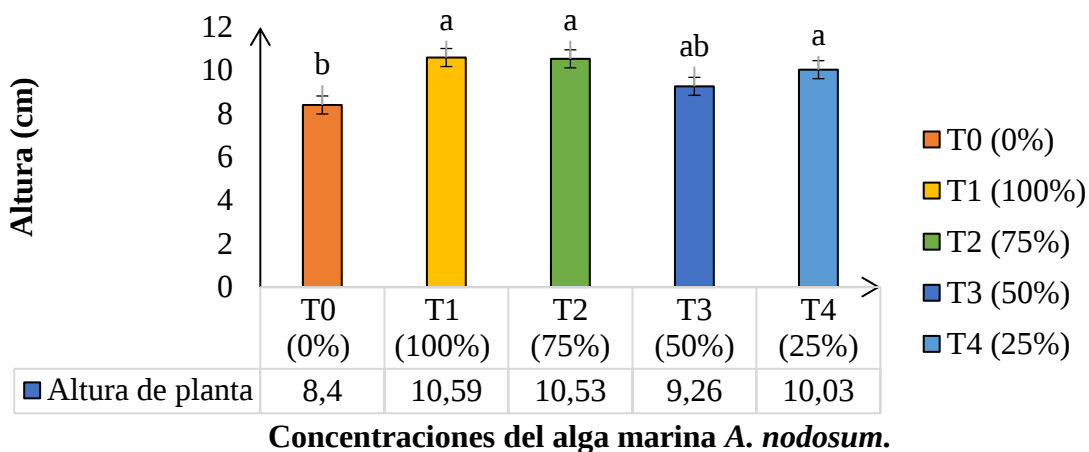
**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). *AP= Altura de planta; LR= Longitud de raíz; LH= Longitud de hoja; DH= Diámetro de hoja; BF= Biomasa fresca; BS= Biomasa seca.*

4.1.2.1. Altura de planta

Los promedios de la altura de planta de la etapa inicial aplicando biofertilización a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* se describen en la (Figura 7). Conforme a los resultados del análisis de varianza, se ha identificado una diferencia estadística significativa ($P>0.05$), en la variable “Altura de planta”, en el cual se observa que los tratamientos T1, T2 y T4 alcanzaron el mayor valor de altura de planta, registrando promedios de 10.59 cm, 10.53 cm y 10.03 cm, seguido del tratamiento T3 el cual alcanzo un valor intermedio registrando 9.26 cm. Estos tratamientos son significativos en comparación con los resultados obtenidos de tratamientos, T0 donde se registró una altura de planta de 8.4 cm. Además, se reportó un coeficiente de variación del 13.00%. Esto indica que existe una variabilidad relativa en los datos comparados con la media, lo que, dada la significación estadística encontrada, puede indicar una dispersión de los resultados, dado que se encontró una significancia estadística, el cual podría deberse a los efectos de los diferentes tratamientos o a los factores climáticos y no a los errores metodológicos.

Figura 7

Altura de planta a los 30 días.



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

Los resultados expuestos fueron superior que los presentados por De La A & Ortega (42), quien aplicando dos tipos de bioestimulantes a base de algas marinas (*Ecklonia máxima*) y microorganismos promotores de crecimiento en um periodo de 45 días dio como resultado plántulas de pimienta con alturas de 2.13 cm usando el producto a base de microorganismos y 2.05 cm con el producto a base de algas marinas (*Ecklonia máxima*), obteniendo mejores

resultados empleando productos a base de *Ascophyllum nodosum* el cual maximiza el crecimiento de las plántulas en menor tiempo.

De acuerdo a los resultados expuestos por Buñay & Gutiérrez (19), durante la primera etapa del cultivo sin emplear algún tipo de bioestimulante pudo obtener alturas de plántulas de hasta 6 cm de altura después de los 25 días.

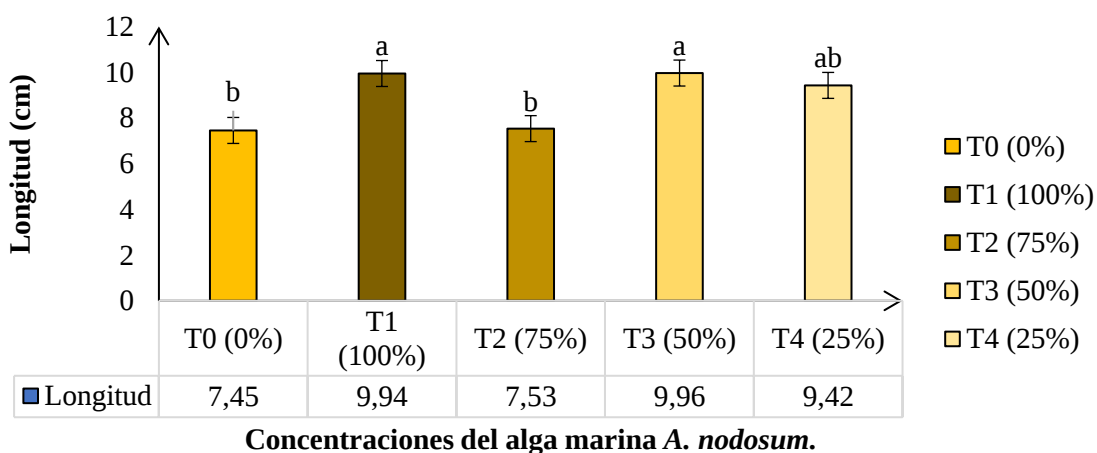
4.1.2.2. Longitud de raíz (cm)

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA), se detectaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) para la variable longitud de raíz. Estos promedios se detallan (Figura 8) lo que muestra que los tratamientos T3 y T1 (proporcionados con biofertilizante a base de algas *Ascophyllum nodosum*) reportaron las mayores promedio en la longitud de raíz con 9.96 cm y 9.94 cm, seguidos por el tratamiento T4 con un valor intermedio de 9.42 cm en la longitud de raíz, a diferencia de los tratamientos T2 y T0 (Testigo) los cuales reportaron datos inferiores, siendo el T2 superior al testigo presentando un promedio de 7.53 cm, mientras que el testigo reporto un promedio de 7.45 cm.

Asimismo, se registró un coeficiente de variación del 20.05%, siendo este un indicador que mide la disgregación relativa de la media. A pesar de que el coeficiente indica una variabilidad entre los tratamientos, esta variabilidad puede deberse a el efecto de las diferentes dosis empleadas en cada uno de los tratamientos y no a errores metodológicos.

Figura 8

Longitud de raíz a los 30 días.



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

Los resultados expuestos fueron superiores que los presentados por *Jayasinghe et al.* (43), quienes aplicaron diferentes concentraciones dando como resultado una longitud de raíz superior a los 5 cm.

Patel et al. (44), aplicaron diferentes algas marinas en el cultivo de pimiento en una concentración del 2% dando como resultados longitudes de raíz de entre los 5 cm aproximadamente.

Arokia et al. (45), recalca que todos los extractos de algas marinas son eficientes, pero siempre y cuando la concentración sea la indicada durante la primera etapa del cultivo de pimiento el crecimiento es más lento por lo que estos extractos son buenos promotores de crecimiento por lo que en sus compuestos poseen minerales que el cultivo necesita para que crezcan rápidamente.

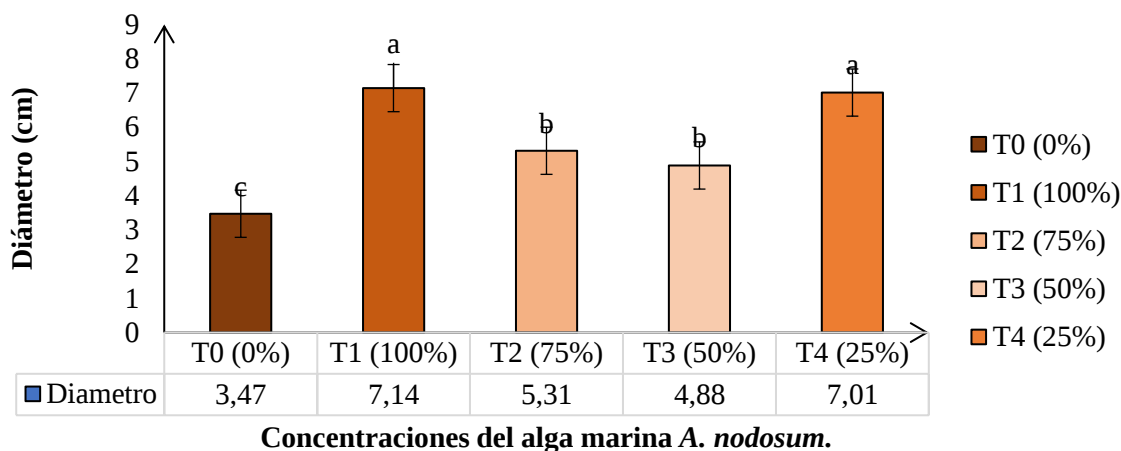
4.1.2.3. Diámetro de hoja (cm)

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA), se detectaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en la variable diámetro de hoja. Estos promedios se detallan (Figura 9), indicando que los tratamientos T1 y T4, que emplea dosis del alga marina de *Ascophyllum nodosum*, registraron un mayor promedio en el diámetro de hoja con 7.14 cm y 7.01 cm, seguido de los tratamientos T2 y T3 los cuales presentaron valores intermedios con promedios en el diámetro de la hoja de 5.31 cm y 4.88 cm, a diferencia del tratamiento control T0 el cual registro valores en el ancho de la hoja de 3.47 cm, siendo este inferior, indicando que los tratamientos empleando dosis del alga *Ascophyllum nodosum* optimizan el desarrollo vegetal de la planta de pimiento amarillo, a diferencia de usar solo agua en los cultivos registrando valores no representativos.

Además, se reportó un coeficiente de variación del 19.58%. Este porcentaje refleja la dispersión de los datos alrededor de la media, ya que se ha establecido una significación estadística que puede atribuirse al efecto del alga *Ascophyllum nodosum* en los diferentes tratamientos, más que a factores aleatorios o errores en el procedimiento del estudio experimental.

Figura 9

Diámetro de hoja a los 30 días.



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

Dichos promedios fueron inferiores que los expuestos por *Holguín & Garcia* (46), quienes al implementar dos dosis de biofertilizantes a base de algas marinas como la *Ascophyllum nodosum* dando como resultado plantas con un diámetro mayor a 9 cm.

