



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 DEL
CULTIVO DE PIMIENTO ROJO (*Capsicum annuum*) CON LA
BIOFERTILIZACIÓN DEL ALGA MARINA (*Ascophyllum nodosum*)”.**

Autora:

KATTYA VERONA GONZABAY NAVARRETE

Directora del Proyecto de Investigación:

BIOL. ANA RUTH ÁLVAREZ SÁNCHEZ, PH.D.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **KATTYA VERONA GONZABAY NAVARRETE**, 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.

Katty Gonzabay

KATTYA VERONA GONZABAY NAVARRETE

C.I. 0951815752



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Blga. Ana Ruth Álvarez Sanchez. PhD**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Katty Verona Gonzabay Navarrete**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Efecto de la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento rojo (*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 Sánchez, PH.D.

DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

El suscrito, **Blga. Ana Ruth Álvarez Sánchez**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Efecto de la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)**”, Presentado por el estudiante **Kattya Verona Gonzabay Navarrete**, egresado de la Carrera **Agropecuaria**, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 95% y similitud 5%, del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.



Document Information

| | |
|-------------------|---|
| Analyzed document | TESIS GONZABAY-ARAS-OCTUBRE2023.docx (D176909830) |
| Submitted | 10/25/2023 11:54:00 PM |
| Submitted by | |
| Submitter email | kattya.gonzabay2018@uteq.edu.ec |
| Similarity | 5% |
| Analysis address | aalvarezs.uteq@analysis.arkund.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:

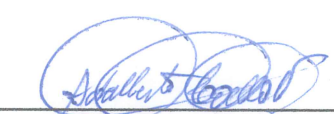
“Efecto de la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)”

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

Aprobado por:


PRÉSIDENTE DEL TRIBUNAL
Ing. Juan José Reyes Pérez PhD


MIEMBRO DE TRIBUNAL
Ing. Marco Heredia Rengifo PhD.


MIEMBRO DE TRIBUNAL
Ing. Adalberto Coello Vera, MSc.

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, darle las gracias a Dios por darme la fuerza y sabiduría por nunca haberme rendido en este proceso y en los que se pueda proveer en el futuro. Gracias a mis padres y hermano que siempre fueron mi mayor impulso para nunca haber desvanecido en este camino.

También quiero agradecerle a mi familia y amigos que siempre estuvieron presente de una u otra manera mostrándome siempre su apoyo incondicional. A la directora de nuestro proyecto de investigación Bióloga. Ana Ruth Álvarez Sánchez, desde el primer momento brindándonos cada minuto de su valioso tiempo y por el asesoramiento de nuestro proyecto investigación.

No puedo dejar de lado el agradecimiento grande que tengo hacia mis compañeros porque cada uno de ellos representa una parte valiosa de esta hermosa historia gracias por estar hay cuando los necesitaba por convertirse en una familia y darme la seguridad que lo podíamos lograr siempre los llevare en mi corazón.

DEDICATORIA

A mis Grandiosos y maravillosos padres, Jhonny Gonzabay, Gloria Navarrete. Por siempre brindarme su amor incondicional, su apoyo inevitable por cada uno de sus sacrificios constante a lo largo de mi vida. Gracias por inculcar en mi valor de perseverancia y lucha.

A mi hermano Javier Gonzabay, quien siempre tuvo la sabiduría de brindarme consejos siempre por luchar conmigo y estar en las buenas y malas y ser un buen refugio en mis momentos más difíciles.

A mi familia, cuyo amor y paciencia han sido mi motor en los momentos más difíciles. A mis amigos, por su aliento inquebrantable y sus palabras de aliento en los momentos de duda.

A mis profesores y mentores, cuya sabiduría y guía han iluminado mi sendero académico y personal. A todos aquellos que, de una forma u otra, contribuyeron a hacer realidad este sueño, esta tesis es un tributo a su inquebrantable apoyo y confianza en mí.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) aplicando bioestimulante a base de alga marina *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis, con el propósito de evaluar el uso de alternativas ecológicas como las algas marinas y como estas pueden contribuir en las prácticas sostenibles en la producción de pimiento rojo. El presente estudio se llevó a cabo en el Campus Universitario “La María”, de la UTEQ. El diseño que se utilizó fue un DCA, conformado por 5 tratamientos y 4 repeticiones divididos en concentraciones de 0% 100%, 75% 50% y 25% de extracto de alga marina *Ascophyllum nodosum*. Para la comparación de medidas entre tratamientos se implementó la prueba de tukey al 5%. Los resultados en el ensayo 1 mostraron que el T1 con dosis de 100 %., influyo de manera significativa en la emergencia de la semilla, a diferencia de los parámetros de altura, longitud de raíz, longitud y diámetro de hoja, biomasa seca y fresca, en donde hubo diferencias estadísticas no significativas siendo el testigo el que mostró mejores parámetros, en el ensayo 2 se pudo notar que los tratamientos con dosis del extracto del alga *Ascophyllum nodosum* obtuvieron mejores parámetros de agronómicos y productivos en relación al testigo, obteniendo mayores ingresos, concluyendo que los extractos de alga como la *Ascophyllum nodosum* influye de manera significativa en los parámetros tanto agronómicos-productivos del cultivo de pimiento rojo manteniendo el uso de prácticas sostenibles para mejorar la calidad de los cultivos.

Palabras clave: *Algas marinas; Solanáceas; Extractos; Rendimiento agrícola.*

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the emergence, growth and production of the red bell pepper (*Capsicum annuum*) crop by applying biostimulants based on seaweed *Ascophyllum nodosum* at different doses, with the purpose of evaluating the use of ecological alternatives such as seaweed and how these can contribute to sustainable practices in the production of red bell pepper. The present study was carried out at the "La María" University Campus of the UTEQ. The design used was a DCA, consisting of 5 treatments and 4 replicates divided into concentrations of 0%, 100%, 75%, 50% and 25% of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract. For the comparison of measurements between treatments, the 5% Tukey test was used. The results in trial 1 showed that T1 with a dose of 100 %, had a significant influence on seed emergence, in contrast to the parameters of height, root length, leaf length and diameter, dry and fresh biomass, where there were non-significant statistical differences, with the control showing better parameters. *nodosum* obtained better agronomic and productive parameters in relation to the control, obtaining higher income, concluding that seaweed extracts such as *Ascophyllum nodosum* have a significant influence on the agronomic-productive parameters of the red bell pepper crop, maintaining the use of sustainable practices to improve the quality of the crops.

Key words: *Seaweeds; Solanaceae; Extracts; Agricultural yield.*

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 TABLAS..... | xvi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xvii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xviii |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | xx |
| CÓDIGO DUBLIN..... | 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 |
| <i>Diagnóstico</i> | 4 |
| <i>Pronóstico</i> | 4 |
| 1.1.2. Formulación del problema | 5 |
| 1.1.3. Sistematización del problema | 5 |
| 1.2. Objetivos..... | 5 |
| 1.2.1. <i>Objetivo general</i> | 5 |
| 1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> | 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>Ascophyllum nodosum</i> | 8 |
| 2.1.3. <i>Biofertilización</i> | 8 |
| 2.1.4. <i>Horticultura</i> | 8 |
| 2.1.5. <i>Pimiento rojo (Capsicum annuum)</i> | 8 |
| 2.2. Marco teórico | 9 |
| 2.2.1. <i>Cultivo de pimiento rojo (Capsicum annuum)</i> | 9 |
| 2.2.2. <i>Importancia del cultivo</i> | 10 |
| 2.2.3. <i>Taxonomía</i> | 10 |
| 2.2.4. <i>Morfología</i> | 10 |
| 2.2.5. <i>Composición química del pimiento rojo</i> | 11 |
| 2.2.6. <i>Condiciones edafoclimáticas</i> | 11 |
| 2.2.7. <i>Variedades</i> | 12 |
| 2.2.8. <i>Labores culturales</i> | 13 |
| 2.2.8.1. <i>Elaboración de sustrato</i> | 13 |
| 2.2.8.2. <i>Siembra</i> | 13 |
| 2.2.8.3. <i>Riego</i> | 14 |
| 2.2.8.4. <i>Fertilización</i> | 14 |
| 2.2.8.5. <i>Trasplante</i> | 14 |
| 2.2.8.6. <i>Aporque</i> | 14 |
| 2.2.8.7. <i>Podá</i> | 14 |
| 2.2.8.8. <i>Tutorado</i> | 15 |

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| 2.2.8.9. | <i>Control de maleza</i> | 15 |
| 2.2.8.10. | <i>Control de plagas y enfermedades</i> | 15 |
| 2.2.8.11. | <i>Aclareo de frutos.</i> | 16 |
| 2.2.8.12. | <i>Cosecha.</i> | 17 |
| 2.2.9. | <i>Algas marinas</i> | 17 |
| 2.2.9.1. | <i>Algas verdes (Chlorophyta)</i> | 18 |
| 2.2.9.2. | <i>Algas pardas (Phaeophytas)</i> | 18 |
| 2.2.9.3. | <i>Algas rojas (Rhodophytas)</i> | 18 |
| 2.2.9.4. | <i>Las algas marinas como opción para la fertilización de cultivos</i> | 18 |
| 2.2.10. | <i>Alga Parda (Ascophyllum nodosum)</i> | 19 |
| 2.2.10.1. | <i>Taxonomía</i> | 20 |
| 2.2.10.2. | <i>Anatomía y morfología de Ascophyllum nodosum</i> | 21 |
| 2.2.10.3. | <i>Ciclo de vida</i> | 22 |
| 2.2.10.4. | <i>Usos en la agricultura</i> | 22 |
| 2.2.10.5. | <i>Como actúa la Ascophyllum nodosum en las hortalizas</i> | 23 |
| 2.2.11. | <i>Antecedentes de investigaciones previas</i> | 23 |
| CAPÍTULO III..... | | 25 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | | 25 |
| 3.1. | <i>Localización</i> | 26 |
| 3.2. | <i>Tipo de investigación</i> | 26 |
| 3.3. | <i>Método de investigación</i> | 27 |
| 3.3.1. | <i>Método inductivo</i> | 27 |
| 3.3.2. | <i>Método deductivo</i> | 27 |
| 3.3.3. | <i>Método analítico</i> | 27 |
| 3.4. | <i>Fuentes de recopilación de la investigación</i> | 27 |
| 3.4.1. | <i>Fuentes primarias</i> | 27 |

| | |
|--|----|
| 3.4.2. Fuentes secundarias..... | 27 |
| 3.5. Diseño experimental y análisis estadístico. | 28 |
| 3.5.1. Análisis de varianza..... | 28 |
| 3.5.2. Modelo matemático..... | 28 |
| 3.6. Tratamientos en estudio..... | 28 |
| 3.7. Manejo del experimento..... | 29 |
| 3.7.1. Experimento 1. Efecto de la biofertilización con alga (<i>Ascophyllum nodosum</i>) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo de pimiento rojo. | 29 |
| 3.7.1.1. Labores culturales..... | 29 |
| 3.7.1.2. Variables evaluadas a los 30 días..... | 30 |
| 3.7.2. Experimento 2. Efecto de la biofertilización con el alga marina (<i>Ascophyllum nodosum</i>) en las variables agronómicas, productivas y económicas en el desarrollo vegetal del cultivo de pimiento rojo..... | 31 |
| 3.7.2.1. Labores a realizar..... | 31 |
| 3.7.2.2. Variables a evaluar..... | 33 |
| 3.8. Recursos humanos y materiales..... | 35 |
| 3.8.1. Recursos humanos..... | 35 |
| 3.8.2. Recursos materiales..... | 35 |
| 3.8.2.1. Material genético..... | 35 |
| 3.8.2.2. Biofertilizante..... | 35 |
| 3.8.2.3. Material de Campo..... | 35 |
| 3.8.2.4. Material de oficina..... | 36 |
| CAPÍTULO IV..... | 37 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 37 |
| 4.1. Ensayo 1..... | 38 |
| 4.1.1. Porcentaje de germinación..... | 38 |

| | |
|--|----|
| 4.1.2. <i>Parámetros de crecimiento durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo biofertilizado con dosis del alga marina Ascophyllum nodosum</i> | 39 |
| 4.1.2.1. <i>Altura de planta (cm)</i> | 40 |
| 4.1.2.2. <i>Longitud de raíz (cm)</i> | 41 |
| 4.1.3. <i>Diámetro de hoja (cm)</i> | 42 |
| 4.1.3.1. <i>Longitud de hoja (cm)</i> | 43 |
| 4.1.3.2. <i>Biomasa fresca (g)</i> | 44 |
| 4.1.3.3. <i>Biomasa seca (g)</i> | 45 |
| 4.2. Experimento 2 | 46 |
| 4.2.1. <i>Altura de planta (cm)</i> | 47 |
| 4.2.2. <i>Longitud del fruto (cm)</i> | 48 |
| 4.2.3. <i>Diámetro del fruto</i> | 49 |
| 4.2.4. <i>Peso fresco del fruto (g)</i> | 50 |
| 4.2.5. <i>Peso seco del fruto (g)</i> | 51 |
| 4.2.6. <i>Biomasa fresca (g)</i> | 52 |
| 4.2.7. <i>Biomasa seca (g)</i> | 53 |
| 4.2.8. <i>Rendimiento (kg/ha)</i> | 55 |
| 4.3. Análisis económico | 56 |
| 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 VI | 61 |
| BIBLIOGRAFÍA | 61 |
| 6.1. Bibliografía | 62 |

| | |
|-------------------|----|
| CAPÍTULO VII..... | 73 |
| ANEXOS..... | 73 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| <i>Tabla 1 Clasificación taxonómica del pimiento rojo.</i> | 10 |
| <i>Tabla 2 Composición Pimiento Morrón (Capsicum annuum).</i> | 11 |
| <i>Tabla 3 Condiciones Edafoclimáticas Optimas para el Pimiento.</i> | 12 |
| <i>Tabla 4 Clasificación Taxonómica del alga parda.</i> | 20 |
| <i>Tabla 5 Beneficios de Ascophyllum nodosum en hortalizas.</i> | 22 |
| <i>Tabla 6 Características agrometeorológicas del Campus Universitario “La María”.</i> | 26 |
| <i>Tabla 7 Análisis ANOVA.</i> | 28 |
| <i>Tabla 8 Descripción de los tratamientos y dosis de biofertilizante.</i> | 29 |
| <i>Tabla 9 Porcentaje de germinación de la etapa inicial del pimiento rojo.</i> | 38 |
| <i>Tabla 10 Parámetros de crecimiento del cultivo de pimiento rojo bajo biofertilización a base del alga marina A. nodosum durante la etapa inicial (30 días).</i> | 39 |
| <i>Tabla 11 Parámetros de crecimiento y producción del cultivo de pimiento rojo biofertilizado con extracto del alga marina A. nodosum.</i> | 46 |
| <i>Tabla 12 Análisis económico de los tratamientos.</i> | 56 |
| <i>Tabla 13 Relación Costo-Beneficio de los tratamientos evaluados.</i> | 57 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1 Cultivo de pimiento rojo (Capsicum annum).</i> | 9 |
| <i>Figura 2 Pimiento variedad California.</i> | 12 |
| <i>Figura 3 Pimiento variedad Piquillo.</i> | 13 |
| <i>Figura 4 Alga parda (Ascophyllum nodosum).</i> | 20 |
| <i>Figura 5 Cartografía del Campus Universitario "La María", UTEQ.</i> | 26 |
| <i>Figura 6 Altura de planta del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).</i> | 40 |
| <i>Figura 7 Longitud de raíz del cultivo de pimiento durante la etapa inicial (30 días).</i> | 41 |
| <i>Figura 8 Diámetro de hoja del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).</i> | 42 |
| <i>Figura 9 Longitud de hoja del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).</i> | 43 |
| <i>Figura 10 Biomasa fresca del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).</i> | 44 |
| <i>Figura 11 Biomasa seca del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial.</i> | 45 |
| <i>Figura 12 Altura de planta del cultivo de pimiento rojo a los 30, 60 y 90 días.</i> | 47 |
| <i>Figura 13 Longitud del fruto del cultivo de pimiento rojo.</i> | 48 |
| <i>Figura 14 Diámetro del fruto del cultivo de pimiento rojo.</i> | 49 |
| <i>Figura 15 Peso fresco del fruto de pimiento rojo.</i> | 50 |
| <i>Figura 16 Peso seco del fruto de pimiento rojo.</i> | 52 |
| <i>Figura 17 Biomasa fresca del cultivo de pimiento rojo.</i> | 53 |
| <i>Figura 18 Biomasa seca del cultivo de pimiento rojo.</i> | 54 |
| <i>Figura 19 Rendimiento del cultivo de pimiento rojo.</i> | 55 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----------|
| <i>Anexo 1 Cuadro de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia.</i> | <i>74</i> |
| <i>Anexo 2 Cuadro de análisis de la varianza de altura de planta en la etapa inicial.</i> | <i>74</i> |
| <i>Anexo 3 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de raíz en la etapa inicial.</i> | <i>74</i> |
| <i>Anexo 4 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro de hoja.</i> | <i>74</i> |
| <i>Anexo 5 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de hoja.</i> | <i>74</i> |
| <i>Anexo 6 Cuadro de análisis de la varianza de biomasa fresca de la etapa inicial.</i> | <i>75</i> |
| <i>Anexo 7 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca de la etapa inicial.</i> | <i>75</i> |
| <i>Anexo 8 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 30 días.</i> | <i>75</i> |
| <i>Anexo 9 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 60 días.</i> | <i>75</i> |
| <i>Anexo 10 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 90 días.</i> | <i>75</i> |
| <i>Anexo 11 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud del fruto.</i> | <i>76</i> |
| <i>Anexo 12 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro el fruto.</i> | <i>76</i> |
| <i>Anexo 13 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca del fruto.</i> | <i>76</i> |
| <i>Anexo 14 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca del fruto.</i> | <i>76</i> |
| <i>Anexo 15 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca del forraje.</i> | <i>76</i> |
| <i>Anexo 16 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca del forraje.</i> | <i>77</i> |
| <i>Anexo 17 Cuadro de análisis de la varianza del rendimiento.</i> | <i>77</i> |
| <i>Anexo 18 Preparación de las diferentes concentraciones del extracto de alga marina Ascophyllum nodosum.</i> | <i>77</i> |
| <i>Anexo 19 Peso del bioestimulante a base de Ascophyllum nodosum.</i> | <i>77</i> |
| <i>Anexo 20 Conformación de las diferentes concentraciones del alga A. nodosum.</i> | <i>78</i> |

| | |
|---|-----------|
| <i>Anexo 21 Germinación de las semillas.....</i> | <i>78</i> |
| <i>Anexo 22 Comparación de los efectos del alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> durante la etapa inicial del cultivo de pimiento.....</i> | <i>78</i> |
| <i>Anexo 23 Pesaje de la biomasa fresca durante la etapa inicial.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Anexo 24 Colocación de las muestras en la estufa.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Anexo 25 Separación de plantines para establecimiento en campo.....</i> | <i>80</i> |
| <i>Anexo 26 Comienzo de la etapa de floración.....</i> | <i>80</i> |
| <i>Anexo 27 Aparición de los primeros frutos.....</i> | <i>80</i> |
| <i>Anexo 28 Maduración de los frutos de pimiento morrón.....</i> | <i>80</i> |
| <i>Anexo 29 Toma de variables agronómicas y productivas del cultivo.....</i> | <i>81</i> |
| <i>Anexo 30 Pesaje de los frutos y biomasa por tratamiento.....</i> | <i>81</i> |
| <i>Anexo 31. Croquis de campo.....</i> | <i>82</i> |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| Ecuación 1 Modelo matemático. | 28 |
| Ecuación 2 Rendimiento por tratamiento. | 34 |
| Ecuación 3 Relación Costo/Beneficio. | 34 |