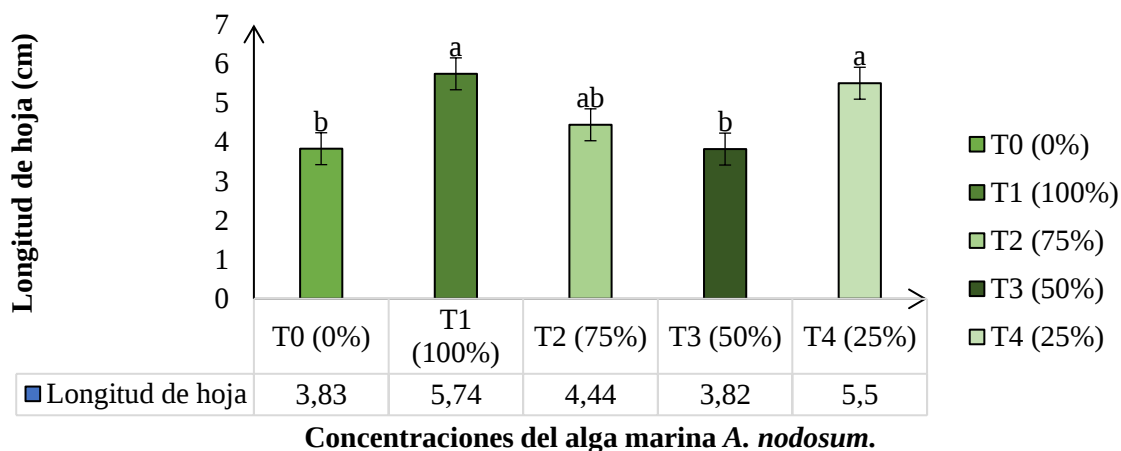
Salazar (47), indica que a mayor sea el ancho y largo de una hoja mayor será el número de estimas y por ende abra una mejor captación de rayos solares para realizar el proceso fotosintético.

4.1.2.4. Longitud de hoja (cm)

Los promedios de la longitud de la hoja de las plantas del primer experimento a los 30 días después de la biofertilización con el alga marina *Ascophyllum nodosum* se describen en la (Figura 10). Según el análisis de varianza (ANOVA), se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), la cual revela que los tratamientos T1 y T4 a los cuales se les aplicó dosis de biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*, registraron los mayores promedios en la longitud de hoja con 5.74 cm y 5.50 cm, seguido del tratamiento T2 con 4.44 cm, sin embargo, el tratamiento T3 empleando dosis de alga marina *Ascophyllum nodosum* registro 3.82 cm, presentado una longitud de hoja incluso menor que la observada en el tratamiento control T0 que fue de 3.83 cm, presentando un coeficiente de variación del 24.06%, indicando que existe una variabilidad de los datos, que se podría atribuir a el efecto que provocaron las diferentes dosis del alga marina *Ascophyllum nodosum* sobre los tratamientos en estudio.

Figura 10

Longitud de hoja a los 30 días.



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

Dichos promedios fueron inferiores que los expuestos por *Baround et al.* (48), quienes estudiaron el comportamiento del cultivo de tomate ante diferentes productos a base del alga *Ascophyllum nodosum* produciendo plantas con longitudes máximas de 1.38 cm. *Michalak & Chojnacka* (49), explican que las algas marinas como la *Ascophyllum nodosum* se ha convertido en una de las más importante en la industria debido a que son ricas en nitrógeno, fósforo y potasio. Además, la biomasa se caracteriza por un alto contenido en oligoelementos y metabolitos y su forma de aplicación es muy variada para su uso en agricultura.

4.1.2.5. Biomasa fresca (g)

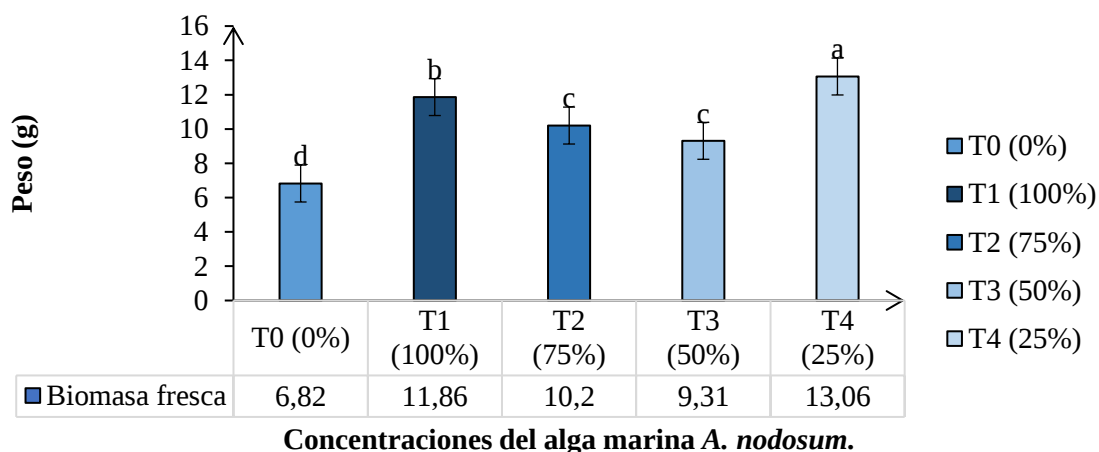
En el análisis de varianza de la biomasa fresca a los 30 días, se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) la cual se describe en la (tabla 15). Estos promedios se detallan (Figura 11), lo que muestra el tratamiento T4 con uso de biofertilizante a base de algas *Ascophyllum nodosum* reporto un mayor incremento en la biomasa fresca con promedio de 13.06 g, seguidos de cerca por el T1 con un peso en la biomasa fresca de 11.86 g, los tratamientos T2 y T3 registraron un peso en la biomasa fresca de 10.20 g, 9.31 g y , a diferencia del tratamiento T0 testigo el cual registro valores inferiores con un peso en la biomasa fresca de 6.82 g, siendo las aplicaciones con alga marina *Ascophyllum nodosum* las que presentaron un mayor plantas con mayor respuesta.

Asimismo, se registró un coeficiente de variación del 7.47%, siendo este un indicador que mide la disgregación relativa con relación a los datos de la media. A pesar de que el

coeficiente indica una disgregación entre los tratamientos, esta variabilidad puede deberse a el efecto de las diferentes dosis del alga marina *Ascophyllum nodosum* en cada uno de los tratamientos y no a errores en el procedimiento experimental.

Figura 11

Biomasa fresca a los 30 días.



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

Morales *et al.* (50), empleo varias dosis de bioestimulante a base de algas marinas obteniendo un incremento en la biomasa de 410 g.

Sariñana *et al.* (51), evaluó los extractos de sargazo en el crecimiento del tomate obteniendo así un promedio en la biomasa aproximado de 60 g e inferior a 50 g, siendo estos valores inferiores a los indicados en la presente investigación.

Michalak & Chojnacka (49), indican que los extractos de algas están ganando peso en la industria agrícola debido al gran potencial empleándolo para nutrir suelos, cultivos, peces, demostrando así que los organismos vegetales acuáticos poseen los mismos requerimientos que los agroquímicos tradicionales disminuyendo el impacto que estos generan en el ambiente

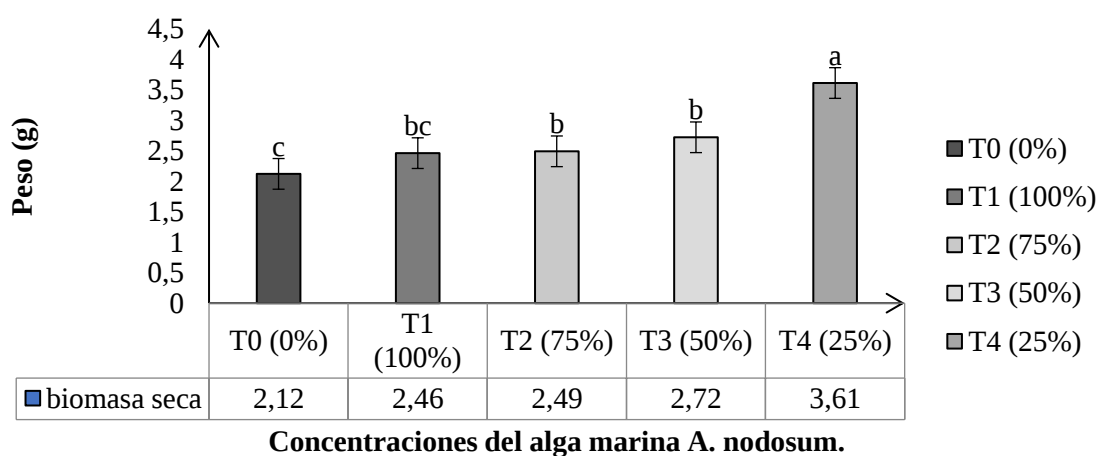
4.1.3. Biomasa seca (g)

Conforme a la (Figura 12), la cual especifica el peso promedio de la biomasa seca de los plantines de pimiento amarillo durante la etapa inicial a los 30 días de desarrollo, el análisis de varianza indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados ($P \leq 0.05$), presentando un coeficiente de variación de 10.20%, denotando una

disgregación relativamente alta de los datos. Dentro del estudio, se observó que el tratamiento T4 mostro un mayor peso promedio de la biomasa seca, registrando pesos de 3.61 g, seguido de cerca por los tratamientos T3 y T2 con un peso en la biomasa seca de 2.72 g y 2.49 g, el tratamiento T1 registro un peso en la biomasa seca de 2.46 g, siendo las aplicaciones con alga marina superiores al testigo el cual obtuvo un valor bajo en el peso de la biomasa con 2.12 g.

Figura 12

Biomasa seca a los 30 días.



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

Morales et al. (50), al tomar la biomasa fresca realizo el secado a 70 °C durante 36 h, obtuvo de los 410 g de biomasa fresca una disminución en la biomasa de 46.21 gr que equivale al 11.25%.

Sariñana et al. (51), al obtener una biomasa superior a 60 g empleando el alga sargazo como bioestimulante obtuvo secando la biomasa fresca a 120°C por 30 min un peso en la biomasa de 16.81 g.