CÓDIGO DUBLIN

| | | | | |
|------------------------------|---|------------|-----------|----------------------|
| Título: | “Efecto de la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de pimiento rojo (<i>Capsicum annuum</i>) con la biofertilización del alga marina (<i>Ascophyllum nodosum</i>)” | | | |
| Autor: | Katty Verona Gonzabay Navarrete | | | |
| Palabras clave: | Algas marinas | Solanáceas | Extractos | Rendimiento agrícola |
| Fecha de publicación: | | | | |
| Editorial: | UTEQ, 2023 | | | |
| Resumen: | <p>El objetivo de este trabajo fue determinar la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento rojo (<i>Capsicum annuum</i>) aplicando bioestimulantes a base de alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> en diferentes dosis, con el propósito de evaluar el uso de alternativas ecológicas como las algas marinas y como estas pueden contribuir en las prácticas sostenibles en la producción de pimiento rojo. El presente estudio se llevó a cabo en el Campus Universitario “La María”, de la UTEQ. El diseño que se utilizó fue un DCA, conformado por 5 tratamientos y 4 repeticiones divididos en concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto de alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i>. Para la comparación de medidas entre tratamientos se implementó la prueba de tukey al 5%. Los resultados en el ensayo 1 mostraron que el T1 con dosis de 100 %, influyo de manera significativa en la emergencia de la semilla, a diferencia de los parámetros de altura, longitud de raíz, longitud y diámetro de hoja, biomasa seca y fresca, en donde hubo diferencias estadísticas no significativas siendo el testigo el que mostró mejores parámetros, en el ensayo 2 se pudo notar que los tratamientos con dosis del extracto del alga <i>Ascophyllum nodosum</i> obtuvieron mejores parámetros de agronómicos y productivos en relación al testigo, obteniendo mayores ingresos, concluyendo que los extractos de alga como la <i>Ascophyllum nodosum</i> influye de manera significativa en los parámetros tanto agronómicos-productivos del cultivo de pimiento rojo manteniendo el uso de prácticas sostenibles para mejorar la calidad de los cultivos.</p> | | | |
| Abstract: | <p>The objective of this work was to determine the emergence, growth and production of the red bell pepper (<i>Capsicum annuum</i>) crop by applying biostimulants based on seaweed <i>Ascophyllum nodosum</i> at different doses, with the purpose of evaluating the use of ecological alternatives such as seaweed and how these can contribute to sustainable practices in the production of red bell pepper. The present study was carried out at the "La María" University Campus of the UTEQ. The design used was a DCA, consisting of 5 treatments and 4 replicates divided into concentrations of 0% 100%, 75%, 50% and 25% of <i>Ascophyllum nodosum</i> seaweed extract. For the comparison of measurements between treatments, the 5% Tukey test was used. The results in trial 1 showed that T1 with a dose of 100 %, had a significant influence on seed emergence, in contrast to the parameters of height, root length, leaf length and diameter, dry and fresh biomass, where there were non-significant statistical differences, with the control showing better parameters. nodosum obtained better agronomic and productive parameters in relation to the control, obtaining higher income, concluding that seaweed extracts such as <i>Ascophyllum nodosum</i> have a significant influence on the agronomic-productive parameters of the red bell pepper crop, maintaining the use of sustainable practices to improve the quality of the crops.</p> | | | |
| Descripción: | (103) hojas A4, A4, 21x29.7 cm + CD-ROM | | | |
| URL: | (En blanco hasta cuando se disponga los repositorios) | | | |

INTRODUCCIÓN

El pimiento rojo (*Capsicum annuum*) es una planta herbácea originaria de México, Perú y Bolivia, pertenece a la familia de las Solanáceas, es una de las familias más diversas dentro del campo agrícola con cerca de 100 géneros y más de 2500 especies a nivel mundial, tiene su origen hace 50 millones de años y se cultivan en zonas tropicales y subtropicales entre las más comunes están el pimiento los cuales dependiendo de su género pueden ser normales, dulces o picantes dependiendo de la variedad (1).

En todo el mundo se produce cerca de 34 mil millones de toneladas de este cultivar por año, entre los principales países productores que se destacan por la producción a gran escala de pimiento rojo están China con 17 millones de toneladas y México es el segundo país productor de pimiento con 3 mil millones de toneladas, lo cual, lo emplean una parte para el consumo nacional y la otra parte es exportada a distintos países del mundo (2).

En Ecuador el pimiento es una de las verduras con mayor importancia para la población, utilizándolo para todo tipo de platillos, brindándole la calidad nutritiva que la población ecuatoriana necesita, son cerca 1760 ha destinadas para la producción del pimiento las cuales están distribuidas en las provincias de la costa como Guayas, Manabí y Esmeralda las cuales son las principales productoras (3).

A pesar, de su gran importancia, el cultivo de pimiento, al igual que otro tipo de hortalizas, se ha visto afectada por la contaminación ocasionada por el uso de agroquímicos, es por ello, que se buscan alternativas orgánicas y amigables con el medio ambiente para fertilizar y estimular a los cultivos, estos biofertilizantes pueden ser el uso de bacterias benéficas, macroalgas o microalgas como la *Ascophyllum nodosum* la cual, brinda los nutrientes necesarios a la planta sin tener que recurrir a los fertilizantes convencionales (4).

Las algas marinas como las *Ascophyllum nodosum* las cuales pertenecen a la familia de las *Phaeophyta*, pueden ser implementadas para la elaboración de insumos orgánicos y aplicarlos en huertos orgánicos, debido a sus beneficios como promover el crecimiento y mejorar la productividad, tolerando así los problemas medioambientales y evitando que la planta pase por un estrés hídrico, la función que realizan los biofertilizantes, a base de algas marinas es la de modificar el metabolismo de las células y esto pasa por el proceso de inducción de la síntesis de las moléculas de los antioxidantes que están presentes en la planta mejorando el crecimiento y su resistencia (5).

En la agricultura se han empleado algas como *Ascophyllum nodosum*, en diversos cultivares como tomate, pepino y sandía, los cuales ayuda a incorporar de mejor forma la materia orgánica del suelo, mejora el sistema radicular, permitiendo que las plantas capten mejor los macros y microelementos y en cultivos como el maíz mejora la elongación de la planta haciéndolas más vigorosas. En cultivares como el maní ayuda a la elongación de las raíces y mejorando la resistencia de la planta ante el ataque de plagas, haciéndola un insumo excepcional para mejorar los cultivos y mitigar la contaminación por agroquímicos (6).

La presente investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la biofertilización a base de (*Ascophyllum nodosum*) en la emergencia, crecimiento y producción en el cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*). Dichos resultados servirán para poder beneficiar de gran forma al sector productivo, promoviendo el uso de algas marinas para mejorar el rendimiento y productividad de sus futuros cultivares.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

A pesar de que la fertilización directa convencional es una de las alternativas favorables para que las plantas capten mejor los nutrientes en el suelo (7), siguen existiendo problemas por el uso excesivo de estos en el suelo, poco a poco los recursos minerales de la tierra se están acabando desencadenando una serie de dudas sobre el destino de la agricultura a nivel mundial, el uso excesivo de estos fertilizantes ha traído consigo una serie de consecuencias como la contaminación de aguas tanto superficiales como subterráneas y un desequilibrio en la estructura del suelo, dejando muchos sectores en donde antes existía suelos con abundante vegetación a zonas desoladas pobres en nutrientes (8).

Es por ello que, ante tan incertidumbre, se han puesto a la tarea de buscar nuevas formas de nutrir de manera efectiva los cultivos sin la necesidad de explotar más de lo debido los recursos minerales del planeta, una de las soluciones es el uso de algas marinas las cuales tienen la capacidad de mejorar la captación de nutrientes que tiene la planta mejorando así el rendimiento y la producción, en cultivos hortícolas funciona de manera excepcional mejorando la microbiota del suelo (9).

Diagnóstico

Debido a los sobrepuestos de los insumos y fertilizantes que enfrenta la agricultura como resultado de la escasez de estos minerales, la fertilización inorgánica gradualmente en un futuro dejará de utilizarse como resultado de la sobreexplotación. Buscar nuevos sustitutos es el curso de acción más práctico porque los recursos del planeta son escasos.

Pronóstico

Para mantener una buena producción y rendimiento de hortalizas como las del género *Capsicum* y al mismo tiempo ser buenos para el medio ambiente, muchas plantaciones han dejado de fertilizar debido al sobrepuesto. Cultivos como los pimientos rojos (*C. annuum L.*) necesitan nutrirse para garantizar una producción óptima. Otro problema es la contaminación, que provoca el deterioro del suelo. Por estos motivos, la información obtenida en este trabajo de investigación pretende corregir estos problemas buscando soluciones sostenibles.

1.1.2. Formulación del problema

¿De qué manera reaccionara el cultivo de pimiento rojo al aplicar distintas dosificaciones de biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál será el nivel de emergencia que presentaran las plantas de pimiento rojo de los distintos tratamientos de biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*?

¿Cuál será el tratamiento que presente mejores resultados en los parámetros agronómicos del cultivo de pimiento empleando biofertilizante a base del alga marina *Ascophyllum nodosum*?

¿Cuál de los tratamientos será superior en los parámetros productivos al aplicar alga marina *Ascophyllum nodosum*?

¿Cuál será la relación costo/beneficio de los tratamientos al aplicar distintas dosis de biofertilización con alga marina *Ascophyllum nodosum*?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la emergencia, crecimiento y producción del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) aplicando bioestimulante a base de alga marina *Ascophyllum nodosum* en diferentes dosis.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la emergencia en el cultivo de pimiento rojo con diferentes dosis de biofertilizantes del alga marina *Ascophyllum nodosum*.
- Determinar los parámetros de crecimiento vegetal del cultivo de pimiento rojo con diferentes dosis de biofertilizantes del alga marina *Ascophyllum nodosum*.
- Determinar los parámetros de producción del cultivo de pimiento rojo biofertilizado con el alga marina *Ascophyllum nodosum*.

- Establecer la relación, costos y beneficios del cultivo de pimiento rojo biofertilizado con el alga marina *Ascophyllum nodosum*.

1.3. Justificación

Ecuador es un país con regiones agrícolas privilegiadas; es una de las tres más importantes en términos de producción en el país. Cultivos como el pimiento rojo (*Capsicum annuum L.*) son valorados incluso más que sus otras variedades, pero la población agrícola enfrenta el problema de la dependencia de los fertilizantes convencionales; tratar de cerrar esa brecha y buscar nuevas fuentes es importante para avanzar y ser considerado como un país del primer mundo donde la producción de cultivos orgánicos es posible (10).

La creciente demanda de alimentos libres de químicos poco a poco se va incrementando, está destinado que para el 2025 todos los países deben adoptar esta ley para así asegurar la salud de la población a nivel mundial (11).

Es por ello que este trabajo de investigación busca usar otras fuentes de fertilización como las algas marinas, las cuales poseen niveles ricos en nutrientes y así poder mitigar el uso de fertilizantes convencionales y así la población pueda evidenciar que, si es posible implementar otras medidas sin la necesidad de sacrificar más los costos en la producción, mejorando el nivel nutricional de los pequeños y medianos productores del país.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Algas marinas*

Debido a su falta de diferenciación celular y tejidos complejos, las algas marinas, los órganos autótrofos con una estructura simple, también se conocen como talófitos. Estos órganos se dividen en tres grupos: Algas verdes (*Chlorophyta*), Algas pardas (*Phaeophyta*) y Algas rojas (*Rhodophyta*), que son grupos de algas verdes, rojas y marrones que se cree que tienen varios pigmentos (12).

2.1.2. *Ascophyllum nodosum*

Ascophyllum nodosum es una especie de alga parda, la cual puede adaptarse tanto a ambientes con poca como con mucha agua. Se utiliza en algunos cultivos por su efecto bioestimulante, que ayuda a las plantas a realizar mejor la fotosíntesis y les permite absorber mejor los nutrientes del suelo. También cambia la composición química del suelo (13).

2.1.3. *Biofertilización*

Es el uso de fertilizantes de origen orgánico, es decir, libres de agroquímicos, y es el resultado de la descomposición o fermentación de la materia orgánica con la adición de microorganismos (14).

2.1.4. *Horticultura*

Es la ciencia y arte de cultivar tanto vegetales como plantas herbáceas destinadas exclusivamente para la alimentación humana y animal (15).

2.1.5. *Pimiento rojo (Capsicum annuum)*

Es un pimiento de sabor dulce que mide entre 13 a 18 cm de largo y 8 de ancho, su color predomina de un verde y rojo a un rojo intenso, es firme su cascara y sus paredes carnosas su ciclo de vida es de 100 a 110 días, dependiendo de las condiciones (3).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*)

El pimiento es originario de América, en regiones que hoy forman parte de naciones como México, Bolivia y Perú. Estas regiones son donde se descubrió por primera vez. Las exploraciones de Cristóbal Colón en 1493 lo llevaron a Europa y a una parte de Asia, pero fue el científico Nicolás Monardes quien lo estudió más a fondo y lo popularizó (16).

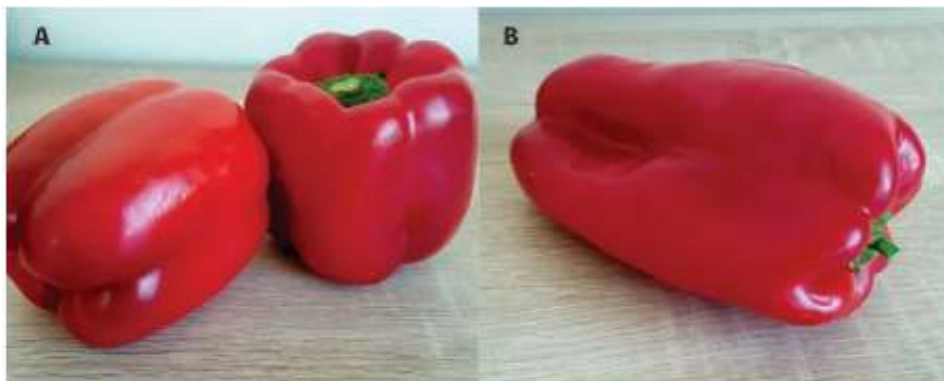
Este científico firmó que hay varios tipos de especies, desde dulces hasta picantes, que se utilizan no solo en la cocina sino también en la medicina. Debido a sus variedades picantes, es probable que los mexicanos y asiáticos sean los que más lo utilicen en todos los platos. Actualmente es uno de los productos básicos de la canasta (16).

En la familia de hortalizas (bayas) de las solanáceas, que también incluye tomates, patatas, berenjenas y alrededor de 2.7 mil otras especies de plantas, los pimientos son las especies más populares, ampliamente cultivadas y domesticadas. Aunque existen numerosas variedades de chiles, se diferencian en cuanto a su tamaño, color, sabor, nivel de picante y otras características (17).

El crecimiento del pimiento requiere un ambiente moderadamente cálido de 20 °C sin demasiados cambios abruptos de temperatura, humedad o iluminación, particularmente durante la primera fase de crecimiento después de la germinación. Siempre que el suelo esté bien drenado, contenga arena y materia orgánica, puede crecer en cualquier tipo de suelo (17).

Figura 1

Cultivo de pimiento rojo (Capsicum annuum).



Fuente: (18).

2.2.2. *Importancia del cultivo*

Su importancia radica en su valor nutricional, que incluye altos niveles de vitaminas C y A, ayuda a la absorción de minerales como el hierro por parte del cuerpo, y los efectos de sus antioxidantes que estimulan el sistema inmunológico lo hacen importante. Al ser una verdura muy buscada en el mercado, también tiene un menor contenido de grasa y puede consumirse tanto fresca como enlatada para su almacenamiento a largo plazo (19).

2.2.3. *Taxonomía*

En la siguiente (Tabla 1) se muestra la clasificación taxonómica del cultivo de pimiento rojo.

Tabla 1

Clasificación taxonómica del pimiento rojo.

| Rango taxonómico | Descripción |
|---------------------------|-------------------------|
| Reino: | Plantae |
| Clase: | Magnolipsida |
| Orden: | Solanales |
| Familia: | Solanaceae |
| Genero: | <i>Capsicum</i> |
| Especie: | <i>Annuum</i> |
| Nombre científico: | <i>Capsicum annuum.</i> |

Fuente: (20).

2.2.4. *Morfología*

Dependiendo de la variedad, el pimiento es una verdura que crece como arbusto o enredadera. Mide entre 0 y 1.5 m de altura, con una raíz pivotante que puede extenderse hasta 1.2 m de profundidad. El cultivo comienza con un tallo angular que eventualmente se vuelve cilíndrico, leñoso y ramificado. Las hojas son simples, alternas y de forma ovalada, pero dependiendo de la variedad también pueden ser lanceoladas, con la punta cónica o estrecha. Puede haber de 15 hojas, cada una de las cuales es de un color verde vibrante, en una sola planta (21).

La inflorescencia es hermafrodita, cada flor de la inflorescencia tiene alrededor de 5 estambres y 1 pistilo, mide unos 3 cm de altura y tiene entre 5 y 9 pétalos en promedio. El

fruto del pimiento es hueco por dentro, tiene paredes internas y es solitario, es decir, no forma racimos al nacer. El tamaño del fruto del pimiento varía según la variedad, ya sea dulce, normal o picante, pudiendo alcanzar una longitud y un diámetro máximos de 13 y 11 cm, respectivamente (21).

2.2.5. Composición química del pimiento rojo

La composición química del pimiento rojo se describe en la siguiente (Tabla 2).

Tabla 2

Composición Pimiento Morrón (Capsicum annuum).

| Composición | Cantidad |
|--------------------|-----------------|
| Materia Seca (%): | 8 |
| Energía (kcal): | 26 |
| Proteína (g): | 1.3 |
| Fibra (g): | 1.4 |
| Calcio (mg): | 12 |
| Hierro (mg): | 0.9 |
| Carotenos (mg): | 1.8 |
| Tiamina (mg): | 0.07 |
| Riboflavina (mg): | 0.08 |
| Niacina (mg): | 0.8 |
| Vitamina C (mg): | 103 |
| Valor nutritivo | 6.61 |

Fuente: (22).

2.2.6. Condiciones edafoclimáticas

La planta del pimiento, (*Capsicum annuum*) es un cultivo ampliamente cultivado en la región y es el segundo vegetal frutal más importante después del tomate (23). La siguiente (Tabla 3) enumera las condiciones climáticas y edáficas ideales para el cultivo de pimiento. El clima es uno de los requisitos más importantes de un cultivo y, a menudo, es un factor limitante.

Tabla 3

Condiciones Edafoclimáticas Óptimas para el Pimiento.

| Parámetros | Descripción |
|-----------------------------|----------------|
| Temperatura (°C): | 22 a 25 |
| Precipitación (mm): | 600 a 1200 |
| Altitud (msnm): | 1800 |
| Humedad Relativa (%): | 90 a 95 |
| Luminosidad (hora/luz/día): | 6 a 8 |
| Tipo de suelo: | Franco arenoso |
| Profundidad: | Profundos |
| pH (%): | 6.5 a 7.5 |

Fuente: (24).

2.2.7. Variedades

Entre las variedades más comunes de pimiento rojo tenemos: (25)

- **Pimiento California Wonder 300 TMR (*Capsicum annuum*).** Son frutos que miden alrededor de 7 a 10 cm de alto y 6 a 9 cm de ancho, su piel es gruesa mide aproximadamente 7 mm, y su variedad puede variar de morrón, amarillo o verde.

Figura 2

Pimiento variedad California.



Fuente: (26).

- **Pimiento del piquillo.** El pimiento morrón piquillo es pequeño en forma de cono, mide hasta 7 cm de largo su piel es firme y dura.

Figura 3

Pimiento variedad Piquillo.



Fuente: (27).

2.2.8. Labores culturales

2.2.8.1. Elaboración de sustrato

Un buen sustrato debe contener partes iguales de Arena, Gallinaza, Compost, Humus, Tierra de sembrado, lo cual permita que tenga la suficiente cantidad de poros que necesita la planta para que el sistema radicular se distribuya de manera uniforme y que tenga la capacidad de retener el agua, luego de incorporar cada uno de los elementos se procede a tamizar para obtener una mezcla mucho más suelta libre de agregados (28).

2.2.8.2. Siembra

Se requiere un buen sustrato y adelantar la siembra en bandejas de germinación. Se debe colocar una semilla en cada hoyo a una profundidad inferior a 1 cm, y encima se debe colocar una lámina de plástico negro para crear un ambiente húmedo que conserve la temperatura y acelere el poder de germinación. las semillas (28).

La temperatura y la germinación están correlacionadas. El rango ideal oscila entre 3 y 8 días, pero si la temperatura es más baja puede tardar más. Una vez que tengas las bandejas germinadas, puedes pasar a sacarlas con cuidado de las bandejas usando un palito de helado

u otra herramienta fina sin causar daño al sistema radicular y luego plantarlas en la tierra con mucha agua (28).

2.2.8.3. Riego

Si es posible, se debe utilizar riego por goteo al menos una vez al día. Si llueve, lo mejor es evitar regar; sin embargo, si hay suficiente luz y calor, lo mejor es evitar regar por la tarde y solo a las 7 u 8 de la mañana. Para evitar que las plantas contraigan *Phytophthora* o *Rhizoctonia* y que el sistema radicular siga expandiéndose, evitar regar en exceso durante los días con bajas temperaturas (28).

2.2.8.4. Fertilización

Previo a la siembra, se aconseja rellenar cada hoyo con compost o abono orgánico y, en base a los resultados del análisis del suelo y los requerimientos de la planta, añadir abono convencional. Esto se puede realizar directamente en el suelo o mediante fertiirrigación (28).

2.2.8.5. Trasplante

Se aconseja regar abundantemente el terreno el día anterior al trasplante para que la planta quede en un medio similar al que se encontraba durante el proceso de germinación. Están situados entre dos y tres plantas/m², el tipo de siembra recomendada es escalonada, se aconseja realizarla por las tardes para evitar riesgo de pérdida de agua, pero siempre que el clima sea ideal se aconseja agregar agua y colocar solución nutritiva después de la siembra en el campo para asegurar una planta con buenas cualidades (28).

2.2.8.6. Aporque

Este procedimiento solo se requiere para fortalecer la base del tallo principal para evitar que se caiga y favorezca más el sistema radicular (28).

2.2.8.7. Poda

La poda se realiza en las ramas por lo general se eliminan de 2 a 4 ramas por planta, limpieza de hojas, es por ello que se dejan dos ramas o tallos por planta para que haya mejor disposición y acelerar la producción (28).

2.2.8.8. Tutorado

Después de la poda se deben dejar dos ramas o tallos por planta para permitir un mejor trazado y una producción más rápida. Por lo general, se eliminan de dos a cuatro ramas por planta durante la poda de ramas para limpiar las hojas (28).

2.2.8.9. Control de maleza

Se puede utilizar un machete o una guadaña de motocicleta para cortar manualmente las malas hierbas, o se pueden utilizar herbicidas selectivos para matarlas impidiendo su crecimiento en los cultivares (28).

2.2.8.10. Control de plagas y enfermedades

Para el control se recomienda realizar un seguimiento exhaustivo, entre los factores que existen para que se proliferen las plagas y enfermedades están (28):

- No desinfectar el sustrato antes de utilizarlo.
- Las bandejas de germinación no se deben desinfectar.
- El sustrato se debe mezclar fuera del invernadero.
- Abstenerse de utilizar el control de malezas.

Si el cultivo es atacado por agentes nocivos se deben aplicar los insumos agrícolas adecuados de bajo residuo para no contaminar el fruto al momento de la cosecha o se deben aplicar trampas que sean efectivas para controlar plagas. Para evitar la prolongación de la enfermedad, utilizar fungicidas multisitios en caso de que, si la enfermedad ha avanzado, retirar la planta de raíz (28).

a) Plagas.

Entre las principales plagas de interés económico que infectan gran parte de las plantaciones del cultivo de pimiento rojo están:

- **Mosca Blanca (*Bemisia tabaci Gennadius*)**. Es un pequeño insecto chupador que puede dañar gravemente los cultivos hortícolas al propagar enfermedades. Durante

el clima cálido y seco, estos insectos generalmente se encuentran en áreas bajas como valles (29).

- **Pulgones (*Myzus persicae* (Sulzer)).** Son insectos flexibles, verdes y parecidos a los pulgones. Debido a que son insectos chupadores que comen la savia de las hojas, hacen que las hojas se pongan amarillas y se marchiten. Tener un número excesivo de pulgones en la hoja es un problema grave para la planta porque pueden matarla (30).

b) Enfermedades.

Entre las principales enfermedades de interés económico que provocan pérdidas en grandes extensiones de terreno para el cultivo de pimiento rojo están:

- **Podredumbre Gris (*Botrytis cinerea*).** La pudrición gris es una enfermedad que se manifiesta principalmente en los frutos, donde aparecen pequeñas manchas de color crema, de forma irregular. A medida que la enfermedad se propaga por la plantación, las manchas comienzan a aparecer en un patrón circular. (31).
- **Oídio (*Leveillula taurica*).** En las plantaciones de pimiento, el oídio es una enfermedad común. Los síntomas más típicos incluyen manchas amarillas y erráticas que se asemejan a la clorosis en las hojas de cultivos como el pimiento, pero también se ve un polvo blanco en el envés., que es donde guarda los micelios y conidios del hongo (31).
- **Tizón del Pimiento (*Phytophthora capsici*).** Es un hongo que afecta cultivos como el pimiento y provoca sancocho en los semilleros, es el causante de este tipo de enfermedades. Las plantas adultas presentan los primeros signos como una serie de canchales o cánceres verdes en la base del tallo. Las lesiones inicialmente parecían oscuras y húmedas, pero a medida que pasó el tiempo y el hongo valla se multiplicó en la planta, se descubrió que las lesiones se habían vuelto de color marrón oscuro (31).

2.2.8.11. Aclareo de frutos.

Para producir frutos con mayor calibre, uniformidad y textura adecuada, se eliminan los frutos con forma irregular o poco crecimiento (28).

2.2.8.12. Cosecha.

Se realizan múltiples cosechas de cultivos como los pimientos, pero normalmente la primera cosecha es la más importante porque muestra los resultados de esfuerzos laboriosos. Se deben utilizar tijeras de podar para cortar el pedúnculo del fruto durante la cosecha para evitar daños. Luego se debe clasificar la fruta por tamaño y color, que variará según la variedad que se utilice (28).

2.2.9. Algas marinas

Las algas son una clase de organismos autótrofos unicelulares y multicelulares. Estos organismos acuáticos, que se encuentran tanto en agua dulce como salada, hacen una contribución significativa a los ecosistemas y representan más del 10% de la productividad primaria (32).

Los organismos fotosintéticos multicelulares eucariotas con una amplia variedad de morfologías y ciclos de vida se denominan macroalgas. *Chlorophyta* (verde), *Rhodophyta* (rojo) y *Ochryophyta* (marrón) son los tres filos en los que se clasifican la mayoría de las especies (32).

Como organismos sésiles, las macroalgas a menudo están expuestas a una variedad de cambios impredecibles y condiciones de estrés, incluida la exposición a la luz solar intensa, cambios en la salinidad, diferentes regímenes de temperatura y eventos de desecación (32).

Según informes, las macroalgas se han utilizado en la medicina tradicional durante miles de años en países como China y Japón por sus diversas propiedades biológicas. Sin embargo, recientemente ha aumentado el interés en esta área de investigación, especialmente debido a los efectos beneficiosos de las macroalgas y sus metabolitos secundarios sobre la salud humana y animal (32).

Debido a las variaciones de las mareas, toneladas de material algal se acumulan en las zonas costeras y se vierten en las playas. Para la industria del turismo, por ejemplo, este fenómeno natural presenta problemas. Sin embargo, existe la posibilidad de que esta circunstancia se desarrolle más adelante (33).

Las Naciones Unidas estiman que el cultivo de algas para alimentación es una industria global importante, con un mercado valorado en más de 700 millones de dólares en 2021,

principalmente en países asiáticos como China, Japón y Corea, para la FAO las algas se utilizan en la producción de numerosos productos químicos en todo el mundo, incluidos alimentos, fertilizantes, cosméticos y concentrados animales (33).

2.2.9.1. Algas verdes (*Chlorophyta*)

La División Chlorophyta contiene una amplia variedad de algas que se distinguen por la presencia de clorofilas A y B, así como algunas xantofilas como luteína, violaxantina, neoxantina y eteroxantina. Como rasgo definitorio de este grupo, los pigmentos que dan a las algas su tono verde (34).

2.2.9.2. Algas pardas (*Phaeophytas*)

Debido al abundante contenido de xantofilas de sus células, que les da su distintivo color marrón, las Phaeophytas también se conocen comúnmente como algas pardas. La fucoxantina y la flavoxantina son dos de las xantofilas que se encuentran con mayor frecuencia en estas algas. Estas algas tienen cantidades importantes de ácido algínico y solo una pequeña cantidad de celulosa en sus paredes celulares. Estas algas almacenan frecuentemente laminarias y manitol como materiales de reserva, y cuando están en estado móvil tienen dos flagelos que se insertan lateralmente (34).

2.2.9.3. Algas rojas (*Rhodophytas*)

El color rojo característico del cuerpo de estas algas es causado por los pigmentos accesorios ficoeritrina y ficobilina, que frecuentemente cubren la clorofila a y d. No es de extrañar que algunas de estas especies puedan aparecer en otros colores en estado salvaje porque las concentraciones de estos pigmentos varían dependiendo del estado fisiológico de la planta. Bangiophyceae y Florideophyceae son dos clases ejemplares de Rodophytas que se pueden encontrar en Ecuador (34).

2.2.9.4. Las algas marinas como opción para la fertilización de cultivos

Las algas se utilizan desde hace algún tiempo, pero solo en pequeñas cantidades. Debido a la producción de fertilizantes convencionales y su uso excesivo, esta práctica ha surgido como una de las principales formas de suministrarlos, asegurando una buena producción (35).

Aunque el transporte es un poco más desafiante porque estas plantas solo crecen en ciertos lugares, lo que hacen las algas en los cultivos y el suelo es estimular el crecimiento de las plantas liberando nitrato nitrito. aumenta la aireación y el contenido de materia orgánica en el suelo y en la planta (35).

Los extractos de algas marinas se consideran insumos ecológicos porque no son tóxicos, se biodegradan de forma natural y hacen que los cultivos sean menos tóxicos tanto para los humanos como para los animales. Más de 10 mil especies diferentes de algas, incluidas las variedades marrones, rojas y verdes, pueden estimular las plantas de diferentes maneras (6).

2.2.10. Alga Parda (*Ascophyllum nodosum*)

Ascophyllum nodosum es un alga de color marrón que también recibe el nombre Norwegian Kelp, es originaria de las costas del océano Atlántico (36). Para crear biofertilizantes o promotores del crecimiento, este tipo de algas se utilizan en la agricultura. Crece esporádicamente en el océano sobre rocas flotantes con la ayuda de vesículas llenas de aire que, durante la marea alta, pueden ayudar al alga a mejorar su proceso fotosintético al capturar mejor los rayos del sol (13).

Las algas pardas *Ascophyllum nodosum*, también conocidas como algas marinas, algas nudosas, algas noruegas y algas nudosas (algas marinas anudadas), son comestibles. Debido a que contiene reguladores del crecimiento de las plantas como auxinas, citoquininas, giberelinas, betaínas, manitol, ácidos orgánicos, polisacáridos, aminoácidos y proteínas, el extracto de algas nudosas tiene el potencial de aumentar el crecimiento, el rendimiento y la calidad de las plantas (37).

Solo algunas algas pardas contienen florotaninos, un tipo especial de compuesto polifenólicos, a diferencia de las plantas terrestres. Uno de los lugares clave para encontrar florotaninos es el alga *Ascophyllum nodosum*. Los alginatos, el fucoidan y la laminarina son solo algunos de los biopolímeros bioactivos que se encuentran en el nudoso. También existen sustancias bioactivas que no son polisacáridos, como los polifenoles (37).

Los productos elaborados con *Ascophyllum* pueden reducir el estrés porque el alga contiene betaínas. En circunstancias estresantes, las betaínas funcionan como solutos osmóticamente compatibles. El manitol, que ayuda a la adaptación osmótica, también está presente en el *Ascophyllum* (37).

Figura 4

Alga parda (Ascophyllum nodosum).



Fuente: (33).

2.2.10.1. Taxonomía

En la siguiente tabla se muestra la clasificación taxonómica del alga *Ascophyllum nodosum*.

Tabla 4

Clasificación Taxonómica del alga parda.

| Nombre Científico: <i>Ascophyllum nodosum</i> | |
|--|--------------------|
| Reino: | Protista |
| División: | Ochrophyta |
| Clase: | Phaeophyceae |
| Orden: | Fucales |
| Familia: | Fucaceae |
| Genero: | <i>Ascophyllum</i> |
| Especie: | <i>A. nodosum</i> |

Fuente: (38).

2.2.10.2. Anatomía y morfología de *Ascophyllum nodosum*

Los talos de este tipo de algas son cartilagosos, lineales y presentan ramas secundarias pinnadas, además de ramas primarias dicotómicas. Gracias a los tacos discoides, que se agrupan formando una especie de ramo y contienen entre 100 algas por m², estos talos se fijan al sustrato, disminuyendo el calor y el estrés en diversos hábitats acuáticos (39).

Aunque en algunas regiones oceánicas se pueden observar ramificaciones monopodiales o tridicotómicas, este tipo de algas tiene vesículas de aire expandidas en cada talo, y más del 50% de las frondas primarias tienen ramificaciones dicotómicas. Las vesículas que se llenan de aire permiten que los talos se sostengan y se expongan a la luz, lo que permite que el nudoso flote durante los cambios de marea (39).

Las algas *Ascophyllum nodosum* están divididas por las siguientes partes (39):

- Eje principal: es el eje que se origina a partir de crecimiento de un meristema apical.
- Rama primaria: es originada desde el grampón.
- Rama lateral: se forma a partir de meristemas laterales sobre otras ramas.
- Rama stump: son las ramas carentes de meristema apical.
- Rama intacta: rama con al menos un meristema apical.
- Internudo: es la porción de la rama entre dos vesículas de aire adyacentes.
- Ápice: es la porción distal de una rama hacia la última vesícula de aire.
- Vesículas de aire: son dilataciones de las ramas producidas a intervalos regulares, relacionadas con la velocidad anual de elongación de las ramas.
- Receptáculos: son las ramas laterales fértiles.
- Fronde: son sistemas de ramas derivados desde una simple protrusión meristemática del grampón.
- Talo: es la agrupación de frondes, formados a partir de un grampón común.

- Población: es el grupo de frondes dentro de un área definida.

2.2.10.3. Ciclo de vida

Las algas de la especie *Ascophyllum nodosum* es una especie diploide que se reproduce tanto sexual como asexualmente. Produce gametos masculinos y femeninos, que se producen en las cavidades conceptuales de los receptáculos maduros, para producir la reproducción sexual. Había aproximadamente el mismo número de talos masculinos y femeninos. Los receptáculos masculinos son de color amarillo, mientras que los femeninos son de color amarillo verdoso, lo que nos permite distinguir entre los órganos reproductores. Estos contenedores se desarrollan en diferentes momentos según la temporada, pero normalmente entre abril y junio es cuando maduran y liberan los gametos, pero a partir del año siguiente. El inicio de la formación del receptáculo se desencadena mediante fotoperíodos entre las 8:16 h y las 12:12 h, y los períodos más largos de oscuridad inhiben este proceso (39).

2.2.10.4. Usos en la agricultura

En la siguiente tabla se describen los principales beneficios que ejercen el uso de *Ascophyllum nodosum* en las hortalizas.

Tabla 5

Beneficios de Ascophyllum nodosum en hortalizas.

| Cultivo | Nombre científico | Beneficios |
|----------------|--------------------------------|---|
| Arabidopsis | <i>Arabidopsis thaliana</i> | 1. Tolerancia al estrés por salinidad, sequía y heladas. 2. Mejora la absorción de nutrientes. 3. Regula la expresión de genes al estrés y ARNmi. |
| Tomate | <i>Lycopersicon esculentum</i> | 1. Mejor crecimiento y calidad de la fruta. 2. Mitiga el estrés por salinidad. |
| Fresa | <i>Fragaria ananassa</i> | 1. Mejor crecimiento y calidad 2. Rápida respuesta del crecimiento de fruto y raíz de la fresa. |
| Maíz | <i>Zea mays</i> | 1. Mejor morfología y calidad nutricional del grano. |
| Espinaca | <i>Spinacia oleracea</i> | 1. Mejor crecimiento, rendimiento y calidad nutricional 2. Mitiga el estrés por sequía |

| | | |
|---------|--------------------------|---|
| | | 3. Mayor contenido fenológico y antioxidante. |
| | | 4. Permite que dure más durante el almacenamiento postcosecha y mejora la calidad de la hoja. |
| | | 1. Mejor crecimiento y rendimiento. |
| Nabo | <i>Brassica rapa</i> | 2. Permite que se metabolicen mejor los elementos como N, C y S. |
| Repollo | <i>Brassica oleracea</i> | 1. Mejora los compuestos isotiocianatos, fenólicos y flavonoides del cultivo. |
| Uva | <i>Vitis vinifera</i> | 1. Mejora el crecimiento, rendimiento y dinámica de maduración y calidad de la fruta. |

Fuente: (40).

2.2.10.5. Como actúa la *Ascophyllum nodosum* en las hortalizas

Los extractos de algas *Ascophyllum nodosum* ayudan a aumentar el rendimiento de los cultivos porque contienen todos los macro y microelementos necesarios para que cultivos como el pimiento produzcan en sus niveles máximos, así como sustancias que ayudan a controlar el crecimiento de las plantas y combatir enfermedades. Su crecimiento se nota en cultivos como brócoli y cebolla, donde tiene un impacto positivo en la producción del 44%. Cuando se aplican a plantas solanáceas como tomates y patatas, aumentan el rendimiento en aproximadamente un 80%, el tamaño de los frutos y tubérculos y la microbiota del suelo, restableciendo la microflora beneficiosa. (41).