4.2. Experimento 2.

Efecto de la biofertilización con la alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en las variables agronómicas, productivas y económicas en el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento amarillo

Tabla 12

*Parámetros de crecimiento y productivos del cultivo de pimiento amarillo biofertilizado con el alga marina *Ascophyllum nodosum*.*

Variables	Tratamientos biofertilizados con alga marina <i>A. nodosum</i> .										C.V.
	T0 (0%)		T1 (100%)		T2 (75%)		T3 (50%)		T4 (25%)		
AP (cm) 30D	19.71 ± 5.14	b	26.08 ± 4.65	A	22.44 ± 4.07	ab	24.60 ± 3.38	Bc	20.12 ± 4.36	b	19.3%
AP (cm) 60D	45.70 ± 11.59	a	52.23 ± 13.18	A	50.74 ± 3.02	a	52.68 ± 7.95	A	54.66 ± 7.44	a	18.23%
AP (cm) 90D	80.92 ± 7.46	a	77.04 ± 18.52	A	73.51 ± 9.78	a	73.05 ± 10.08	A	82.44 ± 15.46	a	16.42%
NF (n)	26.11 ± 8.53	b	47.63 ± 16.57	A	25.86 ± 8.07	b	35.83 ± 12.13	Ab	44.12 ± 15.24	a	18.69%
LF (cm)	12.54 ± 1.53	b	13.94 ± 1.45	Ab	12.61 ± 1.00	b	14.58 ± 1.05	A	13.88 ± 1.85	ab	14.36%
DF (cm)	9.06 ± 0.90	b	10.12 ± 1.58	Ab	9.93 ± 0.95	ab	11.02 ± 0.61	A	10.55 ± 1.01	a	10.44%
PFF (g)	709.88 ± 289.81	c	988.33 ± 403.48	A	743.20 ± 303.41	b	992.78 ± 405.30	A	992.16 ± 405.05	a	1.67%
PSF (g)	162.70 ± 66.42	d	194.24 ± 79.30	B	190.13 ± 77.62	bc	178.76 ± 72.98	C	216.43 ± 88.36	a	5.11%
BFT (g)	1182.40 ± 466.81	c	1190.47 ± 473.85	C	1549.90 ± 654.96	b	1305.83 ± 532.61	Bc	1927.10 ± 766.45	a	14.29%
BST (g)	305.56 ± 125.37	c	312.54 ± 128.31	C	400.92 ± 162.64	a	356.20 ± 140.88	B	411.35 ± 168.91	a	6.74%
REN (kg/ha)	2149.83 ± 842.72	c	2164.40 ± 955.46	C	2818.00 ± 1183.68	b	2374.23 ± 961.93	Bc	3503.82 ± 1385.80	a	14.29%

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). * D= Días; AP= Altura de planta; NF= Número de frutos; LF= Longitud del fruto; DF= Diámetro del fruto; PFF= Peso fresco del fruto; PSF= Peso seco del fruto; BFT= Biomasa fresca total; BST= Biomasa seca total; REN= Rendimiento.

4.2.1. *Altura de planta a los 30, 60 y 90 días (cm)*

Los promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la biofertilización con el alga marina *Ascophyllum nodosum* se describen en la (Figura 13). Según el análisis de varianza (ANOVA), indica que a los 30 días existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), siendo el tratamientos T1 el que presento plantas con mayor altura con 26.08 cm, seguido de los tratamientos T3 y T2 registrando alturas de planta de 24.60 cm y 22.44 cm, a diferencia del tratamiento T4 siendo este el que registro plantas con menor altura entre los tratamientos con aplicación del alga marina *Ascophyllum nodosum* con 20.12 cm, dicho promedio fue superior que el reportado por el tratamiento control T0 el cual registro plantas con alturas inferiores.

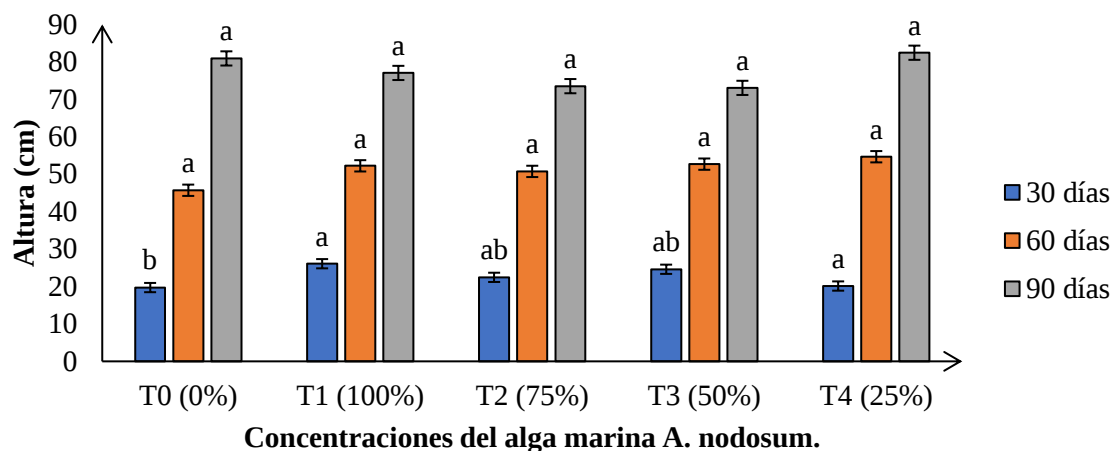
A los 60 días, según el análisis de varianza, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$), sin embargo, el tratamiento T4 registro plantas con mayor altura 54.66 cm; seguido de los tratamientos T3, T1 y T2 los cuales registraron alturas de plantas de 52.68 cm, 52.23 cm y 50.74 cm, a diferencia del T0 (Testigo) el cual registro a nivel de campo plantas con alturas menores que los tratamientos empleado algas marinas.

En el análisis de varianza de la altura de planta a los 90 días, se observa que los resultados, no parecen indicar diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos, ($P > 0.05$). siendo el T0 el tratamiento que registro el valor más alto para la altura de planta, con alturas de 82.44 cm. Seguido de cerca por el tratamiento T4 presentando plantas con alturas de 80.92 cm. Los tratamientos T1, T2 y T3 mostraron promedios de 77.04 cm, 73.51 cm y 73.05 cm.

Reportando un coeficiente de variación en la variable altura de planta a los días 30 días del 19.30%, a los 60 días del 18.23% y a los 90 días del 16.42%, el cual describe la disgregación de los datos el cual los cuales son considerados bajos, durante los 60 días del establecimiento del cultivo en campo se observó como el efecto del biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* genero un impacto significativo en el crecimiento vegetativo del cultivos.

Figura 13

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



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

Los resultados expuestos fueron superiores que los presentados por *De La A & Ortega* (42), quien empleando (*Ecklonia máxima*) a los 45 días obtuvo plantas de 2.13 cm obteniendo mejores resultados empleando productos a base de *Ascophyllum nodosum* el cual maximiza el crecimiento de las plántulas en menor tiempo.

Vega & Rivero (52), emplearon *Ascophyllum nodosum* mediante varias presentaciones comerciales aplicando 3 litros del producto dando como resultado una altura mayor a los 60 días de 75.85 cm.

4.2.2. Número de frutos por planta

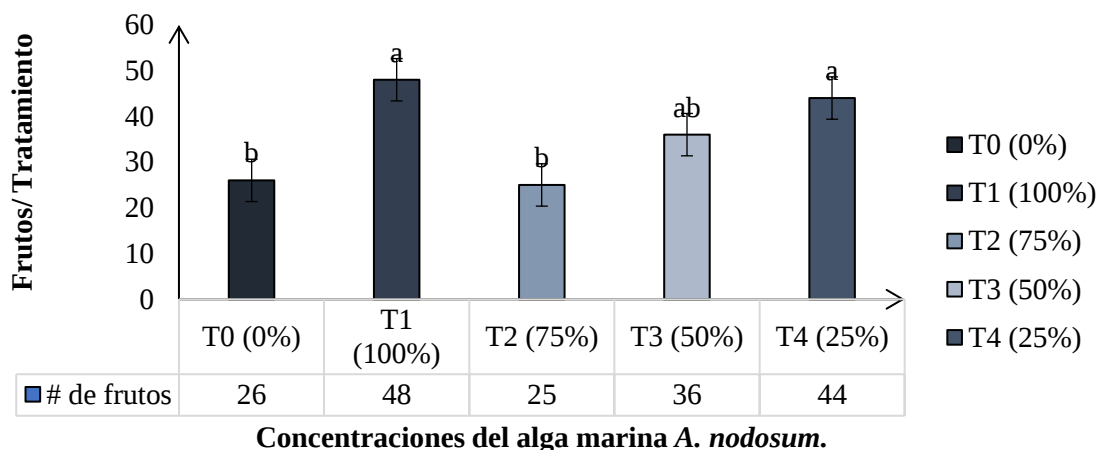
De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en la variable número de frutos por planta. Estos datos se encuentran previamente detallados en la (Figura 14), la cual revela que el tratamiento T1 registró el mayor valor obtenido un total de 48 frutos por planta, seguido de los tratamientos T4 y T3 que registraron un total de 44 y 36 frutos, en comparación a tratamientos como el T2 el cual reportó el valor más bajo con 25 frutos, incluso menor que los observados por el tratamiento control T0, que obtuvo un total de 26 frutos.

Reportando un coeficiente de variación de 18.69%, siendo este porcentaje el que representa la variabilidad de los datos con relación a la media obtenida, el cual indica que tan disperso son los promedios obtenidos según el análisis de varianza, y esta puede deberse

al efecto de las distintas dosis del biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* sobre el cultivo de pimiento amarillo.

Figura 14

Número de frutos por tratamiento a los 90 días.



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

Zamora & Bermeo (53), emplearon dosis de algas marinas en el cultivo de pimiento obtenido un máximo 15 frutos por planta.

Vega & Rivero (52), aplicando diferentes dosis del alga *Ascophyllum nodosum* de diferentes marcas comerciales obtuvo un promedio de 14 frutos por planta, siendo las dosis bajas con tendencia a dosis altas de *A. nodosum* potenciales para aumentar el número de frutos de plantas como el pimiento.

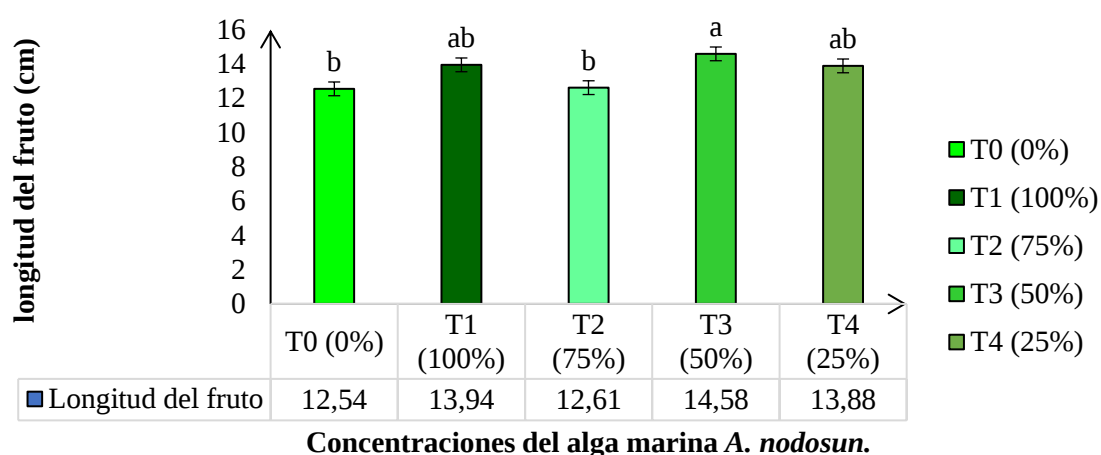
4.2.3. Longitud del fruto (cm)

En el análisis de varianza de la variable Longitud del fruto (Figura 15), se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos ($P\leq0.05$), siendo el tratamiento T3 el que presento frutos con mayor longitud con un promedio de 14.58 cm, seguido de los tratamientos T1 y T3 los cuales registraron valores intermedios en la longitud del fruto con 13.94 cm y 13.88 cm, a diferencia del tratamiento T2 el cual registro valores inferiores con relación a los tratamientos con aplicaciones del biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum* con un promedio de 12.61 cm, siendo este superior al tratamiento control T0 el cual registro longitudes de frutos menores con 12.54 cm.