2.2.11. Antecedentes de investigaciones previas

Se han realizado diversas investigaciones aplicando el alga *Ascophyllum nodosum* en la producción de hortalizas como, por ejemplo:

Di Stasio, et al. (2018), estudiaron el efecto de los extractos de algas a base de *Ascophyllum nodosum* como potenciadores de crecimiento en plantas de tomates salinizadas y evidenciaron que aplicar dosis de 200 ml de estos extractos aumentaron el incremento de iones Calcio, Potasio y Magnesio, los autores no lograron aumentar el crecimiento de manera significativa, pero sí mejoraron la calidad nutricional de los frutos (42).

Renaut, et al. (2019), evaluaron el efecto de un extracto comercial de algas marinas en cultivares de tomate y pimiento y evidenciaron que aplicar 250 ml de biofertilizante a base

de *Ascophyllum nodosum* ayuda a estructural las comunidades microbianas, incrementado el número de raíces de tomate y pimiento, mejorando el nivel de materia orgánica del suelo, mejorando el peso de los frutos, brotes y raíces tanto del tomate como del pimiento (43).

Monge & Loria (2022), midieron la aplicación foliar *Ascophyllum nodosum* en pimiento dulce, en donde usaron 5 ml de Extracto de *Ascophyllum nodosum*, un tratamiento combinando los dos fertilizantes y un testigo con solo agua y evidenciaron que en el número de frutos las aplicaciones con los extractos de *Ascophyllum nodosum* obtuvieron 26.92 frutos, los cuáles fueron superiores a diferencia del testigo, en el peso promedio de los frutos arrojan que el extracto de *Ascophyllum nodosum* tuvo un peso promedio de 90.80 kg, los cuales fueron superiores a la Caolita Además se evidenció que el tratamiento que tuvo un mayor rendimiento y se demostraron que el extracto de *Ascophyllum nodosum* con un rendimiento de 63.43 ton/ha., a diferencia del testigo, los autores recomendaron además no aplicar de manera conjunta la caolita con el extracto de alga porque no influye de manera positiva en las características productivas del pimiento dulce (5).

Salazar, *et al.* (2022) estos autores midieron la aplicación foliar de extractos de algas y fertilizantes en cultivo de pimiento, en el cual usaron 1 l/ha de alga *Ascophyllum nodosum* para evidenciar su comportamiento en los parámetros productivos y arrojaron que en el número de frutas fue 41.73 el cual fue superior que el resto de tratamientos, en el peso tuvo un promedio de 106.12 kg y un rendimiento de 114.72 t/ha recomendado el uso de esta alga, ya que mejora las características de la planta y rendimiento del fruto (44).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en los predios del Campus Universitario “La María” extensión de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el kilómetro 7.5 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 5

Cartografía del Campus Universitario "La María", UTEQ.



Fuente: Google Maps.

En la siguiente tabla se muestran las características de las condiciones agrometeorológicas del sitio del experimento:

Tabla 6

Características agrometeorológicas del Campus Universitario “La María”.

| Parámetros | Promedio |
|----------------------------|----------|
| Temperatura (°C): | 24 |
| Precipitación (mm): | 2252 |
| Humedad relativa (%): | 84 |
| Heliofanía (hora/luz/año): | 894 |
| Zona ecológica: | Bh-T |

Fuente: (45).

3.2. Tipo de investigación

Se emplearon dos tipos de investigación, una experimental en la cual consistió en evaluar el efecto del biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum*, en las tres etapas de

desarrollo del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*), el otro tipo de investigación empleada es la descriptiva, la cual consistió en la visualización del comportamiento y desarrollo de la planta a partir de la aplicación de las diferentes dosificaciones del biofertilizante a base de algas marinas para poder cuantificar las variables en estudio.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método inductivo

El método inductivo fue crucial en el abordaje de las diversas variables alineadas con los objetivos lo cual permitirá establecer los resultados de manera más precisa.

3.3.2. Método deductivo

El método deductivo se implementó al momento de identificar el efecto específico de los tratamientos en estudio, midiendo el efecto del biofertilizante a base de algas marinas en el comportamiento vegetativo y productivo de la planta de pimiento rojo (*Capsicum annuum*).

3.3.3. Método analítico

El método analítico se empleó durante la fase de análisis los datos obtenidos durante la toma de variables de respuesta y posterior elaboración de los resultados alineados a los objetivos de la investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de la investigación

3.4.1. Fuentes primarias

Son aquella que se obtuvieron durante la toma de variables de respuesta, que otorgaron datos de las diferentes aplicaciones del biofertilizante a base de algas marinas y su incidencia en el comportamiento vegetativo y productivo de la planta de pimiento rojo.

3.4.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias se obtuvieron a partir de medios físicos y digitales como libros, revistas, artículos, boletines, tesis, páginas web, etc. la cual sirvió para sustentar la investigación.

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico.

Para la investigación se empleó un (DCA) – Diseño completamente al azar, que constó de cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, las variables de respuestas fueron introducidas al respectivo análisis de varianza utilizando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para la comparación de las medias de los tratamientos usando como programa estadístico InfoStat.

3.5.1. Análisis de varianza

Tabla 7

Análisis ANOVA.

| Fuentes de Variación | Grados de libertad |
|----------------------|--------------------|
| Tratamientos (t-1): | 4 |
| Error (t(r-1)): | 15 |
| Total (t*r-1): | 19 |

3.5.2. Modelo matemático

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).

3.6. Tratamientos en estudio

Se evaluó cuatro tratamientos aplicando diferentes dosis de biofertilizante a base de *Ascophyllum nodosum* y un tratamiento como testigo, los que se detallan a continuación:

Tabla 8

Descripción de los tratamientos y dosis de biofertilizante.

| 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 0.045 g/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 0.15 g/pla | 4 | 10 | 40 |
| TOTAL | | | 20 | 50 | 200 |

3.7. Manejo del experimento

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

Este experimento se elaboró en invernadero, el cual sirvió para evidenciar las primeras etapas de desarrollo vegetativo de las plantas de pimiento rojo bajo fertilización con alga marina *Ascophyllum nodosum*, la cual tuvo una duración de 30 días.

3.7.1.1. Labores culturales.

a) Elaboración de sustrato.

Para el primer experimento se usó proporciones iguales de arena, tierra negra y tamo de arroz, adicionalmente se le colocó humus de lombriz o compost para que exista suficiente materia orgánica para retener eficazmente el agua y distribuir uniformemente el sistema radicular de las futuras plántulas.

b) Siembra en alveolo.

Cada alvéolo o compartimento de las bandejas de germinación se llenó con una semilla; Había 200 semillas en total. Las semillas se dividieron en tratamientos y cada tratamiento recibió una cantidad diferente de biofertilizante. Después de regar bien las semillas, se cubrieron con plástico negro, hasta que las semillas comenzaron a crecer.

c) Riego.

Se retiró la cubierta y se les dio abundante agua a las plántulas después de que germinaron a los 3 a 5 días, permitiendo que sus raíces se extendieran por todo el sustrato.

d) Biofertilización.

La fertilización se realizó dos veces, una al inicio y otra después de transcurridos 15 días de la germinación de las semillas, utilizando la dosis recomendada para cada tratamiento.

e) Control de maleza.

Para evitar que las malezas compitan con las plántulas por luz, agua y nutrientes, se utilizó el control manual de malezas para eliminar las hierbas que están presentes dentro de cada alvéolo de manera que estas no compitan por luz, agua y nutrientes.

3.7.1.2. Variables evaluadas a los 30 días

a) Altura de planta.

Se tomó esta variable luego de los 30 días después de la germinación, tomando la altura de las plantas en las bandejas germinativas hasta el ápice de la planta de pimiento rojo, esta variable se tomó a 10 plantas de cada tratamiento para luego sacar el promedio en centímetros.

b) Longitud de raíz.

Esta variable se tomó a los 30 días, con la ayuda de un calibrador, tomando la parte más larga de la raíz de 10 plantas al azar de cada tratamiento para luego registrar en la bitácora el promedio expresado en centímetros.

c) Diámetro de hoja.

Se tomó el diámetro de hoja a los 30 días, tomando 10 plantas tomadas de manera al azar, tomando la medición como punto de referencia la parte central de la hoja para sacar el promedio por planta y por tratamiento expresado al final en centímetros.

d) Longitud de hoja.

Se tomó el número de hojas de a los 30 días tomando 10 plantas de manera al azar de cada tratamiento para sacar luego el promedio de cuantas hojas hay por cada unidad experimental.

e) Biomasa fresca.

La biomasa fresca se tomó de todas las plantas de cada tratamiento, las cuáles serán diseccionadas en tallos, raíces y hojas, se tomó el peso con la ayuda de una balanza analítica de la marca Adventurer™ y el resultado se expresará en gramos.

f) Biomasa seca.

Esta variable se tomó partiendo de la biomasa fresca, la cual pasará por un proceso de secado en una estufa de laboratorio a unos 80 °C por 72 horas para sacar el peso seco de cada tratamiento expresado en gramos con la ayuda de una balanza analítica de la marca Adventurer™.

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

Este experimento se elaboró en parcela a campo abierto, la cual tuvo la finalidad de evaluar el efecto del alga marina *Ascophyllum nodosum* sobre el cultivo de pimiento y como está incide en las variables de agronómicas, productivas y económicas de la investigación, la cual constó de cuatro tratamientos y 5 repeticiones con total de 20 unidades experimentales, distribuidas de manera al azar.

3.7.2.1. Labores a realizar

a) Elaboración del sustrato.

Para la elaboración del sustrato se utilizará Arena, Tierra de sembrado, tamo de arroz, compost, humus de lombriz, los cuales serán debidamente mezclados y pasados por una zaranda para poseer un producto libre de terrones.

b) Siembra.

Se sembró 200 semillas en ambas tandas, se esperó que germinen, una vez que transcurrió el tiempo debido para la germinación de estas se procedió a colocarlas en el campo.

c) Preparación del terreno.

Con la ayuda del tractor se realizó el respectivo arado, dejando los primeros 30 cm de la capa de tierra suelta para que sea fácil realizar respectivos surcos y que el sistema radicular de las futuras plantas tenga el espacio suficiente para desarrollarse.

d) Trasplante.

El trasplante se realizó a los 12 días después de la siembra en las bandejas germinativas, una vez en el campo se empleó una distancia de siembra entre plantas de 0.5 m de ancho y de largo 0.2 m.

e) Biofertilización.

Se realizó 3 aplicaciones cada 15 días después del trasplante, mojando la base de la planta con la finalidad de que las raíces absorban de mejor forma el producto en dosis por tratamiento de 0, 100, 75, 50 y 25 %.

f) Riego.

El riego en las bandejas de germinación se realizó pasando 2 días con la ayuda de una regadera, para las parcelas experimentales se usarán 5 litros de agua por m² cada dos días.

g) Tutorado.

El tutorado se realizó con la finalidad de que la planta de pimiento al ser rastrera no se expanda por toda la plantación, se colocó en cada planta una piola de 2.5 m de altura la cual estuvo amarrada en la parte de arriba con un alambre para que sostenga el peso de la planta durante las próximas fases del cultivo.

h) Control de maleza.

Para la maleza se usó el control manual, el cual es rozar las malas hierbas con un machete con cuidado de no dañar los plantines y así disminuir la competencia nutricional de la maleza con las plántulas.

i) Control de plagas y enfermedades.

Durante el establecimiento del experimento, el uso de algas marinas como *Ascophyllum nodosum*, ayudó al control de plagas y enfermedades, ya que generó en las plantaciones una resistencia única que otros biopreparados no ejercen en el cultivo.

j) Cosecha.

Se realizó dos cosechas la primera cuando los frutos hayan llegado a una tonalidad roja que es el punto de madurez adecuada y la segunda a los 15 días después de la primera cosecha.

3.7.2.2. Variables a evaluar

a) Altura de planta.

Se tomó esta variable a los 30, 60 y 90 días, después de la germinación, tomando la altura de las plantas en las bandejas germinativas hasta el ápice de la planta de pimiento rojo, esta variable se tomará a 10 plantas de cada tratamiento y luego se obtuvo el promedio en centímetros.

b) Biomasa fresca.

La biomasa fresca se tomó de todas las plantas de cada tratamiento, las cuáles serán diseccionadas en tallos, raíces y hojas, se tomó el peso con la ayuda de una balanza analítica de la marca Adventurer™ y el resultado se expresó en gramos.

c) Biomasa seca.

Esta variable se tomó partiendo de la biomasa fresca la cual pasó por un proceso de secado en una estufa de laboratorio a unos 80°C por 72 horas para sacar el peso seco de cada tratamiento expresado en gramos con la ayuda de una balanza analítica de la marca Adventurer™.

d) Longitud de los frutos.

Una vez se tenga el número de frutos de las 10 plantas al azar, tomando la longitud con la ayuda de un calibrador, tomando la base y la parte terminal del fruto, para luego sacar el promedio total de cada tratamiento expresado en centímetros.

e) Diámetro de frutos.

Esta variable se midió tomando los frutos de las 10 plantas con la ayuda del calibrador, para saber qué ancho poseen cada uno de los frutos los cuales se realizó el respectivo promedio de cada tratamiento para expresarlos en centímetros.

f) Peso de frutos.

Esta variable se midió con la ayuda de una balanza analítica de la marca Adventurer™ que pesará cada fruto de cada tratamiento para sacar el promedio total entre los tratamientos expresados en gramos.

g) Rendimiento.

Para esta variable se tomó en cuenta el peso de la cosecha, por el área total y el área de cada unidad experimental, con la finalidad de verificar que rendimiento obtuvo cada unidad experimental expresada en kilogramos por hectárea.

Ecuación 2 *Rendimiento por tratamiento.*

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

h) Análisis económico.

Para comprobar la relación costo beneficio del proyecto de investigación se consideró el costo de cada uno de los tratamientos por el costo total del experimento para determinar qué tan factible es la ejecución del experimento.

Ecuación 3 *Relación Costo/Beneficio.*

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

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

Las personas que intervendrán en el presente anteproyecto serán:

- Kattya Verona Gonzabay Navarrete (**autora de la investigación**).
- Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez (**tutora de unidad de integración curricular**).

3.8.2. Recursos materiales

3.8.2.1. Material genético.

- Semillas de Pimiento Rojo.

3.8.2.2. Biofertilizante.

- *Ascophyllum nodosum*.

3.8.2.3. Material de Campo.

- Estacas.
- Regaderas.
- Machete.
- Bomba de Mochila.
- Bandejas de germinación.
- Sustrato.
- Azadón.
- Rastrillo.
- Espeque.
- Piola.

- Estufa.
- Balanza digital.
- Bolsas de papel.

3.8.2.4. *Material de oficina.*

- Hojas A4.
- Flexómetro.
- Calibrador.
- Cuaderno de campo.
- Esferos.
- Impresora.
- Memoria USB.
- Cámara.
- Computador.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Ensayo 1.

*Efecto de la biofertilización con alga (*Ascophyllum nodosum*) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo de pimiento rojo.*

4.1.1. Porcentaje de germinación

Los promedios de la variable porcentaje de germinación durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Tabla 9). Según el análisis de varianza, si hay diferencia estadística significativa en los tratamientos, ($P \leq 0.05$) con un coeficiente de variación de 8.74%, siendo el tratamiento que mayor porcentaje de germinación posee el T1 con 38 semillas emergidas el cual equivale a un 95%, seguido de cerca por los tratamientos del T3, T4 con un porcentaje de germinación del 88 y 80%, el tratamiento T2 registro un valor en el porcentaje de germinación del 75%, de un, mientras que el testigo obtuvo un 70% de un total de 40 semillas sembradas.

Tabla 9

Porcentaje de germinación de la etapa inicial del pimiento rojo.

| Tratamiento | Sembradas | Emergencia | % |
|--------------------|------------------|-------------------|----------|
| T0 | 40 | 28 d | 70 |
| T1 | 40 | 38 a | 95 |
| T2 | 40 | 30 cd | 75 |
| T3 | 40 | 35 ab | 88 |
| T4 | 40 | 32 bc | 80 |
| C.V. | | 8.74 | |

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

Popescu (46), evaluó la germinación del tomate mediante la fertilización con extractos de *Ascophyllum nodosum*, en donde aplicando distintas dosis obtuvo un porcentaje de germinación máximo de 52% y mínimo del 30%, de acuerdo a los promedios registrados en la presente investigación, estos son similares. Pereira et al. (47), emplearon dosis mayores obtuvo un porcentaje de germinación mayor al 84%. Peixoto (48), indica que al momento de comparar la diferencia de respuesta empleando distintas dosis grandes diferencias entre cultivares, por lo que establece que el uso del extracto de *Ascophyllum nodosum* es una herramienta importante para mejorar los niveles de germinación del pimiento y tomate.

4.1.2. *Parámetros de crecimiento durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo biofertilizado con dosis del alga marina *Ascophyllum nodosum**

Tabla 10

*Parámetros de crecimiento del cultivo de pimiento rojo bajo biofertilización a base del alga marina *A. nodosum* durante la etapa inicial (30 días).*

| Tratamiento | AP (cm) | LR (cm) | DH (cm) | LH (cm) | BF (cm) | BS (cm) |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| T0 | 5.40 ± 0.82 c | 5.82 ± 1.33 b | 2.78 ± 0.56 a | 4.29 ± 0.73 a | 8.62 ± 1.03 e | 2.25 ± 0.17 e |
| T1 | 12.22 ± 1.72 b | 7.17 ± 2.00 b | 2.89 ± 0.65 a | 4.54 ± 1.17 a | 8.70 ± 1.24 d | 2.40 ± 0.26 d |
| T2 | 11.89 ± 0.88 a | 6.28 ± 1.80 b | 2.97 ± 0.82 a | 4.96 ± 1.08 a | 8.76 ± 1.16 c | 2.51 ± 0.25 c |
| T3 | 12.31 ± 1.40 a | 11.04 ± 1.65 a | 3.04 ± 0.67 a | 5.09 ± 1.54 a | 9.70 ± 1.83 a | 3.94 ± 0.25 a |
| T4 | 11.88 ± 0.72 a | 8.00 ± 1.84 b | 2.98 ± 0.75 a | 4.96 ± 3.10 a | 9.67 ± 1.35 b | 3.90 ± 0.22 b |
| C.V. | 11.33 | 22.66 | 23.71 | 19.03 | 0.05 | 0.19 |

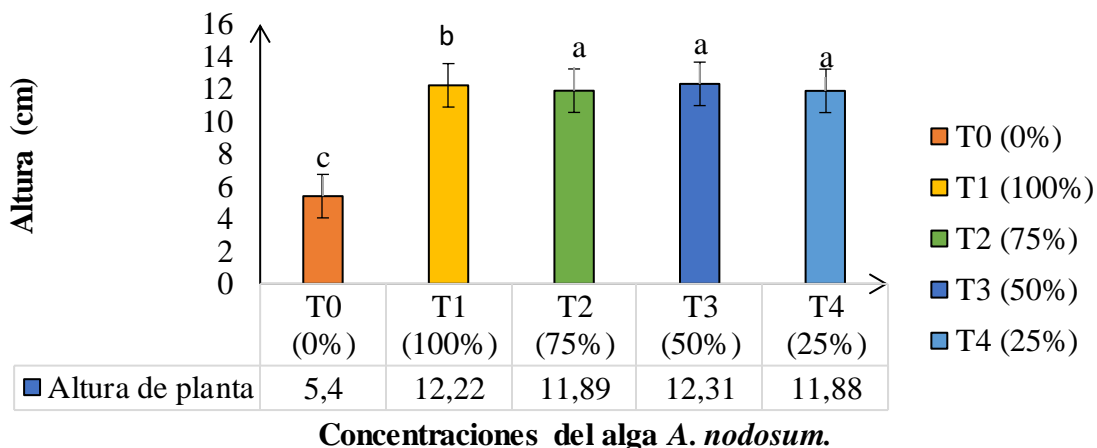
**Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).*

4.1.2.1. Altura de planta (cm)

Los promedios de la variable altura de planta durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 6). Según el análisis de varianza, hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey ($P \leq 0.05$) con un coeficiente de variación de 11.33% (Tabla 10) la cual, presentó tres grupos de distribución de los tratamientos en la altura de plantas los cuales son el T3, T2 y T4 que presentaron valores altamente significativos con un promedio de 12.31, 11.89 y 11.88 cm, seguido del T1 con un promedio de 12.22 cm, dichos tratamientos fueron diferentes al testigo el cual presentó alturas de 5.40 cm.