Además, se registró un coeficiente de variación del 14.36%, siendo este porcentaje un indicativo de disgregación de los datos con relación a la media entre los tratamientos, dado que se ha reportado una significancia estadística, esta variabilidad en los tratamientos se puede atribuir a el efecto provocado por el biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum* el cual ayuda en el mejoramiento de los parámetros productivos del cultivo.

Figura 15

largo del fruto a los 90 días.



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

Los resultados presentados son similares a los expuestos por *Miranda & Cortes* (54), quienes evaluaron dos métodos de nutrición de pimiento, dando como resultado frutos con una longitud de 13 cm.

Zamora & Bermeo (53), usaron varios extractos comerciales a base de algas obtenido así una longitud mayor de 11.6 cm.

Aguilar (55), evaluó los efectos del alga *Ascophyllum nodosum* sobre los parámetros productivos del maíz demostrando que el uso de algas marinas para mejorar las variables de producción es eficiente.

4.2.4. Diámetro del fruto (cm)

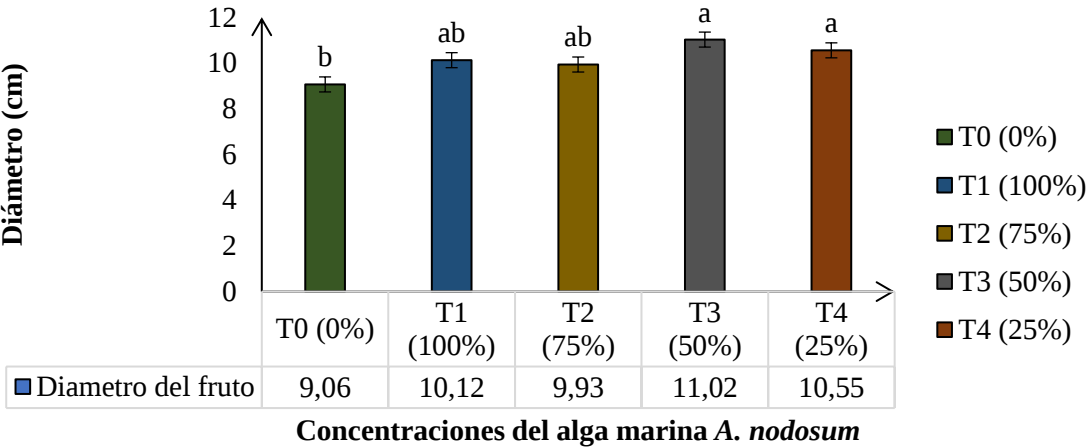
Los promedios de la variable diámetro del fruto se detallan en la siguiente (Figura 16). De acuerdo con el análisis de varianza, existe diferencias estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos estudiados ($P\leq 0.05$), siendo los tratamientos T3 y T4 los que registraron los valores más altos en relación diámetro del fruto con 11.02 cm y 10.55 cm,

seguido de los tratamientos T1 y T2 con un promedio de registrado de 10.12 cm y 9.93 cm, siendo los tratamientos con dosis de biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* superiores al testigo el cual registro promedios de 9.06 en el ancho de los frutos.

Adicionalmente, se reportó un coeficiente de variación del 10.44%, dicho porcentaje indico que existe una desgracia entre los datos con relación a la media de los tratamientos evaluados, la cual es un indicativo del efecto de las diferentes dosis del alga *Ascophyllum nodosum* la cual ejerce acción sobre los parámetros productivos del cultivo de pimiento amarillo.

Figura 16

Ancho del fruto a los 90 días.



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

Dichos promedios son superiores que los expuestos por *Reyes et al.* (56), quienes al aplicar diferentes bioproductos tuvo un diámetro de fruto cerca de los 4.6 cm.

Barbaran & Terrones (57), evaluaron la contabilidad de diferentes minerales con fertilizante común presentando plantas con un diámetro de 3.52 cm, siendo más eficiente aplicar extractos a base de algas marinas.

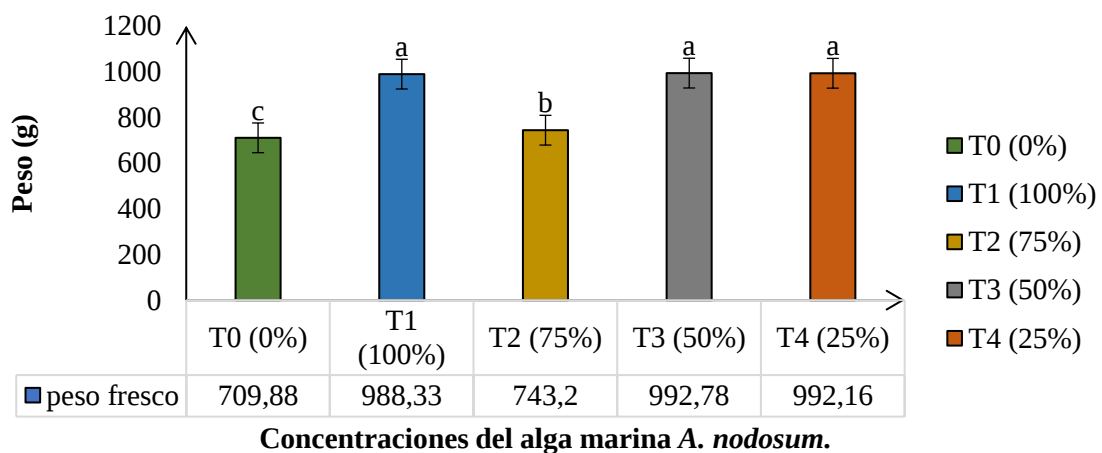
4.2.5. *Peso fresco de los frutos (g).*

Los promedios del peso fresco de los frutos se describen en la (Figura 17). Según el análisis de varianza (ANOVA), no presencia de diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, ($P>0.05$). El coeficiente de variación obtenido de la variable peso fresco del fruto fue de 1.67%, indicando una dispersión relativamente alta. Siendo los tratamientos T3,

T4 y T1 los que registraron mayores promedios con un peso de 992.78 g, 992.16 g y 988.33 g de los frutos, seguido de cerca por el tratamiento T2 con un peso de los frutos de 743.20 g, a diferencia del tratamiento T0 testigo el cual registro valores bajos en el peso de los frutos con 709.88 g, demostrando que los tratamientos con aplicaciones de alga marina *Ascophyllum nodosum*, capaces de lograr un impacto significativo sobre el peso fresco del fruto de las unidades experimentales evaluadas.

Figura 17

Peso fresco del fruto a los 90 días.



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

Dichos datos son superiores que los postulados por *Reyes et al.* (56), el cual en sus tratamientos tuvo un incremento de 400 g en la biomasa fresca.

Salazar et al. (58), aplicó extractos de algas tuvieron un incremento en la biomasa de durante la primera cosecha de 148 g y al final de 72.52 g siendo esta inferior.

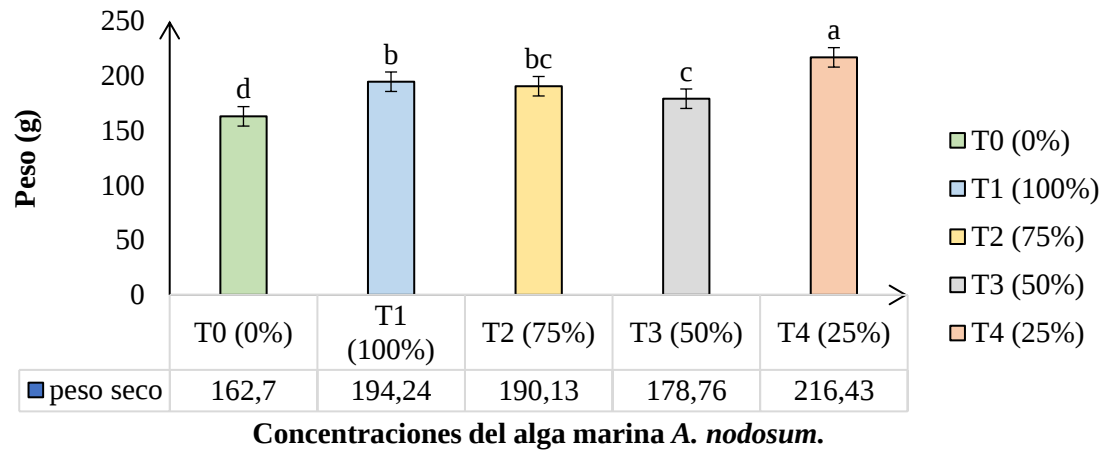
4.2.6. Peso seco de los frutos (g)

Los promedios del peso seco de los frutos describen en la (Figura 18). Según el análisis de varianza (ANOVA), no presencia de diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, ($P > 0.05$). Siendo el tratamientos que registró mayor peso fue el T4 con 216.43 g, seguido de cerca por el tratamiento T1 el cual registro un peso promedio en la biomasa seca de 194.24 g. Los tratamientos T2 y T3 mostraron promedios de 190.13 g, 178.76 g. en contraste el tratamiento control (T0) registro el peso promedio más bajo con 162.70 g.

Además, se reportó un coeficiente de variación del 5.11%, indicando un grado de dispersión de los tratamientos con relación a la media, el cual hace referencia a los efectos de los diferentes niveles de biofertilización con el alga marina *Ascophyllum nodosum* el cual provoca que el cultivo de pimiento no pierda el agua almacenada por medio de la transpiración.

Figura 18

Peso seco del fruto a los 90 días.



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

Ali et al. (59), estudiaron la actividad fitoelictor del alga *Sargassum vulgare* y *Acanthophora spicifera* sobre el cultivo de pimiento, obteniendo un peso en la biomasa seca del cultivo de pimiento de 122 g, dicho promedio fue inferior a los expuestos en la presente investigación.

Baltrusch et al. (60), indica que los bioestimulantes derivados de algas marinas están ganando atención como una herramienta importante en la agricultura sostenible. Esto ofrece una oportunidad única para aliviar el impacto ambiental, por lo que incorporar tecnologías de extracción verdes es fundamental para asegurar objetivos amigables con el medio ambiente.

Michalak et al. (61), explica que los extractos obtenidos a partir de algas puede ser una alternativa o un complemento a la gama de preparados utilizados en la agricultura y una valiosa fuente de nutrientes útiles en la producción de cultivos.

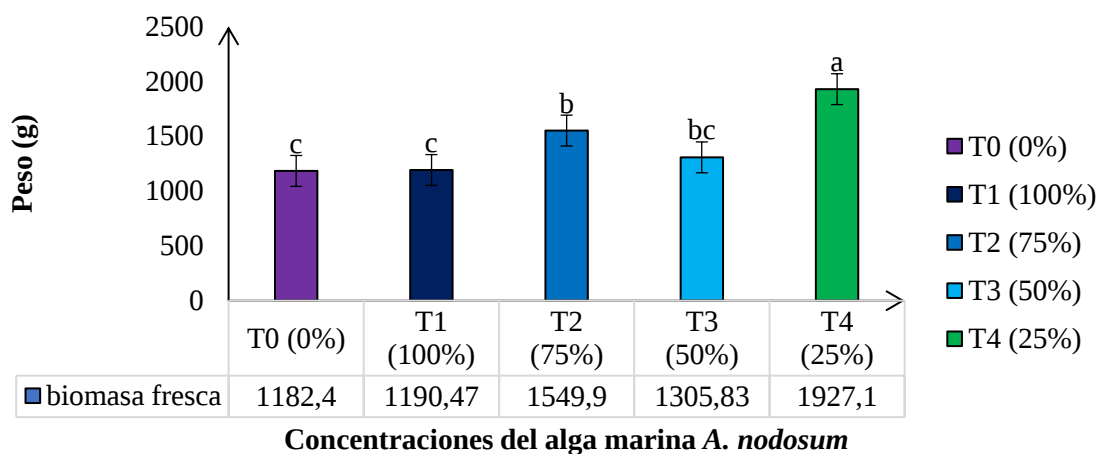
4.2.7. Biomasa fresca (g)

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) en la variable biomasa fresca total. Estos datos se encuentran previamente detallados en la (Figura 19), siendo el tratamiento que registró mayor peso fue el T4 con 1927.10 g, seguido de cerca por el tratamiento T2 el cual registró un peso promedio en la biomasa seca de 1449.90 g. Los tratamientos T3 y T1 mostraron promedios de 1305.83 g y 1190.47 g. en contraste el tratamiento control (T0) registró el peso promedio más bajo con 1182.40 g,

Reportando un coeficiente de variación de 14.29%, siendo este porcentaje el que representa la variabilidad de los datos con relación a la media obtenida, el cual indica que tan disperso son los promedios obtenidos según el análisis de varianza, y esta puede deberse al efecto de las distintas dosis del biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* sobre el cultivo de pimiento amarillo.

Figura 19

Biomasa fresca total por tratamiento.



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

Carriel (62), estudio el crecimiento vegetal del cultivo de pimiento empleando microorganismos y promotores de crecimiento, el cual al aplicar productos de diferentes casas comerciales obtuvo un peso promedio de la biomasa fresca de 0.34 a 0.26 g, siendo esto inferior que lo expuesto en la presente investigación, en la cual, al aplicar dosis del alga *Ascophyllum nodosum* se obtuvo un mayor peso en los órganos vegetativos del cultivo de pimiento amarillo.

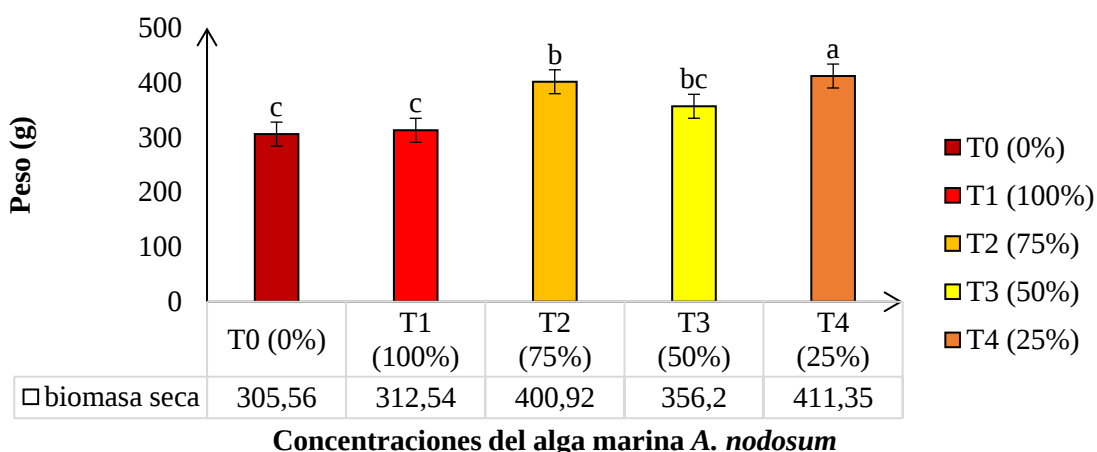
Baroud et al. (63), evaluaron el efecto de diferentes tipos de algas *Bifurcaria bifurcata* (BB), *Cystoseira gibraltarica* (CG) y *Fucus spiralis* (FS) en el comportamiento productivo del cultivo de pimiento las cuales al emplear dosis de 0.5, 1 y 2 % de estos extractos obtuvieron un peso promedio en la biomasa fresca de (BB): 0.85 a 0.60 g, (CG): 0.8 a 0.90 g y (FS): 0,74 a 0.83 g, dichos valores son considerados inferiores a diferencia de los planteados en la presente investigación donde al aplicar dosis de *Ascophyllum nodosum* se obtiene un mayor peso en los órganos vegetativos de la planta.

4.2.8. Biomasa seca (g)

Los promedios del peso fresco de los frutos se describen en la (Figura 20). Según el análisis de varianza (ANOVA), hay evidencias de diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, ($P < 0.05$). El coeficiente de variación obtenido de la variable peso fresco del fruto fue de 6.74%, indicando una dispersión relativamente baja. Siendo los tratamientos T4 y T2 los que registraron el mayor peso seco de la biomasa de 411.35 g y 400.92 g, seguido de cerca por el tratamiento T3 el cual registro un peso seco promedio de 356.20 g. Los tratamientos T3 y T0 mostraron promedios bajos pero el T3 fue superior con un peso en la biomasa seca de 312.54 g, en contraste el tratamiento control (T0) registro el peso promedio relativamente bajo con 305.56 g en comparación con los tratamientos empleando dosis de alga marina.

Figura 20

Biomasa seca de la planta de pimiento amarillo.



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

Pérez (64), estudio el comportamiento de la planta de pimiento morrón al emplear sustratos derivados de residuos agrícolas como fuente nutritiva, obteniendo un peso en la biomasa seca de 0.012 g en la variedad California, 0.020 g en la variedad Sven F2, 0.025 g en la variedad Sympathy, 0.011 g en la variedad Yolo Wonder y 0.027 g la variedad Zidenka F1, estos promedios inferiores comparados con los registrados en la presente investigación, siendo más optimo emplear algas marinas para la fertilización del cultivo de pimiento.

Carriel (62), estudio el crecimiento vegetal del cultivo de pimiento empleando microorganismos y promotores de crecimiento, el cual al aplicar productos de diferentes casas comerciales obtuvo un peso promedio de la biomasa seca de 4.5 a 3.5 g. Es por ello que

Ali et al. (59), indica que extracto de algas marinas (SWE) representa una categoría importante de bioestimulantes vegetales capaces de mejorar la tolerancia de los cultivos al estrés abiótico, como la salinidad. demuestra la aplicabilidad del SWE tropical para su uso en plantas vegetales para lograr una producción de cultivos sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

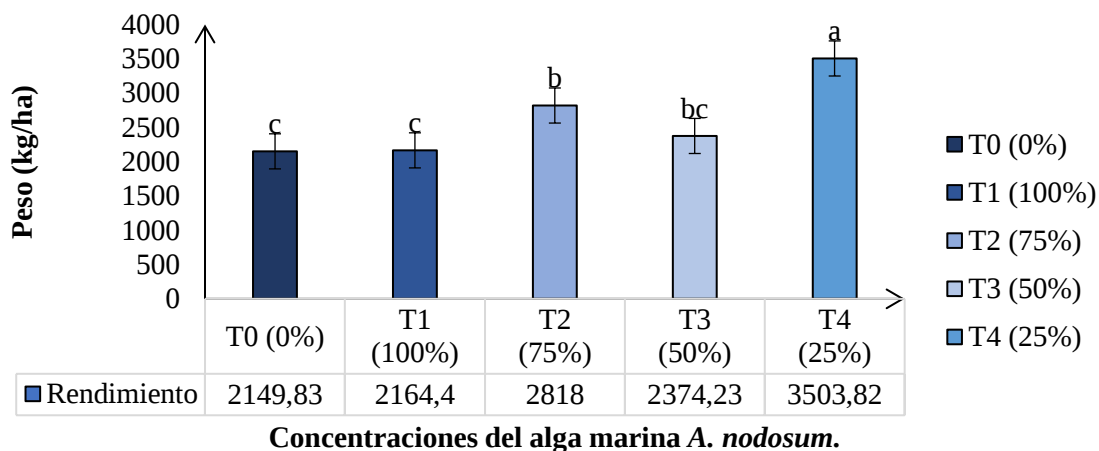
4.2.9. Rendimiento (kg/ha)

Los resultados del rendimiento del cultivo de pimiento amarillo aplicando diferentes dosis de biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum* se exponen en la (Figura 21). Según el análisis de varianza, indican que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, ($P \leq 0.05$), adicionalmente, presento un coeficiente de variación de 14.29%, dicho porcentaje es alto debido al rango de distribución entorno a la media, presentado un grado de dispersión amplio de los tratamientos, siendo el valor más alto registrado en el tratamiento T4 con un rendimiento de 3503.82 kg/ha; seguido de cerca por el tratamiento T2 y T3 los cuales presentaron un rendimiento de 2818.00 y 2374 kg/ha; siendo los tratamientos T1 y T0 relativamente bajos, pero el T1 fue superior al testigo a nivel de campo mostrando un rendimiento de 2164.50 kg/ha mientras que el T0 obtuvo un rendimiento de 2149.83 kg/ha.

Siendo los tratamientos biofertilizados con alga marina *Ascophyllum nodosum* los que mostraron la media más alta en relación al tratamiento control T0 el cual registro un valor menor en el rendimiento el cual fue de 2111.21 kg/ha.

Figura 21

Rendimiento del pimiento amarillo por tratamiento.



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

Dichos resultados fueron superiores a los expuestos por *Reyes et al.* (56), quienes empleando varios bioproductos orgánicos tuvo un rendimiento de 8.7 kg/ha. *Vega & Rivero* (52), los cuales tuvieron un rendimiento de 20525 kg/ha., al implementar 300 g del extracto del alga *Ascophyllum nodosum* siendo este valor inferior que el registrado por el tratamiento control de la presente investigación. *Villon* (65), valoraron la fenología y el rendimiento del pimiento en relación con las aplicaciones de bioestimulantes, el cual obtuvo un rendimiento de 17.38 kg/ha., empleado Evergreen al 75%.

4.3. Análisis económico

Los resultados del análisis económico del estudio de los tratamientos están representados de manera horizontal, los cuales se describen en la (Tabla 13).