Figura 6

Altura de planta del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).



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

Canales (49), aplicó varias dosis de extractos de enzimas de algas marinas, dando como resultados, plantas con alturas de 11.5 cm, dichos resultados fueron similares debido que en la etapa inicial empleando concentraciones menores se obtuvo un mayor resultado. A diferencia la investigación realizada por De La A & Ortega (50), los cuales estudiaron el comportamiento de plantines de pimiento en etapa inicial empleando dosis de Kelpak y Diodyne obteniendo plantas de 2 cm, siendo más efectivo emplear *Ascophyllum nodosum* que macroalgas como Sargazo o Nori los cuales funcionan en combinándolos con otros biopreparados. Elarroussi et al. (51), indica que las microalgas muestran una gran capacidad

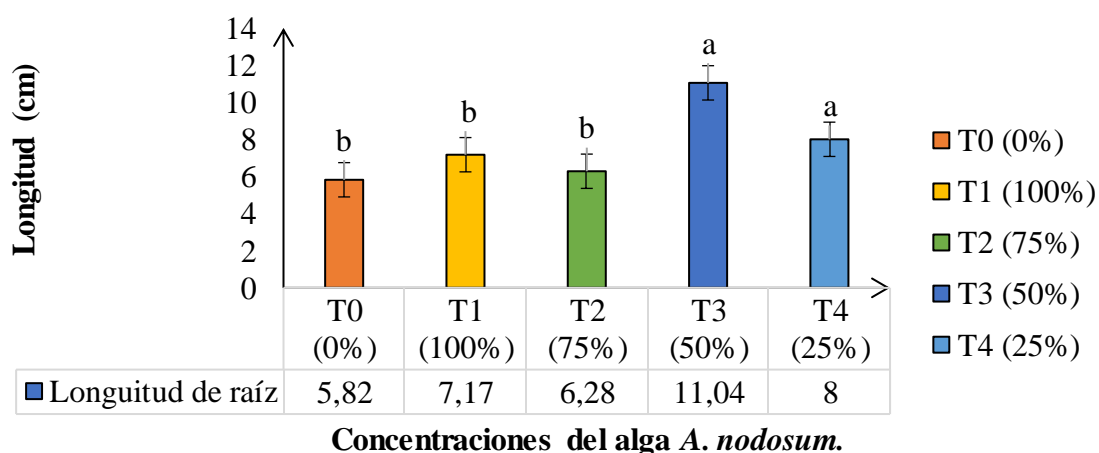
para mejorar el crecimiento de las plantas debido a sus polipéptidos, los cuales tienen un potencial interesante para ser utilizado como bioestimulante. *Sanchez et al.* (52), destacan que las algas como la *Ascophyllum nodosum* las cuales poseen una actividad biológica altamente significativa, la cual actúa como bioestimulante y muchos de estos tienen como ingrediente activo este tipo de algas ayudando tanto a la planta como al suelo.

4.1.2.2. Longitud de raíz (cm)

Los promedios de la variable longitud de raíz durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 7). Según el análisis de varianza, hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey ($P \leq 0.05$) con un coeficiente de variación de 22.66% (Tabla 10), el cual presentó tres grupos en la distribución de los tratamientos en el diámetro de raíz el cual es el T3, que presentó valores significativos con un promedio de 11.04 cm, seguido del T4, T1 y T2 con un promedio de 8.00, 7.17 y 6.28 cm los cuales fueron superiores al T0 testigo con un promedio de 5.82 cm, a pesar de que estos estadísticamente poseen datos similares.

Figura 7

Longitud de raíz del cultivo de pimiento durante la etapa inicial (30 días).



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

De La A & Ortega (50), al momento de finalizar su investigación obtuvieron una longitud radicular máxima de 1.57 cm a 1.30 cm. Los valores presentados son inferiores que los expuestos en la presente investigación obteniendo mediante el empleo de algas marinas

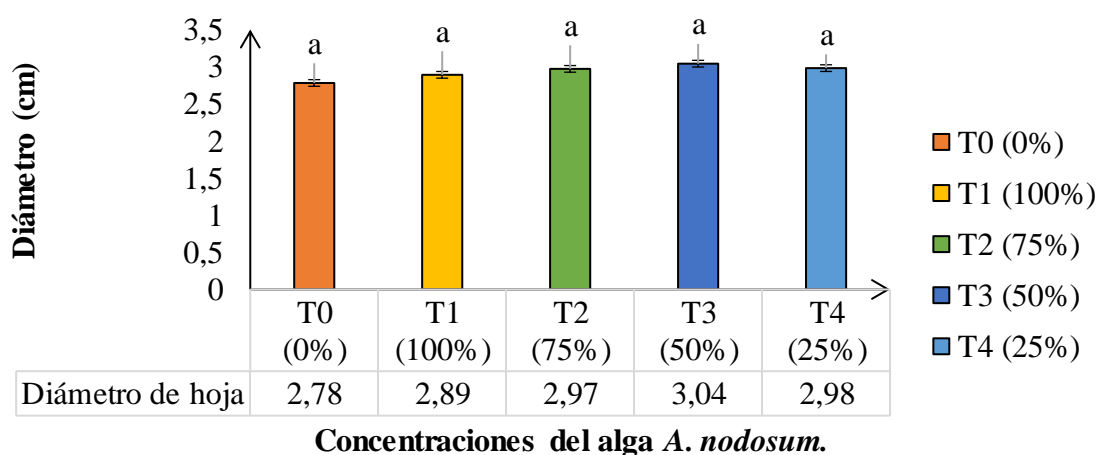
como la *A. nodorum* un mayor sistema radicular. *Buñay* (53), quien al aplicar *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de pimiento obtuvo una longitud radicular de 6 cm aproximadamente, siendo el alga *Ascophyllum nodosum* mucho más eficiente que otras macroalgas. *Yakhim et al.* (54), indica que los bioestimulantes como los formulados a base de algas marinas como *Ascophyllum* fomentan un buen desarrollo radicular volviendo a la planta más vigorosa.

4.1.3. Diámetro de hoja (cm)

Los promedios de la variable diámetro de hoja durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 8). Según el análisis de varianza, no hay diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey ($P > 0.05$) con un coeficiente de variación de 23.71% (Tabla 10), todos los tratamientos presentaron promedios similares, pero a nivel numérico el que tuvo mayor diámetro fue el T3 con un promedio de 3.04 cm y el que tuvo menor promedio fue el T0 el cual presentó hojas con longitudes de 2.78 cm.

Figura 8

Diámetro de hoja del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).



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

Holguín & Garcia (55), quienes emplearon varios tipos de algas marinas en el cultivo de tomate y pimiento dando como resultado en la etapa inicial, hojas con un diámetro mayor a 2 cm, comparados con los planteados en la presente investigación esto son inferiores. *Tekeshita et al.* (56), indica que el efecto del alga en los cultivos provoca un aumento temporal en los diámetros un 45% mayor que y esto podría estar relacionado con la

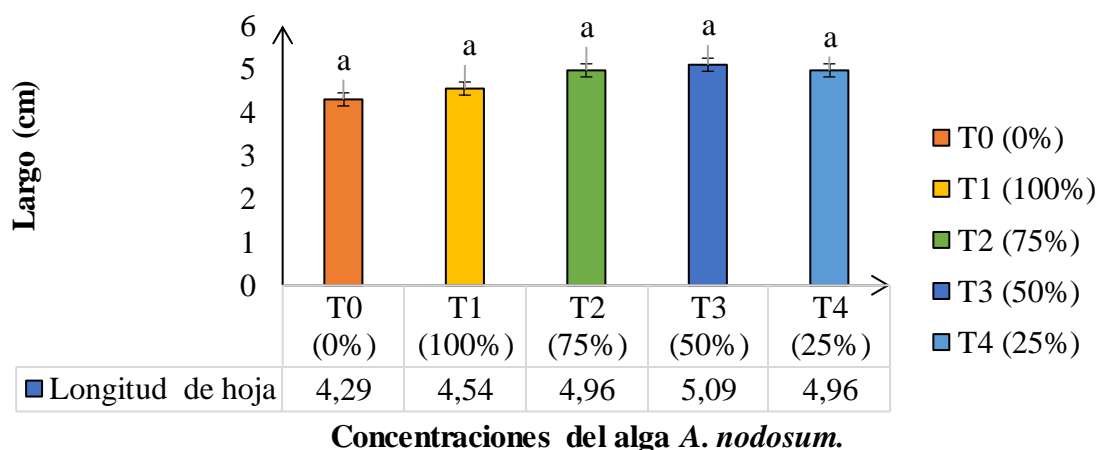
acumulación de lípidos o carbohidratos. Es por ello que *Pérez & Goyes (57)*, mencionan que las algas marinas y sus productos derivados a base de ellos, entre los que se destacan el extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), son utilizados para incrementar el crecimiento y rendimiento de las plantas.

4.1.3.1. Longitud de hoja (cm)

Los promedios de la variable longitud de hoja durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 9). Según el análisis de varianza, no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey ($P > 0.05$) con un coeficiente de variación de 19.03%, todos los tratamientos presentaron promedios similares, pero a nivel numérico el que tuvo mayor longitud fue el T4 con un promedio de 5.09 cm y el que tuvo menor promedio fue el T0 el cual presentó hojas con longitudes de 4.29 cm.

Figura 9

Longitud de hoja del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).



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

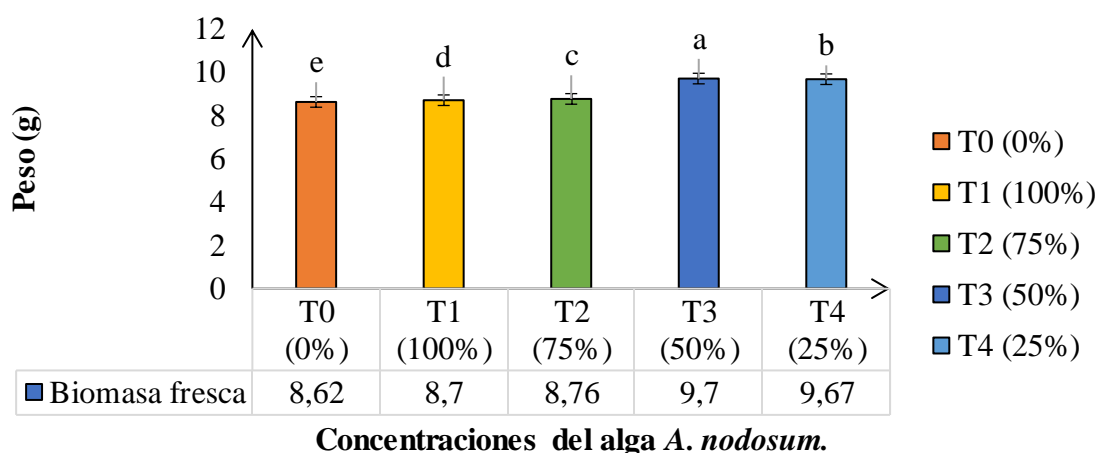
Baroud et al. (58), Quien evaluando distintas dosis de algas marinas sobre el cultivo tomate mediante tuvo un promedio máximo de 9.9 cm y mínimo de 2.01 cm. Estos valores comparados con los promedios de la presente investigación, estos son inferiores. *Andrade & Garces (59)*, indican que en sus tratamientos el uso de algas marinas influyo de manera significativa en el crecimiento foliar de la planta aumentando incluso la vigorosidad de la planta, estando casi a la par que un tratamiento empleado vermicompost.

4.1.3.2. Biomasa fresca (g)

Los promedios de la variable biomasa fresca durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 10). Según el análisis de varianza, hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey ($P \leq 0.05$) con un coeficiente de variación de 0.05% (Tabla 10), el tratamiento que presentó mayor incremento en la biomasa fresca fue el T3 y T4 con un promedio de 9.70 y 9.67 g, seguido del T2 y T1 con un promedio de 8.76 y 8.70 g y por último el T0 con un promedio en la biomasa fresca de 8.62 g.

Figura 10

Biomasa fresca del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial (30 días).



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

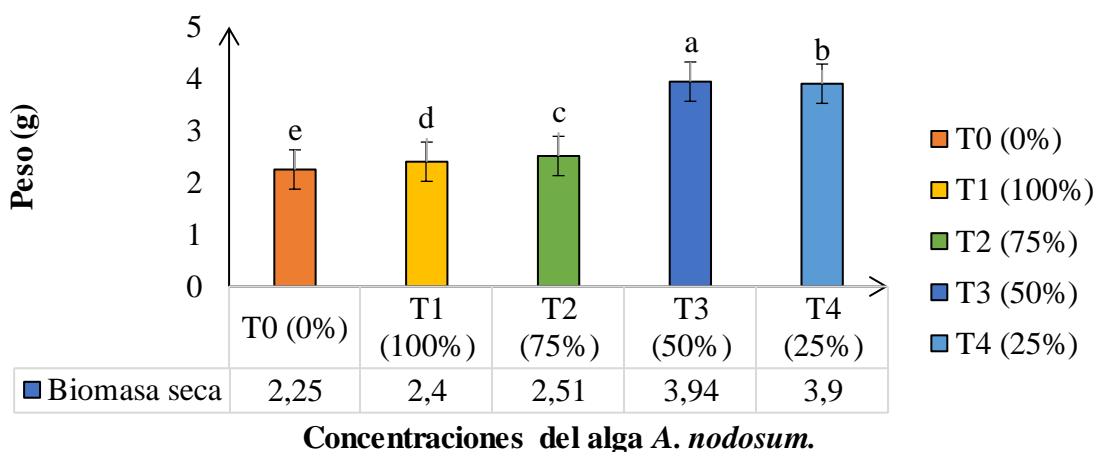
Villa *et al.* (60), evaluaron dosis de *Ascophyllum nodosum* como estrategia para incrementar el rendimiento del cultivo de tomate dando como resultado una biomasa fresca de 9.8 g, comparado con los resultados presentados en la presente investigación, estos son superiores debido a que empleando las mismas dosis del extracto en el cultivo de tomate obtuvieron mayor incremento en la biomasa fresca. Vicencio (61), estudio el comportamiento de los bioestimulantes enriquecidos con sustratos para la producción de hortalizas, en donde obtuvo aplicando algas verdes un peso de 0.45 g de biomasa fresca, siendo más eficiente el uso de algas pardas la cual promueve el contenido de biomasa que el uso de algas verdes.

4.1.3.3. Biomasa seca (g)

Los promedios de la variable biomasa seca durante la etapa inicial del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 11). Según el análisis de varianza, que hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey ($P \leq 0.05$) con un coeficiente de variación de 0.19% (Tabla 10), el tratamiento que presentó mayor biomasa fresca fue el T3 y T4 con un promedio de 3.94 y 3.90 g, seguido del T2 y T1 con un promedio de 2.51 y 2.40 g y por último el T0 con un promedio en la biomasa seca de 2.25 g.

Figura 11

Biomasa seca del cultivo de pimiento rojo durante la etapa inicial.



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

Los resultados obtenidos en la presente investigación son superiores que los presentados por Solórzano & Rivero (62), en donde evaluaron el efecto de dosis de biofertilizantes a base de algas marinas rojas en la variedad de pimiento Magaly en donde obtuvieron una biomasa seca total de 1.8 g, siendo las algas marinas como las *Ascophyllum nodosum* mucho más eficiente aumentando el contenido de biomasa. Espinosa et al. (6), indica que la aplicación de los bioestimulantes de algas marinas interviene positivamente la producción de biomasa vegetal existiendo una correlación positiva mejorando los niveles de proteínas totales con la sobreexpresión de la enzima glutamina sintetasa citológica, involucrada en la asimilación del nitrógeno.