En la tabla se describen cada uno de los materiales requeridos para la implementación del trabajo de campo y laboratorio, siendo el costo de producción un indicativo de cuánto costaría ejecutar un proyecto, entre los tratamientos evaluados los que generaron mayor costo en la producción son los tratamientos a los cuales se les fertilizo con el extracto a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* T1, T2, T3 y T4 generando un gasto de \$ 129.75, a diferencia del tratamiento control T0 el cual obtuvo un gasto menor el cual fue de \$ 129.41, debido al gasto generado por el extracto de alga pero a diferencia de que este tipo de fertilizantes producen cambios significativos en la planta mejorando los parámetros agronómicos y productivos del cultivo de pimiento amarillo.

Tabla 13*Análisis económico de los tratamientos evaluados.*

Materiales	T0	T1	T2	T3	T4
Agua destilada	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Biofertilizante Algen 1000	0.00	11.50	11.50	11.50	11.50
Fundas de semillas	16.25	16.25	16.25	16.25	16.25
Bandejas de germinación	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Insecticida	9.16	0.00	0.00	0.00	0.00
Turba	13.50	13.50	13.50	13.50	13.50
Compost	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Cascarilla de arroz	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Balanza analítica	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Regadera	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Estacas	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Piola	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Machete	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Rastrillo	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Azadón	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
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	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
TOTAL (\$):	129.41	129.75	129.75	129.75	129.75

4.3.1. Relación Costo/Beneficio

Los valores con respecto a la relación costo/beneficio se detallan en la siguiente (Tabla 14).

El mayor ingreso bruto registrado lo obtuvo el tratamiento T4 con un valor de 5255.73 dólares, cuya concentración del alga marina *Ascophyllum nodosum* fue del 100%, seguido de los tratamientos T2, T3 y T1 los cuales obtuvieron un ingreso bruto de 5227, 3561.34 y 3246.6 dólares, a diferencia del tratamiento control T0 el cual registro el menor ingreso bruto con 3224.74 dólares, cuyas plantas solo fueron regadas con agua. Obteniendo la mayor utilidad neta el T4 con una utilidad neta de 5158.48 dólares, la cual registro una relación costo beneficio de 53.04 por cada dólar invertido en la investigación, mientras que el tratamiento control T0 obtuvo una utilidad de 3095.33 dólares y una relación costo beneficio

de 23.92 por cada dólar invertido, siendo las algas marinas una de las opciones sustentables la cual generara a largo plazo un mayor beneficio económico.

Tabla 14

Relación Costo beneficio de los tratamientos evaluados.

Rubro	T0	T1	T2	T3	T4
Rendimiento kg/ha ¹ .	2149.83	2164.4	2818	2374.23	3503.82
Precio kg ¹	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Ingreso bruto	3224.745	3246.6	4227	3561.345	5255.73
Costos total	129.41	97.25	97.25	97.25	97.25
Utilidad neta	3095.335	3149.35	4129.75	3464.095	5158.48
Relación C/B	23.92	32.38	42.47	35.62	53.04

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, la exposición del biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum*, represento una ventaja sobre el porcentaje de emergencia. De acuerdo con el análisis el uso del alga *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis indico que los tratamientos T1 (100%) y T4 (25%) del alga permitieron un óptimo desarrollo del cultivo de pimiento el cual se proyectó en las variables: Altura de planta, longitud y diámetro de hoja, longitud de raíz, biomasa fresca y seca de la planta durante el primer y segundo ensayo, en donde dichos tratamientos mostraron mayores valores, generando un impacto positivo en el cultivo de pimiento amarillo.
- Mediante las diferentes dosificaciones del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se observó como el comportamiento productivo de la planta variaba conforme a las aplicaciones, siendo los tratamientos T1 (100%) y T4 (25%) del alga marina, los que generaron un mayor impacto positivo al cultivo de pimiento amarillo, optimizando el crecimiento de los frutos, obteniendo un mayor número de frutos, mucho más largos, anchos y con un mayor peso fresco y seco, mejorando el rendimiento y calidad del cultivo de pimiento amarillo.
- La mayor producción y el beneficio neto más alto se obtuvo con las aplicaciones del biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*, específicamente los tratamientos T4 (25%) y T2 (75%) generando un beneficio de \$8507.03 y \$7257.78, siendo las aplicaciones del alga marina *Ascophyllum nodosum*, una alternativa mucho más rentable optimizando la producción y generando mayores beneficios.

5.2. Recomendaciones

- Realizar las aplicaciones del biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en dosis de 125 kg/ha y 500 g/ha., las cuales mejoran el crecimiento de hortalizas como el pimiento amarillo, optimizando su desarrollo y productividad.
- Evaluar la competitividad del alga marina *Ascophyllum nodosum* contra otros extractos de origen vegetal en cultivos como el pimiento, para conocer su grado de eficacia frente a otros fertilizantes orgánicos.
- Implementar trabajos similares en otros cultivos hortícolas, para ampliar su rango de actividades sobre otras especies.

CAPÍTULO V
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias

1. Vaca J. Producción y comercialización del pimiento morrón (*Capsicum annuum* var. *annuum*) en la provincia de Imbabura. [Internet]. Universidad Técnica del Norte. 2021. 1–158 p. Disponible en: <http://www.ufrgs.br/actavet/31-1/artigo552.pdf>
2. Sanchez J. Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de pimiento (*Capsicum anuum* L.) en la parroquia La Victoria. [Internet]. Universidad Técnica de Machala. 2021. 1–34 p. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>
3. Esmeraldas A, Rodriguez L, Gavilánez T, Luna R. Experiencias productivas con pimiento (*Capsicum anuumm* L.) con abonos orgánicos en el subtrópico del Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2021;5(4):4311–21.
4. Monge J, Loría M. Pulverización foliar de Caolinita y *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis sobre Pimiento Morrón. Av Investig Agropecu [Internet]. 2022;26(1):121–33. Disponible en: <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2022/enero/9.pdf>
5. Espinosa A, Hernández M, González M. Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. Biotecnol Veg [Internet]. 2020;20(4):257–82. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v20n4/2074-8647-bvg-20-04-257.pdf>
6. Ubilla L. Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas [Internet]. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo. 2017. 1–87 p. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3303>
7. Rivera J. Evaluación de biofertilizantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) [Internet]. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo. 2016. 1–102 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2104/1/T-UTEQ-0047.pdf>
8. Saraguay S. Densidad de siembra y aplicación foliar en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo dos sistemas de tutorio. [Internet]. Universidad Agraria del Ecuador. 2020. 1–72 p. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SARAGUAYO ORMAZA STEEVEN BYRON.pdf>

9. Ortiz G. Efectos del acolchado plástico y la fertilización química y biológica sobre la calidad y vida de anaquel de pimiento, asistida con recubrimiento biodegradable de poliacetato de vinilo-alcohol polivinílico [Internet]. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). 2013. 1–154 p. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/37>
10. Gutiérrez R, González K, Hernández Y, Acosta Y, Marrero D. Algas marinas, fuente potencial de macronutrientes. Revista Investigaciones Marinas [Internet]. 2017;37(2):16–28. Disponible en: <http://www.cim.uh.cu/rim/>
11. Silva L, Bermúdez A, Castiblanco D, Almario F, Mojica P, Cuéllar S, et al. Tecnologías relacionadas con biofertilizantes. Cruz Camacho JS, editor. Banco de patentes SIC. Bogotá, Colombia; 2014. 1–132 p.
12. Abarca P, Torres A. Dosificación de plaguicidas agrícolas. Redagricola [Internet]. 2020;1–10. Disponible en: <https://www.redagricola.com/cl/dosificacion-de-plaguicidas-agricolas-cual-es-la-forma/>
13. Nolasco V, Calyecac H, Muñoz A, Miranda A, Cuevas J. Evaluación experimental de germinación y emergencia de semillas en nuez de purga del Totonacapan. Rev Mex De Cienc Agric [Internet]. 2017;7(8):1959–71. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n8/2007-0934-remexca-7-08-1959-en.pdf>
14. Henao G. El cultivo del pimiento amarillo (*Capsicum annuum*) bajo dos entornos de producción en el oriente antioqueño. [Internet]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Medellín, Colombia; 2018. 1–105 p. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/20925/39456667.pdf?sequence=1>
15. Sidler N. Fundación Salud y Alimentación. 2016. p. 1–5 Pimiento morrón amarillo, crudo. Disponible en: <https://www.diet-health.info/es/recetas/ingredientes/in/se3791-pimiento-amarillo-crudo#:~:text=Origen.&text=Los pimientos morrones amarillos pertenecen, Central y América del Sur.&text=Allí%2C el chiltepín o chiltepe,natural y forma de pago.>

16. Pino T, Álvarez F, Zamora O. Pimientos y ajíes, hortalizas de alto valor para el mercado fresco y la industria [Internet]. La Platina, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); 2021. 1–6 p. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67625/NR40829.pdf?sequence=10&isAllowed=y>

17. Moran A, Veloz G. Evaluación del contenido de ácido ascórbico en pimiento rojo y amarillo (*Capsicum annuum*) en Ecuador [Internet]. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador; 2022. 1–63 p. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/62534/1/BCIEQ-T- 0707 Morán Arzube Andy Valentín%3B Veloz Ramos Génesis Nicole.PDF>

18. García R. Efecto de los diferentes sistemas de cultivo sobre el contenido de nitrato en los frutos de pimiento [Internet]. Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2008. 55–56 p. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/255/pfc2156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

19. Buñay C, Gutiérrez A. Etapas fenológicas del cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*. L) var. Verde, bajo las condiciones climáticas del cantón general Antonio Elizalde (Bucay) provincia del Guayas [Internet]. Cumandá, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2017. 1–71 p. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis%20024%20Ingenier%c3%ada%20Agropecuaria%20-%20Bu%c3%b1ay%20Christian%20-%20cd%20024.pdf>

20. Morocho H. Efecto de biofertilizante de preparación artesanal en el rendimiento de ají pimiento morrón (*Capsicum annuum*) en el distrito de Monsefú. [Internet]. Universidad César Vallejo; 2021. 1–111 p. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/25672>

21. Ibarra J, Cañabate J. Portagrano. 2021. p. 1–5 CapGen Seeds apuesta por el pimiento Lamuyo amarillo. Disponible en: <https://www.portagrano.net/home/detallenoticia.php?idnoticia=1058>