4.2. Experimento 2

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

Tabla 11

Parámetros de crecimiento y producción del cultivo de pimiento rojo biofertilizado con extracto del alga marina A. nodosum.

| Variables | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 | C.V. |
|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------|
| AP (cm) 30D | 12.80 ± 1.67 b | 13.62 ± 1.42 ab | 15.22 ± 1.06 a | 14.77 ± 1.90 ab | 13.74 ± 2.25 ab | 12.19 |
| AP (cm) 60D | 45.65 ± 9.28 a | 51.35 ± 11.24 a | 49.79 ± 6.05 a | 48.45 ± 10.42 a | 50.43 ± 10.86 a | 19.85 |
| AP (cm) 90D | 74.75 ± 10.72 a | 82.63 ± 12.01 a | 80.40 ± 10.63 a | 84.88 ± 12.97 a | 77.53 ± 15.24 a | 15.53 |
| LF (cm) | 10.24 ± 0.96 a | 11.18 ± 0.85 a | 11.39 ± 1.12 a | 11.08 ± 0.83 a | 11.17 ± 0.78 a | 8.32 |
| DF (cm) | 5.35 ± 0.99 a | 6.20 ± 0.65 a | 6.20 ± 0.79 a | 5.81 ± 0.5 a | 6.09 ± 0.69 a | 12.52 |
| PPF (g) | 710.82 ± 17.59 d | 871.65 ± 1.50 b | 857.25 ± 34.51 bc | 834.67 ± 24.01 c | 918.84 ± 20.26 a | 2.89 |
| PSF (g) | 162.03 ± 15.70 a | 166.12 ± 39.58 a | 181.43 ± 33.60 a | 167.20 ± 39.65 a | 165.56 ± 28.94 a | 19.44 |
| BFT (g) | 1146.17 ± 168.91 a | 1168.37 ± 441.13 a | 1187.16 ± 584.30 a | 1167.62 ± 515.65 a | 1219.24 ± 600.01 a | 8.98 |
| BST (g) | 179.54 ± 74.42 b | 189.34 ± 123.27 b | 208.96 ± 137.11 ab | 191.78 ± 125.79 b | 255.58 ± 141.72 a | 20.28 |
| REN (kg/ha) | 2052.28 ± 303.51 a | 2092.32 ± 796.20 a | 2126.24 ± 1055.60 a | 2090.99 ± 931.20 a | 2184.15 ± 1084.07 a | 9.05 |

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

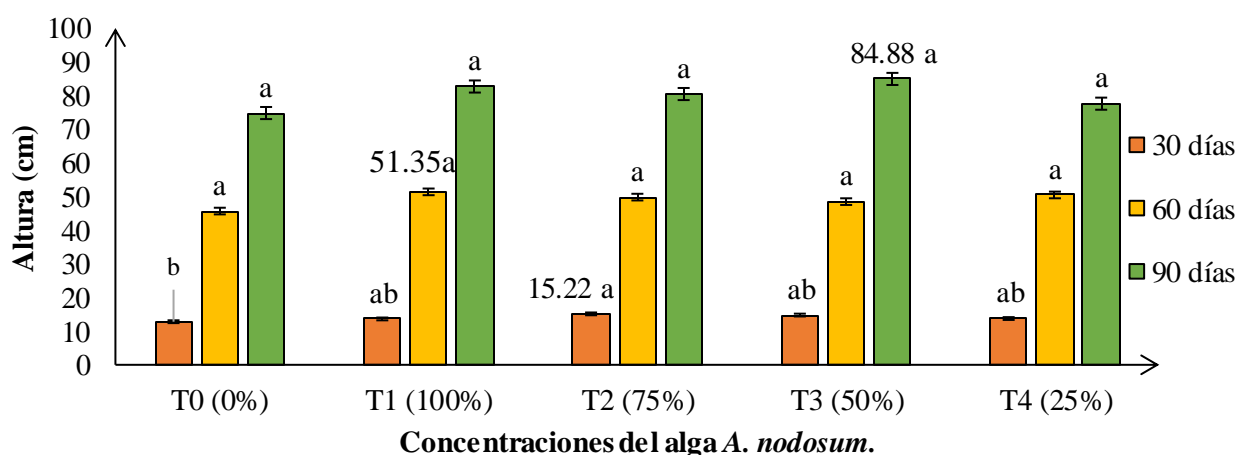
4.2.1. Altura de planta (cm)

Los promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días después del trasplante empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 12). Según el análisis de varianza anova, indica que a los 30 días existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey ($P \leq 0.05$) con un coeficiente de variación de 12.19% (Tabla 11), en donde el T2 presento plantas con mayor altura con un promedio de 15.22 cm, a diferencia del testigo quien fue el tratamiento que presento plantas con alturas inferiores al resto de tratamientos.

A los 60 según el análisis de varianza, no existe diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variación de 19.85% (Tabla 11), siendo todos los promedios de los tratamientos similares, sin embargo, el T1 presento plantas con mayor altura con un promedio de 51.35 cm a diferencia del testigo el cual, presento plantas con alturas promedios de 45.65 cm. A los 90 días, según el análisis de varianza no existe diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$), en donde los tratamientos, con un con un coeficiente de variación de 15.53% (Tabla 11), siendo el T3 el que presento plantas con mayor altura, a diferencia del testigo el cual presento promedios no representativos en comparación con los tratamientos mencionados obtenido plantas con alturas de 74.75 cm.

Figura 12

Altura de planta del cultivo de pimiento rojo a los 30, 60 y 90 días.



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

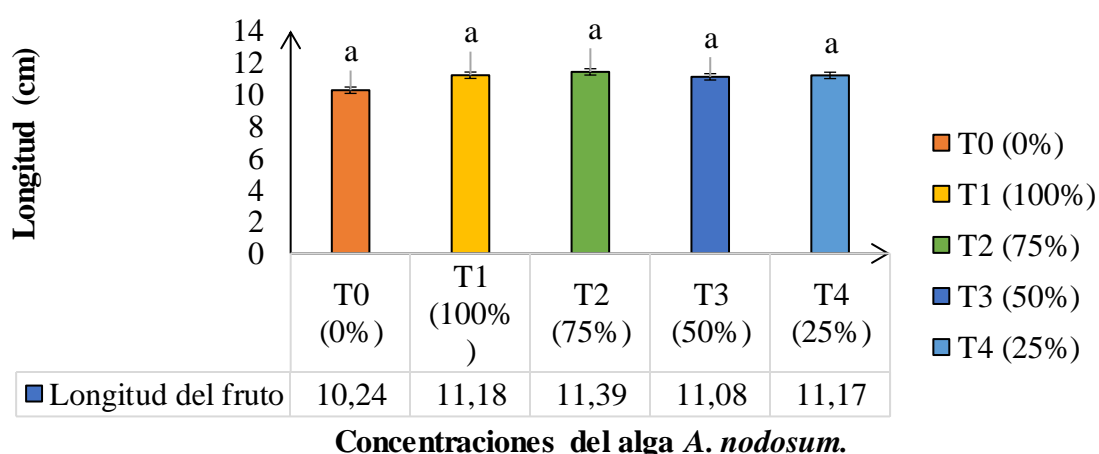
Dichos resultados fueron inferiores que los expuestos por *Miranda & Cortez* (63) , quienes a los 30 días presentaron plantas con alturas promedios de 21 cm y a los 60 días presentaron plantas con alturas de 45 cm aproximadamente dichos promedios son inferiores que los valores obtenidos en la presente investigación quien al usar *Ascophyllum nodosum* se obtienen resultados favorables. Es por ello que *Villafuerte & Valdiviezo* (64), en su investigación aseguran que dosis elevadas pueden mejorar la calidad de follaje de diferentes cultivos aumentando el tamaño de sus plantas.

4.2.2. Longitud del fruto (cm)

Los promedios de la variable longitud del fruto durante la fase de reproducción del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 13). Según el análisis de varianza en la variable longitud de fruto, no existe una diferencia estadística significativa ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos en estudio, de acuerdo a la prueba de comparación de medidas Tukey con un coeficiente de variación de 8.32% (Tabla 11), siendo todos los promedios de los tratamientos similares, sin embargo, los tratamientos 2, 1, 4 y 3 empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, fueron superiores presentando frutos con una longitud mayor a los 11.39 cm, a diferencia del testigo el cual presento frutos que midieron 10.24 cm.

Figura 13

Longitud del fruto del cultivo de pimiento rojo.



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

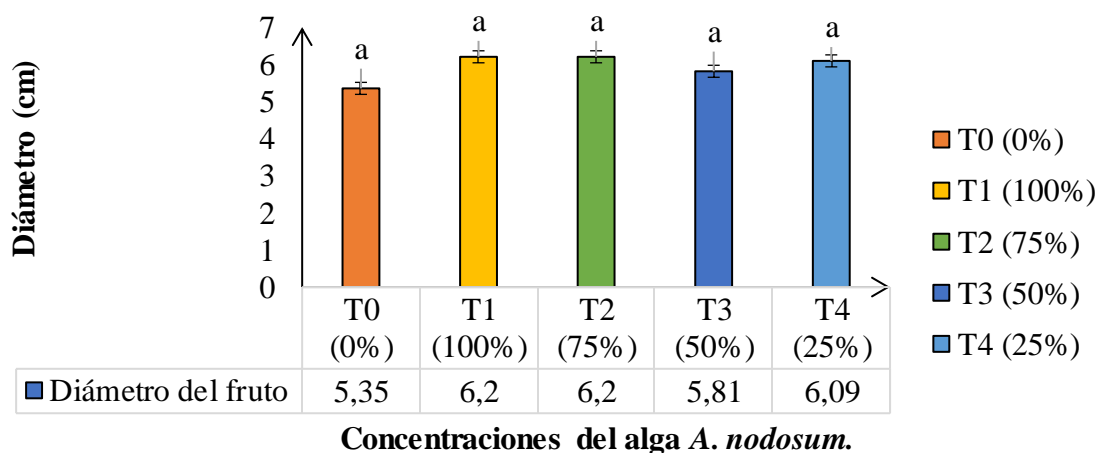
Los valores obtenidos en la presente investigación fueron superiores que los propuestos por *Çelak et al.* (65), en donde evaluaron la efectividad de bioestimulantes a base de algas marinas en el pimiento rojo bajo condiciones controladas dando como resultado frutos con longitudes de 1.5 cm. El mismo resultado ocurrió con la investigación de *Villa et al.* (60), quienes analizaron la longitud del fruto del tomate con relación al uso del alga *Ascophyllum nodosum* comprobando que concentraciones mínimas de 0.4% pueden llegar a tener frutos con longitudes de 2.4 cm.

4.2.3. Diámetro del fruto

Los promedios de la variable diámetro de fruto durante la fase de reproducción del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 14). Según el análisis de varianza en la variable diámetro de fruto, no existe una diferencia estadística significativa ($P \geq 0.05$), con un coeficiente de variación de 12.52% (Tabla 11), siendo todos los promedios de los tratamientos similares, sin embargo, los tratamientos 1, 2, 4 y 3 empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, fueron superiores presentando frutos con una longitud mayor a los 5.81 cm, a diferencia del testigo el cual presento frutos que midieron 5.35 cm.

Figura 14

Diámetro del fruto del cultivo de pimiento rojo.



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

Dichos resultados fueron superiores que los expuestos por *Villa et al.* (60), los cuales en su investigación presentaron frutos con diámetros de 5 cm empleando el alga *Ascophyllum*

nodosum en dosis de 0.4%. Miranda & Cortez (63), empleando distritos productos a base de algas marinas y fertilizantes inorgánicos tuvo frutos con un diámetro promedio de 6 cm siendo más efectivo el uso de algas marinas como la *Ascophyllum nodosum* la cual ayuda a incrementar el diámetro de los frutos de manera rápida.

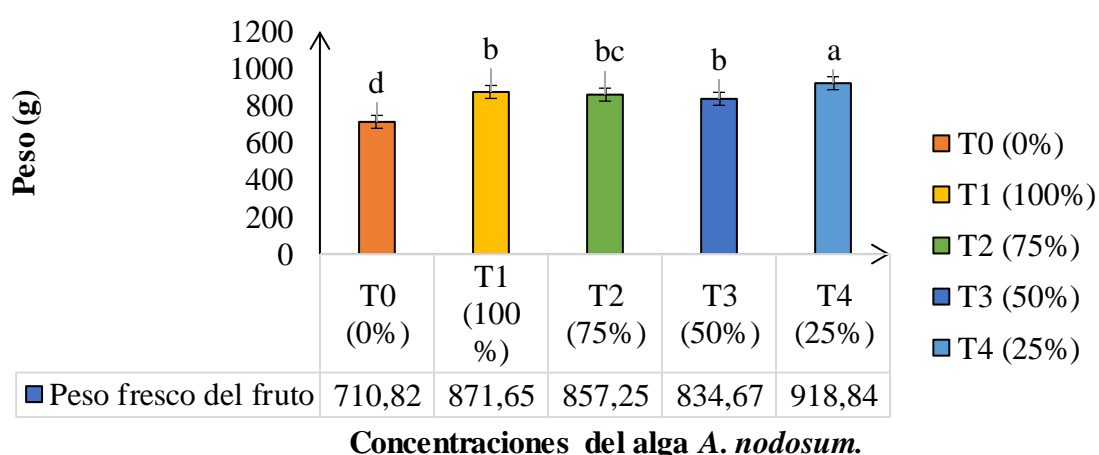
4.2.4. Peso fresco del fruto (g).

Los promedios de la variable Peso fresco del fruto de pimiento rojo durante la fase de reproducción del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 15).

Según el análisis de varianza en la variable diámetro de fruto, existe una diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2.89% (Tabla 11), siendo el tratamiento 4 el que presento un mayor incremento en la biomasa fresca con 918.84 g, seguido del tratamiento 1, 2 y 3 con un incremento en la biomasa de 871.65 g, 857.25 g y 834.67 g, a diferencia del tratamiento 0 testigo el cual obtuvo un incremento en la biomasa de 710.82 g, siendo la fertilización con alga marina *Ascophyllum nodosum* mucho más eficiente para aumentar el incremento en la biomasa.

Figura 15

Peso fresco del fruto de pimiento rojo.



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

Sagmen & Ozdamar (66), estudiaron los efectos de las aplicaciones de extractos comerciales y *Espirulina platensis* sobre la calidad del fruto de pimiento, en donde al emplear la espirulina en una concentración de 4000 ppm tuvo mayor reacción con un peso en los frutos

de 26.50 g, mientras que al aplica el bioproducto a base del alga *Ascophyllum nodosum* en una concentración de 4000 ppm obtuvieron un peso inferior el cual fue de 25 g, dichos valores fueron inferiores comparados con los expuestos en la presente investigación en donde al aplicar dosis menores de 125 g se obtiene un peso del fruto mayor.

Mohammed (67), evaluó el efecto del seamino y el ácido ascórbico sobre el crecimiento y calidad de los frutos de pimiento, en donde al implementar dosis mayores a 2 g de ácido ascórbico obtuvo un peso fresco de los frutos de 45.29 g, mientras que al aplicar seamino se obtiene un peso fresco de 39.39 g, obteniendo un mayor peso en los frutos empleando algas marinas como las del género *Ascophyllum nodosum* la cual al emplearla en dosis altas puede pesar cerca de 1000 g.

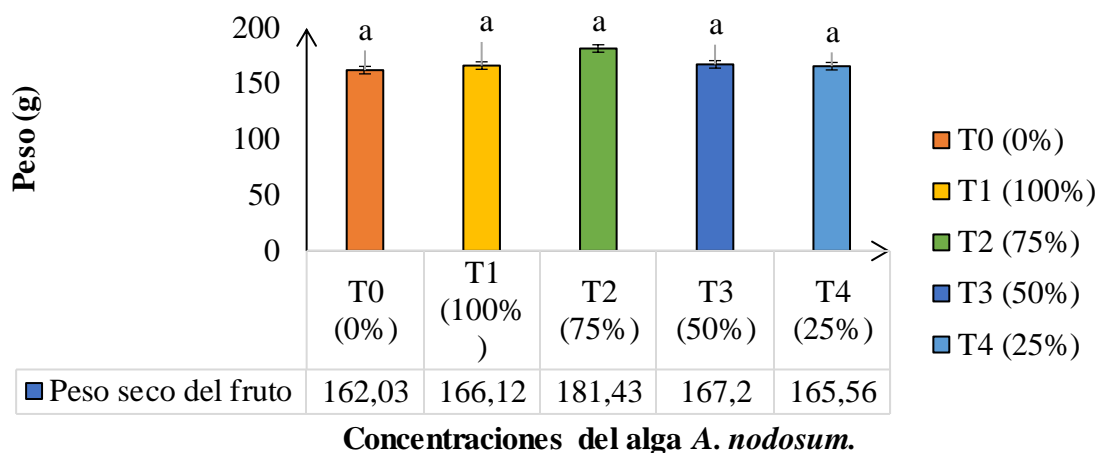
Pohl et al. (68), mediante su investigación concluyo que la aplicación de algas marinas como las *Ascophyllum nodosum* de manera exógena promueven el desarrollo vegetativo y generativo de manera equilibrada, siendo esto crucial para obtener una fructificación adecuada en cultivos como el pimiento y el tomate, cuajando los frutos de manera uniforme mejorando la productividad de la planta, siendo una alternativa para asegurar una agricultura orgánica libre de químicos los cuales tienen efectos adversos en la salud de las personas.

4.2.5. Peso seco del fruto (g).

Los promedios de la variable peso seco del fruto durante la fase de reproducción del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 16). Según el análisis de varianza en la variable peso seco del fruto, no hubo presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ($P > 0.05$) con un coeficiente de variación de 19.44% (Tabla 11), siendo todos los promedios de los tratamientos similares, sin embargo, se puede notar un mayor peso en la biomasa seca en los tratamientos con biofertilización del alga marina *Ascophyllum nodosum*, siendo el tratamiento 2 el que obtuvo mayor peso con 181.43 g, seguido del tratamiento 3, 1 y 4 con un peso promedio de la biomasa seca de 167.20 g, 166.12 g y 165.56 g, a diferencia del testigo el cual obtuvo una biomasa seca de 162.03 g.

Figura 16

Peso seco del fruto de pimiento rojo.



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

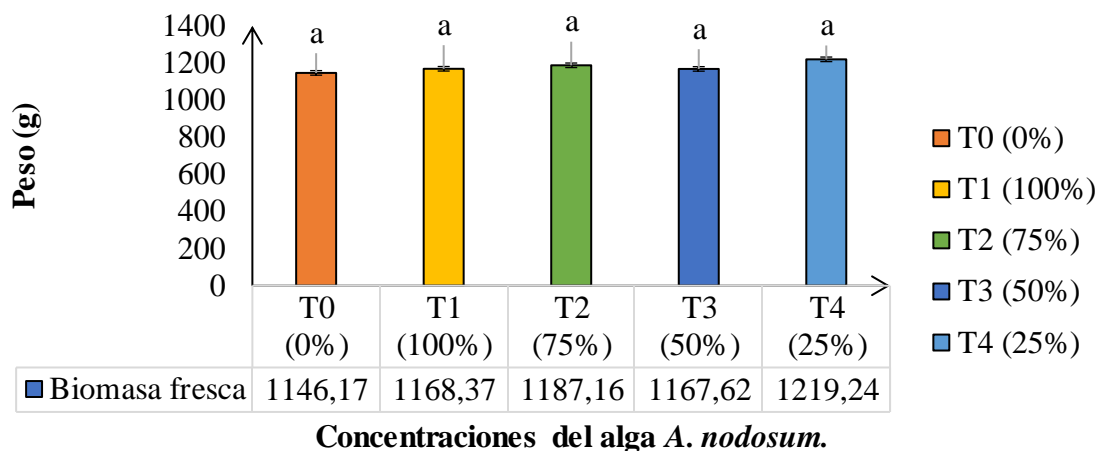
Eido & Al-Bamarny (69), evaluaron el efecto del compost y extracto de algas sobre la fisiología del fruto de pimiento morrón, al aplicar una concentración de 0.75 ml/L de alga marina obtuvieron un promedio en el peso seco de los frutos a una temperatura de 22 °C de 11.34, mientras que el compost obtuvieron un promedio menor de 10.46 g siendo mucho más práctico emplear algas marinas las cuales optimizan el desarrollo del fruto y durante el proceso de secado pierden la menor cantidad de agua, mediante la transpiración. Nour et al. (70), indica que el incremento en el peso seco de diferentes órganos vegetales podría deberse en gran medida al aumento en el crecimiento de las plantas.

4.2.6. Biomasa fresca (g)

En la siguiente (Figura 17), se describen la biomasa fresca de los órganos vegetativos del cultivo de pimiento rojo. De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA), no se presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados, ($P \leq 0.05$). Se reportó un coeficiente de variación de 8.98% (Tabla 11), considerado relativamente bajo debido a la disgregación de datos en relación a la media, donde muestra que los tratamientos con dosis del alga marina *Ascophyllum nodosum* fueron superiores al testigo, siendo uno de los que presentó valores más altos el tratamiento T4 con un peso en la biomasa de 1219.24 g, seguido de cerca por el tratamiento T2 con un peso de 1187.16 g. Los tratamientos T1 y T3 registraron un peso en la biomasa de 1168.37 y 1167.62 g, los cuales fueron superiores al testigo el cual registró un valor de 1146.17 g.