22. Zúñiga A, Carrodegua A, Chinchilla M. Variabilidad morfoagronómica de poblaciones F2 de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Cartago, Costa Rica. Av Investig Agropecu. 2021;25(2):52–65.
23. Villegas R. Fhalmería. 2019. p. 1–5 El California amarillo Coronado, un éxito en mayúsculas de Meridien Seeds. Disponible en: <https://www.fhalmeria.com/noticia-27054/el-california-amarillo-coronado,-un-exito-en-mayusculas-de-meridien-seeds>
24. Chiriboga J. Adaptación y rendimiento de ocho variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en invernadero, cantón Riobamba, provincia Chimborazo [Internet]. Riobamba, Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2015. 1–77 p. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10735/1/13T0878.pdf>
25. Arias R. Respuesta agronómica de cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos [Internet]. Universidad Técnica de Cotopaxi. 2016. 1–61 p. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
26. Larrián P, Sepúlveda P, González V, Rojas C, Villavicencio A. Manejo de plagas y enfermedades en pimiento, incorporando criterios de producción limpia. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) [Internet]. 2010;1–8. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4402/NR38613.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
27. Chávez I, Zelaya L, Cruz C, Rojas E, Ruíz S, De los Santos S. Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. Rev Mex De Cienc Agric. 2020;11(6):1423–36.
28. Zermeño A, López B, Melendres A, Ramírez H, Cárdenas J, Munguía J. Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid. Rev Mex De Cienc Agric [Internet]. 2018;(12):2437–46. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6nspe12/2007-0934-remexca-6-spe12-2437-en.pdf>

29. Pérez Y, López I, Reyes Y. Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos Tropicales*. 2020;41(2):1–12.
30. Barzola C. Estudio de fertilización complementaria a base de extractos de algas marinas en el cultivo de Banano (*Musa AAA*). [Internet]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2015. 1–28 p. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6062>
31. Alcalde M. Activos cosméticos de origen marino algas, macromoléculas y otros componentes. *Fuera de armas*. 2004;23(10):1–10.
32. Fonseca E. Evaluación del efecto del Ciplex® a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en la calidad de la papa en la Zona Norte de Cartago [Internet]. Tecnológico de Costa Rica. 2016. 1–36 p. Disponible en: https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10502/evaluacion_efecto_ciple_x_calidad_papa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
33. Montoya S. *Tecnicrop*. 2021. p. 1–5 *Ascophyllum nodosum*, propiedades y usos en agricultura. Disponible en: <https://tecnicrop.com/blog/ascophyllum-nodosum-propiedades-y-usos-en-agricultura>
34. Huerto P. Efecto de tres bioestimulantes en el rendimiento de arroz soca (*Oryza sativa* L.) en secano favorecido en el Fundo Agrícola I de la UNAS – Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva [Internet]. 2014;1–120. Disponible en: https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/HVP_2014.pdf
35. González J. El uso de algas marinas como bioestimulantes [Internet]. Universidad de la Laguna; 2022. 1–33 p. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/29095/El%20uso%20de%20algas%20marinas%20como%20bioestimulantes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
36. Fan D, Kandasamy S, Hodges M, Critchley A, Prithiviraj B. El tratamiento previo a la cosecha de espinacas con extracto de *Ascophyllum nodosum* mejora el almacenamiento y la calidad poscosecha. *Ciencia de la horticultura* [Internet]. 2014;170(7):70–4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423814001113>

37. Ferraz A, Numann V, Radunz A. Acondicionamiento fisiológico de semillas de achicoria con *Ascophyllum nodosum*. Cultura Agronómica. 2018;8(2):215–26.
38. Holguín M. Respuesta agronómica del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. ante la aplicación de dos biofertilizantes con tres dosis [Internet]. Universidad de Guayaquil. 2018. 1–74 p. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35462>
39. Ortiz J, Godoy V. Velocidad de infiltración del agua empleando tres infiltrómetros en la finca experimental “La María,” cantón Mocache [Internet]. 1a ed. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2022. 1–75 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6751/1/1.pdf>
40. Bertoncini M, Neumann V, Câmara L. Acondicionamiento de semillas de pimiento y tomate con *Ascophyllum nodosum*. Rev Fac Nac Agron Medellín. 2021;74(1):9424–30.
41. Basra S, Farooq M, Tabassam R, Ahmad N. Aspectos fisiológicos y bioquímicos de los tratamientos previos a la siembra de semillas de arroz fino (*Oryza sativa* L.). Ciencia y tecnología de semillas. 2005;33(3):623–8.
42. De La A Z, Ortega L. Evaluación de dos bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de Pimiento *Capsicum annuum* var. Marconi en la parroquia Anconcito, provincia de Santa Elena [Internet]. La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2022. 1–54 p. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8799/1/UPSE-TIA-2022-0076.pdf>
43. Jayasinghe P, Pahlawattaarachchi V, and Ranaweera K. Efecto del fertilizante líquido de algas sobre el crecimiento de las plantas de *Capsicum annum*. Discovery. 2016;52(244):723–34.
44. Patel R, Pandya K, Jasrai R, Brahmabhatt N. Importancia del fertilizante líquido de algas verdes y pardas en la germinación de semillas de *Solanum melongena*, *Solanum lycopersicum* y *Capsicum annum* mediante el método de toalla de papel y maceta. Revista internacional de investigaciones científicas recientes. 2018;9(2):24065–72.

45. Shamy M, Thriunavukkarasu R, Jerrine J, Wilson A. Efecto de las algas sobre la germinación de semillas y constituyentes bioquímicos de *Capsicum annuum*. Biocatálisis y Biotecnología Agrícola. 2020;29.
46. Holguín M, García S. Respuesta agronómica del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. ante la aplicación de dos biofertilizantes con tres dosis [Internet]. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2018. 1–74 p. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35462/1/Holgu%C3%ADn%20Alvarado%20%20Mar%C3%ADa%20Danniel.pdf>
47. Salazar W. Efecto de la aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas en pepino (*Cucumis sativus* L.) y chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo ambiente protegido en Alajuela, Costa Rica [Internet]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica; 2016. 1–68 p. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3428/1/40322.pdf>
48. Baroud S, Tahrouch S, Mehrach K, Sadki I, Fahmi F, Hatimi A. Efecto de las algas pardas sobre la germinación, el crecimiento y la composición bioquímica de las hojas de tomate (*Solanum lycopersicum*). Revista de la Sociedad Saudita de Ciencias Agrícolas. 2021;20(5):337–43.
49. Michalak I, Chojnacka K. Compost de algas hacia una fertilización sostenible. Reseñas en Química Inorgánica. 2013;33(4):161–72.
50. Morales R, Betancourt R, Juárez A, Hernández A, González J, Puente B, et al. Aplicación de extractos de algas, NP'SZnO y microorganismos sobre la biomasa vegetal en tomate. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2023;10(2):1–11.
51. Sariñana O, Benavides A, Juárez A, Robledo A, Rodríguez R, Preciado P, et al. Efecto de extractos de *Sargassum* spp. en el crecimiento y antioxidantes de plántulas de tomate. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2021;8(2):1–15.
52. Vega W. Evaluación del rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*) mediante la aplicación edáfica de extractos de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Quevedo. [Internet]. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2016. 1–75 p. Disponible en:

<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstreams/1a4e9f78-0a4b-47b0-8b6e-3a8e4bb2c860/download>

53. Zamora J, Bermeo C. Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a la utilización de bioestimulantes en época lluviosa en la zona de Buena Fe. [Internet]. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015. 1–79 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c59b51dd-5f0a-4f06-a878-df7f338adeab/content>
54. Miranda F, Cortez C. Comparación agronómica de dos métodos de nutrición de plantas en la producción de pimiento (*Capsicum annum*), en el cantón Lomas de Sargentillo, Guayas [Internet]. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2012. 1–57 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1cd0a799-6e49-45f1-8311-b81cd7da9fac/content>
55. Aguilar E, Cantú R. Efecto de la Fertilización de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN) a diferencia de la química sobre peso de la raíz y de las plántulas de maíz forrajero de verano en condiciones de excesiva humedad en la comarca lagunera. [Internet]. Torreón, Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 2017. 1–62 p. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42367/ERWIN%20ARANO%20AGUILAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
56. Reyes Pérez J, Rivero Herrada M, Solórzano Cedeño A, Carballo Méndez F, Lucero Vega G, Ruiz Espinoza F. Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Revista Terra Latinoamericana*. 2021; 39:1–13.
57. Barbaran E, Terrones R. Influencia de los Fertilizantes K-60, P-56 y Mg-70, como complemento a la fertilización mineral establecida en la Producción de *Capsicum annuum* L. var sonora pimiento paprika, en condiciones de campo [Internet]. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego; 2011. 1–74 p. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/8142/1/REP_ELMER.BARBARAN_INFLUENCIA.DE.LOS.FERTILIZANTES.pdf

58. Salazar W, Monge J, Loría M. Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (*Capsicum annuum*). Revista de Investigación de la UNED [Internet]. 2022;14(2):42–99. Disponible en: <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/87715/4299-Monge-Pimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
59. Ali O, Ramsubhag A, Jayaraman J. Actividad fitoelicitador de extractos de *Sargassum vulgare* y *Acanthophora spicifera* y sus perspectivas de uso en cultivos de hortalizas para la producción agrícola sostenible. Revista de Ficología Aplicada. 2021;33(1):639–51.
60. Baltrusch K, Flórez N, Illera M, Torres MD, López M, Domínguez H. Uso potencial de *Sargassum muticum* como fuente de bioestimulantes vegetales después de tres métodos diferentes de secado. Revista de Ficología Aplicada. 2023;35(2).
61. Michalak I, Miller U, Tuhy Ł, Sówka I, Chojnacka K. Caracterización de las propiedades biológicas de algas marinas del báltico co-compostadas en pruebas de germinación. Ingeniería en Ciencias de la Vida. 2017;17(2).
62. Carriel E. Aplicación de microorganismos eficientes y promotores del crecimiento vegetal en los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimiento (*Capsicum annuum*) en etapa de semilleros en la zona de Vinces-Ecuador [Internet]. Vinces, Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2017. 1–76 p. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23384/1/TESIS%20FABRICIO%20CARRIEL%20COELLO.pdf><http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23384/1/TESIS%20FABRICIO%20CARRIEL%20COELLO.pdf>
63. Baroud S, Tahrouch S, Hatimi A, Sadqi I, Ait R. Efecto de las algas pardas sobre la germinación, el crecimiento y la composición bioquímica de las hojas de pimiento (*Capsicum annuum*). Revista Atlas de Biología. 2019;611–8.
64. Pérez H. Producción de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos derivados de residuos agrícolas [Internet]. Montecillo, Mexico: Colegio de Posgrados; 2013. 1–75 p. Disponible en: http://193.122.196.39:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2177/Perez_Lopez_H_M_C_Fisiologia_Vegetal_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

65. Villon J. Valoración fenológica y rendimiento del pimiento *Capsicum annum* L. en relación con la aplicación de bioestimulantes en la unidad experimental Río Verde, Santa Elena. [Internet]. La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2023. 1–81 p. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10252/1/UPSE-TIA-2023-0021.pdf>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1 Cuadro de análisis de la varianza de la tasa de emergencia.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0.38	4	0.10	7.43	0.0001
Tratamientos	0.38	4	0.10	7.43	0.0001
Error	0.58	45	0.01		
<u>Total</u>	<u>0.96</u>	<u>49</u>			

Anexo 2 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de tallo a los 30 días.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	34.41	4	8.60	5.34	0.0013
Tratamientos	34.41	4	8.60	5.34	0.0013
Error	72.45	45	1.61		
<u>Total</u>	<u>106.85</u>	<u>49</u>			

Anexo 3 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de raíz a los 30 días.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	64.40	4	16.10	5.11	0.0018
Tratamientos	64.40	4	16.10	5.11	0.0018
Error	141.92	45	3.15		
<u>Total</u>	<u>206.32</u>	<u>49</u>			

Anexo 4 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro de hoja a los 30 días.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	95.09	4	23.77	20.04	<0.0001
Tratamientos	95.09	4	23.77	20.04	<0.0001
Error	53.38	45	1.19		
<u>Total</u>	<u>148.47</u>	<u>49</u>			

Anexo 5 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de hoja a los 30 días.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	33.11	4	8.28	6.58	0.0003
Tratamientos	33.11	4	8.28	6.58	0.0003

Error	56.62	45	1.26
Total	89.73	49	

Anexo 6 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca a los 30 días.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	231.81	4	57.95	98.87	<0.0001
Tratamientos	231.81	4	57.95	98.87	<0.0001
Error	26.38	45	0.59		
Total	258.18	49			

Anexo 7 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca a los 30 días.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	12.57	4	3.14	42.03	<0.0001
Tratamientos	12.57	4	3.14	42.03	<0.0001
Error	3.36	45	0.07		
Total	15.93	49			

Anexo 8 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 30 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	305.77	4	76.44	4.02	0.0071
Tratamientos	305.77	4	76.44	4.02	0.0071
Error	855.29	45	19.01		
Total	1161.06	49			

Anexo 9 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 60 días

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	455.96	4	113.99	1.31	0.2811
Tratamientos	455.96	4	113.99	1.31	0.2811
Error	3919.00	45	87.09		
Total	4374.96	49			

Anexo 10 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud del fruto

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	32.12	4	8.03	4.03	0.0071
Tratamientos	32.12	4	8.03	4.03	0.0071
Error	89.63	45	1.99		

Total	121.75	49
-------	--------	----

Anexo 11 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro del fruto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21.68	4	5.42	4.84	0.0025
Tratamientos	21.68	4	5.42	4.84	0.0025
Error	50.35	45	1.12		
Total	72.04	49			

Anexo 12 Cuadro del análisis de la varianza del peso fresco del fruto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	845495.03	4	211373.76	971.24	<0.0001
Tratamientos	845495.03	4	211373.76	971.24	<0.0001
Error	9793.50	45	217.63		
Total	855288.53	49			

Anexo 13 Cuadro del análisis de la varianza del peso seco del fruto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15760.35	4	3940.09	42.41	<0.0001
Tratamientos	15760.35	4	3940.09	42.41	<0.0001
Error	4180.37	45	92.90		
Total	19940.72	49			

Anexo 14 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3955723.62	4	988930.91	23.65	<0.0001
Tratamientos	3955723.62	4	988930.91	23.65	<0.0001
Error	1881962.69	45	41821.39		
Total	5837686.31	49			

Anexo 15 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	95071.99	4	23768.00	41.04	<0.0001
Tratamientos	95071.99	4	23768.00	41.04	<0.0001
Error	26064.39	45	579.21		
Total	121136.37	49			

Anexo 16 Cuadro de análisis de la varianza del rendimiento kg/ha.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13076762.36	4	3269190.59	23.65	<0.0001
Tratamientos	13076762.36	4	3269190.59	23.65	<0.0001
Error	6221365.60	45	138252.57		
Total	19298127.96	49			

Anexo 17 Distribución de las semillas de cada uno de los tratamientos.



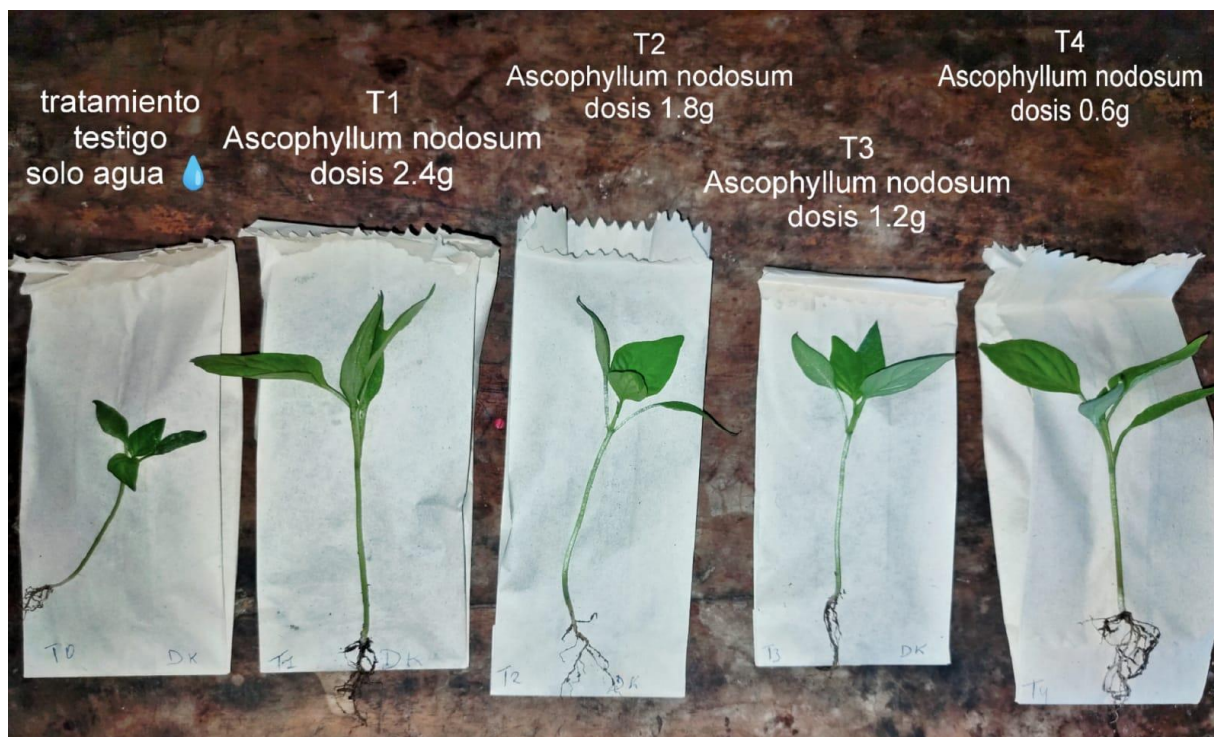
Anexo 18 Siembra en bandejas de germinación.



Anexo 19 Plantines de pimienta amarillo.



Anexo 20 Efecto del biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum* sobre los plantines de pimienta amarillo.



Anexo 21 Toma de la variable longitud radicular.



Anexo 22 Peso de la biomasa fresca y seca de los plantines durante la etapa inicial.



Anexo 23 Colocación del tutoreo.



Anexo 24 Aplicación del biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*.



Anexo 25 Toma de la variable altura de planta a los 30 y 60 días.



Anexo 26 Cosecha de pimiento amarillo.



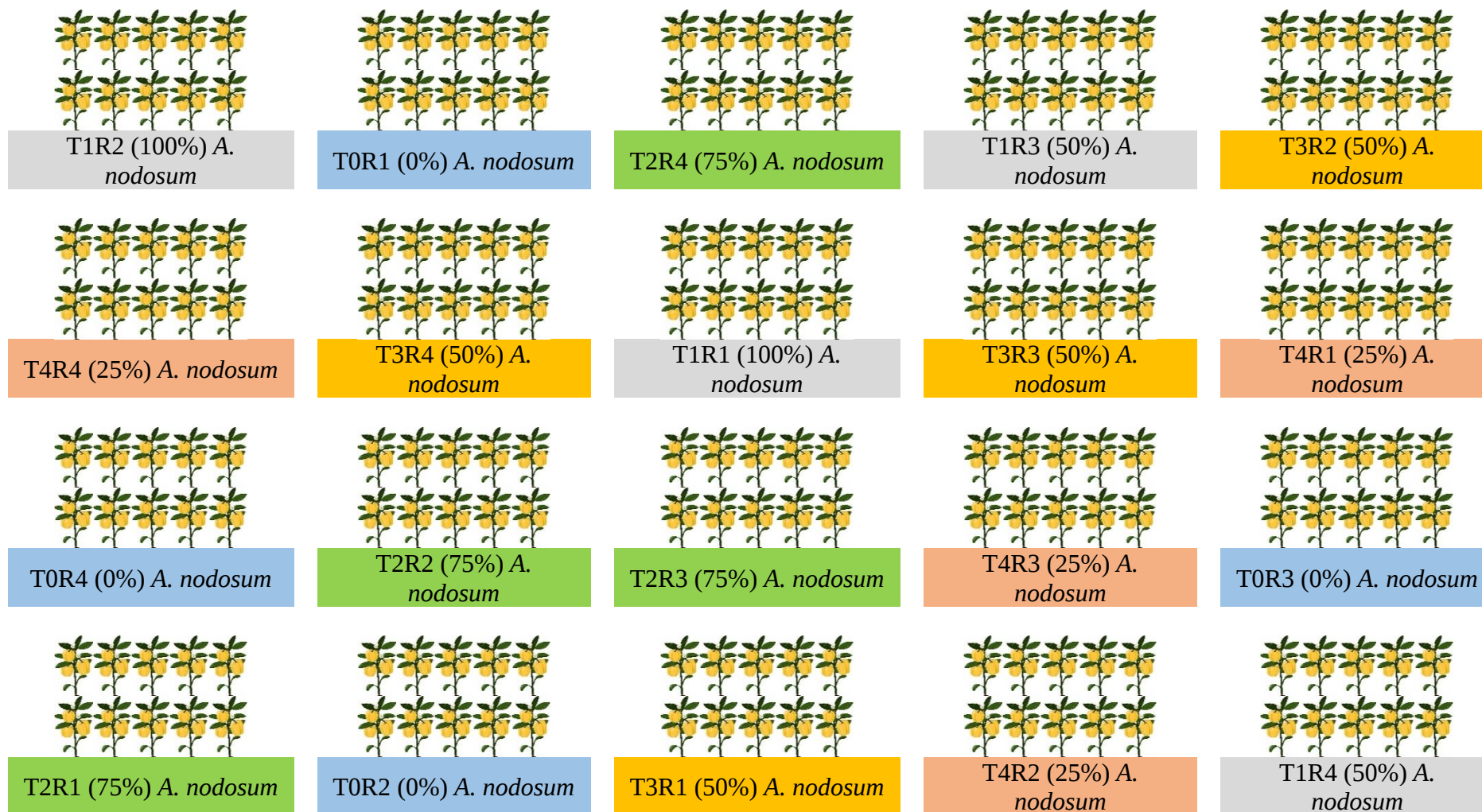
Anexo 27 Toma de peso total de los frutos por tratamiento.



Anexo 28 Toma de peso de la biomasa fresca.



Anexo 29 Croquis de campo.



Área total: 110m², Área por parcela: 5m², Corredores: 1m