Figura 17

Biomasa fresca del cultivo de pimiento rojo.



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

Dichos promedios son similares que los expuestos por *Dawa et al.* (71), quienes evaluaron el comportamiento del cultivo de pimiento mediante la aplicación foliar de los extractos de algas marinas ácidos húmicos y fúlvicos obteniendo un aumento en la biomasa de 819 g empleando algas marinas y 761.80 g empleado ácidos húmicos, siendo más eficiente emplear como principal medio de fertilización algas marinas como *Ascophyllum nodosum*, siendo este tipo de algas mucho más eficiente.

Sridhar & Rengasam (72), evaluaron el efecto de extracto líquido del alga *Ulva Lactuca* en el cultivo de pimiento *Capsicum annuum*, en donde obtuvieron la primera cosecha a los 60 días después del trasplante obteniendo un incremento en la biomasa de 50.48 g. *Massimi et al.* (73), misionan que los mejores resultados en términos de peso fresco y seco de frutos de pimiento dulce, lo obtuvo empleado dosis de alga marina pulverizada de tres especies *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria spp.* Y *Sargassum spp.*, siendo mucho más eficiente que emplear residuos vegetales o microorganismos en el suelo.

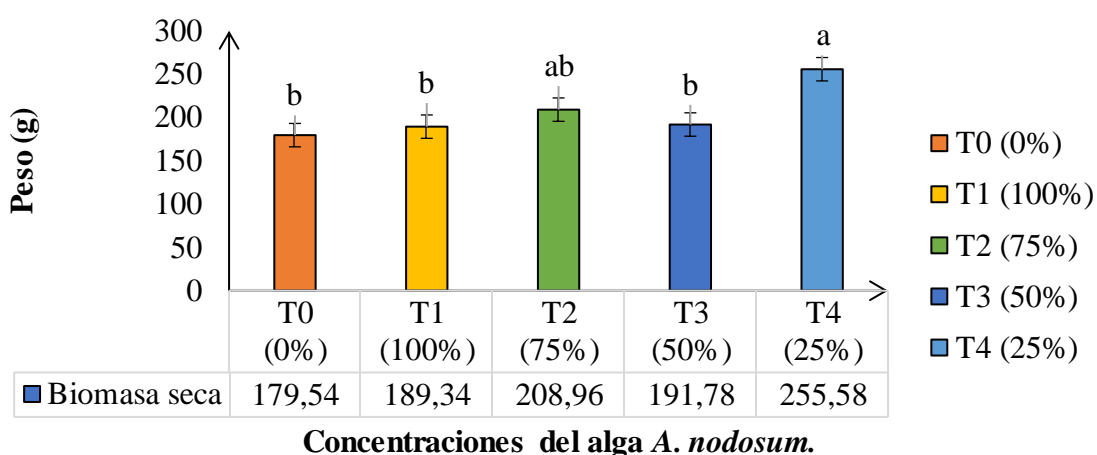
4.2.7. Biomasa seca (g)

Los promedios de la variable biomasa seca del cultivo de pimiento rojo (*Capsicum annuum*) empleando concentraciones de 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, se describen en la (Figura 18). Según el análisis de varianza en la variable biomasa seca, hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ($P \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 20.28% (Tabla 11). siendo los tratamientos T4

el que registró los pesos más altos con 255.58 g, seguido de cerca por el tratamiento T2 con un peso promedio en la biomasa seca de 208.96 g, los tratamientos T3 y T1 con 191.78 g y 189.34 presentaron valores bajos entre los tratamientos con alga marina *A. nodosum*, sin embargo, estos fueron superiores al testigo el cual presento un peso en la biomasa seca de 179.54 g.

Figura 18

Biomasa seca del cultivo de pimiento rojo.



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

Hernandez et al. (74), investigaron la respuesta morfo-productiva del pimiento rojo biofertilizado con *Pseudomonas putida* y dosis reducida de fertilizantes sintéticos en invernadero, obtenido un contenido de biomasa seca de 94.4 g y 93.70 g empleando el 100% y 75% de la fertilización química, dichos valores son inferiores que los expuestos en la presente investigación quienes al emplear concentraciones del alga *Ascophyllum nodosum* se pudo obtener mayor contenido en la biomasa seca.

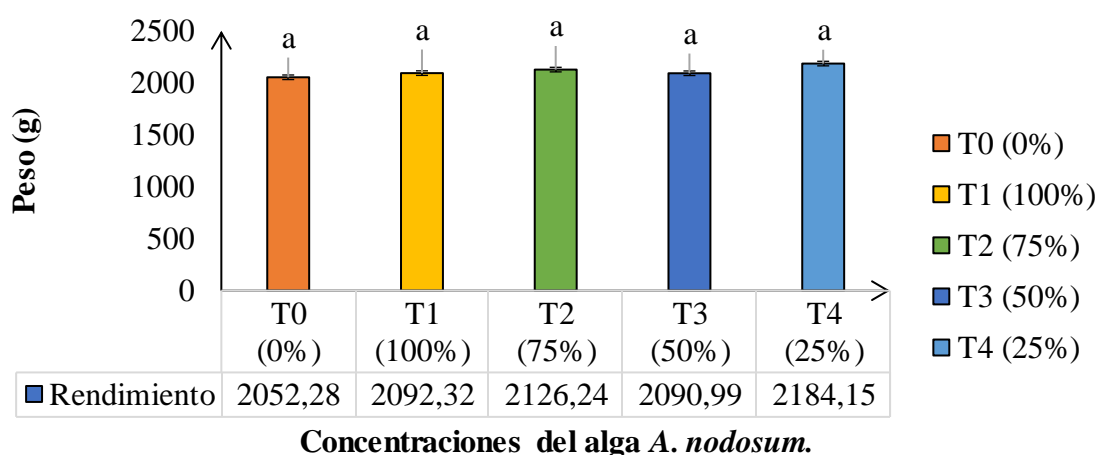
Solorazano & Rivero (62), empleando dosis de quitosano, hongos micorrícicos y ácidos húmicos en el cultivo de pimiento de la variedad Magaly y Lycal obtuvieron una biomasa seca de 89.64 g y 67.77 g, siendo estos valores inferiores, siendo más eficiente emplear algas marinas como la *Ascophyllum nodosum* para aumentar el peso de la biomasa seca. Hernandez et al. (75), indica que muchas veces los cambios en la producción se podrían atribuir a la variabilidad entre los materiales de siembra, así como de las condiciones de suelo y clima que pueden alteran negativamente los patrones de respuesta de las plantas.

4.2.8. Rendimiento (kg/ha)

Los resultados del rendimiento del cultivo de pimiento rojo aplicando diferentes Concentraciones de biofertilizante a base del alga *Ascophyllum nodosum* se exponen en la (Tabla 23). Según el análisis de varianza, indican no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, ($P \leq 0.05$), con un coeficiente de variación de 9.05%, en donde los tratamientos con alga marina *Ascophyllum nodosum*, son superiores al testigo, mostrando un rendimiento mayor, siendo el T4 y T2 los que registraron valores más altos con 2184.15 y 2126.24 kg/ha., seguido de cerca por los tratamientos T1 y T3 presentando un rendimiento de 2092.32 y 2090.99 kg/ha., a diferencia del T0 testigo el cual registro un rendimiento inferior al resto de tratamientos estudiados con 2052.28 kg/ha.

Figura 19

Rendimiento del cultivo de pimiento rojo.



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

Dichos promedios fueron superiores que los expuestos por *Icaza & García (76)*, los cuales presentaron un rendimiento de 5.6 kg/ha, el cual empleo dosis de algas marinas para aumentar el rendimiento del cultivo de pimiento. *Fonseca (77)*, evaluó el efecto del Ciplax a base de algas marinas en el cultivo de papa en donde según la dosis mínima presento un rendimiento de 2.6 kg. *Beyker (78)*, evaluó el rendimiento del pimiento con relación al uso de bioestimulantes dando un promedio 46000 kg/ha, siendo estos valores superiores a los expuestos en la presente investigación, generando una producción optima.

4.3. Análisis económico

Los resultados del análisis económico de los tratamientos estudiados se representan de manera horizontal, donde se detallan cada uno de los rubros empleados para llevar a cabo la investigación, los cuales se describen en la (Tabla 12). En los costos totales el menor incremento en los costos de producción se presentó en los tratamientos empleando el extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum* el cual genero un costo total de \$106.5, mientras que el que genero un mayor costo en la producción se dio en el testigo con \$ 107.5, sin embargo, los rendimientos de este testigo fueron relativamente bajos comparados con los otros tratamientos.

Tabla 12

Análisis económico de los tratamientos.

| Materiales | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Biofertilizante Algen 1000 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Agua destilada | 5.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fundas de semillas | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Bandejas de germinación | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Insecticida | 5.5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Machete | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Letreros | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Azadón | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Rastrillo | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Regadera | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Sustrato | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Mano de obra | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Calibrador | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| Transporte y cosecha | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| TOTAL | \$107.50 | \$106.50 | \$106.50 | \$106.50 | \$106.50 |

4.3.1. Relación Costo/Beneficio

Los resultados de la relación costo/beneficio de los tratamientos estudiados se representan de manera horizontal los rubros, rendimiento, valor del producto, ingreso bruto costo total, utilizada neta, los cuales se describen en la siguiente (Tabla 13). Los mayores ingresos se

registraron en el T4 con el extracto del alga *Ascophyllum nodosum* al 25% de concentración con \$3276.23, seguido del T2 y T1 los cuales se empleó el extracto del alga *Ascophyllum nodosum* a una concentración de 75 % y 100%, presentando ingresos de \$3189.36 y \$3138.42, el T3 presento un ingreso de \$3136.49, mientras que el tratamiento que presento un menor ingreso fue el testigo con \$3078.42.

Se demuestra que el mayor beneficio neto se obtuvo el T4 con la aplicación del extracto del alga marina al 25%, alcanzando los \$3169.73, mientras que el testigo obtuvo un menor beneficio neto con \$2970.92, en cuanto a la relación costo/beneficio el tratamiento con mayor resultado económico se obtiene con la aplicación del extracto de algas marinas *Ascophyllum nodosum* en una concentración del 25%, con una relación de \$29.76 por cada dólar invertido el testigo mostro cifras bajas en cuanto a la relación costo/beneficio con \$27.64 por cada dólar invertido, cabe recalcar que este tratamiento se manejó solo con el uso de agua.

Tabla 13

Relación Costo-Beneficio de los tratamientos evaluados.

| Rubro | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Rendimiento kg/ha ¹ . | 2052.28 | 2092.32 | 2126.24 | 2090.99 | 2184.15 |
| Precio kg ¹ | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Ingreso bruto | 3078.42 | 3138.42 | 3189.36 | 3136.49 | 3276.23 |
| Costos totales | 107.5 | 106.5 | 106.5 | 106.5 | 106.5 |
| Utilidad neta | 2970.92 | 3031.98 | 3082.86 | 3029.99 | 3169.73 |
| Relación C/B | 27.64 | 28.47 | 28.95 | 28.45 | 29.76 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La mayor parte de las concentraciones del extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum* evaluadas demostraron una alta incidencia en relación con la tasa de emergencia de las semillas, siendo el T1 con dosis de 100 %, el que mostro mejores resultados con un 95% equivalente a 38 semillas germinadas de 40 sembradas, a diferencia del testigo el cual presento una tasa de emergencia menor con 70% equivalente a 28 semillas emergidas.
- A través de la evaluación de los parámetros de crecimiento del ensayo 1 se pudo ver como los tratamientos aplicando dosis del alga *A. nodosum* mejoro los parámetros presentando plantas con mayor altura, longitud y diámetro de hoja, longitud radicular obteniendo un mayor incremento en la biomasa, siendo estas aplicaciones superiores al testigo el cual, al no poseer ningún medio nutritivo, tuvo que conformarse con los minerales del suelo. En el ensayo 2, a los 90 días se observó que el tratamiento que presento una mayor altura fue el T3 con 50 %, con 84.88 cm, demostrando que el uso del alga *Ascophyllum nodosum* podría impulsar el desarrollo del cultivo de pimiento rojo.
- A través de la evaluación de los parámetros productivos como: longitud, diámetro, biomasa fresca, biomasa seca del fruto y rendimiento del fruto, se evidencio una notable predominancia por parte de los tratamientos que incluyeron dosis de extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum*, demostrando que su uso podría maximizar la producción y rendimiento del cultivo de pimiento rojo.
- El mayor ingreso neto se obtuvo con el T4 con un total de \$3169.73 por hectárea, reflejando una relación costo/beneficio de \$29.76 por cada dólar invertido, siendo las aplicaciones de extractos de algas marinas una opción rentable para poder producir cultivos en óptimas condiciones.

5.2. Recomendaciones

- Realizar los ensayos comparando el alga *Ascophyllum nodosum* con otras algas marinas para poder determinar si su efecto es superior al de otras especies sobre la emergencia del cultivo de pimiento rojo.
- Evaluar la respuesta de los parámetros agronómicos con otras variedades comerciales de pimiento aplicando dosis de extracto del alga *Ascophyllum nodosum*.
- Se podría demostrar si el uso del alga marina *Ascophyllum nodosum* influye en la calidad nutricional del cultivo de pimiento rojo posterior a la cosecha.
- Realizar un análisis de suelo antes y después de la investigación para determinar el nivel de nutrientes que apporto el alga marina *Ascophyllum nodosum* sobre la planta de pimiento rojo.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Cuevas L. Taxonomía de la familia Solanaceae en el municipio de Coacoatzintla, Veracruz, México. [Internet]. Universidad Veracruzana. [Xalapa, Mexico]; 2018. Disponible en: https://www.uv.mx/iib/files/2018/05/LCR_Tesis_Solanaceae.pdf
2. Morán G. Estudio socioeconómico de los productores de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de la zona de la parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa [Internet]. Universidad Agraria del Ecuador. 2021. Disponible en: https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORÁN_ANGULO_GÉNESIS_NATHALIA.pdf
3. Borbor A, Suarez G. Producción de tres híbridos de pimiento *Capsicum annuum*, a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde, cantón Santa Elena [Internet]. Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2007. Disponible en: https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/BORBOR_NEIRA_ALBERTO_Y_SUÁREZ_SUÁREZ_GARDENIA.pdf
4. Ubilla L. Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación de abonos foliares a base de algas marinas [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2017. 1–87 p. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3303>
5. 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.
6. 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.
7. Bordoli JM. Dinámica de nutrientes en siembra directa. [Internet]. Universidad de la Republica de Uruguay - Facultad de Agronomía. 1998. 175–192 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/15963>
8. Laurin M, Llosá MJ, González V, Porcuna J. El papel de la agricultura ecológica en la disminución del uso de fertilizantes y productos fitosanitarios químicos. Congreso SEAE Zaragoza. 2006;(105):1–5.

9. Reyes J, Luna R, Reyes M, Zambrano D, Vázquez V. Fertilización con abonos orgánicos en el pimiento (*Capsicum annuum* L.) y su impacto en el rendimiento y sus componentes. *Centro Agrícola*. 2017;44(4):88–94.
10. Masaquiza M. Influencia del abono orgánico biol, sobre el comportamiento agronómico y productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), en el cantón Cumandá provincia de Chimborazo. [Internet]. Universidad Técnica De Ambato. 2019. 91 p. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
11. Moreno A. Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) var. Nathalie bajo invernadero a la aplicación foliar complementaria con tres tipos de lactofermentos. [Internet]. Universidad Central del Ecuador. 2015. 100 p. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7073/1/T-UCE-0004-37.pdf>
12. Quitral V, Morales C, Sepúlveda M, Schwartz M. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Revista Chilena de Nutrición*. 2012;39(4):196–202.
13. Aguilar J. Canales sectoriales Interempresas. 2015. p. 1 Algas marinas para la agricultura de alto rendimiento. Disponible en: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/136576-Algas-marinas-para-la-agricultura-de-alto-rendimiento.html>
14. Raimos D, Terry E. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*. 2014;35(4):52–9.
15. Mate A, Guerra V, Zaccaro M, Zapata N, Olivera L, Vásquez T, et al. Manual de Horticultura. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2019;101.
16. García T, Coletto J, Velázquez R. Historias de la plantas II: la historia del pimiento. *La agricultura y la ganadería extremeñas*. 2015;241–54.
17. Cagua M, Morán J. Respuesta productiva del pimiento (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de tres bioestimulantes en condiciones de invernadero en el Recinto Río

- Chico [Internet]. Jipijapa, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2023. 1–59 p. Disponible en: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5284/1/Cagua%20Tomal%C3%A1%20Mercedes%20Elizabeth.pdf>
18. Pino M, Saavedra J. Origen y desafíos del mejoramiento genético del pimiento a nivel mundial y nacional. En: Pino M, editor. Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes [Internet]. Santiago, Chile.: INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias; 2018. p. 19–40. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40850.pdf%0Ahttps://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6647/NR40850.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 19. Monreal Á. La Vanguardia. 2019. p. 1 Pimiento: propiedades, beneficios y valor nutricional. Disponible en: [https://www.lavanguardia.com/comer/verduras/20181014/452287446190/alimentos-propiedades-beneficios-valor-nutricional-pimiento.html#:~:text=Tanto los pimientos morrones \(rojos, y mejoran la salud ocular.](https://www.lavanguardia.com/comer/verduras/20181014/452287446190/alimentos-propiedades-beneficios-valor-nutricional-pimiento.html#:~:text=Tanto los pimientos morrones (rojos, y mejoran la salud ocular.)
 20. Jiménez P. Identificación de agente causal(s) de la pudrición radicular en pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Tumbaco. [Internet]. Universidad Central del Ecuador. 2018. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15929/1/T-UC-0001-CAG-014.pdf>
 21. Fornaris G. Características de la planta de pimiento [Internet]. Vol. 3. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico; 2014. 1–5 p. Disponible en: <http://136.145.11.14/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO- Características-de-la-Planta-v2005.pdf>
 22. Del Pinto M. Curso de horticultura y floricultura año 2022, guía didáctica: cultivo y manejo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) [Internet]. Universidad Nacional de la Plata. 2022. 19 p.
 23. Pacheco R, Verón R, Cáceres S. Efecto del raleo de flores y estado de madurez de cosecha sobre el rendimiento y calidad de fruto de pimiento. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUYO [Internet]. 2019;51(1):19–28.

24. Pinto M. El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador [Internet]. Vol. 700, Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI - Ecuador. 2013. 2 p. Disponible en: [https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El_cultivo_del_pimiento_y_el_clima_en_el_Ecuador.pdf)

25. Larrazabal M. Agro Marketing Biliar. 2021. p. 1–5 Tipos de Pimientos, clasificación, variedades y características, plagas y enfermedades. Disponible en: <https://www.bialarblog.com/tipos-de-pimientos-clasificacion-variedades-caracteristicas/>

26. Jara J, Cedeño J. Evaluación de tres variedades de pimiento (*Capsicum annuum*), con dos densidades de siembra bajo invernadero, en el Cantón Cáscales, Provincia de Sucumbíos. [Internet]. Santo Domingo, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial; 2015. 1–67 p. Disponible en: https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20340/1/7832_1.pdf

27. Chirinos F, Gargurevich D. Efecto del tratamiento térmico en la degradación de los carotenoides en conserva de pimiento piquillo (*Capsicum annuum*) en salmuera [Internet]. Lambayeque: Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”; 2021. 1–79 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9469>

28. Berrones M, Garza E, Vázquez E, Méndez R. Producción de pimiento morrón en Casa-Malla para el Sur de Tamaulipas. Inifap. Mexico, D.F.: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); 2013. 62 p.

29. Guachan B. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), en el barrio Santa Rosa, cantón Urcuquí [Internet]. Universidad técnica de Babahoyo. 2019. 40 p. Disponible en: [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6407/E-UTB-FACIAG-ING AGRON-000173.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6407/E-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000173.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

30. Armstrong A, Cabrera I. Insectos que atacan al pimiento [Internet]. Universidad de Puerto Rico. 2005. 9 p. Disponible en: <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/PIMIENTO-Insectos-v2005.pdf>

31. Rosa E. Enfermedades [Internet]. Universidad de Puerto Rico- Estación Experimental Agrícola. 2005. 9 p.
32. Tenorio P. Compuestos polifenólicos de macroalgas marinas: actividad antioxidante, antiinflamatoria y antibacteriana [Internet]. La Paz, Baja California Sur: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste; 2018. 1–84 p. Disponible en: http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/2370/tenorio_p%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
33. Lotero G. Las algas marinas, cultivo promisorio en Colombia. Revista Universitaria Científica [Internet]. 2022;24–7.
34. Pozo M. Biodiversidad de macroalgas en los bajos 52, casa Lobos y Aquapark, de la Remacopse demostrando la importancia y dominancia de géneros a diferentes profundidades, durante los meses de agosto 2013 a enero 2014 [Internet]. La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2014. 1–131 p. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/1477/MIGUEL%20%203%81NGEL%20POZO%20ROSALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. Bula G. Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial del *Sargassum flotante* en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia. Revista Intropica. 2004;1(1):91–103.
36. Vesga J. Efecto de un bioestimulante a base de algas marinas *Ascophyllum nodosum* sobre la longitud del tallo y en la producción de rosa tipo exportación, variedades vulcano y tressor, en flores de Bojacá S.A.S. [Internet]. Universidad de los Llanos; 2018. 1–85 p. Disponible en: [https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1368/Efecto de un Bioestimulante a Base de Algas Marinas....pdf;jsessionid=0475D35AD83DC2C532AC8D0E10542D33?sequence=2](https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1368/Efecto%20de%20un%20Bioestimulante%20a%20Base%20de%20Algas%20Marinas....pdf;jsessionid=0475D35AD83DC2C532AC8D0E10542D33?sequence=2)
37. Kumari S, Sehrawat K, Phogat D, Sehrawat A, Chaudhary R, Sushkova S, et al. *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, un bioestimulante fundamental hacia la agricultura sostenible: una revisión completa. Agriculture (Switzerland). 2023;13(6).

38. Pérez K. Evaluación de la respuesta del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar y en drench de un extracto acuoso de algas marinas. [Internet]. Ambato, Ecuador.: Universidad de Ambato; 2022. 1–57 p. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36368/1/Tesis-324> Ingeniería Agronómica - Pérez Jinez Kleber Stalin.pdf
39. Gauna M. Bioecología y relaciones interespecíficas en poblaciones de dos algas pardas del Atlántico Occidental Sur y Norte: *Dictyota dichotoma* y *Ascophyllum nodosum* [Internet]. Universidad Nacional del Sur. [Bahía Blanca, Argentina]: Universidad Nacional del Sur; 2010. Disponible en: [https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2195/Tesis Doctoral MC Gauna.pdf?sequence=1](https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/2195/Tesis%20Doctoral%20MC%20Gauna.pdf?sequence=1)
40. Shukla P, Grace E, Adil M, Bajpai S, Critchley A, Prithviraj B. Bioestimulantes a base de *Ascophyllum nodosum*: aplicaciones sostenibles en agricultura para la estimulación del crecimiento de las plantas, la tolerancia al estrés y el manejo de enfermedades. *Front Plant Sci.* 2019; 10:1–22.
41. Mendez G. Fertilización a base de extractos de algas marinas y su relación con la eficiencia del uso del agua y de la luz de una plantación de vid y su efecto en el rendimiento y calidad de fruto. [Internet]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; 2014. 1–62 p. Disponible en: [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7549/Mendez Lopez%2C Gildardo.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7549/Mendez%20Lopez%20Gildardo.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
42. Di’Stasio E, Van J, Silletti S, Raimondi G, Dell’Aversana E, Carillo P, et al. Los extractos de algas a base de *Ascophyllum nodosum* actúan como potenciadores del crecimiento, la calidad del fruto y la adaptación al estrés en plantas de tomate salinizadas. *Appl Phycol* [Internet]. 2018; 30: 2675–2686. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-018-1439-9>
43. Renaut S, Masse J, Norrie J, Blal B, Hijri M. Un extracto de algas comercial estructuró comunidades microbianas asociadas con las raíces de tomate y pimiento y aumentó significativamente el rendimiento de los cultivos. *Microb Biotechnol.* 2019;12(6):1346–58.

44. 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>
45. Sánchez L. Evaluación de la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex. Lam.) Urb. (balsa) a nivel de vivero empleando diferentes tipos de sustratos [Internet]. Quevedo, Ecuador: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2022. 1–63 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6626/1/T-UTEQ-217.pdf>
46. Popescu M. Estudios comparativos del extracto de algas sobre la germinación de semillas de tomate. Current Trends in Natural Sciences. 2016;5(10).
47. Neto A, Oliveira G, Mello C, da Silva M, Gomes F, Novembre C, et al. La preparación de semillas con extracto de algas mitiga el estrés por calor en espinacas: efecto sobre la germinación, el crecimiento de las plántulas y la capacidad antioxidante. Bragantia. 2020;79(4).
48. 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.
49. Canales B. Enzimas de algas: posibilidades para estimular el rendimiento de los cultivos y mejorar la calidad del suelo. Palau Bioquim, SA de CV. 2000;
50. 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>
51. Elarroussi H, Elemernissi N, Benhima R, Meftah I, Bendaou N, Smouni A, et al. Los polisacáridos de microalgas son un prometedor bioestimulante del crecimiento de las plantas. J Algal Biomass Util. 2016;7(4):55–63.

52. Sanchez A, Cerdan M, Llopis A, Oliver M, Juarez M, Sanchez J. Estudio de la eficacia del producto Algex+FeTM como fuente de hierro en distintos medios. III Jornadas del Grupo de Fertilización de la SECH [Internet]. 2009;98–104.
53. Buñay C. 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]. Universidad Técnica de Ambato. Universidad Técnica de Ambato; 2017. Disponible en: [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis_024_Ingeniería_Agropecuaria - Buñay Christian - cd 024.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25090/1/tesis_024_Ingeniería_Agropecuaria_-_Buñay_Christian_-_cd_024.pdf)
54. Yakhin O, Lubyantsev A, Yakhin I, Brown P. Bioestimulantes en la ciencia vegetal: una perspectiva global. Vol. 7, *Frontiers in Plant Science*. 2017.
55. 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%20Mar%C3%ADa%20Daniela.pdf>
56. Takeshita T, Ota S, Yamazaki T, Hirata A, Zachleder V, Kawano S. Acumulación de almidón y lípidos en ocho cepas de seis especies de *Chlorella* en condiciones de cultivo de aireación e intensidad de luz comparativamente altas. *Bioresour Technol*. 2014;158.
57. Pérez A, Goyes M. Uso del extracto de alga (*Ascophyllum nodosum*) como bioestimulador en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo [Internet]. [Babahoyo, Ecuador]: Universidad Técnica de Babahoyo; 2020 [citado el 8 de septiembre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8008/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000068.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
58. 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.

59. Andrade O, Garces A. Respuesta productiva del *Capsicum annuum* L. a la aplicación de un bioestimulante como complemento de una fertilización edáfica química. *Revist Delos*. 2019;12(34):1–11.
60. Villa V, Marques P, Rezende R, Wenneck G, Terassi D, Andrean A, et al. Riego deficitario con aplicación de extracto de *Ascophyllum nodosum* como estrategia para incrementar el rendimiento y la calidad del tomate. *Agronomy*. 2023;13(7):1853.
61. Vicencio C. Bioestimulantes como enriquecedores de sustratos para la producción de plantines de hortalizas. Santiago, Chile: Universidad de Chile; 2011. 1–48 p.
62. Solorzano A, Rivero M. Efecto de quitosano, hongos micorrízicos y ácidos húmicos sobre el crecimiento y desarrollo en variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones protegidas. [Quevedo, Ecuador]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2019.
63. Miranda F, Cortez C. Comparación agronómica de dos métodos de nutrición de plantas en la producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.), en el cantón Lomas de Sargentillo, Guayas [Internet]. Quevedo, Ecuador: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2012. 1–57 p. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1cd0a799-6e49-45f1-8311-b81cd7da9fac/content>
64. Villafuerte G, Valdiviezo E. Efecto de las algas marinas en la fertilización del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) [Internet]. [Guayaquil, Ecuador]: Universidad de Guayaquil; 2015. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8494/1/Villafuerte%20Abata%20Galo%20Enrique.pdf>
65. Çelak O, Tariq M, Sultán Z, Sagdic O, Yousaf M, Abbas G. Eficacia de turba, un bioestimulante regulador del crecimiento basado en una mezcla de aminoácidos de origen vegetal y su impacto en el rendimiento del tomate, el pepino y el pimentón (pimiento morrón) en condiciones de invernadero. *Pak J Sci*. 2023;75(1).

66. Seğmen E, Özdamar H. Efectos de las aplicaciones foliares de extractos comerciales de algas y espirulina *platensis* sobre el rendimiento y la calidad del fruto en pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Alimentación y agricultura convincentes*. 2023;9(1).
67. Mohammed G. Efecto del seamino y ácido ascórbico sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de frutos de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Revista Internacional de Ciencias y Tecnología Puras y Aplicadas*. 2013;17(2):9–16.
68. Pohl A, Kalisz A, Şekara A. Acción multifactorial de los extractos de algas: influencia en el estado fisiológico y bioquímico de las plantas Solanáceas. *Acta Agrobot*. 2019;72(1):1–11.
69. Eido N, Al-bamarny S. Efecto del compost y extracto de algas sobre las características fisiológicas de frutos comercializables de dos híbridos de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.). *La Revista de la Universidad de Duhok*. 2019;22(2):147–59.
70. Nour K, Mansour N, El W. Influencia de la aspersion foliar con extractos de algas sobre el crecimiento, cuajado y rendimiento del tomate durante la temporada de verano. *Revista de producción vegetal*. 2010;1(7).
71. Dawa K, El - H, Swelam W. Respuesta de plantas de pimiento dulce (crecimiento vegetativo y constituyentes químicos de las hojas) a fertilizantes orgánicos y algunos tratamientos de aplicación foliar. *Journal of Plant Production*. 2012;3(9):2465–78.
72. Sridhar S, Rengasamy R. Los efectos del fertilizante líquido de algas marinas de *Ulva lactuca* sobre *Capsicum annuum* L. *Arch Hydrobiol Suppl Algol Stud [Internet]*. 2012;138.
73. Massimi M, Radócz L, Csótó A. Impacto de los ácidos orgánicos y tratamientos biológicos en la nutrición foliar de plantas de tomate y pimiento. *Horticulturae*. 2023;9(3):413.
74. Hernández L, Murillo B, Chiquito C, Zúñiga C, Ruiz J, Chiquito R. Respuesta morfo-productiva de plantas de pimiento morrón biofertilizadas con *Pseudomonas putida* y dosis reducida de fertilizantes sintéticos en invernadero. *Revista Terra Latinoamericana [Internet]*. 2020;38(3).

75. Hernández S, Oyama K, Vázquez C. Diferenciación en la germinación de semillas entre poblaciones de *Capsicum annuum* a lo largo de un gradiente latitudinal en México. *Plant Ecol.* 2001;155(2).
76. Icaza J, García G. Efecto de los bioestimulantes foliares a base de algas marinas, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Pimocha. [Babahoyo, Ecuador]: Universidad Técnica de Babahoyo; 2019.
77. Fonseca E. Evaluación del efecto del Cipler® a base del alga marina *Ascophyllum nodosum* en la calidad de la papa en la Zona Norte de Cartago. [Costa Rica]: Tecnológico de Costa Rica; 2018.
78. Beyker N. Efecto de cuatro bioestimulantes en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum*) cultivar candente en el centro experimental agrícola III. [Tacna, Perú]: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman; 2016.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1 Cuadro de análisis de la varianza del porcentaje de emergencia.

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 0.41 | 4 | 0.10 | 20.30 | <0.0001 |
| Tratamientos | 0.41 | 4 | 0.10 | 20.30 | <0.0001 |
| Error | 0.23 | 45 | 0.01 | | |
| Total | 0.64 | 49 | | | |

Anexo 2 Cuadro de análisis de la varianza de altura de planta en la etapa inicial (30 días).

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 331.18 | 4 | 82.80 | 60.31 | <0.0001 |
| Tratamientos | 331.18 | 4 | 82.80 | 60.31 | <0.0001 |
| Error | 61.78 | 45 | 1.37 | | |
| Total | 392.96 | 49 | | | |

Anexo 3 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de raíz en la etapa inicial (30 días).

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 170.52 | 4 | 42.63 | 14.15 | <0.0001 |
| Tratamientos | 170.52 | 4 | 42.63 | 14.15 | <0.0001 |
| Error | 135.59 | 45 | 3.01 | | |
| Total | 306.11 | 49 | | | |

Anexo 4 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro de hoja (30 días).

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 0.41 | 4 | 0.10 | 0.21 | 0.9314 |
| Tratamientos | 0.41 | 4 | 0.10 | 0.21 | 0.9314 |
| Error | 21.71 | 45 | 0.48 | | |
| Total | 22.12 | 49 | | | |

Anexo 5 Cuadro de análisis de la varianza de la longitud de hoja (30 días).

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 4.53 | 4 | 1.13 | 1.38 | 0.2568 |
| Tratamientos | 4.53 | 4 | 1.13 | 1.38 | 0.2568 |
| Error | 37.03 | 45 | 0.82 | | |
| Total | 41.56 | 49 | | | |

Anexo 6 Cuadro de análisis de la varianza de biomasa fresca de la etapa inicial (30 días).

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Modelo | 5.34 | 4 | 1.33 | 166823.50 | <0.0001 |
| Tratamientos | 5.34 | 4 | 1.33 | 166823.50 | <0.0001 |
| Error | 3.6E-04 | 45 | 8.0E-06 | | |
| Total | 5.34 | 49 | | | |

Anexo 7 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca de la etapa inicial (30 días).

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Modelo | 5.34 | 4 | 1.33 | 166823.50 | <0.0001 |
| Tratamientos | 5.34 | 4 | 1.33 | 166823.50 | <0.0001 |
| Error | 3.6E-04 | 45 | 8.0E-06 | | |
| Total | 5.34 | 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 | 35.02 | 4 | 8.76 | 3.00 | 0.0281 |
| Tratamientos | 35.02 | 4 | 8.76 | 3.00 | 0.0281 |
| Error | 131.33 | 45 | 2.92 | | |
| Total | 166.35 | 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 | 196.13 | 4 | 49.03 | 0.52 | 0.7246 |
| Tratamientos | 196.13 | 4 | 49.03 | 0.52 | 0.7246 |
| Error | 4279.59 | 45 | 95.10 | | |
| Total | 4475.73 | 49 | | | |

Anexo 10 Cuadro de análisis de la varianza de la altura de planta a los 90 días.

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 645.62 | 4 | 161.41 | 1.04 | 0.3949 |
| Tratamientos | 645.62 | 4 | 161.41 | 1.04 | 0.3949 |
| Error | 6952.50 | 45 | 154.50 | | |

| | | |
|-------|---------|----|
| Total | 7598.13 | 49 |
|-------|---------|----|

Anexo 11 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 | 8.01 | 4 | 2.00 | 2.39 | 0.0652 |
| Tratamientos | 8.01 | 4 | 2.00 | 2.39 | 0.0652 |
| Error | 37.76 | 45 | 0.84 | | |
| Total | 45.76 | 49 | | | |

Anexo 12 Cuadro de análisis de la varianza del diámetro el fruto.

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 5.19 | 4 | 1.30 | 2.36 | 0.0679 |
| Tratamientos | 5.19 | 4 | 1.30 | 2.36 | 0.0679 |
| Error | 24.80 | 45 | 0.55 | | |
| Total | 29.99 | 49 | | | |

Anexo 13 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca del fruto.

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 29976.14 | 4 | 7494.04 | 0.67 | 0.6166 |
| Tratamientos | 29976.14 | 4 | 7494.04 | 0.67 | 0.6166 |
| Error | 503740.83 | 45 | 11194.24 | | |
| Total | 533716.97 | 49 | | | |

Anexo 14 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca del fruto.

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 1984.52 | 4 | 496.13 | 0.54 | 0.7042 |
| Tratamientos | 1984.52 | 4 | 496.13 | 0.54 | 0.7042 |
| Error | 41031.80 | 45 | 911.82 | | |
| Total | 43016.32 | 49 | | | |

Anexo 15 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa fresca del forraje.

| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 36427.26 | 4 | 9106.82 | 5.27 | 0.0014 |
| Tratamientos | 36427.26 | 4 | 9106.82 | 5.27 | 0.0014 |
| Error | 77798.15 | 45 | 1728.85 | | |
| Total | 114225.41 | 49 | | | |

Anexo 16 Cuadro de análisis de la varianza de la biomasa seca del forraje.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-----------|----|----------|------|---------|
| Modelo | 184362.23 | 4 | 46090.56 | 3.05 | 0.0261 |
| Tratamientos | 184362.23 | 4 | 46090.56 | 3.05 | 0.0261 |
| Error | 678959.00 | 45 | 15087.98 | | |
| Total | 863321.22 | 49 | | | |

Anexo 17 Cuadro de análisis de la varianza del rendimiento.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------------|----|----------|------|---------|
| Modelo | 97641.70 | 4 | 24410.43 | 0.67 | 0.6164 |
| Tratamientos | 97641.70 | 4 | 24410.43 | 0.67 | 0.6164 |
| Error | 1640375.16 | 45 | 36452.78 | | |
| Total | 1738016.86 | 49 | | | |

Anexo 18 Preparación de las diferentes concentraciones del extracto de alga marina *Ascophyllum nodosum*.



Anexo 19 Peso del bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum*.



Anexo 20 Conformación de las diferentes concentraciones del alga *Ascophyllum nodosum*.



Anexo 21 Germinación de las semillas.



Anexo 22 Comparación de los efectos del alga marina *Ascophyllum nodosum* durante la etapa inicial del cultivo de pimiento.



Anexo 23 *Pesaje de la biomasa fresca durante la etapa inicial.*



Anexo 24 *Colocación de las muestras en la estufa.*



Anexo 25 *Separación de plantines para establecimiento en campo.*



Anexo 26 *Comienzo de la etapa de floración.*



Anexo 27 *Aparición de los primeros frutos.*



Anexo 28 *Maduración de los frutos de pimiento morrón.*



Anexo 29 Toma de variables agronómicas y productivas del cultivo.



Anexo 30 Pesaje de los frutos y biomasa por tratamiento.



Anexo 31. Croquis de campo.

